

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 2008 году**

ЕЖЕГОДНИК

ОБНИНСК
2009

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

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.
Гидромет Армении	Варданян Л.Р.
РЦРКМ Республики Беларусь	Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К.
Гидромет Молдовы	Казак В., Гьлкэ Г.
ЦГО Украины	Косовец О.О., Табачный Л., Гирий В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Корнейчук В.О., Варивода В., Загревский В.
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.
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., Черешинская В.Ю., Макарьевская Т.П., Никифорова Г.И., Тодорова Г.А., Скальга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В.
ОАО ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Марковский В.В.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю.Г., Ровный С.И., Сметанина Е.Б., Иванов И.А., Бакуров А.С., Антонова Т.А.
ФГУП ГХК	Савицкий Ю.В., Шишлов А.Е.
ОАО «ППГХО»	Бобошко В.И.
ОАО «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.
УГМС	Коробов В.Б., Соболевская В.Б., Миронова Е.А., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Соколов В.В., Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Скальга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Захаров С.Д., Вертглиб М.Г., Самойлова В.В., Попова Е.И., Осинцева Т.Н., Банникова О.А., Широкова Н.В., Чирков В.А., Котова О.П., Севастьянов П.Ф., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Кротова В.И., Андриевская А.В., Исакова Ф.С.
ФГУП ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Марковский В.В.
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., Терехова Н.Ю., Никитин А.И., Волокитин А.А., Чумичев В.Б. , Катрич И.Ю.
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., Морванюк В.П., 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., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К.
АЭС	Цветков Н.А., Анохин С.В., Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Баканов М.В., Филатов И.М., Лебедев О.В., Банников Г.Н., Сорока А.А., Бугаева Л.Г., Смелов А.Ю., Никишаев П.И., Полянских С.А., Батарев С.Г., Епихин А.И., Степанов С.В., Козлов Е.П., Сухоруков О.В., Жбанников В.В., Маматов А.П., Пахомов В.А., Краснов И.М., Абаимов А.Д., Барауля С.В.
ФГУП ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Марковский В.В.

Раздел 5

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун»	Ким В.М., Прописнова М.В., Яхрюшин В.Н., Уваров А.Д., Тертышник Э.Г., Колесникова Л.В., Петренко Г.И., Никитин А.И., Валетова Н.К., Кабанов А.Н., Чумичев В.Б. , Катрич И.Ю.
УГМС	Попова Е.И., Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н., Черемисов В.А., Гончарова М.Ф., Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П.
ОАО ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Марковский В.В.
МосНПО «Радон»	Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю.Г., Ровный С.И., Сметанина Е.Б., Иванов И.А., Бакуров А.С., Антонова Т.А.
РЦРКМ Республики Беларусь	Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	6
Введение.....	9
1. Радиационная обстановка на территории РФ и сопредельных государств.....	11
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.....	30
Список литературы к введению и разделу 1.....	49
2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла...	51
2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома.....	51
2.2. Производственное объединение «Маяк».....	53
2.3. Горно-химический комбинат.....	72
2.4. Сибирский химический комбинат.....	90
2.5. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов».....	99
2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	107
2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат.....	113
Список литературы к разделу 2.....	119
3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов.....	122
3.1. РОО г. Северодвинска.....	122
3.2. РОО на территории Мурманской области.....	130
3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона.....	134
3.4. РОО на территории Камчатской области.....	139
3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград.....	141
3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска.....	145
3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов.....	153
Список литературы к разделу 3.....	163
4. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС.....	165
4.1. Балаковская АЭС.....	166
4.2. Белоярская АЭС.....	174
4.3. Билибинская АЭС.....	187
4.4. Волгодонская АЭС.....	193
4.5. Калининская АЭС.....	198
4.6. Кольская АЭС.....	206
4.7. Курская АЭС.....	215
4.8. Ленинградская АЭС.....	229
4.9. Нововоронежская АЭС.....	234
4.10. Смоленская АЭС.....	244
Список литературы к разделу 4.....	251
5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов, территорий и акваторий.....	253
5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	253
5.2. Южно-Уральский регион.....	257
5.3. Территории ЕТР, загрязненные после аварии на Чернобыльской АЭС.....	263
5.4. Бессточные озера Брянской области.....	267
5.5. Современное содержание искусственных радионуклидов в компонентах водной речной системы «Теча – Исеть – Тобол – Ирышь – Обь».....	270
5.6. Радиоэкологическое обследование территории ГНПП «Самарская Лука».....	282
Список литературы к разделу 5.....	284
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории Российской Федерации в 2008 г.....	287
Приложение 1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома в 2008 г.....	290
Приложение 2. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада.....	297

Список сокращений

АО	– акционерное общество
АПК	– автоматический пост контроля
АПЛ	– атомная подводная лодка
АСКРО	– автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСРК	– автоматизированная система радиационного контроля
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
ВАЭС	– Волгодонская АЭС
ВВЭР	– водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВДНХ	– выставка достижений народного хозяйства
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	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВТ	– вентиляционная труба
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВФУ	– воздухофильтрующая установка
ГМЗ	– Гидрометаллургический завод
ГНПП	– государственный национальный природный парк
ГНЦ	– государственный научный центр
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	– Государственное специализированное научно-производственное предприятие
«Экоцентр»	– «Чернобыльский радиоэкологический центр» (ДСНВП «Экоцентр»)
ДУ _{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
ИАЦ	– информационно-аналитический центр
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

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 радиационного контроля
ЛГХП	– ландшафтно-геохимический полигон
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛООС	– лаборатория охраны окружающей среды
МДА	– минимально-детектируемая активность
МО	– Министерство обороны
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность экспозиционной дозы γ -излучения
НВАЭС	– Нововоронежская АЭС
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
ПСЗ	– Приборостроительный завод
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
ПХРО	– полигон хранения радиоактивных отходов
РАН	– Российская академия наук
РАО	– радиоактивные отходы
РБМК	– реактор большой мощности кипящий
РДУ	– Республиканские допустимые уровни
РИ	– Радиевый институт
РМЗ	– Ремонтно-механический завод
РОО	– радиационно опасные объекты
РРМЛ	– региональная радиометрическая лаборатория
РТ	– Республика Татарстан
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»
СНЛК	– станция наблюдений лабораторного контроля
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
СХК	– Сибирский химический комбинат
США	– Соединенные Штаты Америки
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
УЭХК	– Уральский электрохимический комбинат
ФГУ	– Федеральное государственное учреждение
ФГУП	– Федеральное государственное унитарное предприятие
ФИАЦ	– Федеральный ИАЦ
ФМБА	– Федеральное медико-биологическое агентство
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
ЦЗЛ	– центральная заводская лаборатория
ЦМС	– центр по мониторингу загрязнения окружающей среды
ЦС	– центр судоремонта
ЦЧО	– Центрально-Черноземные области
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	– электролизно-химический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2008 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 2008 г. представлены данные четырех сопредельных государств: Республик Армения, Молдова, Беларусь и 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 и отдельных экспедиционных радиоэкологических обследований водных объектов.

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 Р = 87,3 эрг/г, для любого другого вещества 1 рад = 100 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 Р ≈ 1 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 и 1967 гг. 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 (воздух, поверхностные и морские воды, почва) 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 приземного слоя 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 филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший 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 филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший 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 ФГУП «Научно-исследовательский физико-химический институт» (далее филиал НИФХИ) (г. Обнинск Калужской обл.), 16 – Опытное конструкторское бюро машиностроения (г. Нижний Новгород), 17 – ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон»), 18 – Электромеханический завод «Аван-

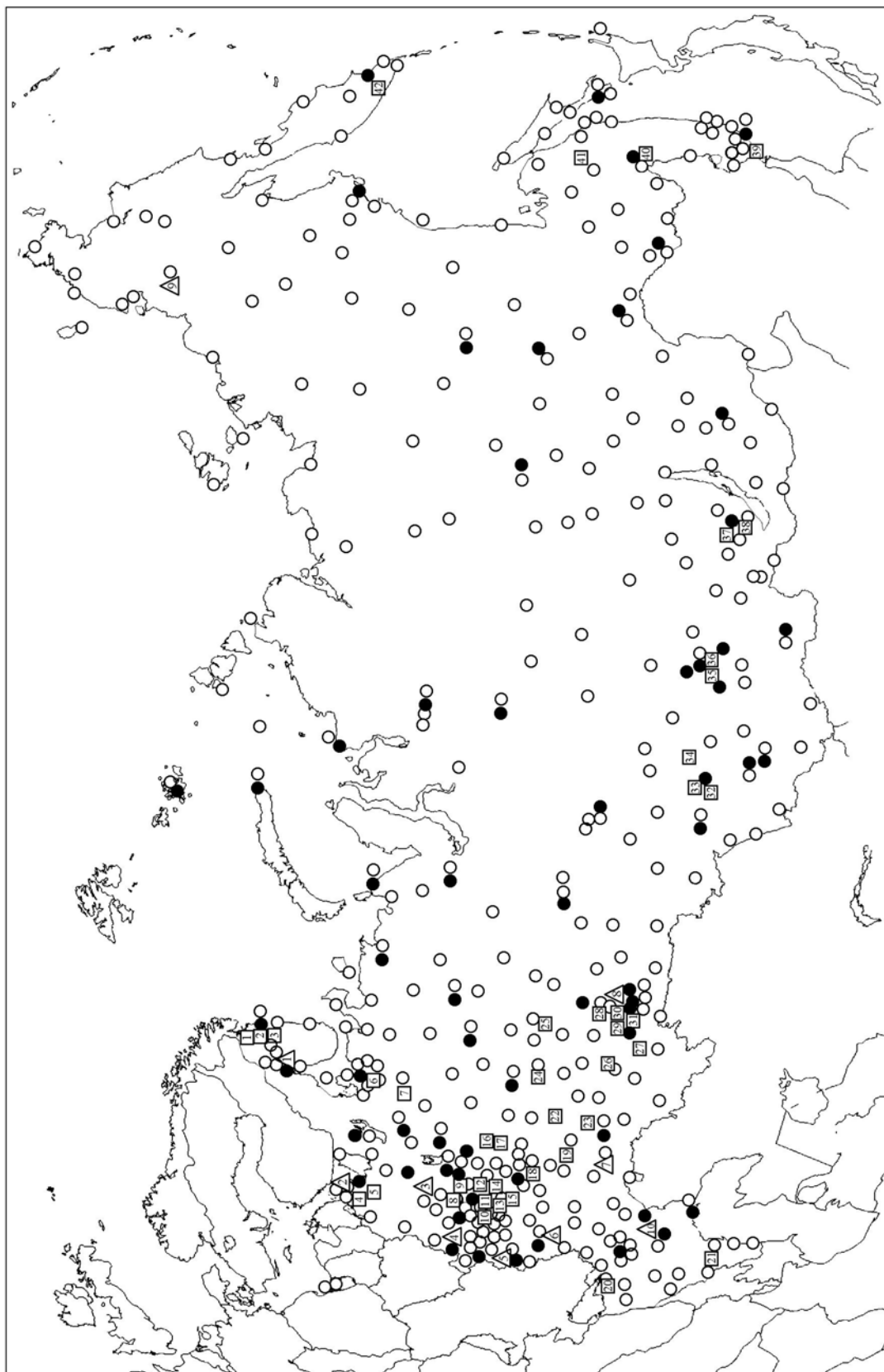


Рис. 1.1. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета

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

гидр», Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (далее ВНИИЭФ) (г. Саров Нижегородской обл.), 19 – ПО «Старт» (г. Заречный Пензенской обл.), 20 – ПЗРО «Ростовский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Ростовский СК «Радон»), 21 – ПЗРО «Грозненский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Грозненский СК «Радон»), 22 – ПЗРО «Казанский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Казанский 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 «Уфимский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Уфимский СК «Радон»), 27 – приборостроительный завод (г. Трехгорный Челябинской обл.), 28 – ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон»), 29 – РФЯЦ ВНИИ технической физики (далее РФЯЦ ВНИИТФ) (г. Снежинск Челябинской обл.), 30 – ПО «Маяк», 31 – ПЗРО «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон»), 32 – ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»), 33 – Новосибирское ПО «Химконцентрат», 34 – Сибирский химический комбинат, 35 – электрохимический завод (г. Зеленогорск Красноярского края), 36 – Горно-химический комбинат, 37 – Ангарский электролизный химический комбинат (г. Ангарск Иркутской обл.), 38 – ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»), 39 – предприятие Минобороны (ДВЗ «Звезда»), 40 – ПЗРО «Хабаровский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Хабаровский СК «Радон»), 41 – АО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края), 42 – предприятие Минобороны (г. Вилюччинск)).

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 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 2008 г. в составе СРМ работали: 416 пунктов по отбору проб радиоактивных выпадений с суточной экспозицией, 49 пунктов по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 32 пункта по отбору проб осадков и 15 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 46 пунктов по отбору проб пресной воды и 10 пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr , 1 310 пунктов (и дополнительно более 50 постов наблюдения в крупных городах и автоматических метеостанциях в ближних зонах АЭС) 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 2008 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 воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2008 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем непрерывного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией – одни сутки. Суммарная β -активность ($\Sigma\beta$) 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 $\Sigma\beta$ проб аэрозолей определялась объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводятся результаты только вторых измерений, т.е. объемная $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов. Если среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ 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 $\Sigma\beta$ 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 среднемесячные, взвешенные по отдельным регионам РФ, объемные $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2008 г. Там же показаны среднемесячные и среднегодовые значения объемных $\Sigma\beta$, взвешенные по Европейской и Азиатской территориям России (ЕТР и АТР соответственно) и по РФ в целом. Данные по пп. Новогорный, Кыштым, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных $\Sigma\beta$ по АТР и территории РФ в целом не учитывались.

Схема деления территории РФ на регионы приведена в табл. 1.2. В табл. 1.1, 1.3 и 1.4 г. Брянск выделен в связи с тем, что он расположен на территории области, юго-западная часть которой загрязнена 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 там не проводятся.

Средневзвешенное по территории РФ значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2008 г. составляло $15,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и находилось на уровне 2002–2007 гг.

Объемная $\Sigma\beta$ вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (г. Брянск) с 2000 г. вышла на уровни, наблюдающиеся на не загрязненной территории ЕТР. Среднее за 2008 г. значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Брянске (ВФУ работала 6 месяцев) составляло $13,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и было ниже средневзвешенного значения в Центре ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы регионов страны в 2008 г. изменялась в пределах $(5,2-45,2) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Минимальные среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ наблюдались в августе в Заполярье, а максимальные – в январе на Юге ЕТР.

Таблица 1.1

Объемные $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2008 г., 10^{-5} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	17,17	13,71	13,59	-	45,16	18,27
Февраль	-	16,68	9,20	10,26	-	13,22	13,39
Март	-	10,09	6,60	9,06	11,00	9,05	9,01
Апрель	-	9,28	17,75	18,49	18,90	15,28	13,74
Май	-	7,01	16,94	14,94	17,00	13,52	11,62
Июнь	-	6,28	9,09	11,99	-	13,37	8,97
Июль	-	6,19	9,50	11,86	-	12,64	8,92
Август	-	5,22	13,30	17,22	-	15,04	10,84
Сентябрь	-	6,45	14,20	14,61	-	14,44	10,89
Октябрь	-	5,31	9,56	15,50	11,70	12,51	8,95
Ноябрь	-	5,69	9,78	12,36	9,60	10,20	8,38
Декабрь	-	8,26	15,85	20,26	10,67	19,19	13,31
Среднее:							
2008 г.	-	8,6	12,1	14,2	13,2	16,1	11,4
2007 г.	-	7,2	8,8	17,2	9,7	16,4	10,3
Азиатская территория России							
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ		
Январь	27,29	17,94	21,81	21,1	20,1		
Февраль	22,35	22,80	27,91	23,7	20,0		
Март	10,61	20,84	27,26	19,6	15,7		
Апрель	16,38	19,32	23,61	19,4	17,4		
Май	16,85	14,89	15,25	15,5	14,1		
Июнь	17,07	20,76	12,02	18,2	14,8		
Июль	16,88	15,37	9,97	15,3	13,0		
Август	14,22	14,44	12,45	14,0	12,9		
Сентябрь	13,28	10,19	12,65	11,4	11,2		
Октябрь	16,90	18,25	13,44	17,0	14,1		
Ноябрь	14,69	19,65	11,72	16,9	13,8		
Декабрь	27,83	20,06	11,34	20,3	17,8		
Среднее:							
2008 г.	17,9	18,0	16,6	17,7	15,4		
2007 г.	16,8	18,5	16,9	17,8	15,1		

Примечание: - – нет данных.

Максимальные среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в отдельных населенных пунктах наблюдались, в основном, в 100-км зонах РОО: на территории ЕТР – в январе в г. Волгограде – $51 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и г. Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – $82 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в июне в г. Нововоронеже – $64 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в декабре в г. Кирове – $59 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; на территории АТР – в январе в п. Б. Мурта (ГХК) – $60 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в декабре в п. Сухобузимское (ГХК) – $59 \cdot 10^{-5}$ 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 $\Sigma\beta$ 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). Вероятно, это связано с повышением содержания радионуклидов природного происхождения в топливе, потребление которого возрастает зимой.

В течение года в приземном слое атмосферы некоторых населенных пунктов в отдельные дни наблюдались повышенная объемная $\Sigma\beta$ воздуха. В 2008 г. на территории РФ по данным оперативного мониторинга было зарегистрировано 79 случаев (в 2007 и 2006 гг. – по 71 случаю) пятикратного и более превышения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями при измерении на пятые сутки после отбора пробы [5].

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)		
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 1 мес.)	7. Мурманск	
4. Туруханск	8. Кандакаша	
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск
2. Ухта	5. Вологда	8. С.-Петербург (н/р)
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Охоны (н/р)
Центр		
1. Нижний Новгород	4. Обнинск	7. Ельня (н/р)
2. Самара	5. Подмосковная	8. Нововоронеж (экспозиция 5 дней)
3. Пенза	6. Москва-ЦВС (н/р)	9. Курчатова (экспоз.5 дней, н/р 1 мес.)
Юг		
1. Астрахань	3. Ростов-на-Дону (н/р)	
2. Волгоград	4. Цимлянск	
Азиатская территория России		
Западная Сибирь**		
1. Кызыл	5. Уяр	9. Омск
2. Огурцово	6. Большая Мурта	10. Колпашево (н/р 1 мес.)
3. Красноярск	7. Верхнее Дуброво	11. Бийск (закрыты наблюдения)
4. Сухобузимское	8. Барнаул	
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 (н/р 1 мес.)	7. Хабаровск
3. Иркутск		

Примечание: н/р – не работает;

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

** – данные по пп. 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 основном, повышенные уровни объемных $\Sigma\beta$ наблюдались не более одних суток, а в пробах были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наиболее высокие зна-

чения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$, относящиеся к случаям пятикратного и более превышения фоновых уровней, отмечались: в январе в п. Большая Мурта (ГХК) – $245 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в п. Уяр (ГХК) – $164 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в декабре в Барнауле – $236 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Кроме того, в январе высокие значения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$ отмечались во многих пунктах наблюдения: Чита – $199 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Волгоград – $185 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) – $172 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальные превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым значением в 2008 г. наблюдались в гг. Кызыле и Туруханске Красноярского края – в 16–19 раз и в гг. Барнауле и Цимлянске (Волгодонская АЭС) – в 12–15 раз.

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2008 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 2007 г. Результаты наблюдений на Крайнем Севере в табл. 1.3 не приводятся по причине, указанной выше.

Таблица 1.3

Среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2008 г., 10^{-7} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск*, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	0,8	3,0	3,3	4,7	3,2	2,3
Февраль	-	0,8	2,8	3,6	8,0	4,2	2,5
Март	-	0,8	2,8	5,1	9,0	4,3	3,0
Апрель	-	0,9	2,9	16,7	17,7	7,4	6,5
Май	-	0,9	2,8	19,2	17,5	5,1	6,8
Июнь	-	0,9	2,6	14,4	11,0	6,0	5,4
Июль	-	0,8	2,3	7,2	8,3	8,1	3,9
Август	-	0,8	1,6	14,7	12,0	7,3	5,2
Сентябрь	-	0,8	1,6	10,1	9,0	5,1	3,9
Октябрь	-	0,9	1,8	4,6	11,0	3,2	2,6
Ноябрь	-	0,9	1,7	4,6	10,5	3,6	2,6
Декабрь	-	0,9	1,8	3,3	5,5	3,2	2,1
Среднее:							
2008 г.	-	0,9	2,3	8,9	10,4	5,0	3,9
2007 г.	-	1,2	2,1	10,5	11,8	5,7	4,6
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь**	Север Сибирей	Восточная Сибирь	Юг Восточной Сибирей	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ
Январь	68	1,8	1,1	2,2	2,2	0,5	1,6
Февраль	70	1,8	1,1	2,2	2,2	0,5	1,7
Март	49	1,8	1,1	2,2	2,2	0,5	1,8
Апрель	140	2,4	1,7	5,3	5,3	2,3	3,4
Май	320	2,4	1,7	5,3	5,3	2,3	3,5
Июнь	50	2,4	1,7	5,3	5,3	2,3	3,1
Июль	133	2,8	2,2	1,3	1,3	0,5	2,5
Август	107	2,8	2,2	1,3	1,3	0,5	2,8
Сентябрь	41	2,8	2,2	1,3	1,3	0,5	2,4
Октябрь	71	1,8	1,0	1,4	1,4	1,2	1,6
Ноябрь	124	1,8	1,0	1,4	1,4	1,2	1,6
Декабрь	80	1,8	1,0	1,4	1,4	1,2	1,5
Среднее:							
2008 г.	104	2,2	1,3	3,6	3,6	2,0	2,3
2007 г.	106	3,4	1,3	3,6	3,6	2,0	2,8

Примечание: - – нет данных;

* – ВФУ в Брянске не работала 6 месяцев;

** – нет данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV квартал 2007 г.

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 пп. 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 уменьшилась по сравнению с 2007 г. (примерно на 20 %) и составила $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в течении II-III кварталов в следующих населенных пунктах: Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) – от $38 \cdot 10^{-7}$ до $159 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (при среднегодовом значении – $57,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Курчатов (Курская АЭС) – от $12 \cdot 10^{-7}$ до $66 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (при среднегодовом значении – $18,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Приведенные выше объемные активности ^{137}Cs превышали средневзвешенное значение по территории РФ в 6–70 раз, однако были на пять – шесть порядков ниже допустимых объемных активностей ^{137}Cs в воздухе для населения ($\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 27$ Бк/м³) по НРБ-99 [1].

На загрязненных территориях в 2008 г. максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в воздухе ($320 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в мае в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк». Это в 139 раз выше, чем средневзвешенная среднегодовая объемная активность по территории РФ, но на пять порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения по НРБ-99 [1]. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в п. Новогорный ($104 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) осталась на уровне 2007 г. и была в 45 раз выше средневзвешенного значения по 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 – $6,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Аргаяш – $7,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Кыштым – $7,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались и вблизи загрязненной в результате Чернобыльской аварии зоны России (в апреле в г. Брянске – $21 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2008 г. представлена в табл. 1.4.

Как видно из табл. 1.4, наибольшая среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы наблюдалась на территории Западной Сибири и на Юге Восточной Сибири, наименьшая – в Заполярье и на Севере Восточной Сибири. Из приведенных данных также видно, что наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность ^{90}Sr ($2,78 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась на территории Центра ЕТР во II квартале.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2008 г. наблюдались в следующих населенных пунктах: в I квартале в Архангельске (ФГУП «ПО «Севмаш») – $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в Иркутске (АЭХК и ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО») – $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, во II квартале в Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – $20 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в Петрозаводске – $5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в В. Дуброво (Белоярская АЭС) – $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в III квартале в

Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – $8,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в IV квартале в В. Дуброво (Белоярская АЭС) – $5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные выше объемные активности ⁹⁰Sr были в 4–21 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 2008 г., 10^{-7} Бк/м³

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Брянск, Курск	0,76	1,64	0,85	0,75	1,00
Заполярье	0,24	0,28	0,27	0,27	0,27
Север	0,98	1,44	0,80	0,38	0,90
Центр	0,39	2,78	1,36	0,48	1,26
Юг	0,43	1,65	1,49	0,49	1,02
Азиатская территория России					
Западная Сибирь	1,32	2,62	1,47	1,96	1,84
Север Восточной Сибири	0,54	0,63	0,67	0,44	0,57
Юг Восточной Сибири	2,49	1,93	1,38	1,20	1,75

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», увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2007 г. и составляла $77 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 79 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ. Наибольшая среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr ($263 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) была зарегистрирована в мае 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 – $7,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Бродокалмак – $9,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Кыштым – $7,5 \cdot 10^{-7}$ 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 1998–2008 гг. Из табл. 1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ последние 4 года находится примерно на одном уровне, в 2008 г. она составляла $0,97 \cdot 10^{-7}$ 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.

Таблица 1.5

Средневзвешенные по территории страны объемные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 1998–2008 гг., 10^{-7} Бк/м³

Квартал	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
I	1,00	0,85	0,77	0,90	0,96	1,16	0,61	0,74	0,69	0,67	0,89
II	1,80	1,39	1,76	1,74	1,52	1,91	1,90	1,08	1,24	1,10	1,30
III	2,00	1,27	1,30	1,43	1,34	1,35	1,30	0,88	0,95	0,96	0,87
IV	0,70	1,11	0,94	1,26	0,93	1,00	0,96	0,78	0,72	0,86	0,77
Среднее	1,40	1,20	1,20	1,33	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97

Следует отметить, что объемные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход: наибольшие значения наблюдаются во II и III кварталах (что обусловлено сельхозработами на полях, связанных с пылением почвы).

В 2008 г., как и в предыдущие годы, в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» проводился 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 $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы этих городов. Измерение α -излучения образцов проводилось на спектрометре 570А-450 фирмы «ORTEC» [14]. Объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в приземном слое атмосферы гг. Обнинска, Курска и п. Новогорный приведены в табл. 1.6. Из табл. 1.6 видно, что среднемесячные объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в г. Обнинске в 2008 г. изменялись от $2,0 \cdot 10^{-9}$ до $13 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, при среднегодовом значении $5,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что на пять порядков ниже ДОО_{НАС}. $^{239,240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) по НРБ-99 [1]. Среднемесячные объемные активности ^{238}Pu в г. Обнинске изменялись от $1,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в июле до $32 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в сентябре при среднегодовом значении $10,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ.

Таблица 1.6

Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в Обнинске, Новогорном и Курске в 2008 г., 10^{-9} Бк/м³

Месяц	Пункты наблюдения					
	г. Обнинск		п. Новогорный		г. Курск	
	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$
Январь	6,5	2,3	37	100	} 0,24	} 1,0
Февраль	19	13	65	260		
Март	-	-	90	60		
Апрель	4,9	5,7	130	200	} 0,30	} 2,0
Май	6,4	6,6	260	130		
Июнь	6,9	4,2	37	73		
Июль	1,7	2,0	130	130	} 0,70	} 5,6
Август	16	5,0	60	82		
Сентябрь	32	5,0	54	130		
Октябрь	7,3	3,1	550	330	} 4,8	} 5,0
Ноябрь	14	5,1	50	110		
Декабрь	3,8	2,7	160	150		
Среднее:						
2008 г.	10,8	5,0	135	146	1,5	3,4
2007 г.	3,2	5,4	85	89	-	1,5
2006 г.	-	4,3	250	150	-	2,0
2005 г.	1,6	4,0	180	165	-	1,9

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

Среднегодовая объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска, измеряемая поквартально, была в 2,3 раза выше, чем в 2007 г., и составляла $3,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Это в 1,5 раза меньше, чем среднегодовая объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ 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 2008 г. они составляли $146 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $135 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовая объемная активность ^{238}Pu увеличилась по сравнению с 2007 г. при-

мерно в 1,6 раза, а $^{239,240}\text{Pu}$ – в 1,7 раза (подробнее см. раздел 2.2). Наблюдаемые активности были на четыре порядка ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$.

В гг. Обнинске, Курске и Курчатове в 2008 г., как и в предыдущие годы, наблюдались случаи регистрации в суточных пробах аэрозолей изотопов радиоактивного йода. Максимальное значение объемной активности ^{131}I ($2,9 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3) в 2008 г. было зарегистрировано 17–18 февраля в приземном слое атмосферы 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 2008 г. отмечен ряд случаев появления в атмосфере гг. 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 2008 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 1991–2008 гг. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период были на семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения ($\text{ДОА}_{\text{НАС}}$) по НРБ-99 [1].

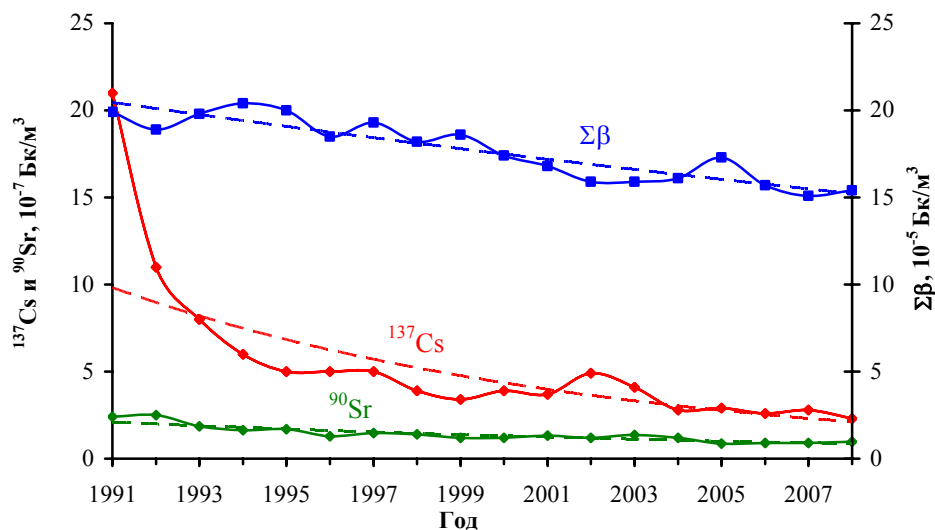


Рис. 1.2. Динамика изменения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ

Наблюдаемые объемные активности радионуклидов в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr с 1991 г. уменьшились в 9 и в 2,5 раза соответственно.

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2008 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспо-

зией. Методики подготовки проб к измерениям, определения $\Sigma\beta$ и радиоизотопного состава проб 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, Центральнo-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u> в УГМС Центральнo-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 $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов в приземном слое атмосферы. В 2008 г. было зарегистрировано [5] 39 случаев десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями (в 2007 г. – 40, в 2005 и 2006 гг. – по 52). 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 2008 г. были зафиксированы в п. Лысково Нижегородской области (ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО»), в пп. Морозовск и Зимовники Ростовской области и в Норильске – 41,8; 37,4 и 23,9; 23,2 Бк/м²·сутки соответственно. Максимальные превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2008 г. наблюдались в п. Лысково Нижегородской области (ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО») – в 52 раза, в пп. Морозовск Ростовской области и Малиновка Свердловской области (Белоярская АЭС) – в 41–42 раза.

Наибольшее количество случаев превышения объемных $\Sigma\beta$ и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями имело место на территориях Западной Сибири и Юга ЕТР (более 50 случаев и 22 слу-

чая, соответственно). Наибольшее число случаев превышения объемной $\Sigma\beta$ и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями на территории России отмечалось в январе и декабре (44 и 22 случаев, соответственно).

Таблица 1.8

Выпадения $\Sigma\beta$ на территории РФ в 2008 г., Бк/м²·сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	1,17	0,64	0,99	0,89	1,77	1,01
Февраль	1,21	0,62	1,00	0,88	1,01	0,94
Март	1,09	0,49	0,99	0,81	1,08	0,86
Апрель	0,99	0,60	1,17	0,91	1,18	0,94
Май	0,98	0,68	1,11	0,77	1,33	0,96
Июнь	1,06	0,46	1,04	0,72	1,03	0,85
Июль	1,11	0,48	0,98	0,69	1,05	0,86
Август	1,03	0,54	1,07	0,69	1,54	0,94
Сентябрь	1,18	0,46	1,03	0,82	1,38	0,92
Октябрь	1,22	0,62	1,02	0,83	1,26	0,97
Ноябрь	1,20	0,56	1,12	0,81	1,37	0,99
Декабрь	1,19	0,72	1,01	0,93	1,41	1,01
Среднее:						
2008 г.	1,1	0,6	1,1	0,8	1,3	0,9
2007 г.	1,0	0,7	1,0	0,9	1,0	0,9
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,34	1,56	2,30	1,59	1,4	
Февраль	1,41	1,66	2,44	1,68	1,5	
Март	1,35	1,49	2,29	1,57	1,4	
Апрель	1,42	1,35	2,12	1,52	1,4	
Май	1,47	1,40	2,08	1,55	1,4	
Июнь	1,30	1,41	2,06	1,47	1,3	
Июль	1,34	1,37	2,03	1,47	1,3	
Август	1,53	1,63	1,82	1,62	1,4	
Сентябрь	1,59	1,53	1,68	1,58	1,4	
Октябрь	1,52	1,52	1,71	1,55	1,4	
Ноябрь	1,48	1,73	1,82	1,63	1,5	
Декабрь	1,37	1,55	1,83	1,52	1,4	
Среднее:						
2008 г.	1,4	1,5	2,0	1,6	1,4	
2007 г.	1,3	1,4	1,7	1,4	1,3	

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР приведены в табл. 1.9. Годовые выпадения ^{137}Cs во всех регионах ЕТР незначительно уменьшились или остались на уровне 2007 г.

Таблица 1.9

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2008 г., Бк/м²·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год		
					2008 г.	2007 г.	2006 г.
Заполярье	0,03	0,07	0,08	<0,02	<0,2	<0,4	<0,4
Север	0,09	0,09	0,08	0,09	0,34	0,34	0,68
Центр ЕТР	0,06	0,07	0,08	0,06	0,26	0,37	0,61
Юг	0,10	0,11	0,09	0,08	0,37	0,43	0,48
Средневзвешенное по ЕТР (без загрязненной зоны)	0,07	0,08	0,08	0,07	0,31	0,31	0,55
Загрязненная зона	0,34	0,59	0,64	0,32	1,9	1,7	3,1

Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР, в основном, была ниже предела обнаружения. Однако в отдельных регионах наблюдались повышенные уровни выпадений ^{137}Cs : в I квартале в Уральском УГМС (Западная Сибирь) – 0,14 Бк/м²·квартал; во II квартале в Приморском УГМС (Юг Восточной Сибири) и Колымском УГМС (Юг Восточной Сибири) – 0,11 и 0,16 Бк/м²·квартал соответственно); в IV квартале в Уральском УГМС (Западная Сибирь) – 0,4 Бк/м²·квартал. Выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2008 г. составили менее 0,3 Бк/м²·год.

В загрязненной после Чернобыльской аварии зоне годовые выпадения ^{137}Cs остались примерно на уровне 2007 г. и составили 1,9 Бк/м²·год, что, как минимум, в 6 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ и ЕТР. В некоторых населенных пунктах загрязненной после Чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли в 2008 г. 13,8 Бк/м²·год (в 2004–2007 гг. выпадения ^{137}Cs составляли от 14,8 до 17,8 Бк/м²·год).

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs (11,4 Бк/м²·год) в 2008 г. наблюдались, как и ранее, в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный Челябинской области и были в 19 раз выше фонового значения для Уральского региона. Средняя по 100-км зоне ПО «Маяк» (по 15 пунктам) сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2008 г. (6,6 Бк/м²·год) незначительно уменьшилась по сравнению с 2007 г. (7 Бк/м²·год) и была в 11 раз выше фоновой для Уральского региона (подробнее см. раздел 2.2).

Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,3 Бк/м²·год).

Однако, в 100-км зоне ПО «Маяк» (по тем же пунктам) выпадения ^{90}Sr были значительными. Максимальные выпадения ^{90}Sr в 2008 г. наблюдались в п. Новогорный – 12,5 Бк/м²·год (в 2007 г. – 13,3 Бк/м²·год, в 2006 г. – 17,3 Бк/м²·год). Среднегодовые выпадения ^{90}Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» также уменьшились по сравнению с 2007 г. (6,65 Бк/м²·год) и составили 5,8 Бк/м²·год, что в 5 раз выше фонового значения для Уральского региона (подробнее см. раздел 2.2).

В 2008 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (^3H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 32 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками за 2008 г. в сравнении с 2007 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 2008 г. изменялись в диапазоне 2,1–3,3 Бк/л и 61–210 Бк/м²·месяц соответственно. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2008 г. (2,6 Бк/л) осталось на уровне предыдущих лет (2,4–2,8 Бк/л).

Среднегодовое содержание трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный в 2008 г. было примерно на 45 % ниже, чем в 2007 г. и составляло 49,3 Бк/л, что в 19 раз выше среднего значения по территории РФ. На расстоянии 20–25 км от ПО «Маяк» содержание трития в осадках уменьшается в 3 раза, но еще в 5 раз превышает фоновый уровень (подробнее см. раздел 2.2).

Таблица 1.10

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м²-месяц), усредненные по 32 пунктам на территории России

Месяц	2008 г.		2007 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	2,1	71	1,8	60
Февраль	2,1	61	2,4	59
Март	2,5	63	2,1	51
Апрель	2,8	68	2,4	66
Май	2,7	96	2,9	150
Июнь	3,3	156	3,6	220
Июль	2,9	189	2,6	226
Август	2,8	210	3,1	212
Сентябрь	2,8	143	2,6	139
Октябрь	2,1	97	2,2	101
Ноябрь	2,2	92	2,0	84
Декабрь	2,4	91	1,6	47
Среднее	2,6	111,4	2,4	117,9
Сумма, кБк/м ² -год	1,34		1,40	
Выпадения на территории РФ, Бк	22,8·10 ¹⁵		24,2·10 ¹⁵	

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2008 г. составили $22,8 \cdot 10^{15}$ Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение величины годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ ($17,075 \cdot 10^6$ 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 $\Sigma\beta$ на территории РФ в 1991–2008 гг.

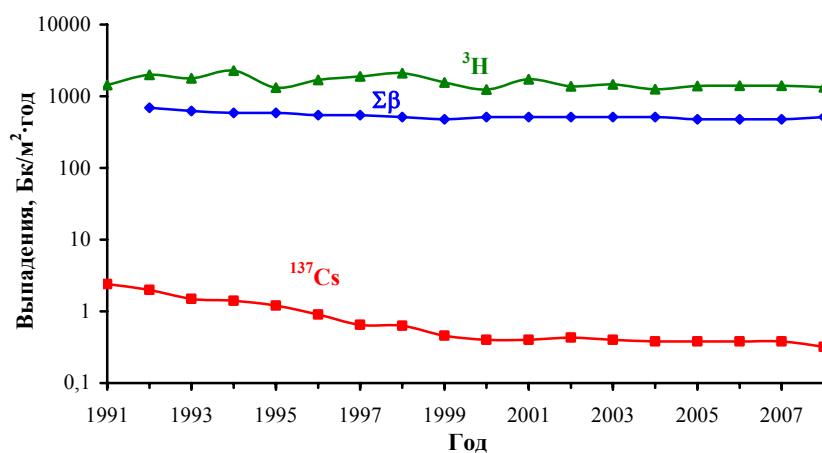


Рис. 1.3. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность РФ и трития (с осадками) вне загрязненных зон

Выпадения ^{137}Cs за указанный период уменьшились более чем в 6 раз, а выпадения $\Sigma\beta$ – в 1,5 раза.

Радиационный фон на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2008 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 2008 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1310 пунктах в течение 2008 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 «Иркутского филиала» ФГУП «РосРАО» и АЭХК (пп. Хомутово (до 29 мкР/ч), Иркутск, Шелехов и др. – 21–23 мкР/ч), ППХО (пп. Краснокаменск, Борзя, Приаргунск и др. – 21–25 мкР/ч).

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 2008 г. колебались от 30 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 в течение года изменялись от 13 до 33 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района и п. Красная Гора Красногорского района);

– на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² максимальные значения МЭД в течение года изменялись от 13 до 25 мкР/ч (с. Мартьяновка Клинцовского района (Брянская область), г. Жиздра (Калужская область), г. Плавск и п. Узловая (Тульская область)).

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 1998–2008 гг. Данные для озёр ЕТР в 2008 г. представлены результатами определения ^{90}Sr в озерах Имандра и Онежское, а для озёр 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 рекам РФ	оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	оз. Ханка (АТР)
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
2008	5,0 (7,8)	4,1	4,5 (6,0)	3,7	10,3

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.

Средняя объёмная активность ^{90}Sr в воде рек как ЕТР, так и АТР в 2008 г. по сравнению с 2007 г. незначительно уменьшилась (см. табл. 1.11). В 2008 г. ее величина по территории РФ составляла 4,5 мБк/л, что на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (УВ = 5 Бк/л) по НРБ-99 [1].

В осреднение не включались результаты определения содержания ^{90}Sr в речной воде, отобранной в 2005–2008 гг. в пп. Чердын (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 течение года в пределах 4–42, 4–52, 4–47 мБк/л при среднегодовых значениях 19–20 мБк/л, превышающих фоновые уровни в 4 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 и 5.2), загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк». Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово) в 2008 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2007 г. и составляла 9,3–11,0 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99 и более чем на три порядка выше фонового уровня для рек

России. В воде р. Исети (пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr сохранились примерно на уровне 2007 г. и составляла 1,5 (по 2 пробам), 1,3 и 0,9 Бк/л соответственно, что в 1,8–5,5 раза ниже УВ. В водах рек Караболка и Синара, протекающих по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr также сохранилась примерно на уровне 2007 г. и составляла 1,1 и 0,33 Бк/л, соответственно.

В табл. 1.12 приведены среднегодовые (осредненные по 4–6 пробам) объёмные активности трития в 1998–2008 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										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-
	р. Сев. Двина (Соломбала)	3,9	2,4	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3
	р. Печора (Городецкий Шар)	2,7	3,1	2,4	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,0	2,3	2,2	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2
	р. Волга (В. Лебяжье)	2,2	3,2	2,2	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5
	р. Волга (Брейтово)	-	-	-	-	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5
Центр ЕТР	р. Дон (Акса́й)	2,2	3,1	1,7	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,8	3,9	3,2	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6
	р. Лена (Тикси)	3,7	3,7	3,5	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7
	р. Колыма (Черский)	-	-	2,7	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4
	р. Н.Тунгуска (Тура)	3,4	3,7	2,5	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8
	р. Индигирка (Индигирский)	5,7	4,4	3,2	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0
	р. Обь (Салехард)	-	-	-	-	-	2,7	2,3	2,7	2,6	2,6	3,2
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	4,7	3,9	3,5	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0
	р. Амур (Хабаровск)	5,4	3,3	3,2	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	3,4	4,3	3,0	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9

Примечание: - – пробы не отбирались.

Как видно из табл. 1.12, в 2008 г. среднегодовая объемная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения оставалась на уровне 2007 г., изменяясь в пределах 2,1–3,3 Бк/л при среднем значении за год 2,6 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Печора (п. Городецкий Шар), а большее – к р. Обь (г. Салехард).

Повышенное содержание трития по сравнению с фоновым наблюдалось в р. Тече. Среднегодовая объемная активность трития в р. Тече (пп. Муслимово и Новый мост) изменялась в 2008 г. в пределах 41–202 Бк/л при среднегодовых значениях 135 и 138 Бк/л, соответственно, что превышает фоновые уровни для рек России (2,1–3,3 Бк/л) в 40–66 раз (подробнее см. раздел 2.2).

На рис. 1.4 показаны динамика изменения объемных активностей ^{90}Sr и ^3H в реках на территории РФ в 1991–2008 гг., а также для сравнения – динамика изменения объемной активности ^3H в осадках за тот же период. Из рис. 1.4 видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в реках РФ уменьшилась с 1991 г. в 2 раза. Анализ данных за период 1991–2008 гг. показывает, что содержание

третия в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках. Из рис. 1.4 видно, что объемная активность ^3H в реках обусловлена осадками.

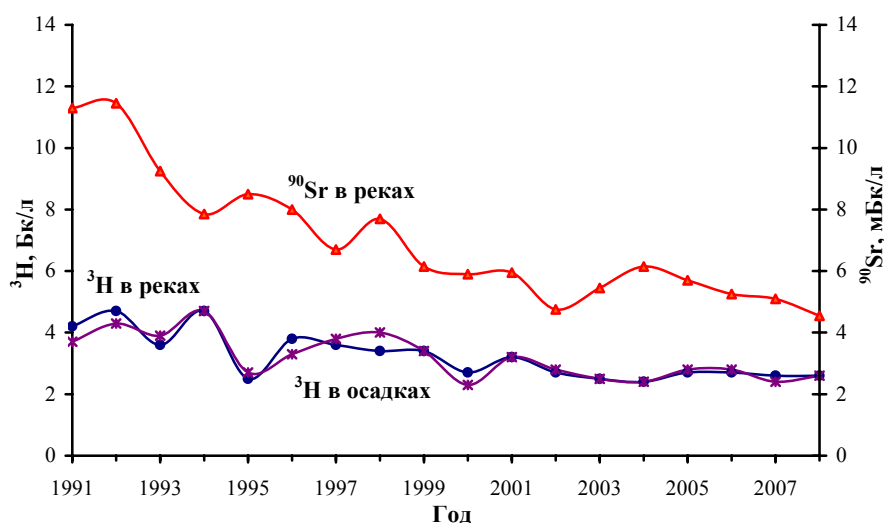


Рис. 1.4. Динамика изменения объемной активности ^3H в реках, в осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ

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 гидрометеообсерваториями. Радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.13 приведены среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей в 1997–2008 гг. Из табл. 1.13 видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2008 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 1,1 мБк/л (в водах Охотского моря) до 6,1 мБк/л (в водах Каспийского моря).

Таблица 1.13

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

Море	Кол-во проб в 2008 г.	Годы										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Азовское	-	28,0	18,7	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-
Черное	-	13,5	-	15,5	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-
Каспийское*	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1
Баренцево	4	3,9	2,9	3,4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1
Белое	6	5,2	6,0	4,0	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,5
Охотское	4	2,5	2,2	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1
Японское	4	1,7	1,6	2,4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	3,4
Тихий океан**	12	2,0	1,9	1,7	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4

Примечание: - – пробы не отбирались;

* – отбор возобновлен в 2007 г.;

** – прибрежные воды Восточной Камчатки.

Таким образом, в 2008 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 (1991–2008 гг.) показал, что радиационная обстановка на территории РФ в последние 18 лет была спокойной и существенно не изменилась. В целом, практически 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 2008 г. по данным [20] проводились измерения:

- объемной $\Sigma\beta$ в г. Ереване, среднее годовое значение составило $112 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что почти на порядок выше, чем на территории РФ;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности (в г. Ереване – дозиметром ДРГ-01Т и на 33 станциях – ДП-5, ДРГ-01Т, ДБГ-06Т).

В течение 2008 г. значения МЭД в г. Ереване колебались в пределах фоновых уровней – от 13,6 до 17,4 мкР/ч. На остальной территории республики не было зафиксировано превышение 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.

Радиационный мониторинг на территории Беларуси включает в себя [21]:

- непрерывный отбор проб радиоактивных аэрозолей с использованием ВФУ в пяти пунктах (Гомель, Мстиславль, Мозырь, Браслав и Пинск) с суточной экспозицией и в двух пунктах (Минск, Могилев) с десятидневной экспозицией;
- непрерывный отбор проб радиоактивных выпадений в 21 пункте с суточной экспозицией и в 6 пунктах с десятидневной экспозицией;
- отбор проб радиоактивных выпадений с десятидневной экспозицией;
- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на 55 постах;
- отбор проб воды на шести основных реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям;
- исследование процессов вертикальной миграции радионуклидов (отбор проб почвы) в 4 пунктах наблюдений.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В табл. 1.14 приведены среднемесячные и среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2008 г.

Таблица 1.14

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2008 г., 10^{-5} Бк/м³

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{137}Cs
Январь	10,3	0,25	11,0	0,86	10,0	0,52	26,7	2,24	23,8	1,89	16,0	0,99	13,3	1,32
Февраль	5,5	0,18	7,9	0,61	7,3	2,43	8,7	0,57	18,1	2,19	11,7	1,16	11,2	0,77
Март	6,2	0,15	8,2	0,61	6,7	1,86	11,3	1,43	17,2	1,39	8,1	0,74	7,7	2,01
Апрель	10,6	0,11	15,1	2,05	14,3	1,05	29,3	1,23	17,9	1,50	15,0	0,35	15,5	1,39
Май	10,0	0,25	15,1	2,26	14,3	1,18	16,0	0,59	17,6	2,19	11,2	0,47	10,0	1,09
Июнь	8,0	0,18	13,2	0,99	9,7	1,47	16,0	0,36	15,9	0,70	8,7	0,22	10,9	0,65
Июль	8,5	0,60	12,4	0,86	12,7	1,30	13,3	0,24	14,8	0,76	10,6	0,14	10,8	0,53
Август	9,3	0,01	15,7	0,69	10,0	0,85	17,3	0,37	17,9	1,13	14,1	0,49	14,8	0,78
Сентябрь	12,1	0,25	14,7	0,45	17,7	1,15	32,3	0,97	17,1	1,56	19,1	0,33	13,0	0,75
Октябрь	10,4	0,16	13,7	0,53	10,3	0,63	25,3	1,79	15,4	1,37	19,8	1,08	16,7	1,03
Ноябрь	7,2	0,14	7,2	0,37	10,3	1,04	59,0	1,35	12,7	1,58	19,0	1,78	14,2	1,08
Декабрь	10,1	0,13	14,7	0,51	17,0	1,11	41,6	0,57	13,5	1,28	31,4	1,16	12,0	1,89
Среднее: 2008 г.	9,0	0,20	12,4	0,90	11,7	1,22	24,7	0,98	16,8	1,46	15,4	0,74	12,5	1,11
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

Наиболее высокие среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ наблюдались в 2008 г. в г. Могилеве в ноябре – $59 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Мстиславле в декабре – $31,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Мозырь в январе – $23,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Минске в сентябре – $17,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности ^{137}Cs наблюдались в г. Могилеве в январе – $2,24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Гомеле в мае – $2,26 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в г. Минске в феврале – $2,43 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Эти значения на пять порядков ниже ДОО_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99 [1]. Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs на территории Беларуси наблюдалась в г. Мозырь и составляла $1,46 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это практически на два порядка выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs на территории РФ.

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей в приземном слое атмосферы 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. Объемные активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

В рамках выполнения заданий Государственной программы развития Национальной системы мониторинга в Республике Беларусь налажены регулярные измерения содержания ^{210}Pb в атмосферном воздухе крупных промышленных городов. Содержание этого радионуклида определяется в месячных пробах радиоактивных аэрозолей, отобранных в гг. Минск, Могилев, Гомель, Мозырь, Браслав, Мстиславль, Пинск, а также в месячных пробах естественных выпадений из приземного слоя атмосферы, объединенных по территориальному признаку в зоны. Зона «Юго-Восток» включает населенные пункты Брагин, Чечерск, Мозырь, Василевичи, Наровля, Хойники, Гомель; зона «Восток» – населенные пункты Славгород, Костюковичи, Могилев, Мстиславль, Горки; зона

«Центр» – город Минск; зона «Север» – населенные пункты Лынтупы, Верхнедвинск, Нарочь, Шарковщина, Витебск; зона «Запад» – населенные пункты Гродно, Волковыск; зона «Игналина» – населенные пункты Браслав, Дрисвяты.

В табл. 1.15 представлены результаты измерения содержания ^{210}Pb в пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из приземного слоя атмосферы, отобранных в 2008 г. в пунктах наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха.

Таблица 1.15

Содержание ^{210}Pb в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2008 г.

Пункт/зона наблюдений	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объемные активности, 10^{-6} Бк/м ³												
Минск	256	303	231	598	745	219	189	192	651	176	167	1011
Гомель	409	182	114	322	266	147	200	238	202	227	141	430
Пинск	375	258	402	400	561	267	290	467	701	704	328	738
Мстиславль	495	516	372	434	306	433	344	578	740	930	626	766
Могилев	632	268	448	723	151	154	389	317	762	701	335	1953
Браслав	450	188	255	638	598	325	391	530	545	428	179	491
Мозырь	215	124	99	105	110	115	125	138	187	167	183	250
Выпадения из атмосферы, Бк/м ² ·сутки												
«Север»	0,28	0,12	0,22	0,48	0,12	0,19	0,48	0,54	0,40	0,42	0,27	0,37
«Запад»	0,63	0,22	0,14	0,40	0,22	0,31	0,27	0,49	0,45	0,45	0,23	0,24
«Юго-Запад»	0,19	0,22	0,12	0,32	0,22	0,19	0,32	0,61	0,69	0,56	0,37	0,31
«Юг-Восток»	0,51	0,19	0,27	0,11	0,19	0,16	0,59	0,37	0,61	0,52	0,43	0,43
«Центр»	0,20	0,27	0,31	0,71	0,13	0,14	0,25	0,54	0,59	0,55	0,25	0,36
«Игналина»	0,05	0,31	0,38	0,53	0,39	0,18	0,29	0,22	0,44	0,45	0,32	0,31
«Восток»	0,41	0,22	0,17	0,31	0,22	0,31	0,32	0,76	0,35	0,38	0,30	0,22

Анализ данных по содержанию ^{210}Pb в пробах радиоактивных аэрозолей показывает, что наблюдались незначительные сезонные колебания; наибольшие концентрации ^{210}Pb зафиксированы в декабре месяце.

Наибольшие среднемесячные уровни выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы зарегистрированы в декабре в г. Могилеве – 1,9 Бк/м²·сутки, при этом среднегодовое значение составило 1,3 Бк/м²·сутки. Среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы в районных центрах Гомельской области (Наровля, Брагин, Хойники, Василевичи, Мозырь, Чечерск) составляли от 0,5 до 0,7 Бк/м²·сутки. Выпадения $\Sigma\beta$ в этих пунктах по данным [21] не превышают фоновое значения для незагрязненных территорий Беларуси.

Радиационный фон на местности

В 2008 г. на территории Беларуси функционировало 55 постов по измерению мощности экспозиционной дозы γ -излучения [21]. Измерения МЭД проводились ежесуточно, включая выходные и праздничные дни; в зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС (12 постов) с интервалом 3 ч.

Оперативная информация об уровнях МЭД в зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС, поступавшая в течение 2008 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 2008 г. регистрировались повышенные уровни МЭД: в Брагине – 70 мкР/ч в августе (при среднегодовом значении 64 мкР/ч), в Наровле – 58 мкР/ч в апреле (при среднегодовом значении 54 мкР/ч), в Славгороде – 24 мкР/ч в мае и июне (при среднегодовом значении 23 мкР/ч), в Хойниках – 26 мкР/ч в июне и августе (при среднегодовом значении 25 мкР/ч), в Чечерске – 25 мкР/ч в марте (при среднегодовом значении 23 мкР/ч). 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 13 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.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод, как и в прошлые годы, ведется РЦРКМ на шести основных реках Беларуси [21], 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 2008 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – от 8 до 27, р. Днепр – от 8 до 19, р. Сож – от 8 до 87, р. Ипуть – от 10 до 48, р. Беседь – от 10 до 42. 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 2008 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – от 6 до 14, р. Днепр – от 5 до 11, р. Сож – от 13 до 23, р. Ипуть – от 8 до 27, р. Беседь – от 13 до 31.

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 динамичных процессов водного переноса, седиментации взвесей на дно водоемов и естественного распада объемные 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 1999–2008 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 активностей ^{137}Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 2008 г. составил 0,3–0,98 Бк/л, объемных активностей ^{90}Sr – 0,9–1,6 Бк/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 2,5–4 раза).

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. Повышенное содержание ^{90}Sr в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка наблюдается в период весенне-осенних половодий, когда в результате затопления загрязненных участков пойм происходит смыв этого радионуклида с водосбора реки. Высокое содержание ^{90}Sr (с превышением РДУ-99) во время паводков наблюдается в водах рек, водосборы которых полностью или частично находятся в 30-км зоне ЧАЭС.

Оценка переноса радиоактивного загрязнения через трансграничные створы проводится на реках Припять, Ипуть, Беседь.

Согласно данным, полученным в результате проведения радиационного мониторинга на р. Припять (створ граница Беларусь – Украина), трансграничный перенос ^{137}Cs заметно уменьшился со временем. Суммарный вынос этого радионуклида поверхностными водами р. Припять за период 1987–2008 гг. составил 36,49 ТБк. Трансграничный перенос ^{90}Sr колеблется в зависимости от степени годового затопления берегов р. Припять. Суммарный вынос этого радионуклида р. Припять за период 1987–2008 гг. составил 67,63 ТБк. Расчет выноса за 1986–1999 гг. проводился по данным УкрНИГМИ, за 2000–2008 гг. – по данным РЦРКМ.

На рис. 1.5 представлена динамика годового выноса ^{137}Cs поверхностными водами р. Припять (створ граница Беларусь – Украина) за период 1987–2008 гг.

Следует отметить, что суммарный вынос ^{137}Cs за период 1987–2007 гг. р. Припять по створу граница Беларусь – Украина составляет порядка 0,75 % от запаса этого радионуклида в пределах зоны отчуждения ЧАЭС на территории Беларуси.

На рис. 1.6 представлена динамика годового выноса ^{90}Sr поверхностными водами р. Припять (створ граница Беларусь – Украина) за период 1987–2008 гг.

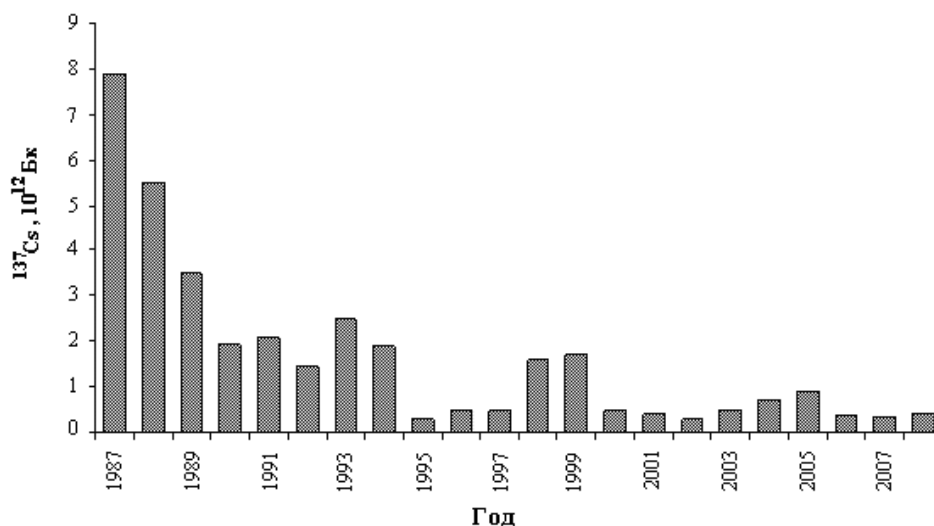


Рис. 1.5. Динамика годового выноса ^{137}Cs поверхностными водами р. Припять (створ граница Беларусь – Украина)

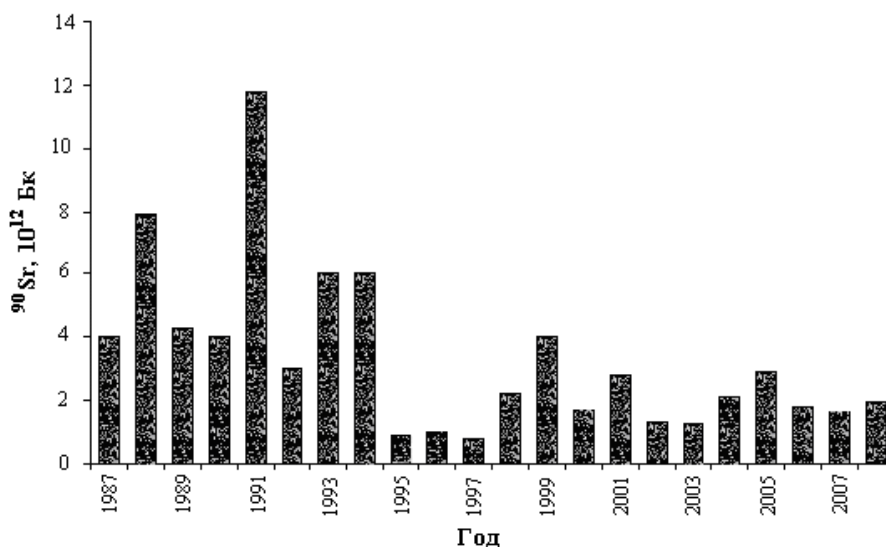


Рис. 1.6. Динамика годового выноса ^{90}Sr поверхностными водами р. Припять (створ граница Беларусь – Украина)

Реки Ипуть и Беседь являются наиболее крупными притоками р. Сож, которые протекают по Белорусско-Брянскому «цезиевому пятну» с уровнями загрязнения территории ^{137}Cs от 37 до 2220 кБк/м². Постоянные наблюдения за содержанием радионуклидов в воде, донных отложениях этих рек проводятся на гидростворах г. Добруш (р. Ипуть) и д. Светиловичи (р. Беседь).

Если в первые несколько лет после аварии на ЧАЭС наблюдался заметный трансграничный перенос ^{137}Cs с поверхностными водами этих рек, то в настоящее время трансграничный перенос ^{137}Cs с водами р. Ипуть (г. Добруш) и р. Беседь (д. Светиловичи) незначителен. Основными факторами снижения объемной активности ^{137}Cs в поверхностных водах указанных рек является значительное уменьшение смыва радионуклида с поверхности водосбора, связанное с уменьшением количества его обменных форм в почвах, а также его естественный распад.

На рис. 1.7 представлена динамика годового выноса ^{137}Cs поверхностными водами рек Ипуть и Беседь (створы на границе Россия – Беларусь) за период 1987–2008 гг.

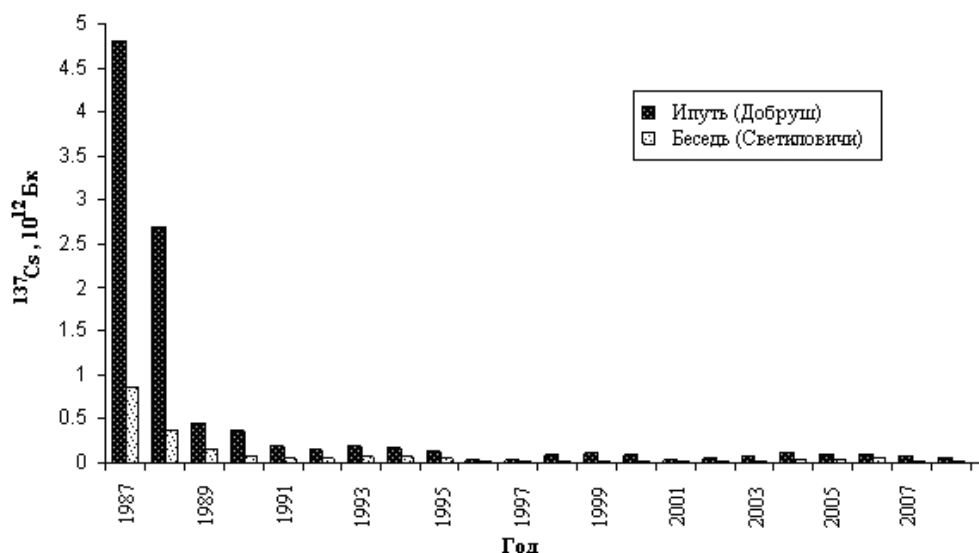


Рис. 1.7. Динамика годового выноса ^{137}Cs поверхностными водами рек Ипуть и Беседь

Как видно из рис. 1.7, в течение первых двух лет после аварии на ЧАЭС происходил значительный вынос ^{137}Cs через створ г. Добруш. В последующие годы он плавно снижался и в настоящее время его величина зависит от гидрологического режима реки.

Для территории водосбора рек Ипуть и Беседь характерны дерново-подзолистые, дерново-подзолистые глеевые и глееватые почвы, где в течение первых лет после аварии на ЧАЭС произошло закрепление ^{137}Cs в кристаллической решетке глинистых минералов. В настоящее время ^{137}Cs находится в основном в необменной форме и смыв его с водосборов в основном происходит не в растворенном состоянии, а с твердым материалом.

Поскольку смыв ^{90}Sr с площадей водосбора происходит в растворимой форме, вынос этого радионуклида поверхностными водами рек Ипуть (г. Добруш) и Беседь (д. Светиловичи) зависит от уровня годовой водности.

На рис. 1.8 представлены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках Ипуть и Беседь (через створы на границе Россия-Беларусь) за период 1990–2008 гг.

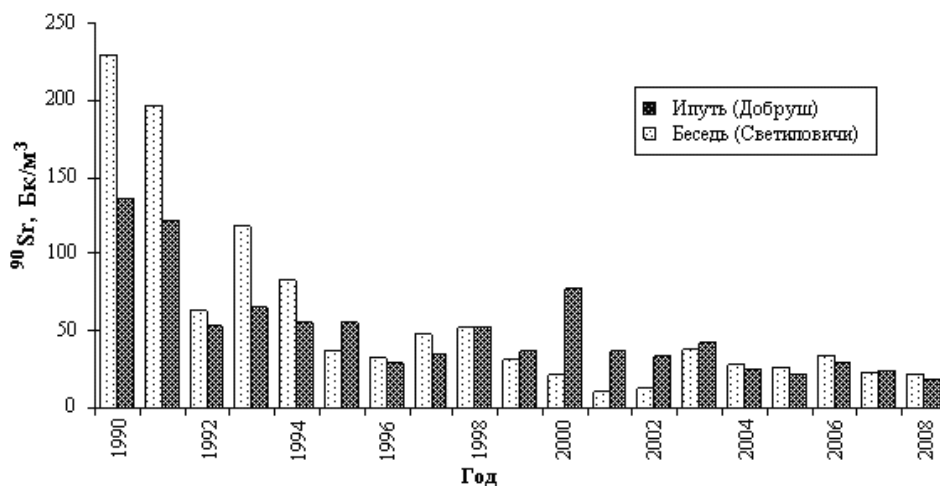


Рис. 1.8. Динамика среднегодовых объемных активностей ^{90}Sr в поверхностных водах рек Ипуть и Беседь

Отсутствие данных по содержанию ^{90}Sr в поверхностных водах в первый период после катастрофы не позволяет оценить вынос этого радионуклида за период 1986–1989 гг.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в поверхностных водах зависят от водности года, поскольку ^{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.

Почва

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 (^{137}Cs , ^{90}Sr , изотопами плутония), проводятся измерения МЭД по сетке, отбираются пробы почвы для дальнейшего анализа на содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr , изучаются процессы миграции радионуклидов. Это позволяет оценить динамику миграционных процессов в различных типах почв для обеспечения прогноза самоочищения почв в результате природных процессов.

В 2008 г. исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов были проведены на четырех пунктах наблюдения. Измерены уровни МЭД на поверхности почвы и на высоте 1 м, проведены γ -спектрометрические испытания проб почвы, обобщены полученные результаты.

Результаты радиационного мониторинга почв, полученные в 2008 г., подтверждают сделанные ранее выводы 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.

В почвах различной степени гидроморфности происходит уменьшение линейной скорости миграции той части радионуклидов, которая мигрирует вглубь почвы с потоком влаги в составе коллоидных частиц (конвективный перенос). Если в первые годы после аварии на ЧАЭС конвективный перенос играл заметную роль в перераспределении мобильной части радионуклидов по вертикальному профилю почв, то в настоящее время основным механизмом, который обуславливает миграцию, является диффузия. В связи с этим наблюдается некая стабилизация параметров вертикальной миграции, линейная скорость перемещения ^{137}Cs за наблюдаемый период (с 1993 г.) в различных типах почв практически сравнялась.

Это объясняется тем, что большая часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет ^{137}Cs проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы) будут обуславливать низкую интенсивность миграционных процессов. Аналогичные тенденции, хотя и в меньшей степени, характерны и для ^{90}Sr . Линейная скорость миграции этого радионуклида также уменьшается со временем.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на терри-

тории Республики Беларусь в 2008 г. оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

Молдова

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории Республики Молдова в 2008 г. по данным [22] велись в следующем объеме:

- наблюдения за суммарной β -активностью атмосферных выпадений (ежемесячные) в 5 пунктах (Кишинэу, Бричаны, Корнешты, Кагул, Леова);
- анализ проб почвы на содержание радионуклидов (1 раз в год) в 8 пунктах (Кишинэу, Бричаны, Матеуцы, Корнешты, Леова, Кагул, Сороки, Штефан Водэ);
- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (ежедневно) в 18 пунктах (17 из которых расположены на метеостанциях, и одна автоматизированная станция, передающая данные с интервалом в 20 мин и находящаяся на северо-востоке республики. Измерения мощности экспозиционной дозы проводятся приборами Ultra Radiac фирмы Canberra на высоте 1 м от поверхности земли).

Отбор проб радиоактивных аэрозолей на территории Молдовы в 2008 г. не производился.

На основании результатов наблюдений, полученных в течение 2008 г., мощность экспозиционной дозы γ -излучения изменялась в пределах:

- север республики (пп. Матеуцы, Бричаны, Сороки, Каменка, Бельцы, Рыбница, Фалешты) – от 3 до 20 мкР/ч;
- центр республики (пп. Корнешты, Бравича, Дубоссары, Кишинэу, Бэлцата, Бендеры, Тирасполь) – от 4 до 23 мкР/ч;
- юг республики (пп. Штефан Водэ, Леова, Комрат, Кагул) – от 8 до 21 мкР/ч.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории республики изменялась в пределах 3–23 мкР/ч и по сравнению с 2007 г. практически не изменились. Данные величины соответствуют нормам действующего законодательства Республики Молдова.

Данные наблюдений за суммарной β -активностью атмосферных выпадений за текущий год показали: выпадения ^{137}Cs примерно одинаковы по территории республике и колебались в пределах от 1,9 до 3,0 Бк/м²-год, выпадения ^{90}Sr – от 0,6 до 2,3 Бк/м²-год (в центре Молдовы).

В период 2005–2008 гг. среднее по территории Молдовы содержание ^{137}Cs в атмосферных выпадениях колебалось в пределах 0,05–2,0 Бк/м²-год, выпадения ^{90}Sr – 0,1–2 Бк/м²-год).

В пробах почв (некультивируемых), отобранных в восьми населенных пунктах, была определена удельная активность техногенных и естественных радионуклидов (анализ проводился γ - β -спектрометром МКС-АТ1315). Результаты радиоизотопного анализа проб почвы, приведенные в табл. 1.16, показали, что на севере республики наблюдается увеличение содержания некоторых техногенных и естественных радионуклидов, которое, возможно, связано с тектонической структурой земной коры, а также с интенсивной эксплуатацией карьеров по добыче гранита.

Таблица 1.16

Удельная активность радионуклидов в пробах почв, отобранных на территории Молдовы, Бк/кг

Место расположения (на территории Республики Молдова)	Пункт отбора проб	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th
Север	Сороки	18,9	550	25,5	37,4
	Бричаны	10,1	618	25,8	33,3
	Матеуцы	8,5	643	29,1	44,0
Центр	Корнешты	25,4	521	19,1	25,6
	Кишинэу	8,6	520	20,1	29,2
Юг	Лева	7,6	483	23,0	33,1
	Кагул	13,9	497	23,6	30,8
	Штефан Водэ	13,8	419	19,6	30,6

Полученные данные, на основании проведенных исследований в 2008 г., позволяют заключить, что радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню и не представляла опасности для местного населения.

Украина

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Украины в 2008 г. осуществлялся подразделениями Гидрометслужбы Украины [23]. В 2008 г. проводились следующие виды наблюдений:

- отбор проб радиоактивных аэрозолей в 8 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений в 58 пунктах (26 – в 100-км зонах АЭС);
- 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 поверхностных вод в 9 створах Днепровского каскада и на реках Десна, Дунай, Ю. Буг (кроме того, в створе п. Чернобыль проводились наблюдения ДСНВП «Экоцентр»);
- отбор проб поверхностных вод (при маршрутных обследованиях в 100-км зонах АЭС) в 10 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 РФ [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 1997–2008 гг. на территории Украины приведены в табл. 1.17–1.19.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

Как и в предыдущие годы, основной вклад в загрязнение воздуха техногенными радионуклидами на территории Украины в 2008 г. вносил ветровой подъем и перенос радиоактивной пыли с загрязненной после Чернобыльской аварии поверхности земли, особенно в районах, близких к Чернобылю. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 2008 г. в приземном слое атмосферы различных населенных пунктов на территории Украины изменялась от $8,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Рахов) до $25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Шепетовка) и составляла в среднем по всей территории Украины $19,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно превышает уровни прошлых лет (см. табл. 1.17–1.18). Максимумы среднемесячных объемных $\Sigma\beta$ в 2008 г. наблюдались в июле в Киеве ($39,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в сентябре в п. Щорс ($53,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднее по территории Украины значение объемной активности ^{137}Cs в воздухе в 2008 г. составляло $44 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ^{90}Sr – $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Как и в прошлые годы, повышенные объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере в 2008 г. наблюдались на загрязненной после Чернобыльской аварии территории. В п. Чернобыль среднемесячные объемные активности изменялись от $57 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в ноябре) до $308 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в мае) при среднегодовой величине $132 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные уровни ^{137}Cs в воздухе наблюдались в п. Щорс – $79 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $157 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в апреле и в мае соответственно.

Среднеквартальная объемная активность ^{90}Sr в воздухе в течение 2008 г. на большей части территории Украины (кроме п. Чернобыль) изменялась в пределах $(2-6) \cdot 10^{-7}$ 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 $(10-26) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при среднем значении $19 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

На загрязненной территории среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере за 12 лет (см. табл. 1.17) в среднем уменьшились примерно в 5 раз, но пока еще среднегодовая объемная активность ^{137}Cs превышает доаварийные значения в 16 раз, а среднегодовая объемная активность ^{90}Sr – в 2,5 раза.

Среднемесячная величина суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ на территории Украины в 2008 г. по данным 58 пунктов наблюдения колебалась от 1,1 Бк/м²-сутки (в июле в п. Рахов) до 2,9 Бк/м²-сутки и составила в среднем за год 2,1 Бк/м²-сутки, что соответствует уровням предыдущих 5 лет (см. табл. 1.17, 1.19). Наибольшие суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. были зафиксированы 14–15 ноября в п. Рахов – 9,3 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 2008 г. годовые выпадения ^{137}Cs ($5,54$ Бк/м²-год) остались на уровне 2007 г. ($5,51$ Бк/м²-год). На загрязненной территории с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 10 Ки/км², годовые выпадения ^{137}Cs превышали среднее значение в 4 раза и состав-

Таблица 1.17

Объемные активности и выпадения радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Украины в 1997–2008 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.	2008 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	19,1		
	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)	5,5 (3,6)		
$\Sigma\beta$ ^{137}Cs ^{90}Sr	Бк/ м^2 ·год (Бк/ м^2 ·сутки)	682–1168	619–1069	653–914	498–968	576–906	656–921	646–922	731–914	687–866	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1
	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	5,54		
	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	2,34		
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	9–60		
	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	2–6		
^{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	2,5–12,2	2,2–9,7		
	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	1,5–2,6 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)	132 (57–308)		
	10^{-7} Бк/ м^3	101	59	40	54	21	30	24	21	25	17	17	19		
^{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	22,1 ¹	23,3		
	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	17,8		

Примечание: - – нет данных;

¹ – без учета данных по Киеву;² – уточненные данные из [23];

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

** – в скобках указан разброс среднемесячных значений.

Таблица 1.18

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Украины в 2008 г., 10^{-5} Бк/м³

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	13,9	9,6	12,7	18,1	23,5	20,2	23,2	24,3	25,0	15,0	14,0	12,8	17,7	16,5
	¹³⁷ Cs	0,24	0,44	0,25	0,69	0,23	0,49	0,61	0,59	0,15	0,30	0,24	0,25	0,37	0,49
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,02			II кв. - 0,03			III кв. - 0,03			IV кв. - 0,02			0,03	0,04
Киев	$\Sigma\beta$	8,2	11,2	16,6	19,8	22,5	25,7	39,5	18,7	18,3	14,1	10,7	10,2	18,0	16,0
	¹³⁷ Cs	0,36	0,36	0,41	0,63	0,67	0,44	0,42	0,53	0,26	0,36	0,57	0,51	0,46	0,64
	⁹⁰ Sr	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
Одесса	$\Sigma\beta$	22,0	19,7	24,7	21,6	21,9	25,9	28,2	32,7	25,7	22,7	25,6	21,2	24,3	21,9
	¹³⁷ Cs	0,14	0,12	0,21	0,57	0,18	0,12	0,10	0,30	0,13	0,15	0,23	0,29	0,21	0,24
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,04			II кв. - 0,04			III кв. - 0,05			IV кв. - 0,03			0,04	0,05
Рахов	$\Sigma\beta$	8,6	10,2	5,1	6,0	8,3	8,7	8,1	9,6	6,2	6,7	9,8	11,8	8,3	8,7
	¹³⁷ Cs	0,15	0,08	0,08	0,12	0,11	0,06	0,05	0,08	0,07	0,06	0,12	0,14	0,09	0,08
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,02			II кв. - 0,03			III кв. - 0,02			IV кв. - 0,02			0,02	0,03
Севастополь	$\Sigma\beta$	22,3	26,1	22,0	35,5	25,0	22,0	19,1	31,1	21,6	15,9	18,1	18,6	23,1	21,0
	¹³⁷ Cs	0,25	0,21	0,21	0,33	0,22	0,21	0,17	0,22	0,14	0,26	0,20	0,35	0,23	0,24
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,04			II кв. - 0,06			III кв. - 0,06			IV кв. - 0,04			0,05	0,06
Чернобыль	$\Sigma\beta$	8,0	9,4	7,5	15,2	13,9	8,1	9,6	8,2	10,7	11,6	20,1	15,5	11,5	9,7
	¹³⁷ Cs	0,70	1,83	0,67	2,83	3,08	1,71	0,87	1,08	0,73	1,13	0,57	0,63	1,32	1,19
	⁹⁰ Sr	0,22	0,21	0,10	0,26	0,21	0,13	0,14	0,24	0,23	0,18	0,15	0,15	0,19	0,17
Шепетовка	$\Sigma\beta$	18,1	23,0	24,3	20,0	31,7	35,6	28,9	20,9	24,3	30,2	20,0	22,6	25,0	23,9
	¹³⁷ Cs	0,11	0,18	0,10	0,23	0,49	0,22	0,33	0,21	0,36	0,62	0,20	0,18	0,27	0,24
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,05			II кв. - 0,06			III кв. - 0,06			IV кв. - 0,04			0,05	0,06
Щорс	$\Sigma\beta$	22,6	15,2	18,9	31,1	32,2	24,8	18,7	28,5	53,2	19,5	14,2	18,9	24,8	28,1
	¹³⁷ Cs	0,34	0,69	0,40	0,79	1,57	0,55	0,41	0,71	0,47	0,53	0,55	0,19	0,60	0,58
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,04			II кв. - 0,03			III кв. - 0,02			IV кв. - 0,02			0,03	0,06

Таблица 1.19

Атмосферные выпадения радионуклидов на территории Украины в 2008 г. ($\Sigma\beta$, Бк/м²-сутки; ¹³⁷Cs, Бк/м²-месяц; ⁹⁰Sr, Бк/м²-квартал)

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Сумма	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1	1,7	1,8	2,2	2,0	2,1	2,3	2,0	8,29	12,22
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,6	0,54	0,72	1,2	0,5	0,5	0,6	0,73	0,6	1,1		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,50			II кв. – 0,53			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,57				
Владимир-Волынский	$\Sigma\beta$	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	8,09	7,98
	¹³⁷ Cs	0,6	0,75	0,64	0,74	0,7	0,6	0,5	0,76	1,0	0,5	0,8	0,5		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,62			II кв. – 0,60			III кв. – 0,59			IV кв. – 0,65				
Измаил	$\Sigma\beta$	2,0	2,1	2,0	2,0	2,1	1,8	1,9	2,3	1,8	1,8	1,8	1,9	8,37	9,87
	¹³⁷ Cs	0,7	1,0	0,6	0,7	0,83	0,59	0,65	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,50			II кв. – 0,52			III кв. – 0,60			IV кв. – 0,60				
Киев	$\Sigma\beta$	1,8	2,0	1,8	2,3	1,9	1,8	1,8	2,1	1,9	1,9	2,0	1,9	9,59	8,67
	¹³⁷ Cs	0,6	1,1	0,6	0,77	0,7	0,92	0,99	0,6	0,61	1,5	0,6	0,6		
	⁹⁰ Sr	0,59	0,50	0,46	0,60	0,52	0,49	0,52	0,50	0,48	0,56	0,48	0,49		
Коростень	$\Sigma\beta$	2,1	1,9	2,0	2,0	2,1	1,8	1,9	2,2	1,9	1,8	2,1	1,9	13,83	20,72
	¹³⁷ Cs	0,6	0,64	0,5	0,5	1,09	1,23	2,2	0,77	1,3	1,6	1,6	1,8		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,62			II кв. – 0,57			III кв. – 0,58			IV кв. – 0,61				
Овруч	$\Sigma\beta$	1,9	2,2	2,1	2,0	1,8	1,9	1,9	2,1	1,9	1,9	1,8	1,7	11,48	13,70
	¹³⁷ Cs	0,83	0,5	1,5	1,8	1,25	0,5	1,0	0,6	1,2	0,6	1,0	0,7		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,59			II кв. – 0,62			III кв. – 0,60			IV кв. – 0,56				
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	2,2	2,5	2,6	2,2	2,4	2,3	2,4	2,0	2,3	2,1	2,5	2,8	7,34	7,87
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,6	0,9	0,7	0,5	0,6	0,64	0,6	0,5	0,6	0,50		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,62			II кв. – 0,58			III кв. – 0,60			IV кв. – 0,54				
Рахов	$\Sigma\beta$	1,3	1,4	1,0	1,6	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,8	1,7	7,85	8,34
	¹³⁷ Cs	0,5	0,69	0,6	0,5	0,7	1,1	0,6	0,76	0,6	0,6	0,7	0,5		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,50			II кв. – 0,56			III кв. – 0,51			IV кв. – 0,60				
Свитязь	$\Sigma\beta$	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,6	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3	8,75	7,15
	¹³⁷ Cs	1,2	0,6	0,5	1,0	0,95	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,8	0,7		
	⁹⁰ Sr	I кв. – 0,56			II кв. – 0,60			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,54				

Продолжение табл. 1.19

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.		
Ужгород	$\Sigma\beta$	2,4	2,2	2,5	2,7	2,6	2,3	2,4	2,5	1,9	2,4	2,1	2,2	7,0	7,89		
	^{137}Cs	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6			2,37	2,70
	^{90}Sr	I кв. – 0,59			II кв. – 0,58			III кв. – 0,59			IV кв. – 0,61						
Харьков	$\Sigma\beta$	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	2,0	1,9	2,3	1,9	2,1	2,3	2,0	7,69	7,69		
	^{137}Cs	0,5	0,7	0,74	0,56	0,7	0,67	0,5	0,66	0,6	0,6	0,86	0,6			2,21	2,97
	^{90}Sr	I кв. – 0,50			II кв. – 0,58			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,61						
Черновцы	$\Sigma\beta$	2,3	2,5	2,3	2,6	2,7	2,3	2,3	2,3	2,4	2,2	2,5	2,5	9,65	8,99		
	^{137}Cs	1,0	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	1,1	1,0	0,6	0,6	1,1	0,95			2,11	2,90
	^{90}Sr	I кв. – 0,57			II кв. – 0,50			III кв. – 0,50			IV кв. – 0,54						
Чернобыль	$\Sigma\beta$	2,3	2,4	2,4	2,8	2,3	2,2	2,2	2,4	2,6	2,4	2,6	2,3	23,29	22,04		
	^{137}Cs	1,7	1,2	0,83	3,4	1,05	2,21	1,5	1,9	4,6	2,0	1,7	1,2			17,80	20,46
	^{90}Sr	1,48	1,60	1,65	1,36	1,53	1,32	1,51	1,63	1,4	1,64	1,32	1,36				
Щорс	$\Sigma\beta$	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	1,8	1,9	2,2	1,8	1,7	1,8	1,8	7,92	9,38		
	^{137}Cs	0,74	0,6	0,77	0,6	0,7	0,5	0,91	0,5	0,6	0,6	1,0	0,4			2,01	3,06
	^{90}Sr	I кв. – 0,46			II кв. – 0,53			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,50						
Зона 1	$\Sigma\beta$	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	1,8	1,8	2,2	1,8	1,8	1,9	1,8	4,77	4,97		
	^{137}Cs	0,34	0,84	0,41	0,56	0,41	0,3	0,3	0,2	0,33	0,3	0,3	0,48			1,49	2,53
	^{90}Sr	I кв. – 0,41			II кв. – 0,38			III кв. – 0,39			IV кв. – 0,31						
Зона 2	$\Sigma\beta$	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	2,2	1,9	1,8	1,9	1,8	6,08	4,47		
	^{137}Cs	0,3	0,86	0,74	0,3	0,7	0,9	0,47	0,3	0,38	0,37	0,39	0,37			1,87	1,82
	^{90}Sr	I кв. – 0,45			II кв. – 0,48			III кв. – 0,48			IV кв. – 0,46						
Зона 3	$\Sigma\beta$	2,1	2,2	2,1	2,0	2,0	1,8	1,9	2,3	2,0	1,9	2,0	1,8	5,19	4,72		
	^{137}Cs	0,35	0,3	0,34	0,58	0,7	0,4	0,66	0,96	0,2	0,2	0,3	0,2			2,55	1,88
	^{90}Sr	I кв. – 0,52			II кв. – 0,64			III кв. – 0,63			IV кв. – 0,76						
Зона 4	$\Sigma\beta$	2,1	2,0	2,0	1,9	2,0	1,9	1,9	2,3	2,0	1,9	1,9	1,8	3,61	3,50		
	^{137}Cs	0,2	0,2	0,2	0,56	0,7	0,35	0,28	0,32	0,2	0,2	0,2	0,2			2,06	2,24
	^{90}Sr	I кв. – 0,45			II кв. – 0,53			III кв. – 0,51			IV кв. – 0,57						
Зона 5	$\Sigma\beta$	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,3	4,13	4,19		
	^{137}Cs	0,4	0,3	0,2	0,3	0,7	0,48	0,33	0,26	0,38	0,3	0,2	0,28			1,71	1,83
	^{90}Sr	I кв. – 0,35			II кв. – 0,42			III кв. – 0,44			IV кв. – 0,50						

Окончание табл. 1.19

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
Зона 6	$\Sigma\beta$	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	3,28	3,54
	^{137}Cs	0,2	0,2	0,2	0,28	0,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3		
	^{90}Sr	I кв. – 0,47			II кв. – 0,46			III кв. – 0,43			IV кв. – 0,35				
Зона 7	$\Sigma\beta$	2,2	2,5	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	2,6	5,43	4,13
	^{137}Cs	0,3	0,3	0,3	1,0	0,7	0,5	0,3	0,63	0,3	0,3	0,4	0,4		
	^{90}Sr	I кв. – 0,55			II кв. – 0,35			III кв. – 0,57			IV кв. – 0,62				
Зона 8	$\Sigma\beta$	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,24	2,47
	^{137}Cs	0,23	0,2	0,17	0,2	0,45	0,13	0,1	0,14	0,18	0,2	0,14	0,1		
	^{90}Sr	I кв. – 0,44			II кв. – 0,45			III кв. – 0,48			IV кв. – 0,51				
Зона 9	$\Sigma\beta$	2,1	2,0	2,0	2,0	2,1	1,9	2,0	2,3	2,0	1,8	2,0	1,9	3,60	3,57
	^{137}Cs	0,28	0,2	0,4	0,44	0,24	0,15	0,49	0,25	0,2	0,2	0,3	0,45		
	^{90}Sr	I кв. – 0,46			II кв. – 0,33			III кв. – 0,46			IV кв. – 0,48				
Зона 10	$\Sigma\beta$	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,5	4,39	3,70
	^{137}Cs	0,18	0,51	0,16	0,74	0,46	0,21	0,2	0,34	0,3	0,27	0,7	0,32		
	^{90}Sr	I кв. – 0,57			II кв. – 0,46			III кв. – 0,53			IV кв. – 0,37				

Примечание: 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 (Геническ, 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).

ляли 23,3 Бк/м²·год (п. Чернобыль, зона отчуждения). Высокие значения месячных атмосферных выпадений ¹³⁷Cs в 2008 г. отмечались в п. Чернобыль в сентябре – 4,6 Бк/м²·месяц. На не загрязненной территории выпадения ¹³⁷Cs находились в пределах от 2,24 до 9,65 Бк/м²·год. В России на загрязненной после Чернобыльской аварии территории в 2008 г. максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли 13,8 Бк/м²·год.

На большей части территории Украины годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2008 г. были в 2–7 раз выше доаварийного уровня 1985 г., а на загрязненной территории (п. Чернобыль) – в 16 раз.

Годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2008 г. на всей территории Украины мало отличались от значений прошлого года и изменялись в пределах 1,49–2,55 Бк/м²·год (кроме г. Киева и п. Чернобыль) при среднем значении 2,34 Бк/м²·год. Максимальные значения выпадений ⁹⁰Sr (17,8 Бк/м²·год), зарегистрированные, как и ранее, на загрязненной территории в п. Чернобыль, превышали среднее значение выпадений ⁹⁰Sr за 2008 г. по Украине в 7,6 раза. В Киеве по-прежнему отмечались высокие годовые выпадения ⁹⁰Sr – 6,2 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) в соответствии с [24]. В пробах атмосферных аэрозолей и выпадений короткоживущих техногенных радионуклидов обнаружено не было.

Поверхностные воды

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. 1.20.

Объемная активность ⁹⁰Sr в р. Припять в течение 2008 г. колебалась в пределах от 26 до 290 мБк/л при среднем значении 96 мБк/л, а ¹³⁷Cs – от 14 до 118 мБк/л при среднем значении 36 мБк/л. По данным ДСНВП «Экоцентр» [25] годовой вынос ¹³⁷Cs (в створе Чернобыля) в 2008 г. составлял 0,60·10¹² Бк (16,2 Ки), а ⁹⁰Sr – 1,42·10¹² Бк (38,3 Ки), что приблизительно соответствует выносу прошлого года. Годовой вынос ⁹⁰Sr водами р. Припяти вместе с реками Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2008 г. составил 1,72·10¹² Бк (46,5 Ки), что приблизительно составляет 97 % от выноса в 2007 г., а годовой вынос ¹³⁷Cs – 0,73·10¹² Бк (19,7 Ки). В общем, за послеаварийный период (1986–2008 гг.) водами р. Припять (створ п. Чернобыля) в каскад днепровских водохранилищ было вынесено 169,06·10¹² Бк (4565 Ки) ⁹⁰Sr и 129,66·10¹² Бк (3501 Ки) ¹³⁷Cs.

Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2008 г. представлены в табл. 1.21.

Вклад р. Десны и верховьев р. Днепра в радиоактивное загрязнение днепровских водохранилищ намного меньший, чем р. Припять. Годовой вынос ⁹⁰Sr водами Днепра (в створе с. Неданчици) составлял в 2008 г. 0,156·10¹² Бк (4,2 Ки), годовой вынос ¹³⁷Cs – 0,113·10¹² Бк (3,05 Ки), что составляет 9 и 15 % от выноса этого радионуклида р. Припять (вместе с реками Уж и Брагинка). Годовой вынос ⁹⁰Sr водами р. Десна (в створе г. Чернигова) составлял в 2008 г. 0,056·10¹² Бк (1,5 Ки), годо-

вой вынос ^{137}Cs – $0,009 \cdot 10^{12}$ Бк (0,24 Ки), что составляет 3,2 и 1,2 % от выноса этого радионуклида р. Припять.

Таблица 1.20

Объемная активность и годовой вынос ^{137}Cs и ^{90}Sr р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986–2008 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
		максимум	среднее	максимум	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	1,9
2007	395	155	52	270	110	0,64	1,4
2008	486	118	36	290	96	0,60	1,4
Суммарный вынос за 1986–2008 гг.						129,66	169,1

Таблица 1.21

Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2008 г., мБк/л

Пункт отбора проб воды	^{137}Cs		^{90}Sr	
	среднее	максимум	среднее	максимум
р. Десна, г. Чернигов	1,2	2,9	7,2	10,5
р. Днепр (верховья), с. Неданчичи	6,1	10,9	8,7	12,8
р. Припять, п. Чернобыль	36,0	118	96,0	290
Киевское вдхр., г. Вышгород	10,2	19,5	51,0	79,0
Каневское вдхр., г. Киев	10,8	23,1	44,0	61,0
Каневское вдхр., г. Канев	7,2	12,1	40,0	54,0
Каховское вдхр., г. Новая Каховка	1,1	2,7	33,0	54,0
Днепро-Бугский лиман, г. Очаков	8,3	11,8	13,4	14,4
р. Южный Буг, г. Николаев	2,0	5,2	10,9	21,3
р. Дунай, г. Измаил	1,5	4,2	11,5	31,5

Объемная активность ^{90}Sr в р. Десна (в створе г. Чернигова) в течение года колебалась в пределах от 3,9 до 10,5 мБк/л при среднегодовом значении 7,2 мБк/л, а ^{137}Cs – от 0,5 до 2,9 мБк/л при среднегодовом значении 1,2 мБк/л. Объемная активность ^{90}Sr в верховьях р. Днепр (в створе с. Неданчичи, расположенного выше по течению от места впадения в него р. Припяти) в течение года колебалась в пределах от 5,4 до 12,8 мБк/л при среднегодовом значении 8,7 мБк/л, а ^{137}Cs – от 2,9 до 10,9 мБк/л при среднегодовом значении 6,1 мБк/л. Эти значения близки к доаварийным уровням, наблюдавшимся до 1986 г. (объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs составляла – 10–15 мБк/л).

Уровни загрязнения ^{90}Sr и ^{137}Cs водных объектов бассейна р. Днепр в 2008 г. были, в основном, также ниже уровней предыдущего года и наименьшими за весь период наблюдения после ава-

рии 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).

Объемная активность ^{90}Sr в водах Днепровских водохранилищ уменьшается вниз по течению Днепра в 1,5 раза, изменяясь от 51 мБк/л (г. Вышгород, Киевское водохранилище) до 33 мБк/л (г. Новая Каховка, Каховское водохранилище). Объемная активность ^{137}Cs уменьшается ещё более интенсивно и на всем протяжении Днепровских водохранилищ 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.

Объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs , регистрируемые в воде р. Ю. Буг (г. Николаев), р. Дунай (г. Измаил), Днепро-Бугского лимана (г. Очаков), мало отличались от значений, наблюдаемых в 2005–2007 гг., и также стали близки к предаварийным значениям.

В целом, в 2008 г. объемная активность ^{90}Sr в контролируемых водных объектах Украины была на два – три порядка меньше допустимых объемных активностей для воды (2000 мБк/л) в соответствии с [24] и [26]. Максимальное значение объемной активности ^{90}Sr в воде р. Припять (п. Чернобыль), зарегистрированное в 2008 г., было в 6,9 раза меньше ДОА_{НАС} в соответствии с [24] и [26].

Радиационный фон на местности

Радиационный фон на территории Украины в 2008 г. был стабильным. Повышенные значения МЭД наблюдались в пунктах контроля, расположенных на загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории: в пп. Коростень и Чернобыль – до 29 мкР/час. В районах расположения действующих АЭС уровень МЭД колебался: Запорожская АЭС – 6–20 мкР/час, Южно-Украинская АЭС – 7–21 мкР/час, Ровненская АЭС – 8–16 мкР/час, Хмельницкая АЭС – 7–20 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 2008 г. во время маршрутных обследований, было на уровне прошлых лет. Превышения уровней содержания радионуклидов, допустимых по действующим нормативным документам [24] для воздуха и воды, не наблюдалось.

По результатам радиационного мониторинга можно сделать следующие выводы:

- объемные активности и выпадения $\Sigma\beta$ 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 (ДОА_{НАС}) в соответствии с [24];

– 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 контролируемых водных объектах Украины были меньше допустимых объемных активностей для воды в соответствии с [24] и [26].

Таким образом, радиационная обстановка на территории Украины в 2008 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 2008 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. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды. Изд. 2-е, переработанное и дополненное / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат. – 1982. – Вып. 12. – 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. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.
20. Варданян Л.Р. Ежегодник фоновой гамма-радиации за 2008 г. – Ереван: ГНО Государственная служба Армении по Гидрометеорологии и мониторингу, 2009.
21. Герменчук М.Г., Амбражевич М.Л., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. и др. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2008 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРKM) департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2009.
22. Казак В., Гьлкэ Г. и др. Радиационная обстановка в Республике Молдова в 2008 г. – Кишинев: Государственная Гидрометслужба Министерства экологии и природных ресурсов Республики Молдова, 2009.
23. Косовец О.О., Табачний Л., Гирий В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Варивода В., Загrevский В., Корнейчук В.О. и др. Отчет «Радиоактивное загрязнение территории Украины в 2008 году. Ежегодник / Под. ред. О.О. Косовца. – Киев: ЦГО Украины, 2009.
24. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев, 1998.
25. Гідрологічний режим і радіаційний стан поверхневих та стічних вод, а також приземного шару повітря зони відчуження ЧАЕС у 2008 р. – Киев: Відомчі матеріали ЦРЕМЗВ ДСНВП «Екоцентр», 2009.
26. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs и ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). – Киев, 2006.

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 при превышении нормативов сброса или выброса радионуклидов 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, связанных с поступлением радионуклидов в атмосферу, в 2008 г. не зарегистрировано [1]. Выбросы техногенных радионуклидов предприятиями Росатома в атмосферу в 2008 г. снизились на 13,5 % по сравнению с данными за 2007 г. и не превышали установленных нормативов. Суммарная активность радионуклидов, выброшенных в атмосферу предприятиями за 2008 г., составила $5,16 \cdot 10^{15}$ Бк, из них: α -активных радионуклидов – $4,09 \cdot 10^{14}$ Бк, β -активных нуклидов – $5,16 \cdot 10^{15}$ Бк. Выбросы наиболее опасных радионуклидов ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs составили 2,2, 0,7 и 3,4 % от установленных нормативов по этим нуклидам соответственно.

Поступление α -активных радионуклидов в атмосферный воздух на 98,5 % обусловлено выбросами уранодобывающих производств, 97,3 % которых ($3,92 \cdot 10^{14}$ Бк) составляет ^{222}Rn [1]. В 2008 г. выброс α -активных радионуклидов был на 3 % выше, чем в 2007 г. Увеличение выбросов в атмосферу α -активных радионуклидов на $1,2 \cdot 10^{13}$ Бк обусловлено увеличением выброса ^{222}Rn на ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ППГХО).

Поступление β -активных нуклидов в атмосферу в основном (на 88 %) обусловлено инертными радиоактивными газами (^{41}Ar , $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe). По сравнению с 2007 г. выброс в атмосферу β -активных радионуклидов снизился на 14,1 % в основном за счет снижения выбросов ИРГ на 20,7 % [1]. Доля наиболее радиационно опасных нуклидов (^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs) составляет около 0,00036 % от общего выброса β -активных нуклидов.

Основной вклад в выбросы ИРГ в 2008 г. вносили ФГУП ГХК, ОАО «ГНЦ НИИАР», атомные станции, ОАО «СХК». В атмосферный воздух в 2008 г. было выброшено ИРГ:

– ГХК – 44,1 %;

– ГНЦ НИИАР – 21 %;

- десятью атомными станциями – 18,2 %;
- СХК – 12,6 %;
- ИРМ – 3,7 %;
- ПО «Маяк» – 0,47 %;
- ФГУП «НИИП» – 0,025 %;
- ФГУП «НИТИ» – 0,0028 %.

Наибольший вклад в выбросы ИРГ в 2008 г., как и ранее, внес ГХК.

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Росатома в 2008 г. приведены в Приложении 1.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на предприятиях Росатома в 2008 г. не превышали установленных нормативов [1].

Поступление α -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 88 % обусловлено нуклидами урана и продуктами их распада, а β -активных нуклидов – на 70,8 % ^{24}Na , на 12,5 % тритием, на 7,6 % ^{32}P , на 5,2 % ^{239}Np , на 1,9 % ^{64}Cu , которые не оказывают значимого влияния на формирование дозовых нагрузок на население и окружающую среду [1].

Доля долгоживущих наиболее радиационно опасных нуклидов составляет менее 1,0 % от общего сброса (из них ^{90}Sr – 0,53 %, ^{137}Cs – 0,032 %) [1]. При этом 98,8 % ^{90}Sr , поступившего в открытую гидрографическую сеть, составляют фильтраты боковых дамб левобережного и правобережного обводных каналов ПО «Маяк»; 76,6 % ^{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 2008 г. приведены в Приложении 1.

По состоянию на конец 2008 г. [1] общая площадь загрязненных радионуклидами территорий составляла 474,95 км², из них 108,98 км² – водоемы (см. табл. 2.1). В 2008 г. на ряде предприятий выявлены загрязненные участки, проведены мероприятия по их реабилитации, уточнены площади загрязненных участков и уровни их загрязнения, что привело к перераспределению земель по зонам нахождения (промышленная площадка, санитарно-защитная зона и зона наблюдения).

Таблица 2.1

Площади загрязненных территорий на 01.01.2009 по организациям атомной промышленности и энергетики, км² [1]

Загрязненные территории	на промплощадке	в СЗЗ	в ЗН	Общая площадь
Земли	59,63	126,45	179,89	365,97
Водоемы	3,16	88,60	17,22	108,98
Общая площадь	62,79	215,05	197,11	474,95

Всего за 2008 г. выявлено [1] 225,0 тыс.м² загрязненных территорий, в том числе на промплощадке – 3,52 тыс.м², в СЗЗ – 61,48 тыс.м², в ЗН – 160,0 тыс.м². Загрязненные территории выявлены на предприятиях Росатома ДАЛУР (0,41 тыс.м²), ВНИИХТ (0,01 тыс.м²), на ГХК (160,0 тыс.м²), ДальРАО ф. Фокино (3,1 тыс.м²), НЗХК (61,48 тыс.м²).

В 2008 г. в отрасли реабилитировано [1] 40,2 тыс.м² земель, в том числе под строительство – 0,1 тыс.м², для санитарно-гигиенического использования – 40,1 тыс.м². Реабилитированы земли на предприятиях: ВНИИХТ (0,01 тыс.м²), ДальРАО ф. Фокино (1,31 тыс.м²), НЗХК (39,0 тыс.м²).

Загрязнение территорий на предприятиях Росатома определяется в основном нуклидами ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁹Pu, 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 и энергетики.

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 Госкорпорации Росатом. 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 история развития ПО «Маяк» приведены в [2–4].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [2–4]. 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 твёрдые РАО [5].

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 [6]. 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 [7].

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. высокоактивных 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 [6, 7]. Река Мишеляк, берущая начало у оз. Улагач, протекает по СЗЗ предприятия и является началом ПБК [7].

На 01.01.2009 общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, не изменилась по сравнению с 2007 г. и составляла $446,78 \text{ км}^2$ [1], 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 обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами и химическими веществами, сбросами жидких радиоактивных отходов, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод, загрязненных α - и β -нуклидами, и захоронением жидких и твердых отходов всех уровней активности [8]. 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 [7].

В соответствии с требованиями НРБ-99 [9] и ОСПОРБ-99 [10] вокруг промышленной зоны предприятия установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН), размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора (ФМБА РФ). Площадь СЗЗ, уточненная в 2007 г. [11], включая территорию промышленной зоны, составляет 253 км^2 [7]. 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 [7].

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу из всех высоких источников на ПО «Маяк» в 2008 г. приведены в табл. 2.2 [1]. Как видно из табл. 2.2, в 2008 г. выбросы составляли от 0,002 % (для ^{65}Zn) до 7,2 % (для суммы нуклидов плутония) от величин, разрешенных для предприятия. По

сравнению с 2007 г. выбросы суммы ИРГ, ^{137}Cs , $^{89,90}\text{Sr}$ и ^{51}Cr увеличились в 1,2–2,1 раза. Выбросы $^{103,106}\text{Ru}$ и суммы нуклидов йода уменьшились в 1,3 раза; ^{134}Cs – в 1,8 раза; $^{141,144}\text{Ce}$ – в 4,3 раза. Выбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне предыдущего года.

Таблица 2.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{51}Cr	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,85 \cdot 10^7$	$8,89 \cdot 10^6$	$+ 9,61 \cdot 10^6$
^{60}Co	$1,85 \cdot 10^{10}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	-
^{65}Zn	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	-
$^{89,90}\text{Sr}$	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,20 \cdot 10^8$	$4,31 \cdot 10^8$	$+ 2,89 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,78 \cdot 10^7$	$1,78 \cdot 10^7$	-
$^{103,106}\text{Ru}$	$6,66 \cdot 10^{10}$	$5,16 \cdot 10^7$	$6,63 \cdot 10^7$	$- 1,47 \cdot 10^7$
^{125}Sb	$3,70 \cdot 10^{10}$	-	$1,40 \cdot 10^8$	$- 1,40 \cdot 10^8$
ΣI	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,79 \cdot 10^8$	$2,36 \cdot 10^8$	$- 5,70 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$2,64 \cdot 10^7$	$4,73 \cdot 10^7$	$- 2,09 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,19 \cdot 10^9$	$8,71 \cdot 10^8$	$+ 3,19 \cdot 10^8$
$^{141,144}\text{Ce}$	$2,96 \cdot 10^{11}$	$7,71 \cdot 10^6$	$3,34 \cdot 10^7$	$- 2,57 \cdot 10^7$
ΣPu	$7,40 \cdot 10^9$	$5,30 \cdot 10^8$	$4,79 \cdot 10^8$	$+ 5,10 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,52 \cdot 10^{15}$	$2,14 \cdot 10^{13}$	$1,81 \cdot 10^{13}$	$+ 3,30 \cdot 10^{12}$

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

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2007–2008 гг. представлены в табл. 2.3 [1]. Из табл. 2.3 видно, что сбросы ^{90}Sr в 2008 г. на предприятии составили $9,33 \cdot 10^{11}$ Бк, что находится на уровне 2007 г. Сбросы трития увеличились в 1,2 раза по сравнению с 2007 г.; ^{137}Cs – снизились в 2,2 раза. При этом среднегодовая объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде, поступающей по каналам в открытую гидрографическую сеть, осталась на уровне прошлых лет [7].

Таблица 2.3

Сбросы радионуклидов со сточными водами ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^3H	-	$1,85 \cdot 10^{13}$	$1,55 \cdot 10^{13}$	$+ 3,00 \cdot 10^{12}$
^{90}Sr	-	$9,33 \cdot 10^{11}$	$1,04 \cdot 10^{12}$	$- 1,07 \cdot 10^{11}$
^{137}Cs	-	$4,18 \cdot 10^{10}$	$9,34 \cdot 10^{10}$	$- 5,16 \cdot 10^{10}$

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 региональным управлением № 71 ФМБА и областными природоохранными и надзорными органами [7]. 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 [7]:

– 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 м², и одной передвижной ВФУ, на которой пробы отбираются с экспозицией 3–6 часов на фильтр ФПП-15 площадью 1 м²;

– 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 м². Кроме того, в ЗН радиоактивные выпадения определяются еще в двух пунктах планшетами площадью 0,33 м² с экспозицией 3–5 дней;

– измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 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: ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, сумма α -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных α -, β - 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) [7].

Контроль загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2008 г. Уральским УГМС [12] 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 $\Sigma\beta$ радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 21 пункте, из них выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr определялись в 15 пунктах;

– за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 21 пункте;

– за радиоактивным загрязнением воды рек ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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 ИПМ 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 ИПМ 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 «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО»:

- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ★ – отбор проб атмосферных выпадений с недельной экспозицией;
- Т – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский 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» [7], находились примерно на одном уровне. Результаты контроля приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» в ЗН и в зоне влияния в 2008 г. представлены в табл. 2.4. Из табл. 2.4 видно, что в ЗН и в зоне влияния ПО «Маяк» значения объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs на четыре – пять порядков, а плутония – на два – три порядка меньше величины ДОА_{НАС} по НРБ-99 [9]. Объемная $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей, отобранных с помощью ВФУ в

Озерске (ЗН), в 2008 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом, а ⁹⁰Sr – примерно в 3 раза. Содержание ¹³⁷Cs и изотопов плутония в воздухе Озерска осталось на уровне 2007 г.

Таблица 2.4

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы
в районе расположения ПО «Маяк» в 2008 г., 10⁻⁵ Бк/м³
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	Σβ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск **	53	25	19	1,4
г. Озерск, пос. №2 **	51	18	23	2,0
п. Метлино	48	20	24	1,5
п. Новогорный	45	15	22	1,0
г. Касли	40	18	25	0,7
п. Красный партизан	34	14	20	0,4
п. Б. Куяш	42	21	14	0,5
д. Т. Караболка	31	14	17	0,9
д. Сарыкульмяк	42	15	21	1,5
п. Башакуль	60	40	18	0,9
с. Калининское	38	20	18	1,0
п. Худайбердинский	41	21	17	0,6
п. Аргаяш	41	25	13	0,7
г. Кыштым	43	14	26	0,9
п. Слюдорудник	43	23	17	0,9
Среднее по зоне наблюдения	44	20	20	1,0
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	41	19	22	0,5
с. Муслюмово (р. Теча)	42	23	13	0,5
с. Щелкун (ВУРС)	40	27	17	0,7
п. Кунашак (след 1967 г.)	42	30	13	0,3
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	41	25	16	0,5
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	15	3	7	0,1
ДОО _{НАС} , Бк/м ³		2,7	27	2,5·10 ⁻³

Примечание: * – сумма α-излучающих изотопов плутония;
** – отбор проб проводился с помощью ВФУ.

В 2008 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС [12] в пп. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш и Кыштым. Среднемесячные и среднегодовые значения объемной Σβ в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной Σβ
в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2008 г., 10⁻⁵ Бк/м³
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.	
Новогорный	с	16,3	7,5	5,1	12,6	11,9	8,8	10,6	7,7	5,2	9,2	9,9	9,6	9,5	7,0
	м	50,6	19,1	12,3	25,1	61,3	107,6	105,6	23,3	13,4	25,3	30,6	34,4		
Аргаяш	с	21,8	8,2	5,4	11,4	7,2	4,3	6,1	6,5	5,5	8,8	6,9	7,4	8,3	8,9
	м	53,5	18,1	16,0	26,7	14,6	6,8	19,7	15,8	24,9	19,7	27,3	32,3		
Бродокалмак	с	18,7	7,1	5,8	14,7	7,0	4,4	8,9	10,2	6,9	10,7	11,2	9,2	9,6	9,1
	м	76,0	23,6	17,7	27,8	17,2	8,4	21,8	21,3	23,5	27,3	28,6	24,1		
Кыштым	с	17,5	7,1	4,6	9,9	7,3	4,2	5,5	5,9	4,9	7,4	7,3	13,9	8,0	8,7
	м	49,3	22,5	12,5	22,9	21,1	7,3	17,4	14,9	17,9	23,0	25,3	31,9		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
	2008 г.	18,6	7,5	5,2	12,1	8,3	5,5	7,8	7,6	5,7	9,0	8,8	10,0	8,8	
	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

Примечание: * – рассчитано с учетом среднемесячных значений объемной Σβ, равных соответствующим среднегодовым значениям [13].

Из данных табл. 2.5 видно, что в 2008 г. в п. Новогорный среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе была в 1,4 раза выше, чем в 2007 г.; в остальных пунктах наблюдения – осталась примерно на уровне предыдущего года. В среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в 2008 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2007 г. [13], но не превышала средневзвешенного значения на территории АТР ($17,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялись от $4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Кыштым, июнь) до $21,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Аргаяш, январь). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. Новогорный 15–16 июня и составляла $107,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 9 раз выше фонового значения за предыдущий месяц ($11,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В пробе повышенной активности был обнаружен ¹³⁷Cs, объемная активность которого в воздухе составила $97 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $3,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Помимо этого в 2008 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» наблюдалось еще два случая, когда суточная объемная $\Sigma\beta$ превышала фоновое значение за предыдущий месяц в 5 и более раз: в п. Новогорный – 18–19 июля ($105,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $5,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в п. Бродокалмак 15–16 января ($76,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $12,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В пробе повышенной активности от 18–19 июля из п. Новогорный присутствовал ¹³⁷Cs, объемная активность которого в воздухе составила $71,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В табл. 2.6 приведены 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 ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Гамма-спектрометрический анализ проб из пп. Аргаяш, Бродокалмак и Кыштым по определению активности ¹³⁷Cs выполнялся в лаборатории Уральского УГМС (Челябинский ЦГМС).

Таблица 2.6

Объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ^{239,240}Pu и ²³⁸Pu в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2008 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	68	1,00	0,37	48	5		4		7	
Февраль	70	2,60	0,65	58	10	5,7	4	4,0	5	1,0
Март	49	0,60	0,90	34	2		3		8	
Апрель	140	2,00	1,30	145	27		13		11	
Май	320	1,30	2,60	263	10	18,8	8	23,2	10	15,7
Июнь	50	0,73	0,37	40	7		13		3	
Июль	133	1,30	1,30	113	6		3		17	
Август	107	0,82	0,60	54	6	4,2	11	6,7	7	11,7
Сентябрь	41	1,30	0,54	28	9		9		9	
Октябрь	71	3,30	5,50	34	7		3		5	
Ноябрь	124	1,10	0,50	52	2	1,4	7	4,6	2	1,5
Декабрь	80	1,50	1,60	53	4		3		3	
Среднее:										
2008 г.	104	1,46	1,35	77	7,9	7,5	6,8	9,6	7,3	7,5
2007 г.	106	0,89	0,85	61	8,1	6,1	9,1	9,4	8,0	15,8
ДОА _{НА С.} , Бк/м ³	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	2,7	27	2,7	27	2,7	27	2,7

В 2008 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs (см. табл. 2.6) в приземной атмосфере п. Бродокалмак уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2007 г., в остальных пунктах наблюдения – незначительно. Наибольшее содержание ¹³⁷Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Ма-

як» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорном – $104 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе во всех пунктах наблюдения превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³): в Новогорном – в 45 раз, в Аргаяше – в 3,4 раза, в Кыштым – в 3,2 раза в Бродокалмак – в 3 раза. Среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в Новогорном изменялась от $41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в сентябре) до $320 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в мае). Максимальное из зарегистрированных значений объемной активности ¹³⁷Cs в зоне влияния ПО «Маяк» было в 139 раз выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но более, чем на пять порядков ниже ДОА_{НАС} для ¹³⁷Cs по НРБ-99 [9].

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2008 г. (см. табл. 2.6) увеличились в 1,6 раза по сравнению с 2007 г. и составляли: ²³⁸Pu – $1,35 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{239,240}Pu – $1,46 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные значения на три порядка ниже ДОА_{НАС} для этих радионуклидов по НРБ-99 [9]. Среднемесячная объемная активность ²³⁸Pu в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в течение года изменялась в пределах от $0,37 \cdot 10^{-7}$ до $5,50 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{239,240}Pu – от $0,60 \cdot 10^{-7}$ до $3,30 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Максимальные среднемесячные значения данных изотопов в воздухе наблюдались в октябре. Среднее за год отношение изотопов ²³⁸Pu к ^{239,240}Pu в воздухе этого пункта в 2008 г. составляло примерно 0,9, в то время как характерное отношение объемных активностей этих изотопов от глобального радиоактивного источника для северного полушария составляет 0,03 [14].

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2008 г. (см. табл. 2.6) увеличилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла $77 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что более чем на пять порядков ниже ДОА_{НАС} для ⁹⁰Sr по НРБ-99, но в 79 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ ($0,97 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наибольшая среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr в п. Новогорный, также как и ¹³⁷Cs, была зарегистрирована в мае – $263 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В п. Аргаяш среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном воздухе в 2008 г. увеличилась в 1,2 раза, в п. Кыштым – снизилась в 2,1 раза, в п. Бродокалмак – осталась на уровне 2007 г. Наибольшие значения объемной активности ⁹⁰Sr, также как и ¹³⁷Cs (кроме п. Кыштым), в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2008 г. наблюдались во II квартале.

С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr уменьшаются. Однако это изменение зависит не только от расстояния до источника, но и от направления ветра в конкретный промежуток времени. Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере п. Аргаяш, расположенном в 25 км от источника в южном направлении, в 2008 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 14 и 10 раз ниже, чем в Новогорном; в п. Бродокалмак, расположенном в восточном направлении в 90 км от источника, – соответственно в 15 и 8 раз ниже, чем в Новогорном.

Необходимо отметить, что значения объемных активностей ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и изотопов плутония в приземной атмосфере ЗН ПО «Маяк», полученные в лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», значительно ниже (более чем на порядок величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк», даже в одних и тех же населенных пунктах. По-видимому, это связано с различием в методах отбора проб атмосферных аэрозолей.

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС [12] представлены в табл. 2.7. Там же для сравнения приведены выпадения $\Sigma\beta$, характеризующие фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Видно, что средняя величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 г. (0,8 Бк/м²-сутки) несколько увеличилась по сравнению с 2007 г. и была в 1,6 раза выше фонового значения для Уральского региона, но не превыша-

Таблица 2.7

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2008 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	1,1	0,6	0,5	0,5	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	329	
	м	3,3	1,5	2,1	1,5	4,5	2,7	2,3	1,9	4,4	2,7	3,2	3,2			
Бродокалмак	с	0,9	0,8	0,5	0,4	0,8	0,6	0,9	1,3	1,0	0,8	1,2	0,7	0,8	293	
	м	4,0	3,2	1,0	1,3	4,3	2,3	3,0	4,7	5,5	2,5	3,4	1,6			
Верхний Уфалей	с	0,8	0,8	0,5	0,4	0,7	0,7	0,8	1,3	1,1	1,0	1,2	0,7	0,8	293	
	м	1,8	1,7	1,8	1,1	4,2	5,3	2,8	2,9	4,8	2,7	2,6	2,7			
Златоуст	с	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,9	1,1	1,1	0,8	1,2	1,1	0,8	293	
	м	2,2	1,6	1,2	1,6	2,2	2,1	4,4	2,9	3,2	2,1	4,6	2,9			
Ибрагимово	с	0,8	0,6	0,7	0,5	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	329	
	м	2,9	1,7	3,6	2,0	4,2	4,2	2,5	2,5	3,6	3,4	3,6	3,8			
Калининский	с	0,6	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6	0,9	1,0	1,1	0,8	1,0	0,8	0,8	293	
	м	2,1	3,2	1,5	1,8	3,3	4,8	4,7	4,0	3,0	4,1	3,1	2,0			
Караболка	с	0,8	0,5	0,5	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,2	0,7	0,7	0,7	0,7	256	
	м	1,9	1,4	2,3	1,1	2,3	3,1	3,0	3,8	3,8	1,9	3,3	2,4			
Касли	с	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	0,8	0,7	1,4	1,1	0,7	1,3	1,1	0,9	329	
	м	2,2	1,6	2,1	1,8	3,7	3,3	4,2	3,9	4,6	2,0	4,2	3,5			
Кыштым	с	0,7	0,5	0,6	1,1	1,0	0,8	1,3	1,4	1,3	1,3	1,1	0,8	1,0	366	
	м	2,4	1,4	1,3	19,1	3,4	2,8	3,7	4,4	6,5	2,7	3,4	2,3			
Малый Куяш	с	0,8	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6	1,0	1,0	1,1	0,7	0,9	0,7	0,8	293	
	м	2,4	1,7	1,5	1,1	3,6	1,5	3,2	2,8	4,2	2,3	2,5	1,9			
Метлино	с	0,8	0,8	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	1,2	0,9	1,2	1,1	0,7	0,8	293	
	м	2,4	2,7	1,9	1,6	2,2	4,6	2,8	3,9	2,5	4,0	3,6	2,1			
Миасс	с	0,8	0,7	0,6	0,3	0,7	0,6	1,0	1,0	1,0	0,8	0,7	0,8	0,7	256	
	м	2,1	1,4	1,7	1,1	2,8	2,0	2,8	2,5	2,5	2,1	2,8	3,1			
Муслумово	с	0,9	0,8	0,5	0,6	0,9	0,7	1,0	1,2	1,2	0,8	0,9	0,9	0,9	329	
	м	2,1	2,0	1,4	1,9	3,0	1,8	2,6	3,9	3,6	2,6	2,7	3,5			
Новогорный	с	0,8	0,5	0,5	0,6	1,1	0,7	1,0	1,0	1,3	0,8	1,1	1,0	0,9	329	
	м	2,2	1,6	2,3	1,4	4,6	1,9	3,9	4,3	4,4	3,4	3,4	3,2			
Нязепетровск	с	0,7	0,6	0,6	0,4	0,8	0,8	0,8	1,4	1,1	1,0	1,2	0,9	0,8	293	
	м	2,6	1,5	2,4	1,3	3,6	3,0	4,7	3,2	3,6	3,0	3,5	2,7			
Рыбниковское	с	0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	183	
	м	2,0	1,6	2,2	1,8	1,9	1,4	2,0	2,0	2,7	1,9	4,1	2,1			
Сысерть	с	0,2	0,3	0,3	0,2	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,4	146	
	м	1,1	1,9	1,9	1,5	2,0	3,0	2,1	1,3	2,7	0,9	1,3	1,2			
Тюбук	с	0,7	0,6	0,6	0,4	0,7	0,6	0,9	1,0	1,3	0,7	1,0	0,6	0,8	293	
	м	3,1	2,3	1,9	1,0	2,8	2,4	3,2	2,8	5,1	2,3	2,5	1,8			
Усть-Караболка	с	0,9	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,9	1,0	1,1	0,8	1,0	0,9	0,8	293	
	м	3,2	2,5	1,3	1,3	2,5	1,7	4,2	3,2	2,7	2,0	2,8	3,3			
Худайбер-дийский	с	0,9	0,9	0,5	0,4	0,8	0,9	0,8	1,3	1,1	0,6	1,2	0,9	0,9	329	
	м	2,6	2,6	1,4	1,7	4,1	3,9	2,2	4,4	3,7	2,1	3,7	3,0			
Челябинск - город	с	0,7	0,5	0,5	0,4	1,0	0,7	0,8	1,1	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8	293	
	м	2,3	1,7	1,5	1,5	3,5	2,4	2,8	3,1	5,5	3,5	2,8	2,6			
Среднее:																
2008 г.		0,8	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	293
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	
Фон для Уральского региона:																
2008 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	183	
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	

ла средневзвешенного значения по территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2008 г. колебались в диапазоне 146–366 Бк/м²·год. В 2008 г. в п. Кыштым 5–6 апреля было зарегистрировано превышение суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми в 35 раз (19,1 Бк/м²·сутки при фоновом значении 0,55 Бк/м²·сутки). Содержание ¹³⁷Cs в пробе повышенной активности составило 2,70 Бк/м²·сутки при фоновом значении 0,13 Бк/м²·сутки.

В табл. 2.8 приведены данные об атмосферных выпадениях ⁹⁰Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 г. [12]. Годовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 г. (5,82 Бк/м²·год) незначительно уменьшились по сравнению с 2007 г. и были в 5,1 раза выше регионального фона (1,14 Бк/м²·год). Фоновые выпадения ⁹⁰Sr по Уральскому региону в 2008 г. снизились в 1,4 раза. Наибольшие годовые выпадения ⁹⁰Sr отмечались в п. Новогорный (12,54 Бк/м²·год). Во II квартале в п. Новогорный зарегистрированы максимальные выпадения ⁹⁰Sr.

Таблица 2.8

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2008 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	0,60		0,41			0,41			0,75			0,54	6,51	
Бродокалмак	0,24		0,61			0,11			0,81			0,44	5,31	
Ибрагимово	0,25		0,30			0,59			0,60			0,44	5,22	
Калининский*	0,60**		0,60**			0,60**			0,60			0,55	6,56	
Караболка	0,13		0,19			0,30			0,62			0,31	3,72	
Касли	0,22		0,37			0,44			0,95			0,50	5,94	
Кыштым	0,11		1,02			0,64			0,54			0,58	6,93	
Малый Куяш	0,14		0,40			0,27			0,46			0,32	3,81	
Метлино	0,22		0,25			0,54			0,96			0,49	5,91	
Муслимово	0,09		0,45			0,11			0,96			0,40	4,83	
Новогорный	0,76		1,55			1,12			0,75			1,05	12,54	
Рыбниковское	0,37		0,40			0,49			0,31			0,39	4,71	
Тюбук	0,30		0,24			0,22			0,64			0,35	4,20	
Усть-Караболка	0,13		0,39			0,15			0,40			0,27	3,21	
Худайбердинский	0,53		0,16			0,99			0,97			0,66	7,95	
Среднее:	2008 г. 0,29		0,48			0,46			0,69			0,49	5,82	
	2007 г.		0,37			0,55			0,61			0,55	6,65	
Фон для Уральского региона:	2008 г. 0,08 0,05 0,06		0,15 0,08 0,07			0,06 0,07 0,08			0,12 0,09 0,23			0,10	1,14	
	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

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

** – значения, полученные расчетным путем из пробы, объединенной за I–III квартал.

Выпадения ¹³⁷Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2008 г. [12] (см. табл. 2.9) колебались в диапазоне от 3,0 до 11,4 Бк/м²·год. Средняя сумма выпадений ¹³⁷Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 6,6 Бк/м²·год, что находится примерно на уровне 2007 г. и в 11 раз превышает региональные фоновые выпадения (0,6 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зонное ПО «Маяк» в 2008 г. – 11,4 Бк/м²·год – наблюдались, как и ранее, в п. Новогорный, что в 1,4 раза ниже, чем в 2007 г., однако в 19 раз выше регионального фона в 2008 г. Максимальные месячные выпадения ¹³⁷Cs в п. Новогорный наблюдались в мае и составляли 1,8 Бк/м²·месяц при региональном фоновом уровне менее 0,01 Бк/м²·месяц.

В табл. 2.10 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [7] о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2008 г. Максимальные выпадения $\Sigma\beta$ в ЗН ПО «Маяк» в 2008 г., согласно

Таблица 2.9

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2008 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	0,3	0,8	0,8	0,7	1,0	1,3	н	0,3	0,3	1,0	н	0,5	0,6	7,0
Бродокалмак	0,3	н	н	0,6	0,4	н	0,4	н	0,4	н	0,5	0,3	0,2	3,0
Ибрагимово	0,4	1,1	0,4	0,8	1,0	0,2	0,6	0,5	0,6	0,2	0,5	0,4	0,6	6,7
Калининский	0,3	0,9	н	0,7	0,5	0,5	0,7	0,6	0,9	0,8	0,4	н	0,5	6,3
Караболка	н	н	1,1	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	н	0,5	0,3	4,1
Касли	0,9	0,8	1,0	н	1,0	0,5	0,9	0,5	1,1	0,3	0,3	0,2	0,6	7,5
Кыштым	н	0,5	0,1	0,3	0,4	1,3	0,4	0,5	1,2	0,6	0,5	0,2	0,5	6,0
Малый Куяш	н	0,3	0,6	0,5	0,2	0,5	0,7	0,6	0,8	0,8	0,4	н	0,5	5,4
Метлино	0,2	1,6	1,0	0,5	0,5	1,3	0,7	1,2	1,0	0,7	0,9	н	0,8	9,6
Муслюмово	н	0,6	0,8	0,2	0,6	1,0	0,5	0,9	0,9	1,1	0,5	0,3	0,6	7,4
Новогорный	0,2	1,5	1,0	0,5	1,8	0,9	1,4	1,1	1,5	0,7	0,8	н	1,0	11,4
Рыбниковское	н	0,2	н	0,2	н	0,9	0,1	0,9	1,1	0,8	н	1,2	0,5	5,4
Тюбук	н	н	н	0,5	0,2	0,8	0,5	0,8	н	0,4	0,7	0,3	0,4	4,2
Усть-Караболка	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	н	0,4	н	0,8	н	0,6	0,5	0,4	5,0
Худайбердинский	н	1,5	1,3	0,9	1,0	0,9	1,4	0,5	0,9	1,0	0,5	0,2	0,8	10,1
Среднее:														
2008 г.	0,2	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4	0,3	0,6	6,6
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
Фон для Уральского региона:														
2008 г.	н	0,10	0,04	н	н	н	н	0,05	0,02	н	0,30	0,04	0,05	0,6
2007 г.	0,10	0,10	н	0,10	0,06	н	0,10	0,10	0,10	н	0,10	0,04	0,07*	0,8*

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

* – уточненные данные.

Таблица 2.10

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2008 г., Бк/м²-год
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	537	18	201	4,6
г. Озерск, пос. № 2	517	24	200	5,0
п. Новогорный	423	24	241	3,5
п. Метлино	892	27	210	3,5
г. Касли	482	29	194	3,8
п. Красный партизан	581	32	212	3,2
п. Б. Куяш	746	42	217	3,2
д. Т. Караболка	436	13	228	2,8
д. Сарыкульмяк	364	46	160	2,5
п. Башакуль	404	29	118	3,0
с. Калининское	665	18	175	1,0
п. Худайбердинский	376	32	171	3,0
г. Кыштым	646	14	187	3,8
п. Слюдорудник	495	26	133	1,0
Среднее по зоне наблюдения	540	27	189	3,1
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	388	30	166	1,3
с. Булзи (ВУРС)	494	26	142	1,2
с. Муслюмово (р. Теча)	349	30	145	1,2
с. Щелкун (ВУРС)	491	17	171	1,2
п. Кунашак (след 1967 г.)	403	94	137	1,1
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	425	39	152	1,2
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	170	8,5	100	0,2
Фоновый уровень по Уральскому региону**	183	1,1	0,6	-

Примечание: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;

** – данные Уральского УГМС.

этим данным, наблюдались в п. Метлино ($892 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$); в зоне аварийного загрязнения территории – в с. Булзи ($494 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения вне СЗЗ увеличились примерно в 1,2 раза по сравнению с 2007 г. [13], изменяясь в диапазоне от 118 до $241 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что на два порядка выше фоновых выпадений по Уральскому региону. Выпадения ^{90}Sr в 2008 г. в среднем по ЗН ПО «Маяк» и по загрязненной территории увеличились в 1,4 и 2,8 раза соответственно, изменяясь от 13 до $94 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, и оставались на порядок выше фоновых значений для Уральского региона. Выпадения изотопов плутония в пунктах наблюдения [7] вне СЗЗ в 2008 г. колебались от 1,0 до $5,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, при расчетном фоновом значении [7] $0,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. При этом в ЗН выпадения изотопов плутония в среднем увеличились в 1,5 раза по сравнению с 2007 г., а по загрязненной территории вне ЗН – остались на уровне предыдущего года. Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs в районе расположения ПО «Маяк» в 2008 г. наблюдались в п. Новогорный, ^{90}Sr – в п. Кунашак, плутония – в п. Озерск (пос. № 2).

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 рек Течи и Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исети в р. Тобол [6] и далее (см. раздел 5.5). В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом.

В 2008 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 Синары, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», и р. Мишелаяк, протекающей по СЗЗ предприятия. 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 2008 г. отбирались: из р. Течи в трех пунктах ежемесячно, в двух пунктах – два раза в год, из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка–Синара в трех пунктах ежемесячно. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2008 г. проводил отбор проб воды р. Течи в створах с. Муслюмово (ежемесячно) и с. Затеченское (два раза в год), в р. Исеть – в двух пунктах

(два раза в год), в р. Карabolка – в нижнем бьефе болота Бугай и в створе с. Татарская Карabolка (четыре – пять раз в год). Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 2.11 и 2.12 соответственно, а из рек Карabolка 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. 2.11, 2.12 и 5.5 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Из анализа приведенных в табл. 2.11 данных видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у д. Муслюмово, в 78 км от источника, в 2008 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла 9,3–11,0 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99 [9] и более чем в 2000 раз выше фонового уровня для рек России (4,5 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., 1999–2003 гг. и в 2006–2007 гг. активность ^{90}Sr в р. Теча находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л. Вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде постепенно уменьшается: в п. Першинское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr уже составляет 7,2 Бк/л.

Таблица 2.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2008 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	-	147	9,2	12,4	0,79	0,30	96	137	-	6,0	0,010	-	-	-
Февраль	-	144	9,8	11,1	0,57	0,20	< 70	143	-	11,6	0,102	-	-	-
Март	-	147	9,2	12,0	0,20	0,38	180	144	-	13,3	0,088	-	-	-
Апрель	-	46	4,2	6,5	0,40	0,30	< 70	60	-	5,0	0,253	-	-	-
Май	64,8	41	6,8	7,1	0,41	0,23	75	72	65,6	5,0	0,159	4,1	0,35	< 70
Июнь	-	168	11,1	10,1	0,35	0,30	120	131	-	4,1	0,149	-	-	-
Июль	174,0	163	6,3	10,7	0,15	0,15	< 70	129	98,0	6,4	0,200	-	-	-
Август	-	198	13,8	8,1	0,10	0,14	220	184	-	4,4	0,051	-	-	-
Сентябрь	-	177	10,8	17,1	0,60	0,22	130	202	-	10,1	0,072	7,5	0,30	0,96
Октябрь	-	122	10,4	12,8	0,60	0,12	< 70	122	-	4,4	н	-	-	-
Ноябрь	-	154	10,8	10,9	0,50	0,35	120	151	-	8,2	0,060	-	-	-
Декабрь	-	146	9,4	13,5	0,20	0,35	100	142	-	7,9	0,060	-	-	-
Среднее:														
2008 г.	119,4	138	9,3	11,0	0,40	0,25	<110	135	81,8	7,2	0,100	5,8	0,33	< 83
2007 г.	72,2	132	7,7	8,9	0,60	0,26	<103	132	51,0	8,7	0,101	1,9	<0,3	< 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;
 н – ниже предела обнаружения.

Вниз по течению р. Исети после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде также уменьшается (см. табл. 2.12) от 2,8 до 0,9 Бк/л. В п. Долматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ^{90}Sr в воде в 2008 г. составила 0,03 Бк/л. В целом, в воде р. Исети объемная активность ^{90}Sr в 2008 г. снизилась примерно в 1,2 раза и была в 1,8–5,5 раза ниже УВ по НРБ-99.

Объемная активность ^{137}Cs в рассматриваемой системе рек не высока. Из табл. 2.11 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2008 г., как и ранее, наблюдалась в воде

р. Течи в п. Муслимово – 0,25–0,40 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. 2.12). Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в 2008 г. в воде р. Течи у д. Муслимово колебалась в течение года от 0,12 до 0,38 Бк/л (по данным Уральского УГМС) при среднегодовом значении 0,25 Бк/л, которое находится на уровне 2007 г., и в 44 раза ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [9].

Таблица 2.12

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2008 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Долматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{90}\text{Sr}^*$	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
Январь	-	-	3,5	0,001	1,8	0,005	1,2	0,013
Февраль	-	-	4,5	0,014	2,5	0,022	1,2	0,010
Март	-	-	5,5	0,021	1,3	0,013	1,0	0,004
Апрель	-	-	2,2	0,097	0,9	0,012	0,6	0,009
Май	0,01	1,40	3,1	0,038	1,2	0,033	0,8	0,021
Июнь	-	-	1,2	0,033	1,4	0,026	0,9	0,025
Июль	-	-	2,3	0,070	1,1	0,030	1,0	н
Август	-	-	2,9	0,024	1,7	0,002	1,4	0,015
Сентябрь	0,04	1,60	2,7	0,006	1,7	0,012	0,8	0,019
Октябрь	-	-	1,3	0,060	0,7	0,030	0,2	0,030
Ноябрь	-	-	2,7	0,014	0,8	0,030	0,9	0,060
Декабрь	-	-	1,4	0,060	0,4	0,040	1,0	0,029
Среднее:								
2008 г.	0,03	1,50	2,8	0,037	1,3	0,021	0,9	0,020
2007 г.	0,06	0,74	2,5	0,055	1,7	0,047	1,1	0,051

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

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. 2.11) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2008 г. превышала фоновый уровень в реках России (2,6 Бк/л) примерно в 50 раз. По мере удаления от ПО «Маяк» концентрация трития уменьшалась от 138 Бк/л у Нового моста вблизи ПО «Маяк» (см. рис. 2.2) до менее 83 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника.

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2008 г. приведены в табл. 2.13 [7]. Из табл. 2.13 видно, что объемная активность ^{90}Sr в водах этих озер в 2008 г. колебалась от 0,03 до 0,16 Бк/л, а ^{137}Cs – от 0,18 до 0,28 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде озер в 31 и 39 раз ниже УВ по НРБ-99 [9] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртыш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание ^{90}Sr в оз. Б. Акуля и в оз. Иртыш было на один – два порядка ниже УВ, однако соответственно в 15 и 3 раза выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР, и в 43 и 8 раз выше, чем в озерах на территории ЕТР (см. раздел 1.1).

В 2008 г. ПО «Маяк» [7] продолжало наблюдения за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк, долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай. Объемные активности радионуклидов в воде р. Мишеляк (см. табл. 2.14) пока ниже УВ по НРБ-99 [9] и в 2008 г. имели тенденцию к снижению. Так, объемная активность трития

в точках наблюдения снизилась в 1,6–2,8 раза по сравнению с 2007 г., ^{90}Sr – в 1,2–2,3 раза. Максимальное зарегистрированное значение по содержанию трития в р. Мишеляк в 40,5 раза ниже УВ, по ^{90}Sr – в 6,3 раза ниже УВ, по ^{60}Co – в 6,5 раз ниже УВ, по ^{137}Cs – в 1,7 раза ниже УВ.

Таблица 2.13

**Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2008 г., Бк/л
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Озеро	Объемная активность	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Силач	≤ 0,03	≤ 0,18
Сунгуль	≤ 0,03	≤ 0,18
Киреты	≤ 0,03	0,26
Б. Касли	≤ 0,03	≤ 0,18
М. Касли	0,11	0,28
Куташи	0,03	≤ 0,18
Иртяш	0,03	≤ 0,18
Б. Нанога	0,03	≤ 0,18
М. Нанога	0,10	0,25
Б. Акуля	0,16	≤ 0,18
Акакуль	0,13	≤ 0,18
Увильды	0,03	≤ 0,18
Улагач	0,09	0,25
УВ по НРБ-99 [9]	5	11

Таблица 2.14

**Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2008 г.
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Точки наблюдения	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л			
		^{90}Sr	^{60}Co	^3H	^{137}Cs
М-1	13.03.2008	0,6	< 6,3	< 70	< 6,3
	07.07.2008	0,3	< 6,3	170	< 6,3
	22.09.2008	0,5	< 6,3	98	< 6,3
	Среднее: 2008 г.	0,5	< 6,3	113	< 6,3
	2007 г.	0,5	< 6,3	180	< 6,3
М-2	13.03.2008	0,3	< 6,3	< 70	< 6,3
	07.07.2008	0,4	< 6,3	180	< 6,3
	22.09.2008	0,6	< 6,3	100	< 6,3
	Среднее: 2008 г.	0,4	< 6,3	117	< 6,3
	2007 г.	0,9	< 6,3	200	< 6,3
М-3	13.03.2008	0,4	< 6,3	< 70	< 6,3
	07.07.2008	0,8	< 6,3	190	< 6,3
	22.09.2008	0,5	< 6,3	91	< 6,3
	Среднее: 2008 г.	0,6	< 6,3	117	< 6,3
	2007 г.	0,7	< 6,3	225	< 6,3
М-4	13.03.2008	0,2	< 6,3	< 70	< 6,3
	07.07.2008	0,4	< 6,3	160	< 6,3
	22.09.2008	0,4	< 6,3	82	< 6,3
	Среднее: 2008 г.	0,3	< 6,3	104	< 6,3
	2007 г.	0,7	< 6,3	290	< 6,3
УВ по НРБ-99 [9]		5	41	7700	11

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 ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Результаты определения среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках приведены в табл. 2.15. Из приведенных в табл. 2.15 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 актив-

Таблица 2.15

**Среднегодовая объемная активность трития в атмосферных осадках
в некоторых пунктах 100-км зоны ПО «Маяк», Бк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

Год	Объемная активность трития					
	Челябинск	Аргаяш	Новогорный	Касли	В.Уфалей	Бродокалмак
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	-	-
2008	-	14,8	49,3	14,6	-	-

Примечание: - – отбор проб не проводился.

ность трития в осадках быстро уменьшается: на расстояниях 22–25 км от источника – в 3 раза (в соответствии с данными за 2008 г.). В 2008 г. содержание трития в осадках в п. Новогорный составило 49,3 Бк/л, что в 20 раз выше среднего значения по территории РФ (2,4 Бк/л) (см. раздел 1.1). Среднегодовая концентрация трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения в 2008 г. снизилась по сравнению с предыдущим годом: в Аргаяше – в 1,1 раза, в Касли – в 1,2 раза, в Новогорном – в 1,4 раза. Среднемесячная объемная активность трития в атмосферных осадках (см. табл. 2.16), отобранных вблизи ПО «Маяк» (п. Новогорный), до 50 раз (152,0 Бк/л в июле) превышала фоновый уровень для данного региона (~ 3 Бк/л), обусловленный глобальным источником.

Таблица 2.16

**Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 г., Бк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

Месяц	Аргаяш, 25 км на Ю	Новогорный, 7 км на Ю	Касли, 22 км на С
Январь	7,1±0,8	14,2±1,0	33,6±1,4
Февраль	3,8±0,8	16,0±1,2	10,3±1,6
Март	3,7±0,8	28,5±1,5	16,0±1,2
Апрель	-	59,1±2,3	18,3±1,3
Май	13,2±0,9	52,7±2,1	9,8±1,0
Июнь	6,5±0,9	25,7±1,4	5,2±0,9
Июль	37,7±1,7	152,0±4,5	11,4±1,1
Август	15,0±1,2	38,1±1,8	19,8±1,3
Сентябрь	29,0±1,3	-	16,6±1,1
Октябрь	28,3±1,5	88,4±3,0	12,5±1,1
Ноябрь	11,3±0,9	36,0±1,7	6,4±0,9
Декабрь	7,4±0,9	31,5±1,5	15,0±1,2
Среднее за год	14,8	49,3	14,6

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 $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 2.17 [12].

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова (см. табл. 2.17) [12] $\Sigma\beta$ в 2008 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2007 г., а ^{137}Cs – снизилась в 1,7 раза. Увеличение $\Sigma\beta$ выпадений, по-видимому, связано с увеличением выбросов $^{89,90}\text{Sr}$. Наибольшая плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ (47,2 Бк/м²), в 1,8 раза превышающая среднее значение по зоне наблю-

дения, была зарегистрирована в п. Новогорный, а ^{137}Cs ($3,7 \text{ Бк/м}^2$), в 2,3 раза превышающая среднее значение по зоне наблюдения, – в п. Новая Теча.

Таблица 2.17

**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				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	03.03.2008	14.03.2007	03.03.2008	14.03.2007	27.08.2008	28.08.2007	27.08.2008	28.08.2007
Ибрагимово	13,0	9,4	0,9	1,3	323	358	3,9	6,5
Касли	43,0	18,0	1,1	1,3	579	419	4,4	3,4
Кыштым	29,7	17,4	1,0	2,3	493	355	4,1	6,1
ЛЭП-60	8,8	17,6	0,5	3,5	566	468	6,8	2,5
Малый Куяш	24,9	21,6	1,0	2,2	459	555	6,2	5,0
Метлино	24,5	24,4	0,6	2,0	418	344	6,8	3,4
Новая Теча	40,5	19,4	3,7	2,4	438	336	4,9	3,4
Новогорный	47,2	28,9	2,1	6,6	498	510	18,3	44,2
Татыш	11,6	15,6	3,4	2,1	401	601	4,1	9,7
Худайбердинский	12,6	24,4	1,7	3,5	380	309	9,3	4,8
Среднее по зоне наблюдения	25,6	19,7	1,6	2,7	455	426	6,9	8,9

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2008 г. [7] также проводила отбор проб снега и растительности в зоне влияния предприятия. В соответствии с результатами анализа (табл. 2.18) содержание ^{137}Cs в снежном покрове в среднем по зоне наблюдения ПО «Маяк» в 2008 г. также снизилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом, а ^{90}Sr – увеличилось на 13 %.

Таблица 2.18

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

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м ²				Растительность, Бк/кг			
	^{90}Sr		^{137}Cs		^{90}Sr		^{137}Cs	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Зона наблюдения								
г. Озерск	6,2	5,6	1,2	1,4	55	29	50	33
г. Озерск, пос. № 2	4,6	4,2	1,4	1,7	90	112	28	42
п. Новогорный	4,8	3,2	1,5	1,3	163	50	25	15
п. Метлино	6,5	3,6	1,2	1,8	54	60	30	46
г. Касли	5,5	5,2	1,5	1,6	21	29	49	73
п. Красный партизан	3,2	1,1	1,5	1,5	95	72	24	126
п. Б. Куяш	3,1	3,1	1,0	1,1	25	79	21	41
д. Т. Караболка	6,0	5,7	1,0	1,9	49	41	35	29
д. Сарыкульмяк	3,2	3,0	2,3	1,9	54	30	19	93
п. Башакуль	1,5	1,1	1,4	1,2	38	45	47	57
с. Калининское	0,8	0,9	1,4	1,4	72	26	25	35
п. Худайбердинский	4,6	4,4	1,3	1,2	76	51	23	38
п. Аргаяш	1,2	1,0	1,2	2,0	33	23	29	31
г. Кыштым	4,2	5,0	1,1	1,3	36	67	24	48
п. Слюдорудник	5,5	6,4	1,1	1,3	23	36	27	25
Среднее по зоне наблюдения	4,1	3,6	1,2	1,5	59	50	30	49
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»								
с. Багаряк (ВУРС)	5,6	6,1	1,3	1,7	68	96	23	58
с. Булзи (ВУРС)	1,0	1,2	1,2	1,3	25	80	14	28
с. Муслумово (р. Теча)	4,5	4,4	1,7	1,7	26	23	27	27
с. Щелкун (ВУРС)	1,0	0,8	1,4	2,0	28	20	30	45
п. Кунашак (след 1967 г.)	5,6	6,1	1,4	1,1	20	7,0	24	44
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	3,5	3,8	1,4	1,6	33	45	24	40
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»								
г. В. Уфалей	-	-	-	-	10	7,0	17	27

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Содержание данных радионуклидов в пробах растительности (см. табл. 2.18) по данным [7] имело ту же тенденцию: в 2008 г. удельная активность ^{137}Cs в пробах растительности в среднем по зоне наблюдения ПО «Маяк» снизилась в 1,6 раза, а ^{90}Sr – увеличилась в 1,2 раза.

По данным [12] из табл. 2.17 следует, что наибольшая удельная $\Sigma\beta$ растительности в 2008 г. (579 Бк/кг) наблюдалась в п. Касли, а ^{137}Cs (18,3 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 1,3 и 2,7 раза выше средних значений по зоне наблюдения. Усредненная по зоне наблюдения $\Sigma\beta$ растительности незначительно увеличилась по сравнению с 2007 г., а ^{137}Cs – снизилась в 1,3 раза.

Результаты мониторинга содержания радионуклидов в почве в зоне влияния в 2008 г. по данным ЦЗЛ ПО «Маяк» [7] представлены в табл. 2.19. Из табл. 2.19 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 – 42 кБк/м², по ^{137}Cs – 61 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 2.19

Плотность загрязнения почвы основными дозообразующими радионуклидами в зоне влияния ПО «Маяк» в 2008 г., кБк/м² (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт контроля	^{90}Sr	^{137}Cs	Pu*
Зона наблюдения			
г. Озерск	12	15	2,2
г. Озерск, пос. №2	14	10	3,3
п. Метлино	23	19	2,4
п. Новогорный	40	51	2,1
г. Касли	14	19	1,2
п. Красный партизан	27	35	0,8
п. Б. Куяш	16	17	0,8
д. Т. Караболка	14	7,2	0,7
с. Сарькульмяк	42	61	0,7
п. Башакуль	14	20	0,5
с. Калининское	32	11	1,0
п. Худайбердинский	14	27	1,3
п. Аргаяш	15	24	1,0
г. Кыштым	12	14	0,7
п. Слюдорудник	9,7	14	0,8
Среднее по зоне наблюдения	19,9	22,9	1,3
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»			
с. Бузлы (ВУРС)	7,0	9,4	0,5
с. Багаряк (ВУРС)	7,0	11	0,5
с. Муслимово (р. Теча)	14	20	0,7
с. Щелкун (ВУРС)	8,0	15	0,5
п. Кунашак (след 1967 г.)	7,0	10	0,5
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	8,6	13,1	0,5
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»			
г. В. Уфалей	7,0	4,4	0,4
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. 2.20 [7]. 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].

Таблица 2.20

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2008 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

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

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 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 2007 г. и естественного γ -фона для Уральского региона. По данным [7] МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовала уровню естественного γ -фона, изменяясь в диапазоне 8–16 мкР/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2008 г. составляла 0,07–0,22 мЗв/год [7].

Подводя итоги, можно сказать, что в 2008 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной. Содержание ⁹⁰Sr и ³H в воде исследуемых рек увеличилось по сравнению с 2007 г. и значительно превышало фоновые уровни. Объемная активность ⁹⁰Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово) на три порядка превышала региональный фоновый уровень и была в 2 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 и изотопов плутония в приземном слое атмосферы п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк» (7 км), в 2008 г. увеличились в 1,3 и 1,6 раза соответственно, а ¹³⁷Cs – снизились в 1,3 раза, но по-прежнему превышали фоновые уровни: объемная активность ¹³⁷Cs в 45 раз превышала средневзвешенную объемную активность по РФ, а объемная активность ⁹⁰Sr – в 79 раз. Наблюдаемые уровни загрязнения приземной атмосферы на три – 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 5 раз, по ¹³⁷Cs – в 11 раз. Содержание трития в осадках было ниже, чем в 2007 г., но в 20 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 ФГУП «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 1997 г. 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 естественного урана. Образующиеся при переработке облученного урана жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) хранятся в специальных емкостях из

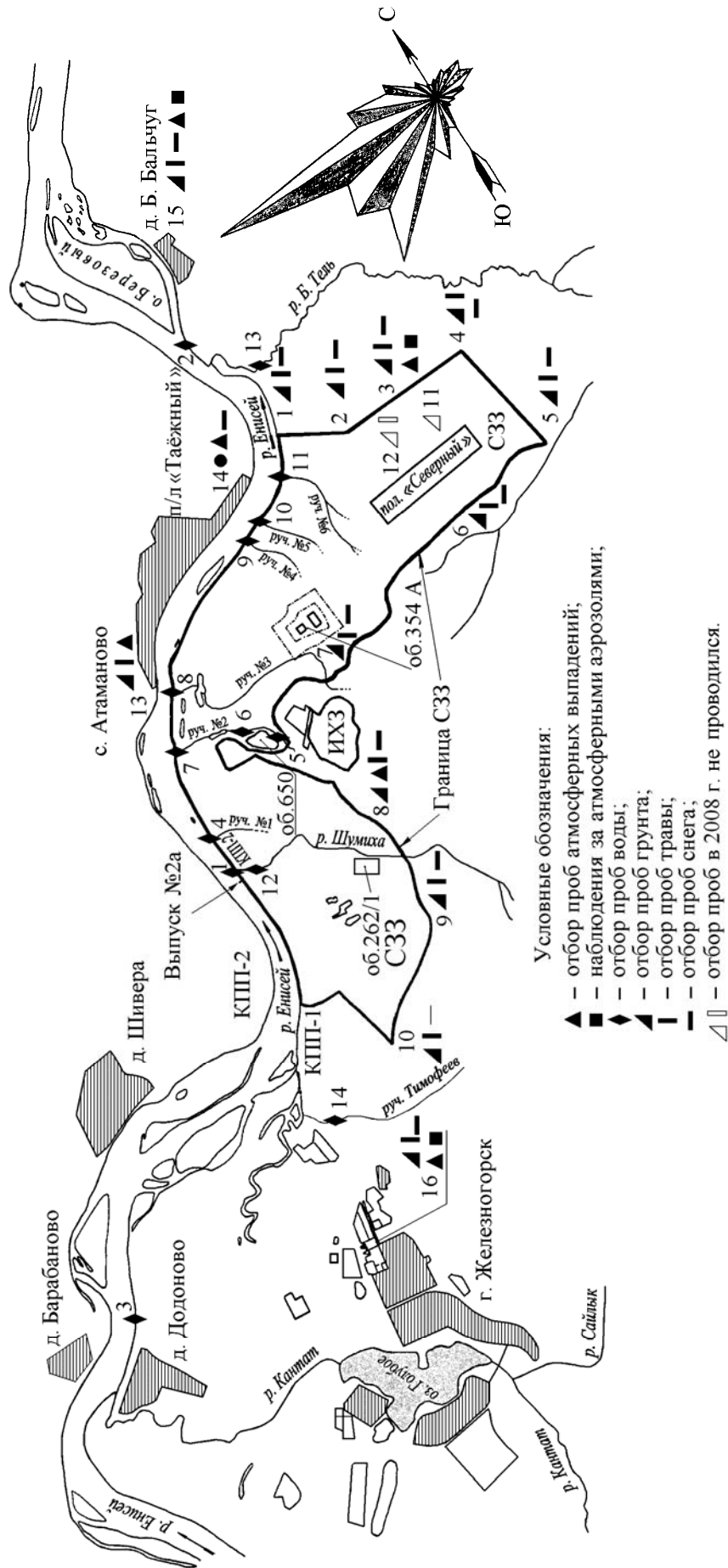


Рис. 2.3. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

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 пульпы 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 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. т. Поступающее с АЭС России, Украины и Болгарии отработавшее ядерное топливо пока только складировается в хранилище комбината. Хранение ОЯТ в отсеках бассейна выдержки производится под слоем воды не менее 2,5 м над сборкой, что обеспечивает надежную защиту от всех видов излучения. В настоящее время на территории ГХК строится хранилище ОЯТ «сухого» типа на 33 тыс. т 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 01.01.2009 площади фактически загрязненных участков составили 4,191 км², из них в зоне наблюдения 0,215 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 2008 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 многоступенчатой очистке на очистных сооружениях комбината. По данным [1], представленным в табл. 2.21, в 2008 г. годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов на ГХК составляли от 0,39 % (для ^{51}Cr) до 26,6 % (для суммы ИРГ) от величины допустимых выбросов. Выбросы большинства радионуклидов уменьшились в 1,3–12,8 раза; выбросы ^{54}Mn , ^{58}Co , суммы нуклидов I, $^{140}\text{Ba}+^{140}\text{La}$, суммы нуклидов Eu и суммы ИРГ остались примерно на уровне 2007 г.

Таблица 2.21

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{32}P	$5,60 \cdot 10^{11}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$2,66 \cdot 10^{10}$	$- 1,61 \cdot 10^{10}$
^{46}Sc	$1,00 \cdot 10^7$	$1,34 \cdot 10^6$	$4,00 \cdot 10^6$	$- 2,66 \cdot 10^6$
^{51}Cr	$4,30 \cdot 10^{10}$	$1,69 \cdot 10^8$	$5,53 \cdot 10^8$	$- 3,84 \cdot 10^8$
^{54}Mn	$3,00 \cdot 10^8$	$1,92 \cdot 10^6$	$2,00 \cdot 10^6$	$- 8,00 \cdot 10^4$
^{59}Fe	$1,00 \cdot 10^8$	$4,00 \cdot 10^6$	$6,00 \cdot 10^6$	$- 2,00 \cdot 10^6$
^{58}Co	$3,06 \cdot 10^9$	$2,40 \cdot 10^7$	$2,10 \cdot 10^7$	$+ 3,00 \cdot 10^6$
^{60}Co	$3,08 \cdot 10^9$	$2,81 \cdot 10^7$	$5,00 \cdot 10^7$	$- 2,19 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$5,00 \cdot 10^8$	$8,33 \cdot 10^6$	$1,90 \cdot 10^7$	$- 1,07 \cdot 10^7$
$^{89}, ^{90}\text{Sr}$	$2,67 \cdot 10^{10}$	$3,28 \cdot 10^8$	$5,80 \cdot 10^8$	$- 2,52 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,20 \cdot 10^9$	$9,36 \cdot 10^7$	$1,20 \cdot 10^9$	$- 1,11 \cdot 10^9$
$^{103}, ^{106}\text{Ru}$	$8,28 \cdot 10^{10}$	$4,17 \cdot 10^8$	$7,53 \cdot 10^8$	$- 3,36 \cdot 10^8$
сумма нуклидов I	$1,56 \cdot 10^{10}$	$5,04 \cdot 10^8$	$4,88 \cdot 10^8$	$+ 1,60 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$7,20 \cdot 10^7$	$5,24 \cdot 10^6$	$9,00 \cdot 10^6$	$- 3,76 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$6,21 \cdot 10^9$	$1,77 \cdot 10^8$	$2,38 \cdot 10^8$	$- 6,10 \cdot 10^7$
$^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$	$5,00 \cdot 10^8$	$1,19 \cdot 10^7$	$1,30 \cdot 10^7$	$- 1,10 \cdot 10^6$
$^{141}, ^{144}\text{Ce}$	$7,12 \cdot 10^{10}$	$1,00 \cdot 10^9$	$2,71 \cdot 10^9$	$- 1,71 \cdot 10^9$
сумма нуклидов Eu	$3,00 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^6$	$2,00 \cdot 10^6$	-
сумма нуклидов Pu	$1,39 \cdot 10^9$	$1,25 \cdot 10^7$	$3,00 \cdot 10^7$	$- 1,75 \cdot 10^7$
сумма ИРГ	$7,53 \cdot 10^{15}$	$2,00 \cdot 10^{15}$	$1,89 \cdot 10^{15}$	$+ 1,10 \cdot 10^{14}$

Зона наблюдения комбината состоит из территории радиусом 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. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 г. и с 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 2008 г., представленные в табл. 2.22 [1], не превышали установленных нормативов и находились в пределах от 0,2 % (^{124}Sb) до 62 % (^{64}Cu) от допустимых сбросов. Сбросы $^{89,90}\text{Sr}$, $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$, $^{103}\text{Ru}+^{106}\text{Ru}$, $^{141}\text{Ce}+^{144}\text{Ce}$, ^{134}Cs , ^{137}Cs в 2008 г. уменьшились в 1,5–3,5 раза. Годовые сбросы ^{64}Cu увеличились в 1,3 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, ^{64}Cu с периодом полураспада 12,7 часов и ^{239}Np с периодом полураспада 2,36 суток.

Таблица 2.22

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{24}Na	$1,85 \cdot 10^{14}$	$6,63 \cdot 10^{13}$	$6,10 \cdot 10^{13}$	$+ 5,20 \cdot 10^{12}$
^{32}P	$2,22 \cdot 10^{13}$	$8,21 \cdot 10^{12}$	$8,41 \cdot 10^{12}$	$- 2,00 \cdot 10^{11}$
^{46}Sc	$3,70 \cdot 10^{11}$	$4,58 \cdot 10^{10}$	$5,64 \cdot 10^{10}$	$- 7,90 \cdot 10^9$
^{51}Cr	$1,48 \cdot 10^{13}$	$9,03 \cdot 10^{11}$	$9,14 \cdot 10^{11}$	$- 1,11 \cdot 10^{10}$
^{54}Mn	$1,48 \cdot 10^{11}$	$2,22 \cdot 10^9$	$2,68 \cdot 10^9$	$- 4,60 \cdot 10^8$
^{58}Co	$3,70 \cdot 10^{11}$	$6,39 \cdot 10^9$	$7,66 \cdot 10^9$	$- 1,27 \cdot 10^9$
^{55}Fe	$1,85 \cdot 10^{11}$	$3,63 \cdot 10^{10}$	-	$+ 3,63 \cdot 10^{10}$
^{59}Fe	$1,85 \cdot 10^{11}$	-	$3,97 \cdot 10^{10}$	$- 3,97 \cdot 10^{10}$
^{60}Co	$3,74 \cdot 10^{11}$	$4,03 \cdot 10^{10}$	$3,83 \cdot 10^{10}$	$+ 2,00 \cdot 10^9$
^{64}Cu	$5,55 \cdot 10^{12}$	$3,43 \cdot 10^{12}$	$2,68 \cdot 10^{12}$	$+ 7,50 \cdot 10^{11}$
^{65}Zn	$3,70 \cdot 10^{11}$	$2,17 \cdot 10^{10}$	$2,53 \cdot 10^{10}$	$- 3,60 \cdot 10^9$
^{76}As	$5,55 \cdot 10^{12}$	$6,00 \cdot 10^{11}$	$6,62 \cdot 10^{11}$	$- 6,20 \cdot 10^{10}$
$^{89,90}\text{Sr}$	$8,14 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$1,57 \cdot 10^{10}$	$- 5,20 \cdot 10^9$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$7,40 \cdot 10^{11}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$1,63 \cdot 10^{10}$	$- 5,80 \cdot 10^9$
$^{103}\text{Ru} + ^{106}\text{Ru}$	$5,74 \cdot 10^{11}$	$1,09 \cdot 10^{10}$	$2,81 \cdot 10^{10}$	$- 1,72 \cdot 10^{10}$
^{124}Sb	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,42 \cdot 10^8$	$7,46 \cdot 10^8$	$- 4,00 \cdot 10^6$
сумма нуклидов I	$5,55 \cdot 10^{11}$	$2,89 \cdot 10^{10}$	$2,72 \cdot 10^{10}$	$+ 1,70 \cdot 10^9$
^{134}Cs	$2,96 \cdot 10^{10}$	$8,02 \cdot 10^8$	$2,31 \cdot 10^9$	$- 1,51 \cdot 10^9$
^{137}Cs	$1,15 \cdot 10^{11}$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$5,08 \cdot 10^{10}$	$- 3,64 \cdot 10^{10}$
$^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$2,47 \cdot 10^{10}$	$2,26 \cdot 10^{10}$	$+ 2,10 \cdot 10^9$
$^{141}\text{Ce} + ^{144}\text{Ce}$	$5,55 \cdot 10^{11}$	$1,31 \cdot 10^{10}$	$3,55 \cdot 10^{10}$	$- 2,24 \cdot 10^{10}$
сумма нуклидов Eu	$2,22 \cdot 10^{11}$	$4,83 \cdot 10^9$	$7,31 \cdot 10^9$	$- 2,48 \cdot 10^9$
^{239}Np	$7,40 \cdot 10^{12}$	$2,02 \cdot 10^{12}$	$2,22 \cdot 10^{12}$	$- 2,00 \cdot 10^{11}$

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК [17]. В 2008 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 $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ 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 $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 10 см, дно которых выстилалось марлевым планшетом. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы;

- содержание радионуклидов в почве и растительности в 15 пунктах, два из которых фоно-

вые;

- 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 спецнализации;
- 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 ДКГ-02У.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС. В 2008 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения [16]:

- 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;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 2.4) с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;

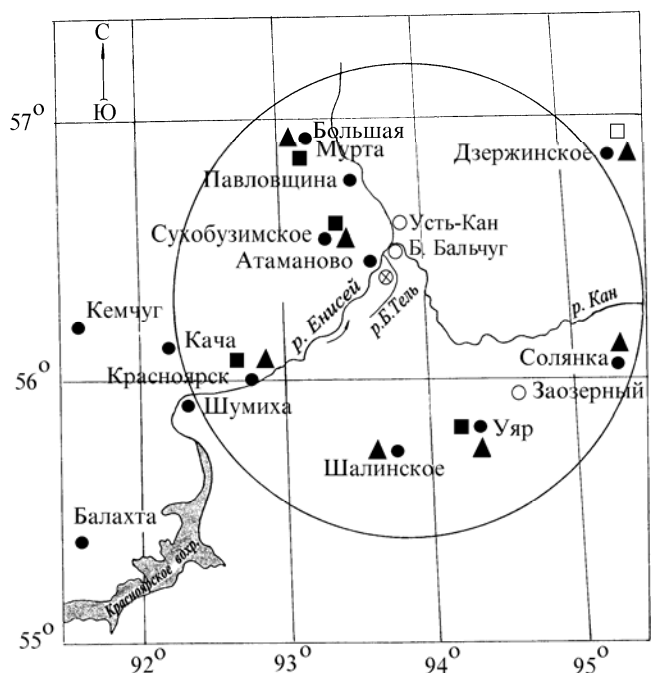


Рис. 2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

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

- 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;
- 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.



Рис. 2.5. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

Измерения $\Sigma\beta$ 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 малофононовой установке РТ-10. Измерение мощности дозы γ -излучения проводились радиометрами-рентгенометрами ДРГ-01Т1.

Приземная атмосфера

В табл. 2.23 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных [17] и суточных проб [16]. Из табл. 2.23 видно, что объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе уменьшается с увеличением расстояния от ГХК. Объемная $\Sigma\beta$ радионуклидов в СЗЗ и ЗН ГХК в 2008 г. осталась практически на уровне предыдущего года и была примерно в 5 раз выше, чем в г. Красноярске (опытное поле). Наибольшая $\Sigma\beta$ в приземном воздухе как СЗЗ, так и ЗН в 2008 г. наблюдалась в январе [17]. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК по данным Среднесибирского УГМС [16] среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $6 \cdot 10^{-5}$ до $60 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовые значения

объемной $\Sigma\beta$ в п. Уяр незначительно увеличились по сравнению с предыдущим годом, в п. Сухобузимское – увеличились в 1,2 раза, а в пп. Красноярск и Большая Мурта – снизились в 1,3 и 1,5 раза соответственно. При этом в пп. Уяр, Большая Мурта и Сухобузимское значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе были в 1,3–2,6 раза выше, чем в п. Красноярск. В г. Красноярске объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере не превышала средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ по территории РФ ($15,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.23

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2008 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	80	80	70	17	27	60	25
	м	150	170	180	83	101	245	164
Февраль	с	62	72	47	23	32	25	15
	м	93	130	67	111	102	111	73
Март	с	43	38	41	9	10	11	6
	м	60	55	64	26	21	49	10
Апрель	с	56	57	48	11	14	10	7
	м	74	83	58	22	31	24	18
Май	с	40	45	50	10	29	12	8
	м	57	63	71	20	62	36	22
Июнь	с	69	64	61	10	35	16	14
	м	150	120	100	26	64	37	30
Июль	с	27	31	37	11	22	9	15
	м	43	45	57	22	36	16	41
Август	с	37	38	40	8	23	12	16
	м	49	55	74	18	63	26	43
Сентябрь	с	25	28	29	7	24	11	11
	м	41	50	60	19	57	41	53
Октябрь	с	52	56	46	11	42	17	13
	м	120	120	100	47	119	40	70
Ноябрь	с	54	72	49	9	37	23	11
	м	130	110	95	34	114	61	32
Декабрь	с	77	74	78	12	59	20	24
	м	150	120	140	62	180	63	92
Среднее:								
2008 г.	52	55	50	11	29	19	14	
2007 г.	57	47	49	14	24	28	13	

Примечание: * – данные Радиоэкологического центра.

В 2008 г. в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано 15 случаев пятикратного и более превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем предыдущего месяца [16]. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано на станции Большая Мурта 21–22 января и составило $245 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении за предыдущий месяц $28 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН [17], представлены в табл. 2.24. Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99 [9]. Из табл. 2.24 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность большинства радионуклидов (продуктов деления и нейтронной активации) была ниже предела обнаружения используемой аппа-

ратуры. В 2008 г. в воздухе СЗЗ значительно снизилось содержание ^{106}Ru – в 8,7 раза. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН уменьшилась по сравнению с 2007 г. в 1,4 раза, но превышала средневзвешенную по РФ объемную активность: в СЗЗ – в 19 раз, в ЗН – в 3,6 раза. Содержание α -активных радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН ГХК осталось примерно на уровне предыдущего года, а в г. Железногорске (ЗН) уменьшилось в 1,3 раза, хотя содержание $^{239,240}\text{Pu}$ увеличилось: в СЗЗ – в 1,7 раза, в ЗН (г. Железногорск) – в 2,4 раза. Однако, как видно из табл. 2.24, самые высокие из зарегистрированных объемных активностей радионуклидов были существенно ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99 [9].

Таблица 2.24

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)						$\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ 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		
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11
^{90}Sr	< 200	93*	< 200	8,9*	< 200	7,1*	2,7
^{95}Zr	< 20	48	< 20	< 20	< 20	< 20	23
^{95}Nb	< 20	290	< 20	< 20	< 20	< 20	72
^{103}Ru	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	46
^{106}Ru	45	390	< 20	< 20	< 20	< 20	4,4
^{131}I	< 200	< 200	< 200	< 200	< 200	< 200	7,3
^{137}Cs	43	62	8,3	12	< 10	19	27
^{140}Ba	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400	22
^{141}Ce	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	33
^{144}Ce	< 60	300	< 60	< 60	< 60	< 60	3,3
$^{239,240}\text{Pu}$	3,9	2,3	2,0	2,0	5,2	2,2	$2,5 \cdot 10^{-3}$
$\Sigma\alpha$	390	400	520	490	510	650	-

Примечание: * – уточненные данные за 2007 г., поступившие в 2009 г.

В табл. 2.25 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 2.4), проведенного ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» и Западно-Сибирским УГМС [20]. Из табл. 2.25 видно, что в 2008 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в п. Красноярск увеличилась по сравнению с 2007 г. в 1,9 раза, в остальных пунктах наблюдения – уменьшилась в 1,1–1,3 раза и не превышала средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) за исключением п. Сухобузимское, в котором среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs было в 1,2 раза выше фонового. Самая высокая среднеквартальная объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в пробах, отобранных во II квартале в п. Сухобузимское ($5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), там же наблюдалась максимальная среднегодовая объемная активность ^{137}Cs ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), однако эти величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99 ($\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 27$ Бк/м³) [9]. Из сравнения данных табл. 2.25 и 2.24 следует, что объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на расстоянии от источника более 25 км в 3–36 раза ниже, чем в СЗЗ и ЗН.

В 2008 г. в 100-км зоне ГХК среднегодовая объемная активность ^{90}Sr (табл. 2.25) изменялась в пределах от $0,5 \cdot 10^{-7}$ до $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории Западной Сибири $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. При этом содержание ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Красноярск увеличи-

лось в 1,2 раза, в п. Уяр – уменьшилось в 1,8 раза, в пп. Сухобузимское и Большая Мурта – осталось на уровне предыдущего года.

Таблица 2.25

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2004–2008 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
¹³⁷Cs							
Большая Мурта	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*
	2008	3,5	1,0	2,0	2,2	2,2	2,2
Красноярск (опытное поле)	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*
	2008	1,7	3,4	1,0	1,3	1,9	2,2
Сухобузимское	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*
	2008	2,7	5,5	0,6	2,0	2,7	2,2
Уяр	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*
	2008	0,8	1,5	1,5	0,9	1,2	2,2
⁹⁰Sr							
Большая Мурта	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
	2008	0,6	1,9	1,3	1,0	1,2	1,8
Красноярск (опытное поле)	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
	2008	2,7	1,9	0,9	2,6	2,0	1,8
Сухобузимское	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
	2008	1,5	3,1	1,8	1,1	1,9	1,8
Уяр	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
	2008	0,4	0,8	0,3	0,4	0,5	1,8

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV квартал 2007 г. [13].

Радиоактивные выпадения

В 2008 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 Радиозоологического центра ГХК [17], наибольшие годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. наблюдались в с. Атаманово, расположенном в 8 км на север от ГХК, и были в 1,7 раза выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях был обнаружен только ^{137}Cs . В 2008 г. выпадения ^{137}Cs в СЗЗ уменьшились по сравнению с 2007 г. в 1,7 раза, в остальных пунктах отбора – остались на уровне 2007 г. или увеличились в 1,2–1,6 раза. Выпадения ^{137}Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках в 1,1–2,3 раза.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2008 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. 2.26.

Таблица 2.26

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ГХК в 2008 г., Бк/м²·сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.	
Большая Мурта	с	0,8	1,0	1,1	0,9	0,8	1,2	1,0	0,7	1,1	0,8	0,7	1,3	1,0	0,8
	м	3,2	2,7	4,8	2,8	2,0	5,3	7,5	2,5	3,7	2,3	1,6	5,9		
Дзержинское	с	0,6	0,8	1,0	0,7	0,8	0,9	0,7	0,5	0,9	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7
	м	1,9	1,7	2,9	2,0	2,0	2,3	2,0	1,5	2,3	1,4	2,0	1,4		
Красноярск (опытное поле)	с	0,5	1,2	0,7	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6
	м	1,9	3,1	1,5	2,6	2,7	3,9	1,0	2,3	1,7	1,7	2,3	4,8		
Солянка	с	0,6	1,4	0,9	0,8	0,6	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7
	м	1,7	3,7	1,9	3,0	2,0	2,5	1,6	2,5	3,3	2,5	2,5	1,3		
Сухобузимское	с	1,1	0,7	0,9	0,5	0,9	1,0	0,9	1,0	0,5	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7
	м	2,2	1,8	2,5	1,6	5,1	3,7	3,3	3,0	1,1	2,5	2,0	3,1		
Уяр	с	0,6	0,6	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,6
	м	1,2	1,7	2,3	1,7	1,5	1,7	2,9	4,7	4,3	2,3	6,1	2,3		
Шалинское	с	0,6	0,9	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	1,1	0,6	0,7	0,7
	м	2,8	2,4	2,0	2,5	1,6	2,0	2,7	4,4	2,3	2,8	2,8	1,6		
Среднее по 100-км зоне:	2008 г.	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	
	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

Из табл. 2.26 видно, что средние по 100-км зоне ГХК выпадения $\Sigma\beta$ незначительно увеличились по сравнению с 2007 г., но были в 1,8 раза ниже фоновых для территории Западной Сибири (1,4 Бк/м²·сутки). Среднегодовые суточные значения выпадения $\Sigma\beta$ колебались в диапазоне 0,7–1,0 Бк/м²·сутки. Максимальное суточное значение выпадений $\Sigma\beta$ в 2008 г. (7,5 Бк/м²·сутки) наблюдалось в июле в п. Большая Мурта. Случаев десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 100-км зоне ГХК в 2008 г. зафиксировано не было. Выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне ГХК в 2008 г. в целом были ниже предела обнаружения [16]. Радиоактивность атмосферных выпадений и аэрозолей вокруг ГХК в 2008 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 2008 г. производился Радиозоологическим центром ГХК [17] с помощью специального керн с фиксиро-

ванной 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. 2.27 приведены результаты радиоизотопного анализа [17] отобранных проб почвы и травы на содержание ^{137}Cs , как основного радионуклида техногенного происхождения.

Таблица 2.27

Содержание ^{137}Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2008 г. (данные Радиэкологического 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	40±5	3,3±0,5	2,6±0,3	0,77±0,13	18
9 км на северо-восток, т. 2	47±6	1,3±0,4	4,4±0,5	0,31±0,10	11
10 км на северо-восток, т. 3	30±4	< 0,4	2,3±0,3	< 0,05	11
11 км на северо-восток, т. 4	12±2	< 0,4	1,2±0,2	< 0,05	9
10,5 км на северо-восток, т. 5	30±4	0,66±0,25	2,2±0,3	0,15±0,07	10
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	12±2	< 0,4	1,1±0,2	< 0,05	14
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	20±3	2,1±0,4	1,5±0,2	0,60±0,15	14
1 км на северо-восток, т. 8	10±2	< 0,4	1,0±0,2	< 0,05	20
3 км на юг, т. 9	35±5	1,7±0,3	1,3±0,2	0,45±0,11	14
4 км на юго-запад, т. 10	28±4	1,9±0,4	1,5±0,2	0,24±0,07	9
Зона наблюдения					
7 км на север, с. Атаманово, т. 13	27±4	< 0,4	3,0±0,4	< 0,05	11
15 км на северо-восток, д. Б.Бальчуг, т. 15	26±4	< 0,4	1,1±0,2	< 0,05	12
9 км на юго-запад, г. Железногорск, т. 16	31±4	< 0,4	1,3±0,2	< 0,05	12
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	58±7	< 0,4	1,9±0,2	< 0,05	12
73 км на юго-запад, д. Крутая	17±3	< 0,4	1,1±0,2	< 0,05	11

Из табл. 2.27 видно, что плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2008 г. составляла от 1,0 до 4,4 кБк/м² (т. 2 – 9 км на северо-восток от ГХК, рис. 2.3). Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,1–1,9 кБк/м². Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от < 0,4 до 3,3 Бк/кг в.-с. (т. 1 – 9,5 км на северо-восток от ГХК) при значении в фоновых точках < 0,4 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в точках отбора проб (9–20 мкР/ч) находилась в пределах колебания естественного γ -фона.

В 2008 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 октябрь в 131 точке по 6 маршрутам и двум населен-

ным пунктам. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

В период с 5 июня по 17 октября 2008 г. Среднесибирским УГМС [16] были отобраны 19 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 геологическими кольцами 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 17 мкР/ч.

Результаты анализа проб почвы [16] приведены в табл. 2.28. Согласно этим данным, в 30-км зоне ГХК во всех пробах почвы из техногенных γ -излучающих радионуклидов присутствовал только ^{137}Cs , плотность загрязнения почвы которым варьировала в диапазоне 0,13–1,52 кБк/м² и не превышала глобального уровня загрязнения почвы для территории России – 1,9 кБк/м². Содержание природных ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K в почве было на фоновом уровне.

Таблица 2.28

**Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2008 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	05.06	0,226	^{40}K	383	16,89
			^{226}Ra	18,0	0,79
			^{232}Th	21,3	0,94
			^{137}Cs	13,2	0,58
Барабаново	22.08	0,908	^{40}K	373	17,08
			^{226}Ra	15,6	0,72
			^{232}Th	23,8	1,09
			^{137}Cs	4,2	0,19
Большой Бальчуг	18.06	0,800	^{40}K	404	16,95
			^{226}Ra	25,2	1,06
			^{232}Th	16,2	0,68
			^{137}Cs	6,1	0,25
Большие Пруды	22.08	0,902	^{40}K	381	23,40
			^{226}Ra	18,1	1,11
			^{232}Th	29,3	1,80
			^{137}Cs	12,9	0,79
Додоново	18.06	0,904	^{40}K	237	1,17
			^{226}Ra	17,6	0,87
			^{232}Th	21,9	1,07
			^{137}Cs	9,5	0,47
Кононово	05.06	0,293	^{40}K	333	16,82
			^{226}Ra	28,1	1,42
			^{232}Th	20,2	1,02
			^{137}Cs	11,2	0,56
Кононово, берег р. Енисей	16.07	0,689	^{40}K	430	-
			^{226}Ra	18,1	-
			^{232}Th	17,8	-
			^{137}Cs	9,1	-
Кононово, въезд	16.07	0,408	^{40}K	261	-
			^{226}Ra	18,1	-
			^{232}Th	16,7	-
			^{137}Cs	10,5	-
Кононово, въезд	16.07	0,670	^{40}K	328	-
			^{226}Ra	14,3	-
			^{232}Th	17,1	-
			^{137}Cs	5,0	-

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				удельная активность, Бк/кг	запас в слое, кБк/м ²
Кононово, у кромки воды	16.07	0,760	⁴⁰ K	439	-
			²²⁶ Ra	16,7	-
			²³² Th	16,6	-
			¹³⁷ Cs	7,6	-
Мингуль	05.06	0,307	⁴⁰ K	195	8,16
			²²⁶ Ra	12,0	0,50
			²³² Th	18,6	0,78
			¹³⁷ Cs	7,2	0,30
Новый Путь	13.05	1,045	⁴⁰ K	389	26,15
			²²⁶ Ra	23,5	0,87
			²³² Th	22,1	1,49
			¹³⁷ Cs	4,8	0,33
Павловщина	05.06	0,324	⁴⁰ K	433	22,06
			²²⁶ Ra	17,9	0,91
			²³² Th	19,5	0,99
			¹³⁷ Cs	3,7	0,19
Сухобузимское	16.07	0,324	⁴⁰ K	323	11,42
			²²⁶ Ra	17,6	0,62
			²³² Th	24,6	0,73
			¹³⁷ Cs	11,7	0,41
Таргат	18.06	0,919	⁴⁰ K	376	17,41
			²²⁶ Ra	26,3	1,22
			²³² Th	19,7	0,92
			¹³⁷ Cs	10,1	0,47
Толстомысово	16.07	0,435	⁴⁰ K	353	11,25
			²²⁶ Ra	17,7	0,56
			²³² Th	26,6	0,85
			¹³⁷ Cs	4,1	0,13
Хлопуново	05.06	0,299	⁴⁰ K	465	21,90
			²²⁶ Ra	10,0	0,47
			²³² Th	39,5	1,86
			¹³⁷ Cs	32,3	1,52
Шивера	22.08	0,797	⁴⁰ K	411	24,91
			²²⁶ Ra	19,4	1,17
			²³² Th	28,6	1,74
			¹³⁷ Cs	4,2	0,25
Красноярск (опытное поле) – фоновая точка	17.10	1,020	⁴⁰ K	465	26,30
			²²⁶ Ra	23,2	1,31
			²³² Th	38,1	2,16
			¹³⁷ Cs	16,3	0,92

Примечание: - - данные не поступали.

Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2008 г. Радиоэкологическим центром ГХК [17] отбирались с 28 февраля по 2 апреля. 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 0,16 до 1,64 м² на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 21,0 до 107,1 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 β -радиометре и полупроводниковом γ -спектрометре.

Результаты измерений приведены в табл. 2.29, где для сравнения также представлены сведения о результатах наблюдений в контрольных фоновых точках. По результатам

γ-спектрометрических анализов в пробах снега из техногенных радионуклидов обнаруживался практически только ^{137}Cs . Из табл. 2.29 видно, что максимальная плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs – 87 и 0,85 Бк/м² соответственно – была зарегистрирована в т. 1 (С33), расположенной в 9,5 км на северо-восток от ГХК, что примерно в 3,2 и 4 раза выше соответствующих фоновых значений. Также высокая плотность загрязнения снега ^{137}Cs по сравнению со значениями в «фоновых» точках наблюдалась в точках 2, 5, 7, 8 (см. табл. 2.29 и рис. 2.3). В остальных точках плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в С33 и ЗН ГХК была в основном на уровне или незначительно превышала «фоновую».

Таблица 2.29

Содержание радионуклидов в снеге в С33 и ЗН ГХК в 2008 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	
	$\Sigma\beta$, Бк/л	^{137}Cs , мБк/л	$\Sigma\beta$	^{137}Cs
Санитарно-защитная зона				
9,5 км на северо-восток, т. 1	0,45±0,05	4,4±1,4	87±13	0,85±0,26
9 км на северо-восток, т. 2	0,33±0,04	6,4±1,8	35±5	0,67±0,19
10 км на северо-восток, т. 3	0,28±0,03	4,4±1,2	29±3	0,44±0,14
11 км на северо-восток, т. 4	0,29±0,03	< 1,0	37±4	< 0,1
8 км на северо-восток, т. 5	0,27±0,03	3,4±1,3	49±7	0,60±0,24
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,26±0,04	< 1,0	34±6	< 0,1
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,53±0,06	10,0±2,3	44±6	0,84±0,23
1 км на северо-восток, т. 8	0,27±0,03	4,5±1,7	47±6	0,80±0,29
3 км на юг, т. 9	0,35±0,04	< 1,0	36±5	< 0,1
4 км на юго-запад, т. 10	0,27±0,03	4,2±1,6	29±3	0,44±0,17
Зона наблюдения				
8 км на север, п/л «Таежный», т. 14	0,25±0,04	3,9±1,3	22±4	0,33±0,11
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,40±0,04	< 1,0	37±5	< 0,1
9 км на запад, г. Железногорск, т. 16	0,39±0,07	4,5±1,2	25±4	0,28±0,09
Контрольные точки				
70 км на запад, п. Емельяново	0,29±0,05	2,0±0,5	42±7	0,29±0,07
72 км на запад, д. Сухая	0,21±0,03	2,0±0,7	13±2	0,13±0,04

В 2008 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС [16] были отобраны 12 проб снега в период с 19 февраля по 19 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 в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию.

Результаты анализа, приведенные в табл. 2.30, показали, что плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в 2008 г. изменялась от 16,1 Бк/м² (п. Большие Пруды) до 98,8 Бк/м² (п. Додоново) и в среднем осталась на уровне 2007 г. [13]. В фоновой пробе снега из п. Красноярск был обнаружен ^{137}Cs с плотностью загрязнения 0,65 Бк/м².

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиоэкологическим 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, точки 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 те-

Таблица 2.30

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2008 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы (рис. 2.5)	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, Бк/м ²	
		$\Sigma\beta$, Бк/л	¹³⁷ Cs, мБк/л	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Атаманово	19.02	0,24	н	24,2	н
Барабаново	27.02	0,28	н	27,6	н
Большой Бальчуг	19.03	0,15	н	16,8	н
Большие Пруды	27.02	0,09	н	16,1	н
Додоново	19.03	0,76	н	98,8	н
Кононово	19.02	0,57	н	57,7	н
Мингуль	19.02	0,29	н	17,3	н
Новый Путь	13.03	0,39	н	54,7	н
Тартат	13.03	0,86	н	46,0	н
Хлоптуново	19.02	0,63	н	76,3	н
Шивера	27.02	0,25	н	18,8	н
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	29.02	0,13	7,0	11,9	0,65

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

чение всего года у д. Додоново, расположенной в 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. 2.31, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99 [9].

Таблица 2.31

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2008 г., Бк/л
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт контроля (рис. 2.3)		Уровень вмешательства по НРБ-99 [9]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б.Бальчуг), т. 2	
²⁴ Na	5,6±1,0	1,7±0,4	2900**
³² P	0,34±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	0,0043±0,0012	0,0036±0,0005	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	< 0,001	< 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 2008 г. для ⁹⁰Sr – 2,9 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;
** – ДУ_{НАС} по НРБ-96 [21], т.к. уровень вмешательства по НРБ-99 [9] для ²⁴Na не нормируется.

Из табл. 2.31 видно, что ниже выпуска сбросных вод ГХК в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили ^{24}Na ($T_{1/2}=15$ ч) и ^{32}P ($T_{1/2}=14$ суток). По сравнению с 2007 г. содержание ^{24}Na в воде увеличилось в 1,3–1,5 раза, содержание ^{32}P и ^{90}Sr – незначительно снизилось или осталось на том же уровне. 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 1,2–3,3 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 [9].

Среднесибирское УГМС осуществляет мониторинг загрязнения 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 2008 г. в пп. Широкий Лог и Бор – с мая по октябрь, в п. Туруханск – в мае, августе – октябре) и высылаются в ИПМ ГУ «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 2008 г. составляла $< 2,4$ мБк/л, что находится на уровне последних лет (в 2007 г. – $< 2,2$ мБк/л, 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 производит отбор проб воды с целью последующего анализа на содержание в ней ^{90}Sr и ^3H . В 2008 г. отбор проб производился семь раз с апреля по октябрь. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Енисей в п. Игарка в 2008 г. снизилась в 1,6 раза по сравнению с 2007 г. (7,0 мБк/л) и составила 4,3 мБк/л [20], что находится на уровне средней объемной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (см. раздел 1.1 табл. 1.11). Максимальное содержание ^{90}Sr (8,3 мБк/л) было зафиксировано в пробе, отобранной 1 октября, минимальное (2,0 мБк/л) – в пробе, отобранной 3 сентября. Объемная активность ^3H в пробах воды по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» изменялась от 1,8 до 3,4 Бк/л при среднегодовом значении 2,6 Бк/л, что находится на уровне 2007 г. (2,83 Бк/л) и не превышает среднюю объемную активность ^3H в воде рек на территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.12).

В 2008 г., как и в предыдущие годы, пробы воды отбирались Среднесибирским УГМС [16] во время маршрутных обследований с 24 апреля по 16 июля в реках напротив тех населенных пунктов, где возможно обнаружение техногенных радионуклидов (пп. Атаманово, Большой Бальчуг, Додоново, Кононово, Павловщина, Подпорог, Хлопуново), и в фоновой точке в озере 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 2008 г. практически во всех пунктах отбора (см. табл. 2.32) увеличилось (до 1,7 раза) по сравнению с предыдущим годом

[13], за исключением пробы, отобранной в фоновой точке, в которой объемная $\Sigma\beta$ незначительно снизилась. В п. Павловщина на р. Енисей, в п. Большой Бальчуг на р. Большая Тель и в п. Подпорог на р. Кан объемная $\Sigma\beta$ в пробах воды превышала уровень вмешательства по НРБ-99 (1 Бк/л) [9] в 1,2–1,5 раза. Гамма-излучающие техногенные радионуклиды в пробах обнаружены не были [16].

Таблица 2.32

Объемная $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2008 г. (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт контроля	Дата отбора	МЭД, мкР/ч на высоте		Объемная $\Sigma\beta$, Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, д. Атаманово	24.04	14	16	0,56 (0,45)
р. Енисей, д. Хлоптуново	24.04	20	17	0,79 (0,71)
р. Енисей, д. Кононово	24.04	13	12	0,98 (0,61)
р. Енисей, д. Кононово	16.07	-	-	0,54 (0,61)
р. Енисей, д. Павловщина	24.04	15	14	1,28 (0,74)
р. Енисей, д. Додоново	18.06	19	15	1,01 (0,81)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	18.06	16	14	0,55 (0,53)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	18.06	18	14	1,16 (0,97)
р. Кан, д. Подпорог	13.05	-	-	1,52 (0,70)
озера д. Новый Путь (фоновая точка)	14.05	12	10	0,86 (0,93)

Примечание: в скобках приведены данные за 2007 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 2008 г. отбор проб производился 2 раза – в мае и в октябре. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 2.33.

Таблица 2.33

Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2008 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	0,23	0,019				<0,0001	< 0,5	< 0,4
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,001	0,0085		<0,002			< 0,5	< 0,5
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,002	0,040		<0,002			< 0,8	< 1
ручей № 2, устье, т. 7	<0,002	0,11		<0,002	<0,004	<0,001	< 0,3	< 0,3
ручей № 3, устье, т. 8	0,099	0,039	<0,01	0,068		<0,001	< 0,3	-
ручей № 4, устье, т. 9	<0,001	0,0042					-	-
ручей № 5, устье, т. 10	<0,001	<0,002		0,012			-	-
ручей № 6, устье, т. 11	<0,001	0,007					-	-
р. Шумиха, устье, т. 12	0,022	0,11				<0,001	< 0,3	< 0,3
р. Б. Тель, т. 13	<0,001	0,011					-	-
ручей Тимофеев, устье, т. 14						<0,001	< 0,4	-
УВ по НРБ-99 [9]	11	5	190	41	20	0,56	0,1	1

Примечание: - - данные не поступали.

Из табл. 2.33 видно, что в 2008 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\beta$ не превышало 1 Бк/л (данные приведены в [17] не по всем ручьям). 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 (0,027 Бк/л), ^{46}Sc (0,04 Бк/л), ^{51}Cr (1,4 Бк/л), ^{59}Fe (<0,03 Бк/л). Повы-

шенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 2.31, примечание) выявлено в воде почти всех ручьев. Как и ранее максимальная объемная активность ^{137}Cs (0,23 Бк/л) имела место в устье ручья № 1 (т. 4), а ^{90}Sr (0,11 Бк/л) – в устье р. Шумихи (т. 12) и в устье ручья № 2 (т. 7), однако они были соответственно в 47 и 45 раз ниже УВ по НРБ-99 [9]. 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 Радиоэкологического центра ГХК в 2008 г. среднегодовое значение МЭД составляло 12 мкР/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 10 до 14 мкР/ч, что соответствует γ -фону Западно-Сибирского региона. Максимальное значение МЭД (17,4 мкР/ч) по данным АСКРО наблюдалось в сентябре на полигоне «Северный».

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС [16]. Значения МЭД в 2008 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, находились в пределах колебаний естественного γ -фона, за исключением гидропоста Атаманово, и не превышали установленного для оперативного радиационного контроля значения (30 мкР/ч). На гидропосту Атаманово ежемесячно максимальные значения МЭД достигали 23–25 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 Балахте в августе и ноябре (до 26 мкР/ч), в Дзержинском в августе (до 22 мкР/ч), в Сухобузимском в декабре (до 21 мкР/ч), в Уяр в марте (до 21 мкР/ч).

Таким образом, в 2008 г. радиационная обстановка вокруг ГХК оставалась стабильной. Выбросы Красноярского ГХК в 2008 г. не оказывали существенного влияния на увеличение загрязнения территории в ЗН 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 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, а в реках Большая Телль и Кан, а также в р. Енисей в п. Павловщина, расположенном ниже ГХК и ниже впадения этих рек, объемная $\Sigma\beta$ в воде превышала уровень вмешательства по НРБ-99. Поэтому 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 шестидесяти 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, 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]. 5 июня 2008 г. на СХК остановлен (поставлен на консервацию) последний реактор. 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 был издан приказ о начале строительства в 2005 г. в Томской области завода по производству радиоактивного МОКС-топлива [23], которое, однако, было отложено на неопределенный срок.

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.

В 2008 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 2008 г. не изменилась и на конец года составляла 10,393 км², из них [25] 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 2008 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли (см. табл. 2.34) от 0,7 % (для суммы нуклидов I) до 34,7 % (для суммы α-активных радионуклидов) от допустимых выбросов. В 2008 г. выбросы суммы нуклидов I, Σβ и суммы ИРГ снизились в 1,2–2 раза; выбросы α-активных радионуклидов и ^{89,90}Sr – остались на уровне 2007 г.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашки в средней части течения образовали канал. Перекрытие канала дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1. Вода из реакторов непре-

равно попадала в водохранилище ВХ1. Водоохранилище 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.

Таблица 2.34

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{89,90} Sr	$5,18 \cdot 10^9$	$2,19 \cdot 10^8$	$2,44 \cdot 10^8$	$- 2,50 \cdot 10^7$
Сумма нуклидов ¹³¹ I	$3,64 \cdot 10^{11}$	$2,46 \cdot 10^9$	$3,00 \cdot 10^9$	$- 5,40 \cdot 10^8$
$\Sigma\alpha$	$6,81 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^9$	$2,26 \cdot 10^9$	$+ 1,10 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$6,88 \cdot 10^{11}$	$2,35 \cdot 10^{10}$	$3,94 \cdot 10^{10}$	$- 1,59 \cdot 10^{10}$
Сумма ИРГ	$6,29 \cdot 10^{15}$	$5,70 \cdot 10^{14}$	$1,15 \cdot 10^{15}$	$- 5,80 \cdot 10^{14}$

Примечание: $\Sigma\alpha$ – сумма α -активных радионуклидов;
 $\Sigma\beta$ – сумма β -активных радионуклидов.

В 2008 г. в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, регистрировались продукты нейтронной активации [1]: ²⁴Na, ³²P, ²³⁹Np, сбросы которых составили соответственно 8, 13 и 48 % от допустимых сбросов (см. табл. 2.35). По сравнению с предыдущим годом сбросы радионуклидов снизились в 1,8–3,8 раза.

Таблица 2.35

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
²⁴ Na	$7,77 \cdot 10^{14}$	$6,01 \cdot 10^{13}$	$1,60 \cdot 10^{14}$	$- 9,99 \cdot 10^{13}$
³² P	$4,07 \cdot 10^{13}$	$5,39 \cdot 10^{12}$	$2,05 \cdot 10^{13}$	$- 1,51 \cdot 10^{13}$
²³⁹ Np	$1,48 \cdot 10^{13}$	$7,15 \cdot 10^{12}$	$1,26 \cdot 10^{13}$	$- 5,45 \cdot 10^{12}$

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 2008 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 β - и 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 16 постах автоматического контроля (АПК) автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), расположенных в 30-км зоне СХК, и в каждый синоптический срок на 7 станциях сети СНЛК, входящих в 30-км зону и на двух станциях сети СНЛК, входящих в 100-км зону, а также ежедневно на восьми станциях, не входящих в 100-км зону СХК.

Содержание $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялось с помощью β -радиометра РУБ-01П. Для радионуклидного анализа использовался полупроводниковый γ -спектрометр. 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».

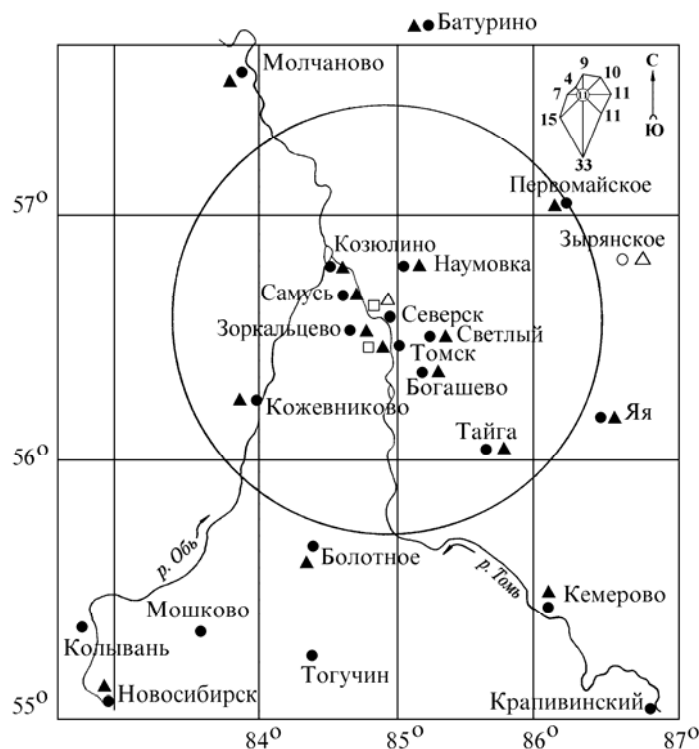


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- 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 находится 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 2007–2008 гг., приведены в табл. 2.36. Из табл. 2.36 видно, что в 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ аэрозолей в приземном слое атмосферы в г. Колпашево уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла $4,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ ($6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в январе. Случаев повышенной объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе (превышение в 5 и более раз фонового уровня за предыдущий месяц) в г. Колпашево в 2008 г. не наблюдалось.

Таблица 2.36

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	2008 г.	2007 г.	
Σβ, 10⁻⁵															
2008	с	6	5	3	5	5	3	4	5	5	2	2	-	4,1	5,9
	м	25	24	11	16	16	12	13	10	22	7	4	-		
2007	с	13	9	8	9	5	5	7	2	2	2	4	6		
	м	45	25	15	21	15	14	23	6	10	9	11	18		
⁹⁰Sr, 10⁻⁷															
2008		0,3			0,7			0,4			0,4*			0,5	
2007		0,5			0,5			0,4			0,6			0,5	
¹³⁷Cs, 10⁻⁷															
2008		н			н			н			н*			н	
2007		2,5			**			**			**			**	

Примечание: - – не работала ВФУ;
 * – данные за два месяца (октябрь, ноябрь);
 ** – γ-спектрометрическая установка не работала;
 н – ниже предела обнаружения.

Содержание ¹³⁷Cs в воздухе в г. Колпашево в 2008 г., как и в 2007 г., было ниже предела обнаружения (см. табл. 2.36).

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2008 г. (см. табл. 2.36) составила 0,5·10⁻⁷ Бк/м³, что находится на уровне предыдущего года и в 3,6 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона (1,8·10⁻⁷ Бк/м³).

Данные наблюдений за величиной выпадений Σβ в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (пп. Батурино, Колпашево, Молчаново и Первомайское) приведены в табл. 2.37. Из табл. 2.37 видно, что в 2008 г. выпадения Σβ в 100-км зоне практически не отличались от выпадений вне этой зоны. Среднегодовые суточные выпадения Σβ в 100-км зоне СХК в 2008 г. оставались на уровне 2007 г. и не превышали средневзвешенных выпадений Σβ по территории Западной Сибири (1,4 Бк/м²·год). Максимальные суточные выпадения Σβ в 30-км зоне СХК были зафиксированы в п. Наумовка 3–4 января и составляли 6,1 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная плотность радиоактивных выпадений, равная также 6,1 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована в пробе, экспонированной на станции Тайга 22–23 июня. Вне 100-км зоны СХК максимальные суточные выпадения Σβ (7,0 Бк/м²·сутки) были зафиксированы в п. Колпашево 16–17 апреля. Случаев превышения суточных выпадений Σβ фонового значения за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2008 г. в ЗН СХК зарегистрировано не было.

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы [23] в 30-км зоне СХК в 2008 г. составили 0,84 Бк/м²·год, что в 1,8 раза ниже выпадений ⁹⁰Sr в этой зоне в 2007 г. (1,53 Бк/м²·год). Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне СХК в 2008 г. составили 0,88 Бк/м²·год, что в 1,2 раза ниже выпадений ⁹⁰Sr в этой зоне в 2007 г. (1,04 Бк/м²·год) и в 1,3 раза ниже выпадений ⁹⁰Sr по Западно-Сибирскому региону вне 100-км зоны СХК и других РОО в 2008 г. (1,18 Бк/м²·год).

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2008 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [23]. Пробы почвы отбирались лопатой на глубину 10 см, площадь отбора – 20 см².

Таблица 2.37

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения $\Sigma\beta$
в районе размещения СХК в 2008 г., Бк/м²·сутки**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.	
В 30-км зоне															
Богашево	с	1,2	1,6	1,4	1,7	1,4	1,6	1,4	2,0	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5
(Томск АМСГ)	м	5,0	4,3	3,5	4,1	3,7	5,2	3,0	4,5	4,2	4,6	4,3	3,2		
Зоркальцево	с	1,2	1,6	1,4	1,1	1,5	1,4	1,1	1,3	1,8	2,1	1,2	1,4	1,4	1,4
	м	3,1	3,3	4,6	4,4	4,7	3,5	2,5	3,4	4,8	5,3	2,5	2,8		
Козюлино	с	1,6	1,2	1,3	1,2	1,5	1,1	1,7	1,1	1,2	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3
	м	3,1	3,5	3,0	2,6	3,7	3,8	3,6	2,6	3,1	3,4	3,7	3,4		
Наумовка	с	2,0	1,2	1,1	1,5	1,2	1,5	1,4	1,0	1,3	1,2	1,7	1,1	1,4	1,4
	м	6,1	3,9	3,3	3,7	3,9	5,7	4,0	2,5	3,2	3,5	3,5	2,6		
Самусь	с	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,4	1,3	1,7	0,8	1,5	1,2	1,4
	м	3,8	3,6	3,9	3,0	3,4	4,1	4,4	3,4	3,4	3,5	2,9	2,4		
Светлый	с	1,0	1,0	1,1	1,0	1,6	1,6	1,3	1,5	1,1	1,1	1,0	1,6	1,2	1,2
	м	3,8	2,5	2,9	3,0	5,1	4,1	3,3	3,7	2,2	2,4	3,1	4,3		
Томск	с	1,0	1,0	1,5	1,6	1,2	1,2	1,7	1,8	1,4	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5
	м	3,0	5,8	3,3	3,8	3,2	3,6	4,7	4,6	3,4	4,3	3,4	2,3		
Среднее по 30-км зоне:															
	2008 г.	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	
	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
В 100-км зоне															
Болотное*	с	1,8	1,2	1,3	1,8	1,3	1,1	1,7	1,7	1,1	1,5	1,3	1,5	1,4	1,5
	м	3,9	3,0	3,7	4,6	3,5	3,3	3,6	3,0	3,0	3,6	3,0	4,1		
Кожевниково	с	1,2	1,5	1,2	1,9	1,2	1,3	1,6	2,1	1,4	1,1	1,7	1,3	1,5	1,4
	м	3,4	5,5	3,1	4,2	2,3	3,8	4,4	3,8	4,3	3,1	3,0	2,8		
Первомайское	с	1,4	1,9	1,4	1,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,3	1,7	2,0	1,3	1,5	1,5
	м	3,5	4,5	2,9	4,4	3,8	2,6	2,9	3,6	3,4	3,0	3,7	3,6		
Тайга*	с	1,6	1,4	1,2	1,5	1,8	1,4	1,1	1,1	1,5	1,0	1,7	1,1	1,4	1,5
	м	4,7	4,7	4,1	4,3	4,7	6,1	3,0	3,8	4,2	3,5	3,1	2,5		
Яя*	с	1,5	1,4	1,6	1,4	1,7	1,7	0,9	0,9	1,3	1,4	1,6	1,1	1,4	1,6
	м	4,5	3,6	4,6	3,6	3,7	4,2	3,0	2,8	3,7	3,0	3,0	2,6		
Среднее по 100-км зоне:															
	2008 г.	1,5	1,5	1,3	1,6	1,5	1,3	1,3	1,5	1,3	1,3	1,7	1,3	1,4	
	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
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	1,2	1,3	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,2	1,7	1,9	1,5	1,5	1,5	1,4
	м	4,2	2,6	4,6	2,7	4,4	5,3	4,0	3,1	4,5	3,9	5,6	4,2		
Батурино	с	1,3	1,5	1,3	1,4	1,6	0,9	1,9	1,4	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
	м	3,4	2,8	3,1	3,5	4,8	3,4	3,8	3,3	2,7	2,8	3,3	3,9		
Колпашево	с	1,7	1,5	1,3	1,5	1,6	1,0	1,6	1,1	1,4	1,5	2,1	1,1	1,5	1,5
	м	4,7	3,2	3,4	7,0	3,3	3,3	4,4	2,4	3,2	4,6	4,2	3,1		
Молчаново	с	0,9	0,7	1,6	0,9	1,3	1,1	1,9	1,4	1,5	1,6	1,3	1,3	1,3	1,5
	м	2,2	2,1	3,0	3,4	3,1	3,1	3,9	3,6	3,9	3,7	3,0	2,5		
Среднее вне 100-км зоны:															
	2008 г.	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,2	1,7	1,3	1,5	1,6	1,6	1,3	1,4	
	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

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

Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 2.38), показал, что в почве присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и ¹³⁷Cs. Содержание ¹³⁷Cs в почве распределено неравномерно. Наибольшее количество ¹³⁷Cs в 30-км зоне наблюдения СХК наблюдалось в пробе, отобранной на 28,5 км шоссе «Томск–Самусь» (69 Бк/кг). Также повышенное по сравнению с фоновым содержание ¹³⁷Cs наблюдалось в пробах почвы, отобранных в д. Георгиевка (29 Бк/кг) и в д. Козюлино (24 Бк/кг). В остальных точках отбора удельная активность ¹³⁷Cs в почве находилась на фоновом уровне (до 14 Бк/кг). Содержание естественных радионуклидов в почве – фоновое.

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2008 г.

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs
п. Самусь	10	9	14	11	1
д. Наумовка	11	10	30	19	7
п. Светлый	12	11	21	15	14
д. Георгиевка	9	8	9	6	29
д. Козюлино	9	8	15	9	24
с. Зоркальцево	10	10	24	16	3
г. Томск, ЦГМС	11	9	25	21	11
г. Томск, Лагерный сад	12	9	22	17	1
Шоссе «Томск–Самусь», 28,5 км	13	10	26	22	69
Поворот на Наумовку	10	10	19	4	н

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Отбор проб почвы и донных отложений в СЗЗ СХК (в районе р. Ромашки и Чернильщикова-ской протоки р. Томи после впадения в нее р. Ромашки (см. рис. 2.7)) в 2008 г. проводился 24 октября. Отбор проб донных отложений так же, 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 [23]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 2.39.

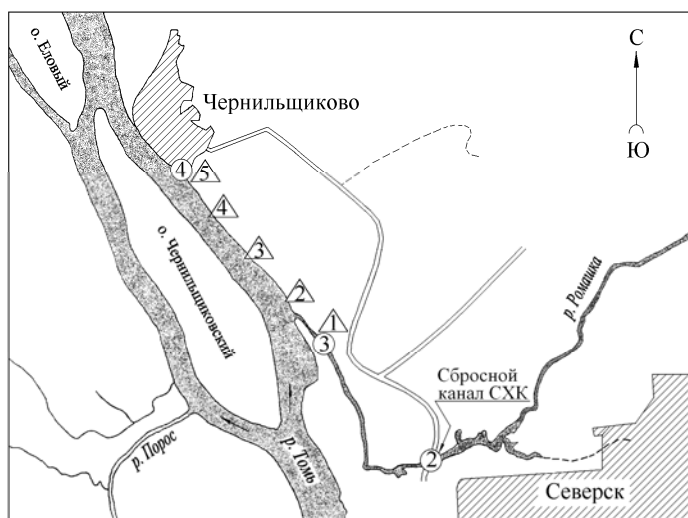


Рис. 2.7. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

- – отбор проб воды;
- Δ – отбор проб почвы и донных отложений.

Из табл. 2.39 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, ⁵⁴Mn, ⁶⁵Zn и др. Содержание техногенных радионуклидов в почве на р. Ромашка и вниз по течению р. Томь в основном меньше, чем в донных отложениях. В целом, по мере удаления от устья р. Ромашки наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. Содержание в донных отложениях радионуклидов, период полураспада которых менее года, уменьшилось, что связано с прекращением сброса радионуклидов в р. Ромашку с июня 2008 г.

Таблица 2.39

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 2008 г., Бк/кг в.-с. (рис. 2.7)

Радионуклид	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		Черныльщикова проток, т. 5	
	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения
⁴⁶ Sc	н	29	н	44	н	23	н	н	н	н
⁵⁴ Mn	9	12	н	25	5	6	1	1	1	1
⁶⁰ Co	2	99	2	126	54	186	7	2	16	2
⁶⁵ Zn	н	99	н	76	12	99	н	н	10	н
⁹⁵ Zr	н	3	н	16	н	15	н	н	н	н
⁹⁵ Nb	2	38	н	38	н	38	н	н	н	н
¹⁰⁶ Ru	н	11	н	16	н	н	н	н	17	н
¹²⁵ Sb	н	н	н	2	н	2	н	н	н	н
¹³⁴ Cs	н	н	н	10	2	5	н	н	н	н
¹³⁷ Cs	23	11	11	47	110	170	7	1	319	н
¹⁴⁴ Ce	н	10	н	н	н	н	н	н	н	н
¹⁵² Eu	н	26	н	26	28	24	8	н	н	5
¹⁵⁴ Eu	н	7	н	15	7	16	н	н	н	н
⁴⁰ K	209	461	149	268	253	341	134	293	78	362
²²⁶ Ra	12	23	13	18	10	10	14	24	17	19
²³² Th	9	24	17	21	17	11	15	31	18	17
МЭД,	12	-	10	-	9	-	9	-	9	-
мкР/ч	10	-	9	-	8	-	8	-	8	-

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.

В марте – апреле 2008 г. в 13 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. Плотность загрязнения снега долгоживущими β-активными радионуклидами в 30-км зоне СХК составила в среднем 35,2 Бк/м², вне 30-км зоны – 2,1–9,0 Бк/м². Гамма-спектрометрический анализ талой воды значимых количеств техногенных радионуклидов не выявил.

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 6–17 мкР/ч (при этом наибольшие значения МЭД наблюдались в ближней зоне СХК). При отборе проб почвы (см. табл. 2.38 и 2.39) МЭД изменялась в пределах 8–13 мкР/ч.

Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2008 г. [23] по данным АСКРО и сети СНЛК 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, за 100-км зоной СХК – от 9 до 14 мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч.

В июне и августе 2008 г. была проведена маршрутная γ-съемка территории г. Томска [23]. Мощность дозы γ-излучения во время обследования колебалась в диапазоне 6–16 мкР/ч [27], среднее значение МЭД составило 9 мкР/ч, что соответствует естественному γ-фону.

На территории Томского Государственного политехнического университета расположен учебный реактор «Спутник» [23]. Включение реактора производится один раз в неделю для учеб-

ных 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 2008 г. МЭД на контролируемой территории учебного реактора не превышала фоновый уровень; среднегодовое значение МЭД составило 12 мкР/ч [23].

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2008 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):

- т. 1 – в р. Томь выше СХК (в районе коммунального моста);
- т. 2 – в сбросном канале (г. Северск, место слива из водохранилища ВХ1 в канал);
- т. 3 – в р. Ромашка (пост милиции, примерно 500 м до впадения р. Ромашки в р. Томь);
- т. 4 – 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 присутствовали в пробах воды, отобранных в точках 2, 3 и 4. Результаты γ -спектрометрического анализа проб воды в сравнении с нормативами НРБ-99, а также значения МЭД приведены в табл. 2.40.

Таблица 2.40

Объемная активность радионуклидов в пробах воды в районе СХК в 2008 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	292	218	3442	1740	363	н	н	н	н	н	н	н	2900*
²³⁹ Np	70	71	78	173	47	н	н	н	н	н	н	н	170
⁹⁹ Mo	1	2	8	96	н	н	н	н	н	н	н	н	230
⁷⁶ As	235	461	441	501	166	н	н	н	н	н	н	н	87
¹³³ I	20	7	н	8	28	н	н	н	н	н	н	н	6,3
⁴² K	н	н	176	163	55	н	н	н	н	н	н	н	3700
МЭД, мкР/ч	52	55	386	-	83	11	16	15	11	11	11	16	
	49	46	292	-	71	11	12	13	10	13	10	14	
В р. Ромашке (т. 3, рис. 2.7)													
²⁴ Na	1159	91	410	481	188	н	н	н	н	н	н	н	2900*
²³⁹ Np	45	14	32	62	5	н	н	н	н	н	н	н	170
⁹⁹ Mo	н	2	3	н	н	н	н	н	н	н	н	н	230
¹³³ I	н	4	н	2	н	н	н	н	н	н	н	н	6,3
⁷⁶ As	78	63	40	70	28	н	н	н	н	н	н	н	87
⁴² K	н	н	н	56	н	н	н	н	н	н	н	н	3700
МЭД, мкР/ч	32	27	93	-	35	9	16	9	10	12	12	12	
	23	24	73	-	30	10	16	9	10	10	11	11	
В Чернильщикова протоке (т. 4, рис. 2.7)													
²⁴ Na	4	34	230	22	23	н	н	н	н	н	н	н	2900*
²³⁹ Np	14	11	5	н	н	н	н	н	н	н	н	н	170
⁷⁶ As	17	29	51	13	8	н	н	н	н	н	н	н	87
МЭД, мкР/ч	12	17	18	-	11	9	9	11	10	9	10	9	
	10	11	18	-	9	7	8	10	10	8	11	10	

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. 2.40 видно, что наибольшее содержание радионуклидов до мая 2008 г. включительно наблюдалось в сбросном канале СХК в т. 2 (рис. 2.7). Далее, по ходу разбавления водой рек Ромашки и Томи (точки 3 и 4), объемные активности радионуклидов заметно снижались. Наибольший вклад в загрязнение вод канала и р. Ромашки в 2008 г. вносил ^{24}Na . Его объемная активность в сбросном канале в марте в 1,2 раза превышала допустимую для питьевой воды по НРБ-96 [21] (в НРБ-99 [9] нет норматива для ^{24}Na). Помимо ^{24}Na , в сбросном канале содержание ^{76}As , ^{133}I и ^{239}Np также превышало уровень вмешательства по НРБ-99 [9]: ^{76}As – на протяжении всего времени до остановки последнего реактора на СХК (в 1,9–5,8 раза), ^{133}I – в январе, феврале, апреле и мае (до 4,4 раза), ^{239}Np – в апреле. Объемные активности остальных радионуклидов в точках отбора были ниже уровня вмешательства по НРБ-99. Значения МЭД в точках 2 и 3 на один – два порядка превышали уровень естественного γ -фона, достигая на высоте 3–4 см от поверхности воды 386 мкР/ч, на высоте 1 м от поверхности воды – 292 мкР/ч. Необходимо отметить тот факт, что после остановки 5 июня 2008 г. последнего реактора на СХК уже в этом же месяце и до конца года во всех точках наблюдения значимых количеств техногенных радионуклидов обнаружено не было (см. табл. 2.40), МЭД в точках наблюдения снизилась до фоновых значений.

В целом, радиационная обстановка в районе СХК в 2008 г. оставалась стабильной и не ухудшилась по сравнению с предыдущими годами. Выбросы СХК в атмосферу заметного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды не оказали. Остановка последнего реактора СХК в июне 2008 г. привела к снижению концентрации радионуклидов в воде рек Ромашки и Томи до минимально детектируемой активности. Содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях и почве поймы р. Ромашка остается пока высоким, но будет постепенно уменьшаться в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть.

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 по 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 [28]. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, размеры которой меняются до 1000 м от границы территории промплощадки [28]. 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 (при-

родный 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 [29]. Согласно [1], выбросы суммы α -активных радионуклидов в атмосферу на НЗХК на протяжении последних 9 лет были близки к величине допустимого выброса и в 2008 г. составили $2,95 \cdot 10^9$ Бк/год при допустимом выбросе $2,95 \cdot 10^9$ Бк/год.

Источником водопользования технической и хозяйственной водой НЗХК является р. Обь. До 01.02.2006 р. Обь являлась также и приемником сточных вод [28]. В настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производится. 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 и дезактивации РАО [28]. 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 укреплен дамба [28]. 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 [28].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 01.01.2008 было загрязнено $0,314 \text{ км}^2$ почвы [30]. В 2008 г. дополнительно было выявлено $0,061 \text{ км}^2$ загрязненных территорий и реабилитировано $0,039 \text{ км}^2$ земель. В результате на 01.01.2009 на НЗХК было загрязнено $0,336 \text{ км}^2$ почвы [1]. 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 2008 г. был организован следующим образом [28]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась ежесуточно в п. Огурцово (15 км от НЗХК) путем отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 (рис. 2.8);
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась ежесуточно 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 трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в п. Огурцово;



Рис. 2.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

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

– осенью определялось содержание радионуклидов в воде и в донных отложениях ручья Пашенский и оз. Круглое, 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 восьми станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Искитим, Колывань, 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 6 раз в течение года во время маршрутных обследований измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега, в июне – пробы почвы (рис. 2.9);

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

Для измерения $\Sigma\beta$ 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-310», а также сцинтилляционного γ -спектрометра «ПРОГРЕСС». Наличие ^{90}Sr определялось радиохимическим методом. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения контролировалась с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д «ГРАЧ», СРП-68Н, СРП-88Н.

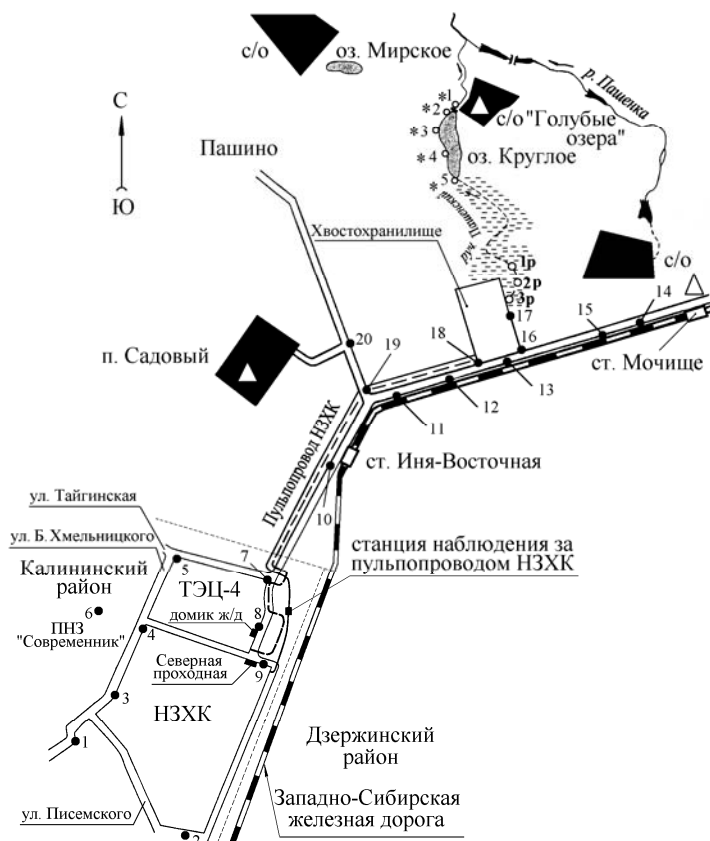


Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

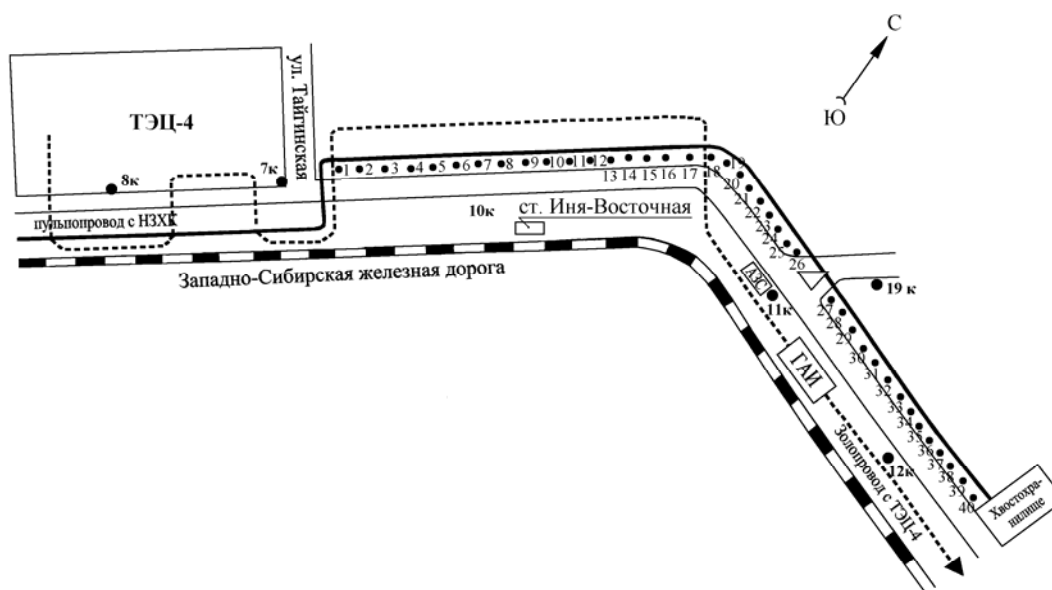


Рис. 2.10. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

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

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. 2.41. Из табл. 2.41 видно, что среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово в 2008 г. колебалась в диапазоне $(4-25)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ осталась на уровне 2007 г. ($13\cdot 10^{-5}$ Бк/м³), что не превышает средневзвешенную объемную $\Sigma\beta$ по территории РФ ($15,4\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в 1,4 раза ниже средней по Западно-Сибирскому региону ($17,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) (см. раздел 1.1 табл. 1.1). Максимальные среднесуточные значения объемной $\Sigma\beta$ ($81\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдались 16–17 мая и 26–27 августа. Случаев превышения среднесуточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой в 5 и более раз в п. Огурцово в 2008 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.41

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения $\Sigma\beta$ (P, Бк/м²·сутки) и объемная $\Sigma\beta$ (q, 10^{-5} Бк/м³) в атмосфере в 100-км зоне вокруг НЗХК (данные Западно-Сибирского УГМС)

Месяц		Новосибирск		Огурцово				Болотное	
		P		P		q		P	
		2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	с	1,0	0,9	1,2	1,3	6	14	1,8	1,1
	м	2,6	2,8	3,0	6,3	21	46	3,9	5,0
Февраль	с	0,8	1,8	1,2	1,4	4	10	1,2	1,7
	м	2,1	5,5	3,0	6,2	9	45	3,0	4,2
Март	с	1,8	1,2	1,1	1,4	7	8	1,3	1,6
	м	6,3	3,2	3,7	4,0	20	25	3,7	5,6
Апрель	с	1,2	1,7	2,0	1,5	17	18	1,8	1,5
	м	4,0	3,5	10,4	4,0	34	111	4,6	4,2
Май	с	2,6	2,1	1,7	1,5	25	15	1,3	0,9
	м	6,7	11,2	5,1	6,0	81	130	3,5	2,6
Июнь	с	2,4	1,0	1,5	1,9	17	15	1,1	1,2
	м	5,5	3,9	8,6	7,8	44	34	3,3	4,5
Июль	с	1,5	1,6	1,8	1,6	20	15	1,7	1,3
	м	4,7	6,3	10,3	4,5	51	35	3,6	4,3
Август	с	1,5	5,0	1,3	1,7	21	17	1,7	1,1
	м	5,2	11,6	6,4	12,0	81	61	3,0	3,5
Сентябрь	с	2,0	1,9	1,2	1,4	12	19	1,1	1,1
	м	8,9	5,8	4,8	4,1	35	102	3,0	3,3
Октябрь	с	1,5	1,7	1,0	1,6	11	10	1,5	1,6
	м	4,2	6,6	2,7	6,3	39	35	3,6	4,2
Ноябрь	с	1,1	1,4	0,9	2,1	11	8	1,3	2,9
	м	3,4	6,7	4,0	6,3	51	30	3,0	8,0
Декабрь	с	2,0	1,3	1,4	1,0	7	5	1,5	1,5
	м	8,3	3,3	6,7	4,3	40	24	4,1	3,4
Среднее: Бк/м ² ·сутки		1,6	1,8	1,4	1,5			1,4	1,5
10 ⁻⁵ Бк/м ³						13	13		
Сумма: Бк/м ² ·год		586	657	512	548			512	548
Среднее по Зап.-Сиб. региону: Бк/м ² ·год		512	475	512	475			512	475
10 ⁻⁵ Бк/м ³						17,9	16,8		

Радионуклидный состав и объемная активность γ -излучающих радионуклидов, а также ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы п. Огурцово определялись в объединенных поквартально пробах. Из техногенных γ -излучающих радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовал только ¹³⁷Cs. Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в 2004–2008 гг. в приземной атмосфере п. Огурцово представлены в табл. 2.42. В 2008 г. среднегодовые объемные ак-

тивности ^{137}Cs и ^{90}Sr снизились по сравнению с предыдущим годом в 2,4 и 1,1 раза соответственно, при этом объемная активность ^{137}Cs была в 1,6 раза ниже фоновой по Западно-Сибирскому региону, а ^{90}Sr – превышала фоновое значение в 1,3 раза.

Таблица 2.42

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2004–2008 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	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*
	2008	1,1	1,4	2,0	1,2	1,4	2,2
^{90}Sr							
Огурцово	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
	2008	0,9	3,6	4,0	1,1	2,4	1,8

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV квартал 2007 г. [13].

Атмосферные выпадения радионуклидов в 2008 г. измерялись в пп. Новосибирск (аэропорт «Новосибирск-Северный»), Огурцово и Болотное [28]. Результаты измерения выпадений $\Sigma\beta$ приведены в табл. 2.41. Из табл. 2.41 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения 100-км зоны НЗХК незначительно снизились по сравнению с 2007 г. При этом выпадения $\Sigma\beta$ в пп. Огурцово и Болотное находились на уровне средневзвешенного значения по Западно-Сибирскому региону ($512 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$), а в Новосибирске – незначительно превышали фоновый уровень по Западно-Сибирскому региону. Случаев превышения фоновых значений в 10 и более раз в 2008 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 «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»), результаты обследования которого приводятся в разделе 3.7) в 2008 г. составили $1,22 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$ [28], что незначительно выше, чем в 2007 г. ($1,11 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$) [13].

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 2008 г. составляло 69 Бк/м^2 (при максимальном 255 Бк/м^2 в т. 18) [28], что в 1,9 раза ниже среднего значения в 2007 г. (128 Бк/м^2) и в 1,4 раза ниже среднего значения за последние пять лет (95 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 [27] $242,8 \text{ Бк/м}^2$, а в п. Огурцово – $246,4 \text{ Бк/м}^2$. 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 [28].

Отбор проб почвы в 5-км зоне вокруг НЗХК был проведен в июне в точках, совпадающих с точками отбора проб снега (точки 1–20, рис. 2.9). Отбор проб почвы осуществлялся методом конверта. Результаты γ -спектрометрического анализа проб почвы приведены в табл. 2.43. Из табл. 2.43 видно, что в 2008 г. средняя удельная активность ^{232}Th оставалась на уровне средних значений прошлых лет. Повышенное содержание ^{226}Ra наблюдалось в точках 8 и 9 около Северной проходной НЗХК и, видимо, связано с несоблюдением санитарных правил перевозки РАО. Максимальная удельная активность ^{137}Cs (21 Бк/кг) наблюдалась в пробе почвы, отобранной вблизи предприятия (т. 2, рис. 2.9). В остальных точках содержание ^{137}Cs находилось в пределах колебаний глобального фона.

Таблица 2.43

Удельная активность радионуклидов (Бк/кг) в пробах почвы, отобранных в 5-км зоне НЗХК, и мощность экспозиционной дозы в точках отбора проб почвы в 2008 г. (рис. 2.9) (данные Западно-Сибирского УГМС)

Точки измерения МЭД и отбора проб	Среднегодовая МЭД, мкР/ч		^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
	на высоте 2–3 см	на высоте 1 м			
т. 1	16	13	33	25	3,5
т. 2	18	15	21	28	21
т. 3	18	16	17	36	13
т. 4	16	14	13	31	8,6
т. 5	13	14	29	31	5,5
т. 6	-	-	18	21	2,8
т. 7	19	17	35	22	2,5
т. 8	16	15	28	129	3,7
т. 9	17	14	23	46	4,1
т. 10	20	16	11	16	н
т. 11	17	17	24	27	4,9
т. 12	18	16	7,9	15	7,7
т. 13	14	16	25	26	н
т. 14	15	18	30	34	3,3
т. 15	17	17	16	20	н
т. 16	17	15	32	35	9,7
т. 17	16	14	н	4,3	н
т. 18	17	14	27	27	6,6
т. 19	23	16	31	40	6,1
т. 20	20	18	22	30	2,1
Среднее:					
2008 г.	17	16	22	32	5,3
2006 г.	17	16	28	62	2,6

Примечание: в 2007 г. γ -спектрометрический анализ проб не проводился из-за выхода из строя γ -спектрометрической установки, поэтому для сравнения приводятся результаты за 2006 г.;
 - – измерения не проводились;
 н – ниже порога обнаружения.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2008 г. измерялась во время маршрутных обследований в феврале, марте, мае, июне, октябре и ноябре на высоте 1 м от поверхности земли. Значения МЭД вокруг предприятия НЗХК (точки 1–9, рис. 2.9) колебались в пределах 7–20 мкР/ч, вдоль пульпопровода (точки 10–12) – от 10 до 17 мкР/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13–20) – от 8 до 19 мкР/ч [28].

Маршрутная γ -съемка вдоль пульпопровода (точки 1–40 по правой стороне вдоль пульпопровода, рис. 2.10) в 2008 г. была проведена в декабре. Измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 100 м на расстоянии 3–5 м от пульпопровода. Протечки и другие неисправности пульпопровода при визуальном осмотре обнаружены не были [28]. Результаты

γ-съемки показали, что мощность дозы γ-излучения по правой стороне вдоль пульпопровода колебалась в пределах от 9 до 16 мкР/ч.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2008 г. изменялись от 9 до 14 мкР/ч [28] и находились в пределах колебаний естественного γ-фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Ордынское в апреле – июне, 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 2008 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (точки 2р и 3р, рис. 2.9; в т. 1р отбор проб в 2008 г. не проводился, т.к. пересохло русло ручья) и в озере (точки 1–5, рис. 2.9) проводился в сентябре. В местах отбора проб воды производился отбор проб донных отложений. Помимо этого, в 10–12 м выше уреза воды оз. Круглое напротив точек отбора проб воды и донных отложений были отобраны пробы почвы. Результаты измерения содержания радионуклидов в воде, почве и донных отложениях в озере и ручье в 2008 г. представлены в табл. 2.44.

Таблица 2.44

Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л), почвы и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое (точки 1–5) и ручей Пашенский (точки 1р–3р) в 2008 г., МЭД в точках отбора проб (рис. 2.9) (данные Западно-Сибирского УГМС)

Точки отбора проб	МЭД, мкР/ч, на высоте		Вода Σβ	Донные отложения				Почва			
	3–4 см	1 м		²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	²³⁵ U	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	²³⁵ U
т. 1	18	18	0,91	19	18	2,9	н	31	26	13,5	н
т. 2	18	15	0,97	20	49	21,4	н	26	51	н	н
т. 3	17	15	0,23	14	65	16,3	н	22	18	6,4	н
т. 4	19	17	0,96	21	64	20,0	н	39	37	7,4	н
т. 5	18	17	0,52	26	32	7,6	н	26	19	6,2	н
т. 1р	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 2р	16	18	0,52	23	29	12	н	-	-	-	-
т. 3р	17	18	0,63	26	71	13	н	-	-	-	-
Среднее: 2008 г.	18	17	0,68	21	47	13	н	29	30	7	н
2007 г.**	12	13	1,30	-	-	-	-	-	-	-	-
2006 г.	13	14	0,95	25	75	13	74	29	22	9	<5,8*
2005 г.	14	14	1,45	28	26	13	114	28	19	10	<5,8*
2004 г.**	14	13	0,52	18	27	6	65	21	15	9	

Примечание: н – ниже порога обнаружения;
 - – измерения и/или отбор проб не проводился;
 * – оценка сверху;
 ** – отбор проб проводился только в оз. Круглое.

Из табл. 2.44 видно, что среднее значение объемной Σβ в исследуемых водоемах в 2008 г. в среднем уменьшилось в 1,4 раза по сравнению с 2006 г. и составляло 0,68 Бк/л. Объемная Σβ в воде в точках отбора проб в 2008 г. не превышала допустимую величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99 [9] для питьевой воды. Радиоизотопный анализ проб показал, что объемные активности радионуклидов в воде ручья и озера были ниже порога чувствительности применяемого метода анализа.

Средние значения удельных активностей радионуклидов в почве и донных отложениях озера в 2008 г. остались на уровне прошлых лет (см. табл. 2.44). Содержание ^{232}Th в донных отложениях и почве исследуемых водоемов колебалось в пределах естественного фонового уровня. Содержание ^{226}Ra и ^{137}Cs в донных отложениях постоянно выше, чем в почве, что указывает на дополнительное поступление этих радионуклидов в озеро из водоема-отстойника хвостохранилища. По мере удаления от устья ручья Пашенский содержание радионуклидов в донных отложениях озера снижается. Содержание ^{235}U в отобранных пробах почвы и донных отложений было ниже предела обнаружения.

МЭД в местах отбора проб (см. табл. 2.44) на высоте 1 м от поверхности колебалась от 15 до 18 мкР/ч, что не превышает колебаний уровней глобального фона.

Объемная $\Sigma\beta$ в пробах питьевой воды в трех населенных пунктах 10-км зоны НЗХК (пп. Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера», см. рис. 2.9) в 2008 г. была ниже предела обнаружения [28], что подтверждает безопасность питьевой воды для населения согласно НРБ-99 [9].

Содержание трития в атмосферных осадках в п. Огурцово определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В 2008 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,7 Бк/л (в октябре) до 4,2 Бк/л (в июле). Среднегодовая объемная активность трития в 2008 г. составила 3,1 Бк/л, что находится на уровне 2007 г. и в пределах колебаний фонового значения объемной активности трития в осадках по территории РФ в 2008 г. (1,5–3,6 Бк/л).

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что, в целом, в 2008 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. Влияние НЗХК на радиационную обстановку проявляется в поступлении радионуклидов из хвостохранилища в оз. Круглое.

2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее ППГХО), до акционирования известное как Приаргунский горно-химический комбинат, более 40 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 «ТВЭЛ» – 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 [31] 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 (теплоэлектроцентраль – ТЭЦ).

ППГХО расположено рядом с п. Октябрьский в юго-восточной части Забайкальского края, что в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. 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.

Район расположения ППГХО является районом техногенно усиленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами. Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2008 г. и для сравнения в 2007 г., по данным [1, 31], представлены в табл. 2.45. Смесь радионуклидов урана, ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{210}Po выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов УГРУ, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi выбрасываются из стволов и вентиляционных шурфов УГРУ, ^{232}Th и ^{40}K – только из труб ТЭЦ [31].

Таблица 2.45

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{40}K	$8,90 \cdot 10^9$	$2,82 \cdot 10^9$	$6,52 \cdot 10^9$	$- 3,70 \cdot 10^9$
^{218}Po	$8,44 \cdot 10^{14}$	$1,71 \cdot 10^{13}$	$1,84 \cdot 10^{13}$	$- 1,30 \cdot 10^{12}$
^{214}Pb	$2,79 \cdot 10^{14}$	$8,89 \cdot 10^{13}$	$9,58 \cdot 10^{13}$	$- 6,90 \cdot 10^{12}$
^{214}Bi	$7,20 \cdot 10^{13}$	$6,49 \cdot 10^{12}$	$7,00 \cdot 10^{13}$	$- 6,35 \cdot 10^{13}$
^{222}Rn	$8,51 \cdot 10^{14}$	$3,92 \cdot 10^{14}$	$3,80 \cdot 10^{14}$	$+ 1,20 \cdot 10^{13}$
^{232}Th	$1,92 \cdot 10^9$	$6,16 \cdot 10^8$	$1,60 \cdot 10^9$	$- 9,84 \cdot 10^8$
ДЖН	$1,75 \cdot 10^{11}$	$9,79 \cdot 10^9$	$1,57 \cdot 10^{10}$	$- 5,91 \cdot 10^9$

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

Из табл. 2.45 видно, что в 2008 г. выбросы большинства радионуклидов на ППГХО снизились или остались примерно на уровне 2007 г. (^{222}Rn). По данным [1] выбросы ^{222}Rn на ППГХО почти полностью определяют выбросы всех предприятий Росатома. При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых и составляли от 2 % (для ^{218}Po) до 46 % (для ^{222}Rn) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2008 г. составила $5,05 \cdot 10^{14}$ Бк, что на 10 % ниже, чем в 2007 г. ($5,64 \cdot 10^{14}$ Бк).

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в организованном порядке поступают на ГМЗ, 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 [31]. Объем сбросных вод в 2008 г. составил $1,21 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ [31]. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2007–2008 гг. представлена в табл. 2.46 [1, 31].

**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 [9], Бк/л
		2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
²¹⁰ Pb	-	2,08·10 ⁹	2,10·10 ⁹	0,17	0,19	0,2
²¹⁰ Po	-	1,80·10 ⁹	1,60·10 ⁹	0,15	0,13	0,12
²²⁶ Ra	-	1,06·10 ⁹	6,00·10 ⁹	0,09	0,05	0,5
²³⁰ Th	-	2,60·10 ⁹	3,30·10 ⁹	0,21	0,26	0,66
сумма нуклидов U	-	2,28·10 ¹⁰	1,99·10 ¹⁰	1,83	1,70	3,1

По данным табл. 2.46 в 2008 г. сбросы ²²⁶Ra и ²³⁰Th снизились по сравнению с 2007 г. в 5,7 и 1,3 раза соответственно. Сбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне предыдущего года. Согласно [1], все радионуклиды сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов разрешенных сбросов. Объемная активность ²¹⁰Pb, ²³⁰Th и ²²⁶Ra в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО [31], в 1,2–5,6 раза ниже уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99 [9]. Объемные активности ²¹⁰Po и урана в сбросных водах остаются выше УВ для питьевой воды в среднем в 1,3 и 1,7 раза соответственно, но не превышают десятикратной величины УВ для водоемов технической воды [31].

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах [32]. 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 [31]. 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 шести станциях и атмосферными радиоактивными выпадениями на пяти станциях [33], расположение которых показано на рис. 2.11.

Выпадения $\Sigma\beta$, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны [33] приводятся в табл. 2.47. Как видно из табл. 2.47, среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ППГХО в 2008 г. увеличились в 1,2–1,4 раза и колебались от 3,6 Бк/м²·сутки (п. Краснокаменск) до 4,1 Бк/м²·сутки (п. Кайластуй). Максимальная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ (33,9 Бк/м²·сутки) была зарегистрирована в п. Забайкальск 26 мая. Средние годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ППГХО (3,8 Бк/м²·сутки) были на уровне средних значений по Забайкальскому



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

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

Таблица 2.47

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2008 г., Бк/м²-сутки (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому региону	
		ст. Доно	п. Забайкальск	с. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2008 г.	2007 г.
Январь	с	3,2	4,4	5,6	4,0	4,3	4,3	2,1
	м	7,0	9,5	10,6	7,6	8,1		
Февраль	с	5,2	4,3	3,7	4,6	4,3	4,6	2,1
	м	10,1	8,6	7,1	7,1	9,5		
Март	с	3,2	4,5	5,2	4,6	4,0	4,3	2,1
	м	7,7	8,6	8,7	8,3	8,4		
Апрель	с	4,4	4,8	4,5	3,9	4,4	3,9	2,3
	м	10,6	8,4	8,9	8,5	7,6		
Май	с	3,9	4,1	5,6	4,0	4,0	3,9	2,4
	м	8,0	33,9	22,8	6,5	6,5		
Июнь	с	4,5	3,8	4,3	4,3	4,2	3,9	2,3
	м	8,8	11,5	7,9	8,7	8,3		
Июль	с	3,6	3,2	4,4	3,6	3,8	3,8	2,8
	м	8,6	6,9	9,6	6,6	6,8		
Август	с	3,3	3,0	3,5	3,5	3,0	3,2	2,3
	м	8,7	7,4	6,6	8,0	7,8		
Сентябрь	с	2,7	1,8	2,2	2,3	2,2	2,7	3,4
	м	5,7	3,4	5,6	7,4	4,8		
Октябрь	с	3,3	3,1	3,5	2,6	3,6	3,0	4,1
	м	7,6	5,4	5,1	5,7	8,6		
Ноябрь	с	3,2	3,5	3,1	3,4	3,2	3,3	3,9
	м	8,3	5,5	7,1	5,7	7,2		
Декабрь	с	3,3	3,4	4,0	2,9	3,0	3,3	4,3
	м	6,5	5,7	8,1	5,5	6,7		
Среднее за год		3,7	3,7	4,1	3,6	3,7	3,7	2,8
Сумма за год:								
2008 г.		1354	1354	1501	1318	1354	1354	
2007 г.		1022	1095	1095	1059	986		1022
МЭД, мкР/ч:	с	14	13	15	15	13	14	14
	м	19	18	19	25	18		

региону и в 1,9 раза выше средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири (см. раздел 1.1 табл. 1.8), что характерно для всего Забайкальского края.

Контроль содержания α -активных радионуклидов в приземной атмосфере г. Краснокаменска, проводимый силами ППГХО [31], показал, что среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда в воздухе в 2008 г. составляла $5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, что на порядок ниже предельно допустимой активности в воздухе для населения по НРБ-99 [9].

В табл. 2.48 приводятся данные ППГХО [31] об эффективной объемной активности радионуклидов в 2007–2008 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуи и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Таблица 2.48

**Эффективная объемная активность радионуклидов
в воде открытых водоемов в районе ППГХО в 2007–2008 гг.
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\Sigma(A_i/УВ_i)$	
	2008 г.	2007 г.
Система Умыкейских озер	4,26	3,07
Резервное водохранилище	4,43	3,03
Карьер ПГС-2	3,46	5,79
Оз. Ланцово	3,30	3,59

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

Перечисленные в табл. 2.48 водоемы предназначены для технологических целей, не связаны с основными уранодобывающими и перерабатывающими объектами ППГХО, однако имеют опосредованную связь через систему канализации и через грунтовые воды. Из табл. 2.48 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 [9] вода из этих водоемов классифицируется как техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено [31]. Эффективная объемная активность радионуклидов, согласно приведенным в табл. 2.44 данным, в системе Умыкейских озер и резервном водохранилище в 2008 г. возросла в 1,4 раза, а в остальных водоемах уменьшилась.

В 2008 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находилось 22 скважины, расположенные в районах огаркохранилища серноокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО [31] в двух скважинах, расположенных на промплощадке в непосредственной близости от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного ²³⁸U, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb: в скважине № 2 (в 10 м от корпуса ГМЗ) – в 177, 1,7 и 1,3 раза соответственно, в скважине № 7 (в 30 м от корпуса ГМЗ) – в 128, 1,3 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 [31]. В скважине № 8 (в 30 м от склада кислот ГМЗ) в 2008 г. наблюдалось небольшое (в 1,4–1,9 раза) превышение УВ данных радионуклидов. В остальных наблюдательных скважинах содержание ²³⁸U, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb было ниже установленных НРБ-99 [9] нормативов.

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпи руд-

ной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды [31].

Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [1, 31], по состоянию на 01.01.2009 не изменились по сравнению с 2008 г. и составляли 8,275 км², из них в ЗН находится 0,418 км². В СЗЗ на загрязненной территории на площади 0,125 км² МЭД не превышала 58 мкР/ч, на площади 0,630 км² – колебалась от 58 до 230 мкР/ч; в ЗН – находилась на уровне 58–230 мкР/ч [31]. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ППГХО приведены в Приложении 1.

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС [33] среднемесячные значения МЭД на шести пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2008 г. колебались в диапазоне 12–17 мкР/ч. Среднесуточные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч за исключением п. Краснокаменск, в котором на протяжении пяти месяцев (с января по май) наблюдались повышенные значения МЭД. Максимальное суточное значение МЭД – 25 мкР/ч – было отмечено в п. Краснокаменск 27 января. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2008 г. составило 14 мкР/ч, что находится на уровне 2007 г. и соответствует фоновому значению для территории Забайкалья (см. табл. 2.47).

В 100-км зоне наблюдения ППГХО отбор аэрозолей для определения содержания в приземной атмосфере радиоактивных веществ отсутствует. Отбор проб аэрозолей на территории Забайкальского края производится в г. Чита. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Читы также, как и выпадения $\Sigma\beta$ по всему Забайкальскому краю, как правило, выше, чем средневзвешенная объемная $\Sigma\beta$ по территории Юга Восточной Сибири (см. табл. 2.49). В 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы [33] составила $23,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно ниже

Таблица 2.49

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2004–2008 гг., Бк/м³
(данные Забайкальского УГМС [33], Приморского УГМС [34])

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$							
Чита	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
	2008	3,1	7,6	1,8	н	3,4	2,5
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$							
Чита	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
	2008	1,9	1,0	0,8	0,6	1,1	1,8
$\Sigma\beta, 10^{-5}$							
Чита	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
	2008	47,3	19,8	14,0	13,5	23,6	16,6

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

уровня 2007 г., но в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири. Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ – $199,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась в январе. В течение 2008 г. в Чите был зафиксирован один случай пятикратного и более превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем предыдущего месяца – 13–14 августа $74,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при фоновом значении $9,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Читы в 2004–2008 гг. приведены в табл. 2.49 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС [34]). В 2008 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($3,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) снизилась в 1,8 раза по сравнению с 2007 г., но в 1,4 раза превышала средневзвешенное значение по территории Юга Восточной Сибири ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2008 г. составляла $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже значения предыдущего года и в 1,6 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ($1,8 \cdot 10^{-7}$ 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. В некоторых водоемах в 2008 г. наблюдалось увеличение загрязнения естественными радионуклидами.

2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат

ОАО «Ангарский электролизно-химический комбинат» (АЭХК) является составной частью ЯТЦ Госкорпорации «Росатом» и представляет собой комплекс технологически связанных производств. Основными направлениями 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 [35].

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 250 тыс. человек.

По метеорологическим данным [36], в 2008 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 30 %, северо-западные – 17 %, западные – 14 %. Наибольшая повто-

ряемость восточного ветра приходилась на март (41 %), северо-западного – на декабрь (24 %), западного – на июль (22 %).

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу [35]. В 2008 г. выбросы α -активных радионуклидов (нуклидов урана) в атмосферу на АЭХК увеличились на 9 % по сравнению с 2007 г. и составили $5,06 \cdot 10^8$ Бк при допустимом выбросе $1,65 \cdot 10^{14}$ Бк/год [1, 35]. Случаев нарушения технологического процесса, возникновения внештатных ситуаций, которые могли бы привести к поступлению в окружающую среду незапланированных количеств радионуклидов и загрязнению территории, а также залповых и аварийных выбросов радионуклидов в 2008 г. не было [35].

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО [35]. 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), что соответствует требованиям НРБ-99 [9], и нейтрализации направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК. Сброс радионуклидов (сточных технологических вод) в гидрографическую сеть комбината не производит. Приемником нетехнологических вод (промливневой канализации) служит р. Ангара.

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 [35]. Поэтому в соответствии с ОСПОРБ-99 [10] 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 2008 г. на АЭХК [35]:

- продолжены работы по выводу из эксплуатации и консервации части сооружений открытого типа (карт) на шламовых полях для приема известковой суспензии;
- выполнены проектные и строительно-монтажные работы по расширению приповерхностного хранилища ТРО, окруженного бентонитовыми глинами, и размещению в нем шлаков от переработки металлолома загрязненного ураном;
- продолжены работы по переводу обедненного гексафторида урана в безопасную форму хранения – тетрафторид урана.

Радиационный контроль на территории АЭХК проводится отделом радиационной безопасности комбината [35]. На АЭХК контролируются: выбросы радионуклидов в атмосферу, содержание радиоактивных веществ в приземном слое атмосферы, в сточных и грунтовых водах, а также радиационный фон в районе размещения комбината. Контроль МЭД на АЭХК осуществляется на семи постах [37] с помощью АСКРО.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2008 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения [36]:

- 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);
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах (рис. 2.12);
- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Иркутск;
- 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.

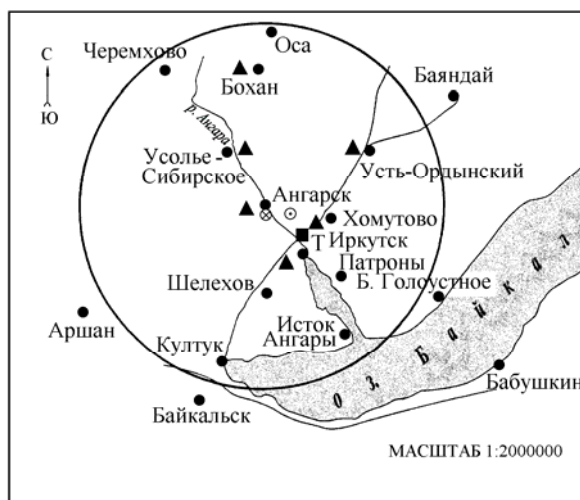


Рис. 2.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРВ «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊙ – ПХРВ «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»);
- ⊗ – АЭХК.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П5, РКБ4-1еМ. Радионуклидный состав проб определялся на полупроводниковом γ -спектрометре в Западно-Сибирском УГМС. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «QUANTULUS-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1.

Среднегодовая объемная суммарная α -активность аэрозолей в приземном слое воздуха СЗЗ по данным АЭХК [35] в 2008 г. составила $3,3 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, в жилом районе г. Ангарска – $1,2 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, что соответственно в 1,4 и 1,6 раза ниже, чем в 2007 г., и на два порядка ниже ДОА_{НАС} для смеси изотопов урана-234, 235, 238 по НРБ-99 [9], равного $3,6 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2008 г., по данным Иркутского УГМС [36] (табл. 2.50), составила $17 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне среднего значения по Югу Восточной Сибири (см. раздел 1.1 табл. 1.1). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $10 \cdot 10^{-5}$ до $22 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась 23–24 января и составляла $92 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Случаев превышения среднесуточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой в 5 и более раз в г. Иркутске в 2008 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.50

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q , 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2008 г. (данные Иркутского УГМС)

Месяц		Ангарск	Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	2,3	3,1	22	2,8	3,1	2,6	2,3
	м	8,9	9,3	92	7,0	5,7	7,9	6,3
Февраль	с	2,8	2,0	22	2,8	2,9	3,6	3,9
	м	7,6	6,6	70	7,4	8,1	6,9	8,6
Март	с	1,9	2,2	10	3,0	2,6	1,9	2,5
	м	7,3	8,3	49	7,4	5,8	7,4	6,8
Апрель	с	3,4	1,6	22	3,2	3,4	3,9	2,2
	м	10,9	5,9	47	11,3	8,5	12,9	6,3
Май	с	3,1	2,0	19	2,2	3,1	3,6	3,2
	м	24,6	8,9	78	7,0	14,4	14,9	8,7
Июнь	с	3,3	2,5	15	2,6	2,9	1,8	2,0
	м	10,7	8,3	55	9,9	6,7	7,6	6,5
Июль	с	2,7	1,6	13	2,5	3,1	2,3	2,8
	м	8,5	3,7	31	7,8	12,3	6,4	7,3
Август	с	3,7	1,6	17	3,3	3,1	3,7	4,7
	м	11,1	3,0	57	9,3	14,1	15,9	16,0
Сентябрь	с	3,3	2,0	12	3,6	2,4	2,9	3,3
	м	9,7	4,7	40	10,4	7,2	7,5	11,5
Октябрь	с	3,9	1,5	21	3,2	3,0	3,1	2,9
	м	12,8	4,0	51	9,4	14,2	11,4	8,3
Ноябрь	с	2,7	2,5	11	4,4	2,6	1,8	3,4
	м	8,3	7,1	32	10,6	7,2	4,0	19,7
Декабрь	с	2,6	1,7	22	3,7	3,0	3,3	2,6
	м	7,1	7,8	48	9,0	10,2	8,4	9,3
Среднее:								
2008 г.		3,0	2,0	17	3,1	2,9	2,9	3,0
2007 г.		2,5	1,9	15*	2,5	2,6	2,7	2,3
Сумма, Бк/м ² -год:								
2008 г.		1084	738		1134	1073	1050	1089
2007 г.		904	676		896	965	991	841

Примечание: * – данные учитывают только измерения проб, отобранных с помощью ВФУ [13].

Объемные активности ¹³⁷Cs [20] и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Иркутска в 2004–2008 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы представлены в табл. 2.51. Согласно табл. 2.51, среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске 2008 г. составила $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и не превышала средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Иркутске в 2008 г. составляла $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,6 раза выше по сравнению с 2007 г. и в 2,2 раза выше средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе на семь – восемь порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99 [9].

Таблица 2.51

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске в 2004–2008 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	2004	3,3	2,1	2,2	3,4	2,8	2,5
	2005	н	-	2,8	н	1,6*	2,6
	2006	н	-	н	4,3	2,1*	3,9
	2007	н	-	-	-	-	3,6
	2008	н	6,0	н	н	2,3*	2,5
^{90}Sr							
Иркутск	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
	2008	4,5	4,3	3,7	3,6	4,0	1,8

Примечание: н – ниже предела обнаружения ($< 1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³);
 - – измерения не проводились;
 * – оценка сверху;
 ** – данные измерений проб, отобранных с помощью ВФУ, без учета вертикального экрана [13, 38].

Среднегодовые значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне АЭХК в 2008 г. [36] (см. табл. 2.50) во всех пунктах наблюдения увеличились по сравнению с 2007 г. (в среднем по зоне – в 1,2 раза) и колебались в пределах от 2,0 до 3,1 Бк/м²·сутки, что находится на уровне выпадений $\Sigma\beta$ в среднем по Иркутской области в 2008 г. (2,7 Бк/м²·сутки). Максимальное среднесуточное значение выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 30–31 мая в п. Ангарск и составило 24,6 Бк/м²·сутки. Случаев превышения суточных выпадений $\Sigma\beta$ над фоновым значением за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2008 г. в 100-км зоне АЭХК зарегистрировано не было.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2008 г. составили 2169 Бк/м² (при годовом количестве осадков 544 мм). Наибольшие выпадения трития наблюдались с мая по сентябрь с максимальным значением в июне – 642 Бк/м²·месяц. Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 2,2 Бк/л (в октябре) до 5,3 Бк/л (в июне). Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 2008 г. составила 3,6 Бк/л (табл. 2.52), что находится на уровне прошлых лет, но в 1,4 раза превышает среднее значение для территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.10).

Таблица 2.52

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

Год	2004	2005	2006	2007	2008
^3H	3,2	3,5	3,1	3,2	3,6

Контроль миграции радионуклидов в подземных водах на АЭХК проводится [35] путем отбора проб воды из наблюдательных скважин (37 шт.), расположенных на промплощадке. Превышений значений уровней вмешательства для смеси изотопов урана-234, 235, 238 (3 Бк/л) по НРБ-99 [9] в наблюдательных скважинах в 2008 г. не зарегистрировано.

Объемная $\Sigma\alpha$ в воде р. Ангары (500 м выше и ниже выпуска сточных нетехнологических вод (промливневая канализация)), по данным АЭХК [35], в 2008 г. была ниже предела обнаружения

(0,05 Бк/л) и, соответственно, ниже УВ для $\Sigma\alpha$ радионуклидов в питьевой воде (0,1 Бк/л) по НРБ-99 [9]. Объем отведенных нетехнологических вод в 2008 г. составил $21,9 \cdot 10^6 \text{ м}^3$.

В 2008 г. группой оперативного контроля Иркутского УГМС [36] 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 мае на 5 км дороги в сторону д. Савватеевка.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 12 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 13 августа в тех же точках – пробы растительности и почвы. Результаты измерения содержания $\Sigma\beta$ в пробах приведены в табл. 2.53. В среднем, $\Sigma\beta$ снега в 2008 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом и в 1,9 раза превышала значение в фоновой точке. Максимальный уровень $\Sigma\beta$ снежного покрова ($10,24 \text{ Бк/м}^2$) был зарегистрирован в п. Мегет, что в 4 раза выше уровня в фоновой точке ($2,56 \text{ Бк/м}^2$). В травяном покрове максимальная $\Sigma\beta$ была зарегистрирована на 7 км дороги в сторону д. Большая Елань и составила $12,0 \text{ Бк/м}^2$, что в 2 раза выше значения в фоновой точке. В среднем, $\Sigma\beta$ растительности в 20-км зоне АЭХК в 2008 г. уменьшилась в 2,3 раза по сравнению с предыдущим годом. В почве максимальная $\Sigma\beta$ отмечалась на 2 км дороги на д. Одинск и достигала $433,2 \text{ Бк/м}^2$, что в 4,6 раза выше значения в фоновой точке ($93,4 \text{ Бк/м}^2$). Средняя $\Sigma\beta$ почвы в районе АЭХК в 2008 г. незначительно уменьшилась по сравнению с 2007 г.

Таблица 2.53

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

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	12.03.2008	12.03.2007	13.08.2008	07.08.2007	13.08.2008	07.08.2007
16 км дороги на д. Б. Елань	5,48	8,91	298,8	129,1	5,7	16,2
7 км –”–	3,67	1,65	412,9	322,2	12,0	10,7
2 км –”–	5,21	3,86	363,4	676,5	3,8	17,5
1 км дороги на д. Савватеевка	1,40	1,91	61,3	404,0	5,0	25,1
д. Савватеевка	3,13	0,64	133,9	68,5	6,8	5,3
2 км дороги на д. Одинск	4,62	5,13	433,2	178,0	2,3	12,3
2 км Московского тракта	2,93	5,12	175,7	94,0	4,0	4,8
4 км дороги на г. Иркутск	7,63	3,77	365,2	306,8	4,9	5,9
п. Мегет	10,24	6,58	413,7	734,4	2,5	12,2
Среднее в 20-км зоне	4,92	4,17	295,3	323,7	5,2	12,2
Фоновая точка	2,56	1,26	93,4	393,5	5,9	5,7

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2008 г. [36], рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях (рис. 2.12), составляли 9–18 мкР/ч. Максимальные суточные значения МЭД достигали 25 мкР/ч (13 мая в п. Хомутово).

Среднегодовое значение МЭД на границе СЗЗ [35] в 2008 г. составило 12 мкР/ч, что соответствует естественному радиационному фону.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг Ангарского электролизно-химического комбината в 2008 г. оставалась 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., Марковский В.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2008 году. – М.: ОАО ВНИИХТ, 2009.
2. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
3. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 1. – С. 5–10.
4. 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.
5. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия ВУЗов. Ядерная энергетика. – 2004. – № 4. – С. 43–49.
6. Кузнецов В.М. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла РФ. – М., 2002. (<http://www.atomsafe.ru/ntc/doclad.htm>)
7. Мокров Ю.Г., Ровный С.И., Сметанина Е.Б., Иванов И.А., Бакуров А.С., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2008 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2009.
8. 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.
9. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
10. СП 2.6.1.799-99 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000. – 20 с.
11. СП 2.6.1.2216-07 Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
12. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2008 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2009.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 286 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 2008 году. – Красноярск: Среднесибирское УГМС, 2009.
17. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Справка о радиоэкологической обстановке в районе размещения ГХК за 2008 год. – Железногорск: ГХК, 2009.

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. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2008 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
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: Западно-Сибирское УГМС, 2003.
23. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории Томской области в 2008 г. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2008 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
24. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2003 году. Обзор. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2004.
25. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2005.
26. Методические указания по отбору проб снега на метеорологических станциях Росгидромета.
27. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И. и др. Годовой отчет по оперативно-производственной работе Западно-Сибирского УГМС по радиационному мониторингу в 2008 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
28. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Черешинская В.Ю. Радиационная обстановка вокруг радиационно-опасных объектов на территории Новосибирской области в 2008 году. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2008 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
29. Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2002 году. Доклад / Под ред. А.И. Петрик. – Новосибирск, 2003.
30. Брыкин С.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома в 2007 году. – М.: ФГУП ВНИИХТ, 2008.
31. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его по итогам 2008 года. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2009.
32. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2008.
33. Годорова Г.А., Никифорова Г.И., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2008 год. – Чита: Забайкальское УГМС, 2009.

34. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории дальневосточного региона в 2008 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2009.
35. Козлов А.А. Информация о радиационной обстановке в районе АЭХК в 2008 г. – Ангарск: ОАО «АЭХК», 2009.
36. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2008 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2009.
37. АЭХК, Отчет по экологической безопасности за 2007 год. – Ангарск: ФГУП «АЭХК», 2008.
38. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Н.-Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.

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 ОАО «ПО «Севмаш» (далее «Севмаш»), ОАО «ЦС «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 «Севмаш» и других РОО г. Северодвинска осуществляет Северное УГМС (Архангельский ЦГМС-Р). В 2008 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 гг. 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 гг. Архангельске и Онеге (рис. 3.1). Пробы отбирались непрерывно 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;

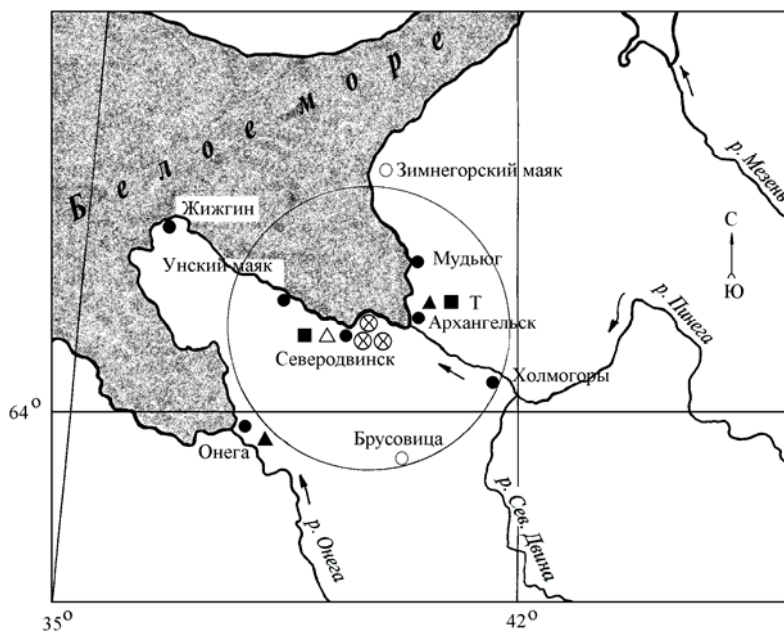


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

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

- содержания радионуклидов в почве и растительности в 25 точках, а также в снеге в 20 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.

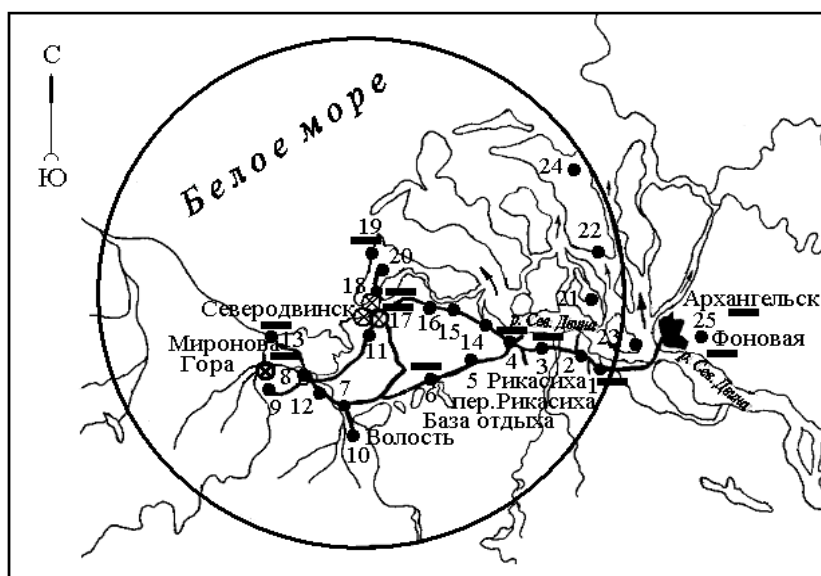


Рис. 3.2. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

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

Измерение содержания $\Sigma\beta$ в пробах проводилось Северным УГМС на радиометрах типа РУБ-01П. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтиляционном γ -спектрометре в Северном УГМС и на γ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтиляционного спектрометра «QUANTULUS-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2008 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что в 2008 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(2,6-6,3)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(2,4-6,4)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $4,8\cdot 10^{-5}$ и $4,5\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, что практически не отличается от средней по региону $(4,7\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2008 г. в 100-км зоне РОО случаев превышения суточного значения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым значением в 5 и более раз не наблюдалось.

Таблица 3.1

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2008 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,1	4,4	0,7	3,9	0,9	4,2
	м	5,3	10,9	4,1	7,9	4,7	9,4
Февраль	с	1,2	4,4	0,6	4,6	0,9	4,5
	м	4,5	10,4	2,8	14,9	3,6	12,7
Март	с	1,1	5,5	0,8	5,7	0,9	5,6
	м	6,2	10,5	4,3	17,7	5,3	14,1
Апрель	с	1,7	6,3	0,7	6,4	1,2	6,4
	м	9,7	14,4	5,7	15,9	7,7	15,2
Май	с	1,2	6,0	0,7	5,7	1,0	5,9
	м	4,2	13,4	2,5	13,2	3,4	13,3
Июнь	с	0,9	5,5	0,5	5,4	0,7	5,5
	м	2,3	11,2	2,0	15,4	2,1	13,3
Июль	с	0,7	6,3	0,6	4,3	0,6	5,3
	м	2,7	27,0	3,9	12,4	3,3	19,7
Август	с	2,5	3,4	0,7	3,3	1,6	3,4
	м	1,7	8,2	3,6	10,5	2,7	9,4
Сентябрь	с	0,6	4,6	0,4	4,4	0,5	4,5
	м	1,5	9,3	2,6	13,3	2,0	11,3
Октябрь	с	1,1	2,6	0,7	2,4	0,9	2,5
	м	2,8	6,1	3,8	5,3	3,3	5,7
Ноябрь	с	0,9	3,2	0,8	2,7	0,9	3,0
	м	3,2	7,6	2,6	10,1	2,9	8,9
Декабрь	с	1,0	5,1	0,6	4,8	0,8	5,0
	м	3,4	15,0	3,6	13,1	3,5	14,1
Среднее:	2008 г.	1,2	4,8	0,6	4,5	0,9	4,7
	2007 г.	1,0	5,0	0,7	4,2	0,7	5,9

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне РОО в 2008 г., а также динамика изменения этих величин за период 2004–2008 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 2008 г. составила: в г. Архангельске – $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Архангельске в III квартале – $3,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ [1]. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2008 г. в г. Архангельске была в 1,2 раза выше, чем в г. Северодвинске, и в 1,3 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» и Северного УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Севера ЕТР
$^{137}\text{Cs}^*$							
Архангельск	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
	2008	3,7	2,9	3,7	1,7	3,0	2,3
Северодвинск	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
	2008	2,7	3,9	1,8	1,6	2,5	2,3
^{90}Sr							
Архангельск	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
	2008	4,1	2,7	3,5	1,5	3,0	0,9
Северодвинск	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
	2008	0,44	0,73	0,33	0,23	0,43	0,9

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

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в гг. Архангельске и Северодвинске в 2008 г. составляла соответственно $3,0 \cdot 10^{-7}$ и $0,43 \cdot 10^{-7}$ 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 2008 г., как и в предыдущие годы, объемная активность ^{90}Sr была в 3 раза выше фоновой для Севера ЕТР, а в г. Северодвинске – в 2,1 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 2008 г. (см. табл. 3.1) не превышали среднегодовых значений по Северному УГМС. Случаев повышенных радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ (в 10 и более раз выше фоновых) не отмечалось.

Сумма годовых выпадений ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС не изменилась по сравнению с 2007 г. и составила $0,34$ Бк/м²-год. Это величина не превышает средневзвешенных по территории РФ выпадений ^{137}Cs в 2008 г. (см. раздел 1.1).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2008 г. составили 1,4 кБк/м² при годовом количестве осадков 692 мм. Наибольшие выпадения трития наблюдались с мая по октябрь с максимальным значением в августе – 244 Бк/м²-месяц. Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2008 г. изменялась в диапазоне от 1,0 до 3,1 Бк/л при среднегодовом значении 2,2 Бк/л, что не превышает фонового уровня (см. раздел 1.1 табл. 1.10) для территории России.

Вода, донные отложения

Содержание ⁹⁰Sr в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведено в табл. 3.3. Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности ⁹⁰Sr в реках ЕТР. Из приведенных в табл. 3.3 данных видно, что среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в указанных реках в 2008 г. были незначительно выше среднего значения для рек ЕТР и составляли 5,7 и 5,6 мБк/л соответственно.

Таблица 3.3

Объемная активность ⁹⁰Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2008 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	05.03	7,2
	16.04	5,8
	14.05	2,8
	18.05	4,9
	26.08	8,2
	29.10	5,2
Среднее:	2008 г.	5,7
	2007 г.	4,9
р. Онега (п. Порог)	10.03	5,8
	18.04	3,8
	09.05	5,3
	08.06	6,6
	09.08	4,5
	09.10	7,7
Среднее:	2008 г.	5,6
	2007 г.	5,2
Среднее по ЕТР:	2008 г.	5,0
	2007 г.	5,6

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	2008
³ H	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ⁹⁰Sr в 2008 г. проводился на четырех гидрологических станциях (географические координаты точек отбора проб см. в табл. 3.5). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в Белом море (табл. 3.5) в 2008 г. возросла по сравнению с 2007 г. в 1,2 раза и составила 3,9 мБк/л. Пространственное распределение ⁹⁰Sr в поверхностных водах моря не однородное с изменением объемной активности в диапазоне 2,3–9,6 мБк/л.

Таблица 3.5

Объемная активность ^{90}Sr в водах Белого моря в 2007–2008 гг., мБк/л

Координаты места отбора проб	2008 г.		2007 г.	
	Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
64°44' с.ш., 39°24' в.д.	23.06	9,6	05.11	2,8
64°00' с.ш., 37°40' в.д.	02.08	3,2	11.11	2,8
66°40' с.ш., 33°22' в.д.	29.07	2,8	25.10	3,4
66°08' с.ш., 40°20' в.д.	18.06	2,7	27.06	3,6
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	16.06	2,3	03.11	2,8
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	16.06	2,9	03.11	2,4 (придонное)
Среднее за год		3,9		3,0

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 ИПМ ГУ «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 2008 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 2008 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.	24.06	9	15 ± 0,5
2	64°41'04" с.ш., 39°38'05" в.д.	24.06	10	3,6 ± 0,6
3	64°44'03" с.ш., 39°35'06" в.д.	23.06	14	< 0,7
4	64°44'03" с.ш., 39°38'06" в.д.	24.06	9	5,3 ± 0,7
5	64°42'08" с.ш., 39°35'00" в.д.	23.06	12	2,1 ± 0,6
6	64°41'01" с.ш., 39°31'06" в.д.	23.06	12	2,7 ± 0,6
7	64°40'00" с.ш., 39°29'00" в.д.	23.06	12	5,7 ± 0,6
8	64°38'01" с.ш., 39°25'00" в.д.	23.06	9	3,4 ± 0,7
9	64°36'08" с.ш., 39°28'00" в.д.	23.06	9	7,2 ± 0,7
10	64°38'09" с.ш., 39°32'00" в.д.	23.06	10	8,3 ± 0,7
Среднее				5,4 ± 0,6

Из приведенных в табл. 3.6 данных видно, что ^{137}Cs в донных отложениях распределен неравномерно, минимальное и максимальное содержание ^{137}Cs отличаются в 7 раз. Однако средняя удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях, измеряемая с 1994 г., имеет тенденцию к уменьшению (табл. 3.7). В 2008 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 Северо-

Таблица 3.7

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

Год	1994–1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
^{137}Cs	10,0	10,9	6,6	8,6	5,9	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4

Примечание: -- отбор проб не проводился.

двинска не увеличивает уровень загрязнения γ -излучателями донных отложений прилегающей акватории Двинского залива Белого моря.

Почва, растительность

В 2008 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 5 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.

Таблица 3.8

Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2008 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	$\Sigma\beta$
т. 1 – Малое Тайнокурье	18.07	н	н	н	166	н	13,7	н	794	193
т. 2 – Цигломень	18.07	15,5	н	н	169	н	н	н	694	102
т. 3 – Лайский Док	18.07	6,3	н	н	155	н	н	н	590	146
т. 4 – Рикасиха	18.07	н	10,2	8,4	326	3,1	н	н	804	184
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	11.07	н	н	н	306	4,3	н	н	544	223
т. 6 – база отдыха	11.07	н	н	9,9	331	3,9	10,8	н	851	209
т. 7 – Урочище Концебор	11.07	4,5	17,7	11,4	469	5,1	н	н	604	175
т. 8 – Миронова Гора	11.07	н	16,4	11,4	509	н	н	н	662	191
т. 9 – у р. Солза	11.07	н	28,3	13,9	601	н	н	н	822	175
т. 10 – волость	11.07	9,5	28,6	20,4	606	н	н	н	854	189
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	25.07	н	н	7,7	272	7,6	9,9	н	1102	152
т. 12 – после Мироновой Горы	25.07	30,4	8,8	н	214	13,2	8,2	н	857	205
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	25.07	н	н	н	230	4,1	9,6	н	524	161
т. 14 – дачи	18.07	н	н	н	280	н	н	н	1368	439
т. 15 – садовые участки	18.07	н	8,7	11,1	326	н	н	н	195	239
т. 16 – заправка	18.07	н	н	7,5	268	н	8,6	н	634	171
т. 17 – гаражи	25.07	6,8	н	8,0	248	4,1	н	н	653	180
т. 18 – обелиск	25.07	3,8	8,0	10,5	193	4,4	н	н	535	143
т. 19 – военная часть	25.07	н	н	7,4	177	12,5	н	н	688	196
т. 20 – развилка к р. Ягорка	25.07	н	н	н	227	н	10,6	н	962	232
т. 21 – о. Андрианов	08.08	н	8,4	9,5	308	н	13,7	н	794	133
т. 22 – о. Тиноватик	08.08	н	9,7	9,9	298	н	н	н	694	143
т. 23 – о. Кего	08.08	4,0	7,8	10,3	292	н	н	н	590	171
т. 24 – о. Никольский	08.08	4,4	8,4	7,5	251	н	н	н	804	168
т. 25 – фон Юрос	30.07	4,8	26,3	20,3	503	н	н	н	544	91
Среднее		9,0	14,4	10,9	309	< 6,2	< 10,6	н	727	184

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.8 видно, что удельная активность ^{137}Cs , как основного радионуклида техногенного происхождения, составляла: в почве от предела обнаружения до 30 Бк/кг, в растительности – от предела обнаружения до 13,2 Бк/кг. Максимальные значения содержания ^{137}Cs в почве и растительности наблюдались в т. 12 (после Мироновой горы). Удельная активность ^{137}Cs в почве в остальных точках в 2008 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 $\Sigma\beta$ в пробах растительности

изменялась в интервале от 91 до 439 Бк/кг. Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 5 до 19 мкР/ч [1], что соответствует уровням естественного γ -фона.

Отбор проб снега проводился [1] в марте, перед началом весеннего снеготаяния. Было отобрано 20 проб снега в точках с устойчивым снежным покровом. Значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 7 до 12 мкР/ч. Объемная $\Sigma\beta$ составила от 0,058 до 0,91 Бк/л. Максимальная плотность радиоактивного загрязнения наблюдалась также в т. 12 (рис. 3.2) – 39 Бк/м², минимальная наблюдалась в т. 19 (рис. 3.2) – 1,6 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 2008 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах 10–13 мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН «Севмаш» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия. В 2008 г. ОЯРБ «Севмаш» [4] проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ (район цеха 9-го предприятия и на первой набережной) и ЗН (город – цех 19-го 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 $\Sigma\beta$ в морской воде (по акватории предприятия), в водорослях и в растительности;
- удельной $\Sigma\beta$ 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 «Севмаш» в 2008 г. приведены в табл. 3.9 [4].

Как видно из табл. 3.9 среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2008 г. оставалась на уровне 2007 г. и в 2,1–8,9 раза превышала среднюю объемную $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере по Северному УГМС ($4,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в г. Северодвинске (см. табл. 3.1). Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ ($42 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в СЗЗ в районе первой набережной и была в 3,2–4,2 раза выше, чем в других точках. Среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже минимально-детектируемой активности, которая для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co составляла $5,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а для ⁹⁰Sr – $0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ [4]. Выпадения $\Sigma\beta$ в СЗЗ в 2008 г. увеличились в 1,2 раза в сравнении с прошлым годом, а в ЗН ПО «Севмаш» не отличались от данных за 2007 г. и не превышали регионального фонового уровня (см. раздел 1.1).

Таблица 3.9

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения ПО «Севмаш» в 2008 г. (данные ОЯРБ ПО «Севмаш»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2008 г.	2008 г.
Атмосферные аэрозоли, 10^{-5} Бк/м^3					
СЗЗ (р-н цеха 9 предприятия)	10,0	11,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
СЗЗ (первая набережная)	42,0	48,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
ЗН (город, р-н цеха 19 предприятия)	13,0	14,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
Атмосферные выпадения, Бк/м^2·год					
СЗЗ (р-н цеха 9 предприятия)	207	174	-	-	-
СЗЗ (плавдебаркадер Печора)	84	60	-	-	-
ЗН (город, р-н цеха 19 предприятия)	115	116	-	-	-
Почва, Бк/кг					
СЗЗ	350	370	-	-	-
ЗН	349	434	-	-	-
Растительность, Бк/кг					
СЗЗ (береза, напротив здания ПКБ)	226	227	-	-	-
ЗН (береза в городе, территория цеха 19)	191	335	-	-	-
ЗН (тополь напротив ПКБ)	440	396	-	-	-
ЗН (тополь напротив поликлиники предприятия)	360	407	-	-	-
Водоросли и гидробионты, Бк/кг					
СЗЗ (морские черви)	-	-	-	-	-
СЗЗ (водоросли)	760	683	-	-	-

Примечание: - – нет данных.

Удельная $\Sigma\beta$ проб почвы, растительности и водорослей в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2008 г. (см. табл. 3.9) по данным ОЯРБ предприятия находилась практически на уровне ряда предыдущих лет.

Максимальное значение объемной $\Sigma\beta$ в морской воде акватории «Севмаш» в 2008 г. [4] составляло 7,9 Бк/л, минимальное – 1,0 Бк/л, среднее – 4,0 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 и ЗН предприятия [4] колебалась в пределах от 7 до 15 мкР/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 2008 г. по сравнению с предыдущим годом не произошло.

3.2. РОО на территории Мурманской области

В Мурманской области расположено большое количество РОО:

- 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 об-

служиванию АПЛ находятся в шести закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО) Мурманской области;

- ФГУП «СевРАО» (Росатом РФ) имеет две береговые базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ;

- «Мурманский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший 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 2008 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.

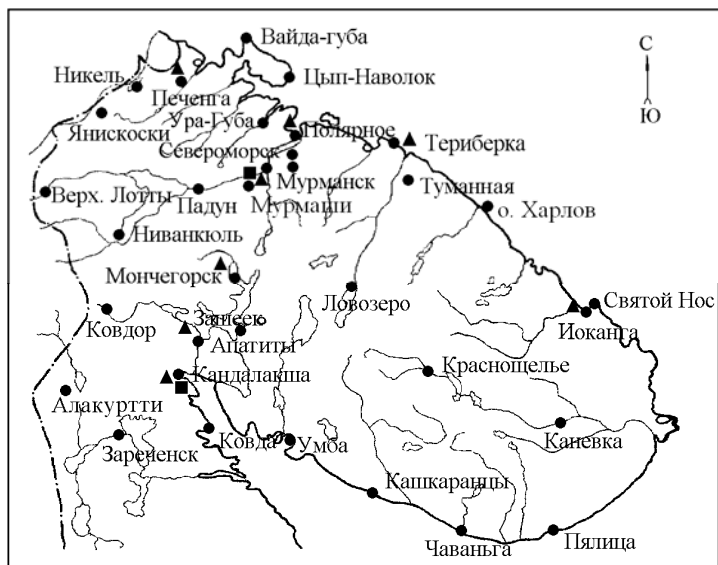


Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга на территории Мурманского УГМС:

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

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО «Мурманский филиал» ФГУП «РосРАО» 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 объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в районе расположения РОО представлены в табл. 3.10 [5]. Из табл. 3.10 видно, что среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в г. Мурманске в 2008 г. увеличилось в 1,6 раза по сравнению с предыдущим годом и составляло $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Однако это значение в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья в 2008 г. ($7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась от $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в октябре) до $12,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в марте). В 2008 г. случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз не наблюдалось.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2004–2008 гг. представлена в табл. 3.11. Как видно из табл. 3.11, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2008 г. возросла в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $0,07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, но была ниже в 3,9 раза средневзвешенного значения по территории Заполярья ($0,27 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2008 г. ($0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2007 г., но была в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья ($0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,9 раза ниже средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs по территории России (см. раздел 1.1 табл. 1.3).

Таблица 3.10

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2008 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	2,1	1,3	0,6	8,4
	м	7,1	4,0	1,4	19
Февраль	с	2,9	1,4	0,6	8,0
	м	12,5	6,7	3,2	20,1
Март	с	2,0	1,7	0,6	12,7
	м	6,6	4,5	1,5	37,3
Апрель	с	2,1	1,0	1,2	6,7
	м	8,6	4,4	5,6	22,1
Май	с	1,7	1,1	1,2	7,1
	м	6,1	3,5	4,5	25,5
Июнь	с	2,4	-	2,1	5,9
	м	6,6	-	5,9	12,5
Июль	с	1,0	0,9	0,8	6,6
	м	2,8	5,0	1,7	18,7
Август	с	1,7	1,3	0,5	4,8
	м	4,9	3,0	2,2	12,0
Сентябрь	с	2,3	2,0	1,4	6,6
	м	6,3	7,1	4,8	19,0
Октябрь	с	2,3	2,6	1,6	3,5
	м	7,6	7,5	5,9	6,6
Ноябрь	с	1,7	1,9	0,8	4,8
	м	3,5	6,0	4,2	14,1
Декабрь	с	3,0	2,1	0,7	5,6
	м	8,1	4,8	1,3	13,7
Среднее:	2008 г.	2,1	1,6	1,0	6,7
	2007 г.	1,6	1,6	0,7	4,3

Примечание: - – пробы утеряны при пересылке.

Таблица 3.11

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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	2004	3,9	1,2	0,8	1,0	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
	2008	0,7	0,3	0,3	1,9	0,8	0,9
⁹⁰ Sr							
Мурманск	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
	2008	0,06	0,08	0,07	н/д	0,07	0,27

Примечание: н/д – нет данных.

Среднегодовые значения суточных выпадений Σβ в п. Печенга в 2008 г. [5] (см. табл. 3.10) остались примерно на уровне предыдущего года, а в пп. Полярное и Мурманское – повысились в 1,3 и 1,4 раза соответственно. Выпадения Σβ в пп. Печенга и Полярное в 2008 г. в 1,6 и 2,1 раза превышали выпадения Σβ в г. Мурманске и в 1,5 и 1,9 раза средневзвешенное значение для территории Заполярья соответственно (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Среднемесячные суточные выпадения Σβ в окре-

стностях РОО находились в пределах от 0,5 Бк/м²·сутки (в августе в г. Мурманске) до 3,0 Бк/м²·сутки (в декабре в п. Полярном). Максимальные среднесуточные выпадения Σβ (12,5 Бк/м²·сутки) в 2008 г. наблюдались в феврале в п. Полярное. Случаев повышенных выпадений Σβ (в 10 и более раз выше фоновых) в 2008 г. в этих пунктах не отмечалось.

Выпадения ¹³⁷Cs в 2008 г. на территории деятельности Мурманского УГМС составляли 0,67 Бк/м²·год [5], что в 4,5 раза выше значения 2007 г. (0,15 Бк/м²·год) [6].

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2008 г. производился Мурманским УГМС четыре раза в год. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 3.12.

Таблица 3.12

Объемная активность ⁹⁰Sr в морских водах Мурманской обл., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

Баренцево море	
Дата отбора	68°37' с.ш. 33°03' в.д.
17.11.2008	2,2
17.11.2008	3,0
17.11.2008	4,9
17.11.2008	2,3
Среднее:	3,1
	2007 г. 2,1

Из табл. 3.12 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в пробах воды Баренцева моря в 2008 г. колебалась от 2,2 до 4,9 мБк/л, при среднем значении 3,1 мБк/л, что находится на уровне значений последних трех лет [6–8].

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В 2008 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,76 Бк/л (в ноябре) до 2,53 Бк/л (в июне). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2008 г. снизилось в 1,3 раза по сравнению с 2007 г. (1,9 Бк/л) и составило 1,5 Бк/л, что в 1,7 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках по РФ в 2008 г. (2,6 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2008 г. мощность экспозиционной дозы γ-излучения на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в пп. 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 9 мкР/ч (в п. Ура-губа) [5]. Максимальные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч.

Таким образом радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2008 г. не изменилась по сравнению с 2007 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 им. И.И. Африкантова (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;

– пункт захоронения радиоактивных отходов «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон», Нижегородская область), который осуществляет прием радиоактивных отходов от предприятий и учреждений ряда областей (Нижегородской, Ивановской, Кировской), а также из Мордовии и Республики Коми;

– 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 плутония и урана. В 2008 г. выбросы радионуклидов на РФЯЦ ВНИИЭФ снизились в 1,1–1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составили за год: ^{210}Po – $3,57 \cdot 10^3$ Бк (0,09 % от допустимых выбросов), изотопы плутония – $1,46 \cdot 10^5$ Бк (19,7 % от допустимых выбросов), изотопы урана – $2,72 \cdot 10^9$ Бк (9,2 % от допустимых выбросов). В сбросах РФЯЦ ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана, ^{210}Po и тритий [10]. Их содержание в сбросах предприятия за год в 2008 г. составило: изотопы урана – $2,18 \cdot 10^7$ Бк (0,34 % от допустимых сбросов), ^{210}Po – $1,48 \cdot 10^5$ Бк (0,30 % от допустимых сбросов), тритий – $6,70 \cdot 10^{10}$ Бк (0,27 % от допустимых сбросов).

Газоаэрозольные выбросы ОАО «Чепецкий механический завод» содержат изотопы урана, тория, ^{226}Ra и ^{40}K [10]. В 2008 г. выбросы ^{226}Ra ($2,69 \cdot 10^7$ Бк/год) и изотопов тория ($6,76 \cdot 10^7$ Бк/год) снизились по сравнению с предыдущим годом в 1,8 и 1,6 раза соответственно; выбросы нуклидов урана ($9,71 \cdot 10^8$ Бк/год) – увеличились в 1,4 раза; выбросы ^{40}K ($1,72 \cdot 10^8$ Бк/год) – остались примерно на уровне 2007 г. При этом выбросы ^{226}Ra составили 9,6 % от допустимых выбросов, суммы нуклидов тория – 8,8 %, суммы изотопов урана – 20,1 %, ^{40}K – 6,1 %. Сбросы ЧМЗ в 2008 г. не регистрировались [10].

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

В 2008 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 восьми пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Лысково,

Павлово, Ройка, 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 филиала» ФГУП «РосРАО». Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах ОКБ машиностроения и «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО» приведены на рис. 3.4. Обсуждение радиационной обстановки в 100-км зоне «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО» 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).

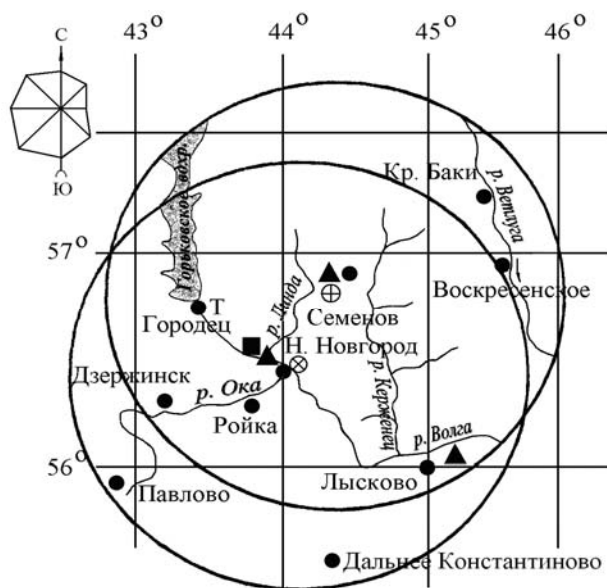


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова и «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊗ – ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова;
- ⊕ – «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон»).

Отбор проб атмосферных аэрозолей и их выпадений проводился непрерывно с суточной экспозицией с помощью ВФУ типа 19ЦС-48 и горизонтальных планшетов соответственно. Суммарная β -активность проб измерялась на радиометрах РУБ-01П. Пробы повышенной активности анализировались на γ -спектрометрическом комплексе «Прогресс-2000» с использованием сцинтилляционного детектора.

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 $\Sigma\beta$ в воздухе г. Н. Новгород в 2008 г. (табл. 3.13) [9] изменялась в диапазоне $(7,0-13,5) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $10,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне предыдущего года и не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР

Таблица 3.13

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2008 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	0,5	13,4	0,6	0,9	0,6	0,8	0,9	0,9
	м	2,6	41,5	2,6	2,9	1,8	2,8	1,8	3,9
Февраль	с	0,6	7,0	0,8	1,0	0,7	0,9	0,7	1,2
	м	3,7	15,4	1,5	2,3	2,0	4,0	2,0	2,4
Март	с	0,9	7,5	0,9	0,6	0,7	0,9	0,9	0,7
	м	4,2	18,7	4,5	1,5	2,2	2,3	1,7	2,0
Апрель	с	0,9	10,8	1,0	1,2	1,3	1,2	0,5	1,2
	м	2,4	22,8	2,0	2,1	1,9	2,3	1,5	1,7
Май	с	0,8	11,3	0,8	1,5	1,0	1,3	1,2	1,0
	м	2,2	25,5	1,7	9,8	2,2	2,2	3,2	2,3
Июнь	с	0,5	10,3	0,7	1,6	0,5	0,9	1,4	1,4
	м	2,0	32,3	2,3	10,1	1,3	2,4	5,8	7,7
Июль	с	0,9	10,4	2,2	0,7	0,8	0,8	0,4	0,7
	м	2,1	24,5	41,8	1,4	3,2	4,2	2,4	2,6
Август	с	0,8	12,2	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	1,0
	м	1,8	26,3	1,8	1,4	1,6	1,6	1,5	1,5
Сентябрь	с	0,5	11,8	1,0	1,2	0,9	0,9	1,1	1,0
	м	0,9	29,8	2,3	2,3	2,0	1,8	2,2	2,6
Октябрь	с	0,7	9,9	1,2	0,9	1,0	1,0	1,3	1,1
	м	1,9	31,5	2,3	1,6	1,9	2,0	1,9	1,8
Ноябрь	с	0,7	10,1	1,1	1,0	1,5	1,1	1,1	1,1
	м	1,4	21,8	2,2	2,5	2,3	2,2	1,9	2,4
Декабрь	с	0,8	13,5	1,7	1,1	1,0	1,1	0,9	1,0
	м	2,2	25,3	18,6	1,1	1,7	1,8	1,5	2,2
Среднее:	2008 г.	0,7	10,7	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
	2007 г.	0,9	9,6	1,0	1,0	0,8	1,3	1,0	1,1
Сумма, Бк/м ² ·год:		263		391	381	332	360	342	374
		309		378	354	278	460	374	399

(14,2·10⁻⁵ Бк/м³). В 2008 г. в г. Н. Новгород было зарегистрировано три случая превышения объемной Σβ над фоновым уровнем в 5 и более раз: 7–8, 9–10 и 24–25 января – 33,2·10⁻⁵, 30,7·10⁻⁵ и 41,5·10⁻⁵ Бк/м³ соответственно, при фоновом значении за предыдущий месяц 5·10⁻⁵ Бк/м³. Гамма-спектрометрический анализ проб повышенной активности показал отсутствие в них техногенных радионуклидов.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2004–2008 гг. представлены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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
¹³⁷Cs							
Н. Новгород	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
	2008	1,1	1,4	0,7	1,4	1,2	8,9
⁹⁰Sr							
Н. Новгород	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
	2008	0,20	0,28	0,30	0,17	0,24	1,3

Из табл. 3.14 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе Н. Новгорода в 2008 г. составляла $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,5 раза ниже, чем в 2007 г., и в 7,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2008 г. осталась на уровне 2007 г. ($0,24 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и была в 5,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР $1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднемесячные значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ОКБ машиностроения в 2008 г. (см. табл. 3.13) [9] варьировали в диапазоне от 0,5 до 2,2 Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения остались практически на уровне 2007 г. и не превышали фонового значения для Верхне-Волжского УГМС (1,0 Бк/м²·сутки). В 2008 г. 27–28 июля в п. Лысково наблюдалось превышение суточных значений выпадений $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 10 и более раз – 41,8 Бк/м²·сутки при фоновом значении 0,8 Бк/м²·сутки. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2008 г. находилась на уровне прошлых лет (см. табл. 3.15), изменяясь в диапазоне от 0,96 Бк/л (в октябре) до 3,69 Бк/л (в июле).

Таблица 3.15

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

Год	2004	2005	2006	2007	2008
^3H	2,2	2,6	2,4	2,2	2,3

Среднегодовая МЭД в 100-км зоне ОКБ машиностроения изменялась в 2008 г. [9] от 10 до 11 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч.

5 июня 2008 г. Верхне-Волжским УГМС [9] была проведена γ -съемка по маршруту г. Н. Новгород – г. Семенов – с. Владимирское – оз. Светлояр, в ходе которой в г. Семенове и на оз. Светлояр были отобраны пробы почвы для последующего γ -спектрометрического анализа. Измеренная при маршрутном обследовании МЭД колебалась в пределах 9–12 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону. Удельные активности естественных и техногенных радионуклидов в пробах почвы находились в пределах региональных значений: ^{226}Ra – от 12 до 21 Бк/кг, ^{232}Th – от 10 до 16 Бк/кг, ^{40}K – от < 300 до 431 Бк/кг, ^{137}Cs – от < 2 до 6 Бк/кг.

РОО г. Сарова

Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2008 г. остались примерно на уровне 2007 г. (см. табл. 3.13) [9]. Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне РОО г. Сарова (пп. Лукоянов, Выкса, Арзамас) в 2008 г. изменялись в пределах 0,4–1,5 Бк/м²·сутки при среднегодовых значениях 0,9–1,0 Бк/м²·сутки и были на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому УГМС (1,0 Бк/м²·сутки). Случаев превышения суточных значений выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2008 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2008 г. составляли 9–11 мкР/ч [9]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

ОАО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ в п. Глазов в 2008 г. [9] (см. табл. 3.13) в 100-км зоне РОО ЧМЗ изменялись в диапазоне 0,7–1,4 Бк/м²-сутки при среднегодовом значении 1,0 Бк/м²-сутки, что находится на уровне 2007 г. и соответствует уровню фоновых значений 2008 г. Случаев превышения суточных значений выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2008 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО ЧМЗ в 2008 г. составляли 10–12 мкР/ч [9]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2008 г. составляли 0,17 Бк/м²-год, что незначительно ниже уровня 2007 г. (0,19 Бк/м²-год) и примерно в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР (0,26 Бк/м²-год).

Поскольку, как отмечалось выше, содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr в 2008 г. в 100-км зонах РОО (см. табл. 3.13, 3.14) было на уровне фоновых значений для Центра ЕТР, можно сделать вывод, что влияние РОО, расположенных в Верхне-Волжском регионе, на окружающую среду не выявлено.

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 [11].

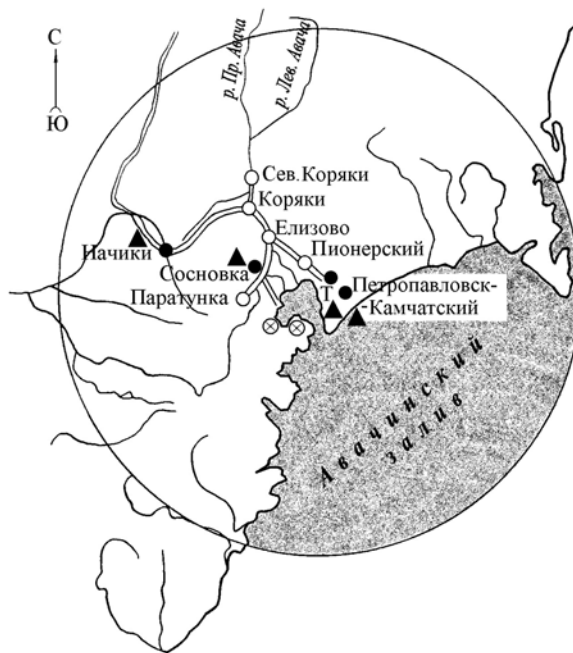


Рис. 3.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

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

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО в 2008 г. был организован Камчатским УГМС следующим образом [11]:

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

Суточные пробы атмосферных выпадений анализировались на содержание $\Sigma\beta$ [11], γ -спектрометрический анализ объединенных квартальных проб выпадений осуществлялся Приморским УГМС [12].

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. представлены в табл. 3.16 [11].

Таблица 3.16

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне РОО в 2008 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	
						2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	с	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,6
	м	1,2	1,5	1,9	2,5				
Февраль	с	0,6	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7
	м	1,2	2,9	3,9	1,7				
Март	с	0,6	0,8	0,7	1,0	0,8	0,6	0,8	0,7
	м	1,6	2,6	2,4	6,1				
Апрель	с	0,8	1,0	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	0,6
	м	2,2	2,3	2,1	1,6				
Май	с	0,7	0,9	1,1	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7
	м	2,7	2,5	4,2	2,5				
Июнь	с	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
	м	1,3	3,2	4,1	3,3				
Июль	с	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6
	м	1,5	2,1	2,2	2,2				
Август	с	0,7	0,9	1,2	1,0	1,0	0,7	0,9	0,7
	м	2,3	2,2	3,9	2,3				
Сентябрь	с	0,7	1,1	1,3	1,2	1,1	0,6	1,2	0,7
	м	1,9	2,9	3,1	3,0				
Октябрь	с	0,7	1,3	1,3	1,6	1,2	0,9	1,3	1,0
	м	1,3	6,7	3,0	3,8				
Ноябрь	с	0,9	1,6	1,8	1,2	1,4	1,0	1,3	1,1
	м	3,0	4,0	5,8	4,5				
Декабрь	с	0,8	1,3	2,0	1,4	1,4	0,9	1,4	0,9
	м	2,5	3,3	7,8	4,8				
Среднее, Бк/м ² ·сутки:									
2008 г.		0,7	1,0	1,1	1,0	1,0		1,0	
2007 г.		0,6	0,7	0,8	0,7		0,7		0,8
Сумма, Бк/м ² ·год:									
2008 г.		253	372	403	367	351		363	
2007 г.		211	269	303	255		260		274

Из табл. 3.16 видно, что среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2008 г. изменялись от 0,6 до 2,0 Бк/м²-сутки. Самое высокое значение суточных выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось в п. Сосновка в декабре и было в 7,8 раза выше фоновое уровня по Камчатской области. Среднегодовое значение выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2008 г., как и в целом по Камчатской области, увеличилось в 1,4 раза, но было в 1,6 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,6 Бк/м²-сутки).

Выпадения ¹³⁷Cs по Камчатской области в 2008 г. составили 0,04 Бк/м²-год [12].

Другие объекты окружающей среды

Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным НПО «Тайфун», в 2008 г. колебалась в диапазоне от 0,6 мБк/л (в феврале) до 2,6 мБк/л (в мае). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила 1,4 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 ИПМ ГУ «НПО «Тайфун») в 2008 г. изменялась в диапазоне от 0,6 Бк/л (в апреле) до 3,6 Бк/л (в сентябре). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,8 Бк/л, что в 1,5 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по РФ в 2008 г. (2,6 Бк/л).

Радиационный фон на местности

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2008 г. [11] не превышали 16 мкР/ч (п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 8 до 13 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 радиационный 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 [13].

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 2008 г. на НИИАР представлены в табл. 3.17 [10]. Из табл. 3.17 видно, что в 2008 г. выбросы суммы нуклидов плутония возросли в 1,5 раза. Выбросы ИРГ снизились в 1,1 раза

по сравнению с 2007 г., но составляли 21 % от суммарного выброса ИРГ всеми предприятиями Росатома. Допустимые уровни выбросов по данным радионуклидам превышены не были.

Таблица 3.17

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
сумма нуклидов Рn	$4,95 \cdot 10^8$	$9,88 \cdot 10^6$	$6,77 \cdot 10^6$	$+ 3,11 \cdot 10^6$
сумма α -активных радионуклидов	$5,24 \cdot 10^8$	-	$1,30 \cdot 10^7$	-
сумма ИРГ	$3,83 \cdot 10^{16}$	$9,53 \cdot 10^{14}$	$1,06 \cdot 10^{15}$	$- 1,07 \cdot 10^{14}$

Примечание: - – нет данных.

Стоки ПЛК с промплощадки НИИАР сбрасываются в бывшие торфяные карьеры, через которые могут поступать в Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища р. Волги. В 2008 г. на НИИАР было сброшено [10] $1,05 \cdot 10^8$ Бк ^{90}Sr (0,33 % от допустимого сброса). Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах [14].

Загрязненная площадь в санитарно-защитной зоне НИИАР составляет $0,236 \text{ км}^2$ [10].

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (Ульяновский УГМС) и УГМС Республики Татарстан (УГМС РТ). В 2008 г. в 100-км зоне НИИАР действовало восемь стационарных пунктов наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения Приволжского УГМС, на четырех из них (пп. 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 [13]. Кроме этого, в двух пунктах (Тетюши и Чулпаново) ежедневные наблюдения за МЭД проводились УГМС РТ [15]. Измерения МЭД проводились [13, 15] 8 раз в сутки. Расположение пунктов радиационного контроля в 100-км зоне показано на рис. 3.6.

Данные [13] о выпадениях и объемной $\Sigma\beta$ воздуха в приземном слое атмосферы 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 2008 г. колебалась от 0,3 до $2,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, а среднегодовые суточные выпадения остались примерно на уровне 2007 г. и изменялись от $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (в Ульяновске) до $1,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (в Тольятти). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. наблюдались в июне в г. Самаре – $14,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2008 г. (см. табл. 3.18) колебалась в пределах $(9,7-30) \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, а среднегодовое значение – $15 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ было в 1,4 раза меньше, чем в 2007 г., но превышало средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР ($11,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$) в 1,3 раза. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в мае – $101 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 5 и более раз в 2008 г. зафиксировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2004–2008 гг. представлены в табл. 3.19. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2008 г. составили $1,7 \cdot 10^{-7}$ и $0,6 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ соответственно, что в 5,2 и 2,1 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr для Центра ЕТР. Согласно табл. 3.19, с 2005 г. средне-

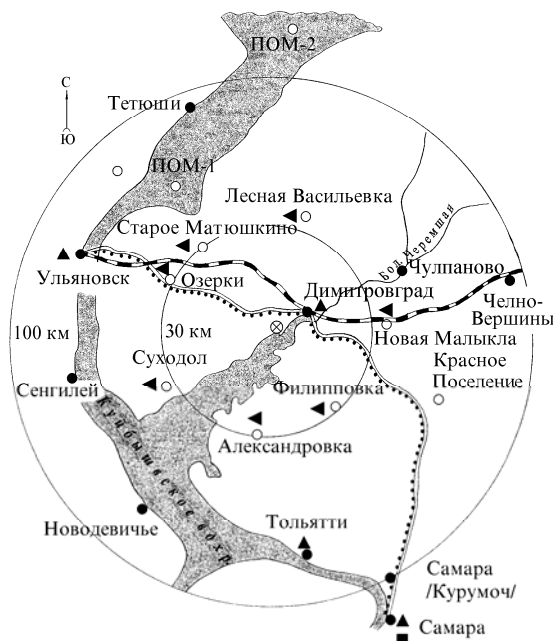


Рис. 3.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ◄ – пункты отбора проб почвы;
- – планируемые наблюдения;
- ⊗ – НИИАР.

Таблица 3.18

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2008 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Тольятти	Ульяновск	Димитровград
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	1,8	14	1,4	0,4	1,5
	м	10,2	55	4,1	1,5	6,3
Февраль	с	1,5	15	1,4	0,3	0,6
	м	6,3	68	4,0	0,6	1,4
Март	с	1,2	12	2,1	0,3	0,4
	м	4,3	30	7,3	0,6	1,0
Апрель	с	1,6	28	2,1	0,4	1,0
	м	7,9	53	7,4	1,1	2,9
Май	с	2,2	19	1,8	0,4	0,6
	м	13,1	101	6,2	1,0	2,5
Июнь	с	2,0	11	2,6	0,5	0,6
	м	14,5	32	8,4	1,0	1,3
Июль	с	1,4	12	1,3	0,4	0,3
	м	5,1	26	5,3	0,7	1,0
Август	с	1,1	22	2,9	0,4	0,5
	м	4,5	51	10,4	1,3	1,7
Сентябрь	с	1,0	15	1,6	0,4	0,8
	м	3,3	56	4,8	1,1	2,7
Октябрь	с	1,1	11	1,4	0,3	0,7
	м	3,0	39	4,9	1,4	2,0
Ноябрь	с	1,2	9,7	1,6	0,3	1,3
	м	3,0	54	6,8	0,6	5,0
Декабрь	с	1,2	14	1,1	0,3	0,8
	м	3,0	39	2,9	1,2	3,5
Среднее:	2008 г.	1,4	15	1,8	0,4	0,8
	2007 г.	1,3	21,6	1,2	0,4	0,6
Сумма, Бк/м ² ·год:	2008 г.	523		650	134	277
	2007 г.	471		443	128	174*

Примечание: * – данные за десять месяцев (март – декабрь) [6].

Таблица 3.19

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr 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
^{137}Cs							
Самара	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
	2008	1,5	2,1	2,5	0,6	1,7	8,9
^{90}Sr							
Самара	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
	2008	0,23	1,3	0,51	0,43	0,6	1,3

Примечание: * – объединенная проба по пп. Самара и Пенза.

годовая объемная активность ^{90}Sr мало меняется от года к году и не превышает средневзвешенных величин для Центра ЕТР.

В июле 2008 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР (см. рис. 3.6) [13]. 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 ^{137}Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2008 г. представлены в табл. 3.20.

Таблица 3.20

**Мощность дозы γ -излучения и плотность загрязнения почвы ^{137}Cs
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	2008 г.	2007 г.
п. Новая Малыкла	11 – 13 (12)	10 – 13 (11)	0,59 – 2,37 (1,26)	0,44 – 1,67 (0,89)
с. Лесная Васильевка	10 – 11 (10)	9 – 11 (10)	0,85 – 1,96 (1,30)	0,63 – 1,63 (1,15)
с. Александровка	12 – 15 (14)	9 – 15 (11)	1,04 – 2,22 (1,55)	0,85 – 1,78 (1,30)
с. Филипповка	11 – 13 (12)	8 – 14 (11)	0,74 – 1,92 (1,18)	0,74 – 1,92 (1,48)
с. Суходол	9 – 13 (11)	8 – 13 (10)	0,59 – 2,74 (1,33)	1,22 – 1,78 (1,44)
с. Старое Матюшкино	11 – 13 (12)	9 – 13 (11)	0,63 – 2,07 (1,15)	1,11 – 1,92 (1,59)
с. Озерки	10 – 12 (11)	9 – 12 (11)	1,07 – 1,81 (1,44)	0,63 – 2,07 (1,15)

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 9–15 и 8–15 мкР/ч соответственно. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в этих пунктах в 2008 г. по данным γ -спектрометрического анализа колебалась от 0,59 до 2,7 кБк/м². Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs изменялись от 1,15 до 1,55 кБк/м², что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2007 г. Эти значения, по сути, являются фоновыми для данной территории и не превышают глобальных уровней загрязнения почвы ^{137}Cs на территории России.

В течение года специалистами Ульяновского ЦГМС также был произведен отбор 6 проб воды и 2 проб донных отложений из Черемшанского залива [13]. Результаты γ -спектрометрического анализа показали, что содержание ^{137}Cs в пробах воды и донных отложениях было меньше минимально детектируемой активности ($< 0,8$ Бк/л и $< 0,5$ Бк/кг соответственно).

По данным ежедневных измерений МЭД на 10 пунктах наблюдения среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР [13, 15] в 2008 г. изменялись от 10 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 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 ФГУП «Государственный научный центр Российской Федерации «Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского» (далее ФЭИ) и филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (далее 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 ФЭИ и филиала НИФХИ о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу и сбросов в р. Протву ФЭИ и филиалом НИФХИ в 2008 г. приведены в табл. 3.21–3.23.

Из табл. 3.21 видно, что в ФЭИ в 2008 г. по сравнению с 2007 г. увеличились выбросы радионуклидов: ^{57}Co – в 6,8 раза, ^{90}Sr – в 7,9 раз и ^{137}Cs – в 4,5 раза, но годовые выбросы этих радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли: 1,6 % – для ^{57}Co , 0,2 % – для ^{90}Sr , 0,9 % – для ^{134}Cs , 5,9 % – для ^{137}Cs от допустимых выбросов.

Таблица 3.21

**Выбросы радионуклидов в атмосферу ФЭИ, Бк
(данные ФЭИ)**

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{57}Co	$1,66 \cdot 10^9$	$2,6 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^6$	$+2,2 \cdot 10^7$
^{90}Sr	$3,01 \cdot 10^8$	$5,8 \cdot 10^5$	$7,3 \cdot 10^4$	$+ 5,1 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$1,03 \cdot 10^8$	$9,3 \cdot 10^5$	-	-
^{137}Cs	$4,23 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^6$	$+ 2,0 \cdot 10^7$

Выбросы филиала НИФХИ в 2008 г. (табл. 3.22) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 0,2 % (^{135}I) до 18 % (^{41}Ar) от допустимых выбросов. В 2008 г. выбросы ^{133}Xe и ^{135}Xe и ^{131}I остались примерно на уровне 2007 г. Выбросы остальных радионуклидов уменьшились в 1,3–2,4 раза. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2008 г. составил $1,5 \cdot 10^{11}$ Бк, что в 1,3 раза ниже, чем в 2007 г. [6].

Таблица 3.22

**Выбросы радионуклидов в атмосферу филиалом НИФХИ, Бк
(данные филиала НИФХИ)**

Радионуклид	Допустимый выброс	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2005 г.	2004 г.
¹²⁵ I	2,0·10 ⁹	-	6,0·10 ⁷	3,4·10 ⁸	3,7·10 ⁸	2,7·10 ⁸
¹³¹ I	6,5·10 ¹¹	1,1·10 ¹¹	1,1·10 ¹¹	9,3·10 ¹⁰	5,7·10 ¹⁰	5,4·10 ¹⁰
¹³² I	5,0·10 ¹¹	2,8·10 ¹⁰	5,8·10 ¹⁰	2,0·10 ¹⁰	2,4·10 ¹⁰	1,4·10 ¹⁰
¹³³ I	3,0·10 ¹¹	1,2·10 ¹⁰	2,9·10 ¹⁰	9,5·10 ⁹	8,0·10 ⁹	7,6·10 ⁹
¹³⁵ I	2,0·10 ¹¹	4,4·10 ⁸	5,9·10 ⁸	1,8·10 ⁸	-	-
⁴¹ Ar	1,5·10 ¹⁴	2,7·10 ¹³	3,6·10 ¹³	2,6·10 ¹³	2,6·10 ¹³	2,4·10 ¹³
¹³³ Xe	4,0·10 ¹⁴	4,1·10 ¹³	3,7·10 ¹³	4,8·10 ¹³	5,8·10 ¹³	9,1·10 ¹³
¹³⁵ Xe	3,0·10 ¹⁴	4,6·10 ¹³	4,1·10 ¹³	3,4·10 ¹³	6,8·10 ¹³	1,4·10 ¹⁴

В р. Протву в 2008 г. ФЭИ было сброшено 1,08·10⁶ м³ сточных вод. Годовые сбросы α-активных и β-активных радионуклидов со сточными водами ФЭИ в 2008 г. уменьшились примерно в 1,2 раза (см. табл. 3.23) и составляли 48 и 53 % от допустимых сбросов соответственно.

Филиалом НИФХИ значимых радиоактивных сбросов в р. Протву не производилось.

Таблица 3.23

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ФЭИ в р. Протву, Бк
(данные ФЭИ)**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
Σα	2,3·10 ⁸	1,1·10 ⁸	1,3·10 ⁸	- 0,20·10 ⁷
Σβ	3,0·10 ⁸	1,6·10 ⁸	1,95·10 ⁸	- 0,35·10 ⁷

Площадь, загрязненная радионуклидами в зоне наблюдения ФЭИ составляет 0,005 км² [10].

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 – НПО «Тайфун» (рис. 3.7), в 100-км зоне вокруг Обнинска – радиометрической сетью Центрального УГМС (рис. 3.8).

В 2008 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 непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м³/ч с суточной экспозицией;
- объемная Σα и Σβ в воде р. Протвы ежемесячно;
- объемная активность радионуклидов в подземных водах.

Радиационный мониторинг в городе и его окрестностях в 10-км зоне наблюдения РОО г. Обнинска в 2008 г. был организован НПО «Тайфун» в соответствии с [16] следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ 19ЦС48 производительностью 1100 м³/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 фор-

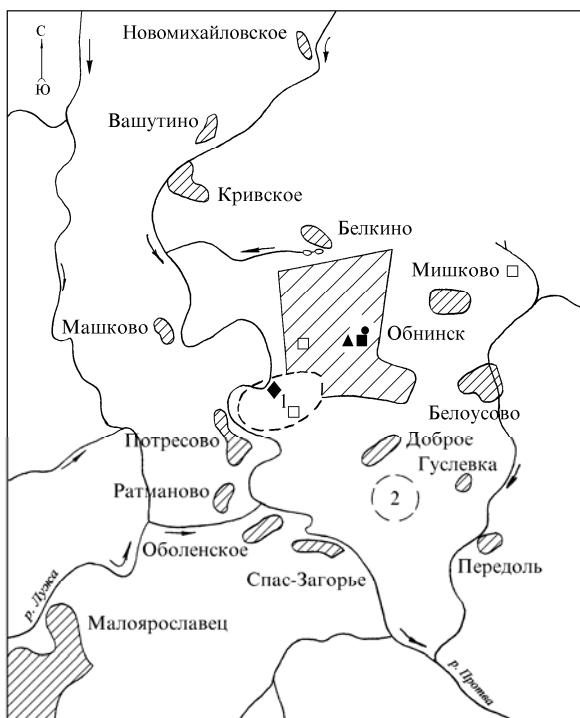


Рис. 3.7. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в 10-км зоне вокруг г. Обнинска:

НПО «Тайфун»: ФЭИ:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- □ — наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ);
- ◆ — отбор проб поверхностных вод.

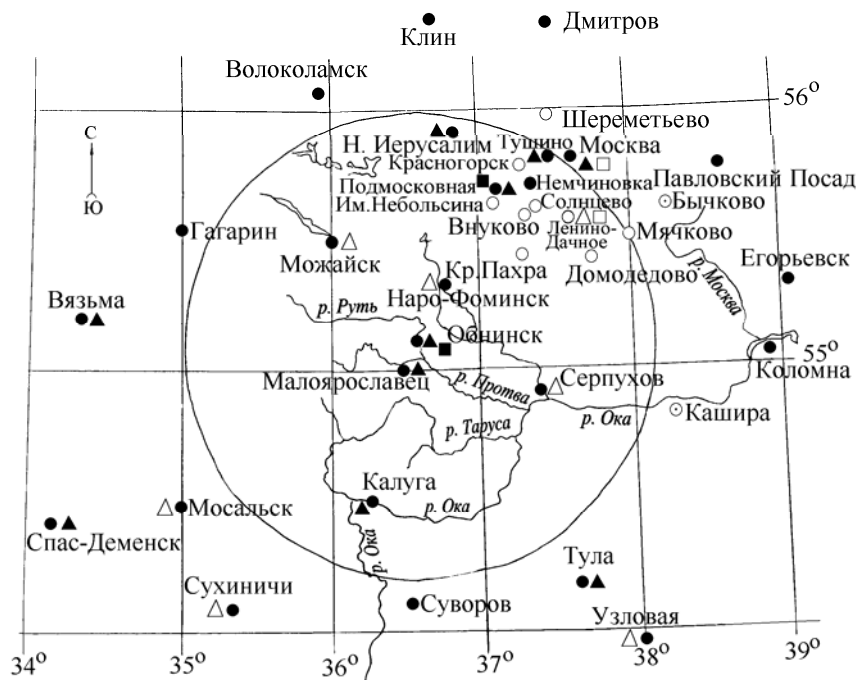


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

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

ме) 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 2008 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль [17]:

– 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 среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в СЗЗ ФЭИ в 2008 г. уменьшились в 2,2 и 3,3 раза соответственно, по сравнению с предыдущим годом, и составляли $1,0 \cdot 10^{-5}$ и $0,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 . Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в СЗЗ ФЭИ были, соответственно, в 11 и 55 раз 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 ДОО_{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 2008 г. составила $1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 .

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (см. табл. 3.24) в 2008 г. по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» колебалась в пределах $(10,5\text{--}21,4) \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 , а среднее за год значение ($16,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3) несколько увеличилось по сравнению с 2007 г. и превышало средневзвешенную объемную активность в Центре ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3). В 2008 г. случаев превышения объемной $\Sigma\beta$ в 5 и более раз над фоновым уровнем не наблюдалось.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Подмосковная, расположенном в 100-км зоне вокруг г. Обнинска [17], в 2008 г. находилась на уровне объемной $\Sigma\beta$ в г. Обнинске и была в 1,5 раза выше, чем в 2007 г.

Среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2008 г. в атмосфере г. Обнинска, приводится в табл. 3.25. Из табл. 3.25 видно, что среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в воздухе г. Обнинска в 2008 г. изменялась в пределах $(3,2\text{--}9,7) \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , при этом средняя за год объемная активность составила $6,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , что в 2,4 раза ниже, чем в 2007 г., и в 1,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР в 2008 г. ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3).

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере п. Подмосковная в 2008 г. снизилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом [6] и составляла $5,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , что в 1,2 раза ниже, чем в г. Обнинске.

Среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере г. Обнинска в 2008 г. (см. табл. 3.25) изменялась в диапазоне $(0,36\text{--}2,1) \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , а среднегодовое значение ($0,76 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3)

Таблица 3.24

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки)
и объемной ΣВ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2008 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	0,3	0,3	0,5	20,8	0,7	0,5	8,7	1,0	13,6
	м	1,0	1,0	1,6	54,0	1,6	1,2	17,2		
Февраль	с	0,2	0,3	0,5	11,8	0,7	0,6	7,0	1,0	10,3
	м	0,8	0,8	1,0	31,5	1,9	1,8	21,4		
Март	с	0,2	0,3	0,5	10,5	0,5	0,5	5,8	1,0	9,1
	м	0,9	0,8	1,0	21,5	1,2	1,0	17,4		
Апрель	с	0,2	0,3	0,6	20,3	0,7	1,3	14,1	1,2	18,5
	м	1,0	1,0	1,6	43,1	2,2	4,8	26,0		
Май	с	0,5	0,3	0,7	18,1	0,7	0,5	12,0	1,1	14,9
	м	1,4	1,0	2,1	29,2	3,5	1,2	22,2		
Июнь	с	0,2	0,2	0,5	15,4	1,1	0,6	15,9	1,0	12,0
	м	0,2	0,3	1,6	31,4	2,3	2,2	50,8		
Июль	с	0,4	0,5	0,6	16,3	1,4	1,2	15,1	1,0	11,9
	м	1,3	1,9	1,9	31,8	4,0	5,3	33,2		
Август	с	0,4	0,4	0,6	21,4	1,4	1,7	17,9	1,1	17,2
	м	1,1	1,5	1,8	77,7	4,5	6,8	46,0		
Сентябрь	с	0,4	0,4	0,6	18,4	0,6	0,9	21,7	1,0	14,6
	м	1,2	1,3	3,1	47,6	2,4	2,9	50,1		
Октябрь	с	0,4	0,5	0,6	17,7	0,5	0,6	27,4	1,0	15,5
	м	1,1	1,7	2,9	38,0	1,7	1,9	65,7		
Ноябрь	с	0,3	0,4	0,5	11,3	0,9	0,6	15,9	1,1	12,4
	м	1,1	1,1	1,4	31,8	1,5	1,2	43,6		
Декабрь	с	0,4	0,4	0,8	21,4	0,6	0,8	35,0	1,0	20,3
	м	1,3	1,1	2,5	55,0	1,6	2,1	75,7		
Среднее:	2008 г.	0,3	0,4	0,6	16,9	0,8	0,8	16,4	1,0	14,2
	2007 г.	0,4	0,4	0,6	15,7	0,8	1,0	11,2	1,0	17,2
Сумма, Бк/м ² ·год:	2008г.	119	131	214		299	299		381	
	2007 г.	146	137	219		310	381			

Примечание: * – данные НПО «Тайфун».

Таблица 3.25

**Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска в 2007–2008 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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	8,3	9,8	6,5	2,5	2,3	3,0	0,6	1,0	0,15	0,3	270	154
Февраль	9,7	13	19	6,6	13	5,8	0,7	0,58	1,5	7,5	257	210
Март	7,3	7	-	1,0	-	2,0	0,58	1,2	0,87	12	228	282
Апрель	8,3	12	4,9	1,2	5,7	2,1	2,1	1,2	1,1	н	464	287
Май	6,0	90	6,4	11,4	6,6	31,1	1,0	14,7	н	1,0	570	563
Июнь	6,4	9,8	6,9	1,2	4,2	3,0	0,51	0,81	0,23	0,04	450	511
Июль	3,8	8,0	1,7	4,4	2,0	2,7	0,69	1,4	0,31	1,1	394	384
Август	4,5	7,1	16	1,0	5,0	3,6	0,6	1,1	н	н	434	474
Сентябрь	4,3	5,3	32	0,6	5,0	1,3	0,92	0,73	н	н	330	326
Октябрь	8,0	6,4	7,3	3,6	3,1	3,1	0,46	0,56	1,0	0,72	300	294
Ноябрь	8,6	6,0	14	1,6	5,1	2,3	0,54	0,95	0,12	0,1	290	193
Декабрь	3,2	6,6	3,8	-	2,7	4,2	0,36	1,3	25	0,055	286	231
Среднее	6,5	15,1	10,8	3,2	5,0	5,4	0,76	2,1	3,4	2,5	356	326

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
-- данные не поступали.

было в 1,7 раза ниже фонового уровня для Центра ЕТР в 2008 г. ($1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в п. Подмосковная в 2008 г. уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом [6] и составила $0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2 раза ниже, чем в г. Обнинске.

Среднегодовая объемная активность изотопов плутония ^{239,240}Pu в приземной атмосфере г. Обнинска в 2008 г. (см. табл. 3.25) уменьшилась по сравнению с 2007 г., а ²³⁸Pu – увеличилась в 3,4 раза ($10,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³). Среднемесячные объемные активности ^{239,240}Pu колебались в пределах $(2,0-13,0) \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, ²³⁸Pu – в пределах $(1,7-32,0) \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Максимальное среднемесячное значение объемной активности ²³⁸Pu наблюдалось в сентябре и было более чем на четыре порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2]. Отношение среднемесячных объемных активностей ²³⁸Pu/^{239,240}Pu за период времени 1998–2008 гг. изменялось в очень широких пределах от 0,04 до 4,0 при среднем значении 0,9, что на порядок выше значения 0,03, характерного для глобального фона Северного полушария [18]. На основании повышенных относительно глобального уровня значений объемной активности изотопов плутония в приземном слое воздуха г. Обнинска, а также повышенных отношений ²³⁸Pu/^{239,240}Pu можно сделать вывод, что поступление в приземный слой атмосферы г. Обнинска указанных изотопов плутония обусловлено, в основном, местным техногенным источником.

В 2008 г. в воздухе г. Обнинска восьмой год подряд после четырехлетнего перерыва регулярно регистрировался ¹³¹I в основном в молекулярной форме: 31 случай появления ¹³¹I в молекулярной форме и 2 случая – в аэрозольной форме. Среднегодовая объемная активность ¹³¹I в 2008 г. (см. табл. 3.25) составила $3,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше, чем в 2007 г. Максимальное значение ¹³¹I в молекулярной форме ($2,4 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) наблюдалось 17–18 декабря; в аэрозольной форме ($1,8 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) – 12–15 декабря. Наблюдаемые объемные активности ¹³¹I были на три – четыре порядка ниже допустимой объемной активности по НРБ-99 (ДОА_{НАС}(¹³¹I) = $7,3$ Бк/м³) [2]. Анализ выбросов местных РОО позволяет предположить, что источником поступления ¹³¹I в приземный слой атмосферы г. Обнинска является филиал НИФХИ. В январе 2008 г. в приземном слое воздуха г. Обнинска был зарегистрирован ⁵⁴Mn со среднемесячной объемной активностью $1,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся ⁷Be и ⁴⁰K. Среднегодовая объемная активность ⁷Be в воздухе из года в год меняется в пределах одного порядка величины и в 2008 г. составила $356 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 3.25). Объемная активность ⁴⁰K в 2008 г. изменялась в диапазоне $(0,4-3,9) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $1,26 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне последних лет ($1,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2007 г., $1,11 \cdot 10^{-5}$ 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.). В феврале, апреле – октябре и декабре в пробах аэрозолей регистрировался природный ²²Na с объемной активностью $(2,3-15) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Данные наблюдений Центрального УГМС [17] за выпадениями $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг г. Обнинска и данные наблюдений ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2008 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 0,5 до 0,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения колебались от месяца к месяцу в пределах 1,0–3,1 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Обнинске в 2008 г. остались на уровне 2007 г. Среднее за год значение

атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ в г. Обнинске составило 0,6 Бк/м²·сутки, что в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2008 г. (1,0 Бк/м²·сутки). Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг г. Обнинска остались в среднем на уровне 2007 г. и не превышали средневзвешенного значения для Центра ЕТР.

В табл. 3.26 приведены данные о выпадениях ¹³⁷Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ¹³⁷Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области. Согласно этим данным, сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs г. Обнинске в 2008 г. составила 1,92 Бк/м²·год, что в 1,3 раза ниже, чем в предыдущем году. Однако, эти значения в 4,5 раза выше фоновых выпадений ¹³⁷Cs по Калужской области и в 7,4 раза выше средневзвешенного значения выпадений ¹³⁷Cs на территории Центра ЕТР (0,26 Бк/м²·год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Фоновые выпадения ¹³⁷Cs в Калужской области (см. табл. 3.26) за 2008 г. составили 0,43 Бк/м², что в 1,7 раза выше выпадений ¹³⁷Cs на не загрязненной территории Центра ЕТР за этот же период времени (0,26 Бк/м²).

В табл. 3.26 также приводятся данные о выпадениях ¹³⁷Cs 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 2008 г. (2,41 Бк/м²) были в среднем в 5,6 раз выше фоновых выпадений по Калужской области, а сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs в п. Жиздра в 2008 г. (2,41 Бк/м²) была в 1,3 раза выше, чем в г. Обнинске, и в 9,3 раза выше фоновых выпадений этого радионуклида для не загрязненной территории Центра ЕТР за 2008 г.

Таблица 3.26

Атмосферные выпадения ¹³⁷Cs в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2007–2008 гг.

Месяц	Обнинск, Бк/м ² ·месяц		Фон*, Бк/м ² ·квартал		Жиздра, Бк/м ² ·квартал	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	0,06	0,35				
Февраль	0,39	0,18	∩ 0,20	∩ -	∩ 0,63	∩ 0,72
Март	0,60	0,19				
Апрель	0,20	0,48			0,22	
Май	0,10	0,32	∩ 0,09	∩ 0,27	0,42	∩ 1,16
Июнь	0,08	0,02			0,32	
Июль	0,05	0,15			0,024	
Август	0,05	0,11	∩ 0,01	∩ 0,23	0,066	∩ 1,17
Сентябрь	0,07	0,14			0,10	
Октябрь	0,10	0,18			0,24	
Ноябрь	0,20	0,18	∩ 0,13	∩ 0,10	0,30	∩ 0,51
Декабрь	0,02	0,16			0,09	
Среднее за год	0,16	0,21	0,11	0,20**	0,24	0,89
Сумма за год, Бк/м ² ·год	1,92	2,46	0,43	0,60**	2,41	3,56

Примечания: * – среднее по трем пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец;
 - – данные не поступали;
 ** – данные за три квартала.

Выпадения ⁹⁰Sr в г. Обнинске в 2008 г. были ниже предела обнаружения.

Выпадения ⁷Be в г. Обнинске за 11 месяцев 2008 г. составили 449 Бк/м²·год, изменяясь в диапазоне 97–449 Бк/м²·месяц. Выпадения ⁴⁰K составили 25 Бк/м²·год, изменяясь в течение года от 0,6 до 6,3 Бк/м²·месяц.

Вода и другие объекты окружающей среды

Объемная активность α -активных радионуклидов в поверхностных водах р. Протвы в 2008 г. в СЗЗ и ЗН ФЭИ по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ составляла, как и в предыдущие шесть лет, 100 мБк/л и совпадала с допустимой объемной активностью по НРБ-99 [2]. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Протвы было ниже предела обнаружения для 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 2008 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 22,2 Бк/л, что в 4,4 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 [19]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населенных пунктов (гг. Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) сотрудники ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» периодически проводят отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске в 2008 г. показало, что содержание трития в питьевой воде остается повышенным: среднегодовое значение объемной активности трития в водопроводной воде составило 55 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 НПО «Тайфун» в 2007–2008 гг., Бк/л (данные НПО «Тайфун»)

2008 г.		2007 г.	
Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
11.01	65	15.01	38
15.02	59	14.02	71
13.03	35	14.03	43
14.04	44	16.04	29
06.05	92	15.05	47
07.06	60	15.06	54
07.07	87	17.07	95
-	-	10.08	60
01.09	17	14.09	95
03.10	55	01.10	99
07.11	45	05.10	106
02.12	50	15.11	51
		17.12	72
Среднее	55	Среднее	66

Примечание: - – отбор проб не производился.

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 «Воробы» ~ 0,8 Бк/л [8].

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в г. Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.8) в 2008 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: в гг. Обнинск, Калуга, Малоярославец, Можайск, Нарофоминск, Новый Иерусалим, Москва – 13 мкР/ч, в г. Подмосковная – 11 мкР/ч, в г. Серпухов – 10 мкР/ч, в г. Немчиновка – 9 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 2008 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 поступление в атмосферу изотопов плутония. 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, 20] требует организации постоянного радиозэкологического 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 ФЭИ продолжается. 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 «Мурманский филиал» ФГУП «РосРАО»

В 33 км на северо-запад от г. Мурманска по Печенгскому шоссе расположен ПЗРО «Мурманский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Мурманский СК «Радон»). ПЗРО расположен в пересеченной холмистой местности с перепадом высот до 300 м среди густой сети мелких озер. Крупнейшее из них – оз. Тугъявр находится в 1 км от ПЗРО. Грунт – скальный; высота территории над уровнем моря – 300 м.

С начала 1960-х гг. 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 «Мурманский филиал» ФГУП «РосРАО» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в районах г. Мурманска, пп. Полярное и Печенга (см. рис. 3.3). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были приведены нами выше в разделе 3.2, посвящен-

ном этим РОО. Здесь отметим только, что ежесуточные измерения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений радионуклидов [5] в пп. Мурманск, Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2008 г. составляла 1,0, 2,1 и 1,6 Бк/м²·сутки соответственно. В п. Полярное среднегодовая величина радиоактивных выпадений была выше регионального фоновых уровня (1,1 Бк/м²·сутки) в 2 раза. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в п. Полярное в феврале и составляли 12,5 Бк/м²·сутки, в п. Печенга в октябре – 7,5 Бк/м²·сутки, в г. Мурманске в октябре – 5,9 Бк/м²·сутки. В 2008 г. случаев радиоактивных выпадений с повышенной $\Sigma\beta$ (в 10 раз и более выше фоновых за предыдущий месяц) не наблюдалось.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Мурманска в 2008 г. [5] изменялась от $1,9 \cdot 10^{-5}$ до $7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднем значении за год $3,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что примерно в 1,1 раза ниже уровня 2007 г. и в 4,1 раза ниже средневзвешенной объемной активности для территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.1). В 2008 г. случаев пятикратного и более превышения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновым значением не наблюдалось.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Мурманска в 2008 г. составляли $0,8 \cdot 10^{-7}$ и $0,07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, соответственно, и не превышали фоновых значений для территории Заполярья.

Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2008 г. изменялись от 5 до 12 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 филиала» ФГУП «РосРАО» не выходит за пределы колебаний фоновых уровней.

ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский 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.

ПЗРО функционирует с 1962 г. и принимает радиоактивные отходы от предприятий и учреждений Нижегородской, Ивановской, Кировской областей, а также из Мордовии и Республики Коми. Максимальное расстояние перевозок составляет 700 км.

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 (ИИИ), радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. В 2008 г. по сведениям директора «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» Ерохина В.В. на хранение были приняты:

– твердые радиоактивные отходы: цементированные растворы, содержащие ^{235}U , объемом $37,37\text{ м}^3$ с активностью $0,2\text{ Бк}$, а также грунт со следами ^{226}Ra , объемом 1 м^3 с активностью $1,28 \cdot 10^6\text{ Бк}$;

– отработавшие ИИИ следующего радионуклидного состава: ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra , ^{239}Pu , ^3H , ^{60}Co . Общее количество принятых на хранение отработавших ИИИ составляет 2150 шт. суммарной активностью $14,8 \cdot 10^{12}\text{ Бк}$.

«Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» 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 восьми пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород, Городец, Дзержинск, Красные Баки, Воскресенское, Ройка). 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 2008 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 ($41,8\text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$) наблюдались 27–28 июля в п. Лысково и превышали фоновое значение ($0,8\text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$) в 52 раза. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было. В Н. Новгороде выпадения $\Sigma\beta$ уменьшились по сравнению с 2007 г. в 1,3 раза.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Н. Новгорода в 2008 г. (см. табл. 3.13) [9] находилась на уровне предыдущего года и не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}\text{ Бк/м}^3$).

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере Н. Новгорода в 2008 г. составляли (см. табл. 3.14) $1,2 \cdot 10^{-7}\text{ Бк/м}^3$ 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] среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ПЗРО в 2008 г. изменялись в диапазоне 8–12 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальное измеренное значение МЭД не превышало 17 мкР/ч.

По данным «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО» МЭД в СЗЗ и ЗН предприятия в 2008 г. не превышала 10 мкР/ч [9].

Среднегодовая удельная $\Sigma\beta$ проб растительности, измеряемая службами «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО», в 2008 г. составила $46,1\text{ Бк/кг}$, почвы – $271,1\text{ Бк/кг}$. $\Sigma\beta$ проб воды из наблюдательных скважин и трубчатых колодцев не превышала $3,7\text{ Бк/л}$, что превышает УВ по НРБ-99 для питьевой воды (1 Бк/л).

Из результатов наблюдений следует, что содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в 100-км зоне «Нижегородского филиала» ФГУП «РосРАО» не превышает фоновых уровней.

ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский 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 [21]. 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. Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ПЗРО в 2008 г. (см. табл. 3.28) остались на уровне ряда предыдущих лет и составляли 0,5 Бк/м²·сутки, что соответствует среднегодовому значению по Уральскому региону. Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в июле (3,5 Бк/м²·сутки), в г. Сарапулке – в августе (5,8 Бк/м²·сутки) [21].

Таблица 3.28

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне вокруг ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО» в 2008 г., Бк/м²·сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.	
Екатеринбург	с	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,1	0,4	0,5	0,4	0,5
	м	2,1	1,3	1,7	2,7	1,8	2,1	3,5	1,9	2,3	0,6	1,0	3,0		
Сарапулка	с	0,5	0,4	0,3	0,6	0,7	0,4	0,6	0,8	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	0,6
	м	5,7	1,9	1,3	1,9	3,2	2,0	4,0	5,8	4,1	2,1	2,9	1,5		
Среднее:	2008 г.	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	
	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		
Фон для Уральского региона:	2008 г.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	
	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		

В 10-км зоне ПЗРО действует дополнительная сеть, состоящая из пяти пунктов, на которых ведутся наблюдения за МЭД. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 10-км зоне в 2008 г. составляла 12 мкР/ч [21] и соответствовала среднему значению по Уральскому региону.

ПЗРО «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон») расположен в зоне ответственности Уральского УГМС в 55 км севернее г. Челябинска и в 6 км от д. 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 ЦГМС) организована дополнительная сеть пунктов наблюдений [21], на которых ведутся наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с недельной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения.

В табл. 3.29 приводятся усредненные по шести пунктам наблюдений результаты измерений атмосферных выпадений $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr [21]. Из табл. 3.29 видно, что в 2008 г. в 10-км зоне вокруг ПЗРО выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr остались примерно на уровне 2007 г.

Таблица 3.29

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в 10-км зоне вокруг ПЗРО «Челябинский филиал» ФГУП «РосРАО» в 2008 г. (данные Уральского УГМС)

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
$\Sigma\beta$, Бк/м ² -неделя	1,3	1,2	0,8	0,8	1,07	1,6	2,7	2,4	2,9	2,2	2,3	1,7	1,8	1,3
^{137}Cs , Бк/м ² -месяц	н	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	н	0,1	0,14	0,2
^{90}Sr , Бк/м ² -неделя		0,01			0,02			0,03			0,02		0,02	0,02

Примечание: н – ниже предела обнаружения (0,01 Бк/м²-месяц).

В 2008 г. мощность дозы γ -излучения в 10-км зоне вокруг ПЗРО по данным восьми пунктов наблюдений [21] колебалась в пределах от 10 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 «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский 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 ПЗРО – транспортировка, прием, хранение и захоронение РАО, образующихся в медицинских, научно-исследовательских учреждениях и на промышленных предприятиях (за исключением отходов предприятий ядерно-топливного цикла). ПЗРО «Новосибирский филиал»

ФГУП «РосРАО» обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО в «Новосибирском филиале» ФГУП «РосРАО» 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 2008 г. приведены ниже (в скобках приведены данные за 2007 г.) [22]:

Выпадения, Бк/м ² ·сутки	Объемная активность в воздухе, 10 ⁻⁵ Бк/м ³		
	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr
1,4 (1,5)	13 (13)	0,014 (0,02)	0,015 (0,020)

Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово в 2008 г. не изменилась по сравнению с 2007 г. и не превышала фонового значения для Западно-Сибирского региона ($17,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в п. Огурцово в 2008 г. уменьшились в 1,4 и 1,3 раза соответственно по сравнению с предыдущим годом и не превышали фонового значения для Западно-Сибирского региона ($0,022 \cdot 10^{-5}$ и $0,018 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно).

Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в п. Огурцово были в 1,1 раза ниже, чем в 2007 г., и находились на уровне средневзвешенного значения выпадений по Западно-Сибирскому региону ($1,4$ 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 2008 г. в 5-км зоне наблюдения вокруг ПЗРО Западно-Сибирским УГМС контролировались следующие параметры окружающей среды [23]:

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) в семи контрольных точках 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 ежемесячно в восьми точках, а также при отборе проб снега, почвы и воды.



Рис. 3.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»):

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб подземных вод из скважин;
- ⊗ – ПЗРО.

В 2008 г. было проведено шесть 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 2008 г. варьировала в диапазоне 10–17 мкР/ч при средних значениях в каждой точке 12–13 мкР/ч [22], что находится на уровне естественного γ -фона.

Пробы почвы и снега отбирались по периметру зон контроля радиусом 500 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 (рис. 3.11) отбирались выше и ниже по течению от ПЗРО. Данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в 5-км зоне вокруг ПЗРО, а также значения МЭД, измеренные на высоте 1 м от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 3.30.

Из табл. 3.30 видно, что плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2008 г. [22] составила 89 Бк/м², что значительно ниже уровня загрязнения снежного покрова на ближайших станциях: аэропорт «Новосибирск-Северный» (231 Бк/м²) и Огурцово (195 Бк/м²).

Содержание ¹³⁷Cs в почве в слое 0–5 см в 2008 г. составило 4,1 Бк/кг, что находится в пределах колебаний уровней глобального загрязнения почвы ¹³⁷Cs. Удельная активность ²²⁶Ra и ²³²Th в почве на разных расстояниях от ПЗРО соответствует природному содержанию этих радионуклидов в почве.

Средняя объемная $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в 2008 г. (1,19 Бк/л) увеличилась в 1,7 раза по сравнению с 2007 г. и превысила уровень вмешательства для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99 [2]. Из табл. 3.30 видно, что среднее значение $\Sigma\beta$ в пробах воды, отобранных ниже комбината (точки 2 и 3 рис. 3.11), было в 2 раза выше активности пробы, отобранной ниже (т. 1). Содержание ¹³⁷Cs в пробах донных отложений р. Чик в 2008 г. в тех же точках было ниже предела обнаружения, а содержание природных ²²⁶Ra и ²³²Th находилось в пределах колебаний фоновых уровней.

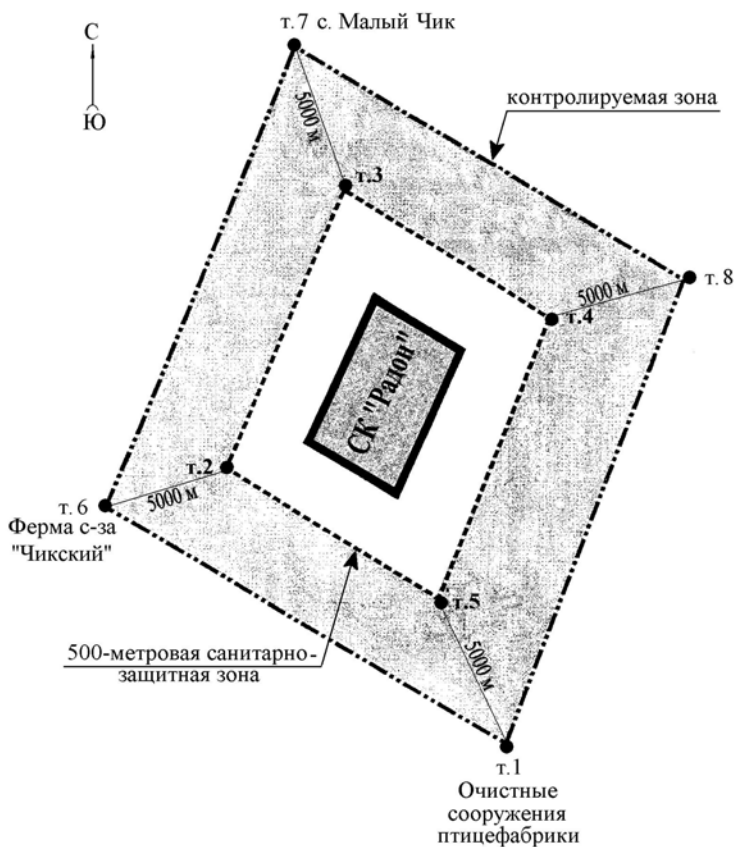


Рис. 3.10. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»

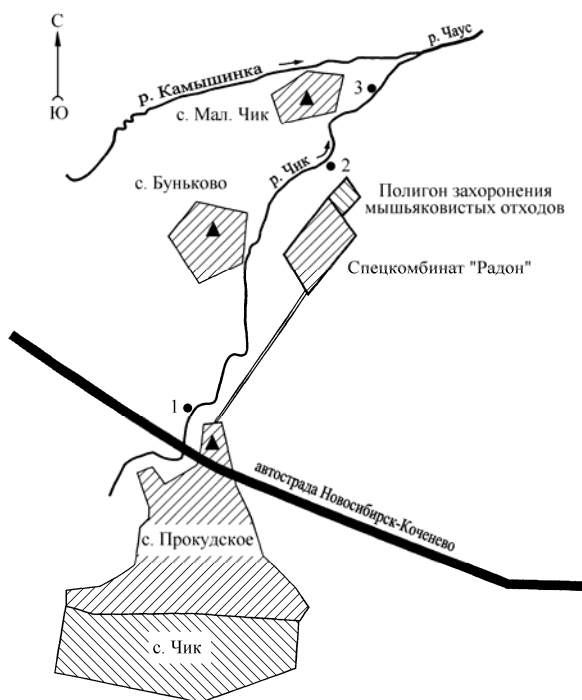


Рис. 3.11. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»:

- – отбор проб воды и донных отложений;
- ▲ – точки отбора проб питьевой воды.

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды
восток вокруг «Новосибирского филиала» ФГУП «РосРАО» в 2008 г.**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	МЭД, мкР/ч	
Зоны контроля вокруг ПЗРО (см. рис. 3.10):	Снег, Бк/м²	Почва, Бк/кг			снег	почва
В 500 м от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 4	н	н	23	н	11	13
– на север (С) – т. 3	122,9	4,3	25	27	11	17
– на запад (З) – т. 2	21,5	7,1	21	33	12	16
– на юг (Ю) – т. 5	25	н	6,7	н	11	14
В 5 км от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 8	-	2,4	29	25	-	14
– с. Малый Чик (С) – т. 7	206,9	6,4	19	31	12	15
– ферма с/х «Чикский» (З) – т. 6	70,2	3,4	19	18	13	15
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	175,0	9,0	24	25	11	16
Среднее:						
2008 г.	89	4,1	21	20	12	15
2007 г.*	114,5	-	-	-		
Пункты по течению р. Чик (см. рис. 3.11):	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг				
– выше ПЗРО: т. 1	0,69	н	8,9	5,9	18	
– ниже ПЗРО: т. 2	1,17	н	13	10	13	
т. 3	1,71	н	18	18	19	
Среднее:						
2008 г.	1,19	н	13	11	17	
2007 г.*	0,7	-	-	-		

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
- – измерения не проводились;
* – γ -спектрометрический анализ проб не проводился.

Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде из скважин в трех населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик, см. рис. 3.11) в 2008 г. [22] не превышала уровня вмешательства (1 Бк/л) по НРБ-99 [2]: в с. Прокудское составляла 0,02 Бк/л, в с. Малый Чик – 0,27 Бк/л, а в с. Буньково была ниже предела обнаружения.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что ПЗРО «Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО» в 2008 г. не оказывал существенного влияния на загрязнение объектов окружающей среды техногенными радионуклидами.

ПХРВ «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО»

Полигон хранения радиоактивных веществ (ПХРВ) «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский спецкомбинат «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 [23], в 2008 г. в г. Иркутске преобладающими направлениями ветра являлись: юго-восточные – 24 %, северо-западные – 22 %, восточные и западные – по 15 %. Наибольшая повторяемость юго-восточного ветра приходилась на март (44 %), северо-западного и восточного – на декабрь (29 и 28 % соответственно), западного – на июль (22 %).

ПХРВ «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» 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 [23].

Контроль радиоактивных выпадений в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2008 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. 2.50, 2.51.

Среднегодовые величины суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2008 г. увеличились в среднем в 1,2 раза по сравнению с 2007 г. и колебались в пределах от 2,0 до 3,1 Бк/м²·сутки. Это в среднем в 1,4–2,2 раза выше средневзвешенного значения выпадений $\Sigma\beta$ на не загрязненной территории РФ (1,4 Бк/м²·сутки), что характерно для Иркутской области. Превышения суточных выпадений $\Sigma\beta$ фонового уровня за предыдущий месяц в 10 и более раз в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2008 г. не наблюдалось.

Согласно результатам анализа проб аэрозолей, в г. Иркутске в 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ составила $17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне среднего значения по Югу Восточной Сибири. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2008 г. ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) была в 2,3 раза выше средневзвешенного значения по Югу Восточной Сибири (см. раздел 1.1). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2008 г. составляла $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, в 2008 г. составляли 9–17 мкР/ч, а максимальное из ежедневных значений МЭД (25 мкР/ч) зарегистрировано 13 мая в п. Хомутово.

В 2008 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. 27 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 2008 г. по результатам маршрутных обследований изменялись в пределах 11–19 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне [23]. Максимальное значение МЭД (25 мкР/ч) было зарегистрировано в октябре на 27 км Александровского тракта и в д. Ширияево – 10 км в сторону д. Тихонова падь.

Результаты измерений содержания $\Sigma\beta$ в снеге, почве и травянистой растительности в 2008 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.31. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год. Из табл. 3.31 видно, что в 2008 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова в среднем увеличилась в 2,1 раза по сравнению с 2007 г. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 4 км в сторону д. Тихонова Падь – 44 Бк/м², что в 3,5 раз выше значения в фоновой точке. Максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ отмечалась в д. Усть-Балей и достигала 452 Бк/м², что в 1,7 раза выше, чем в фоновой точке. Максимальная плотность загрязнения травы – 20,0 Бк/м² – была зарегистрирована на 4 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 2008 г. находилось в пределах колебаний глобального фона.

**Содержание $\Sigma\beta$ в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне
вокруг Иркутского ПХРВ в 2007–2008 гг., Бк/м²**

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	27.02.2008	20.02.2007	27.02.2008	31.08.2007	27.02.2008	31.08.2007
14-й км Александровского тракта	14	2,8	18	217	8	13
19-й км -"-	23	4,8	200	497	10	9
25-й км -"-, д. Московщина	6,4	8,9	60	397	6	19
33-й км -"-	25	8,4	289	198	11	11
34 км -"-, ПХРВ	6,6	2,9	136	659	12	3,6
36-й	38	16	313	46	11	17
п/л «Солнечный»	32	18	65	85	8,5	9
д. Усть-Балей	18	4,6	452	606	11	8
д. Урик	16	12	78	381	13	16
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	44	21	64	201	20	11
8 км -"-	1,1	5,4	19	274	6	2,4
12 км -"-	22	7,7	222	661	6	20
16 км -"-	21	17	32	625	15	17
д. Тихонова Падь	25	8,4	19	24	20	7,7
Среднее в 20-км зоне	21	10	141	348	11	11,7
Фоновая точка	14	4,3	270	225	17	16,9

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» в 2008 г. оставалась стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Список литературы к разделу 3

1. Соболевская В.Б., Миронова Е.А. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2008 году. – Архангельск: Архангельский ЦГМС, 2009.
2. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-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 ОАО «ПО «Севмаш» в 2008 г. – Северодвинск: ФГУП «ПО «Севмаш», 2009.
5. Морванюк В.П., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2008 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2009.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2008. – 286 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2007. – 280 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. Васильковская О.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2008 году. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2009.

10. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Марковский В.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2008 году. – М.: ОАО ВНИИХТ, 2009.
11. Ишонин М.И., Шевченко Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы мониторинга радиоактивного загрязнения ГУ «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в 2008 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2009.
12. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории дальневосточного региона в 2008 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2009.
13. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет по выполнению контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в районе РОО – ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР» в 2008 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2009.
14. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
15. Жданова Г.Н., Вертлиб М.Г., Самойлова В.В. Обзор радиационной обстановки на территории Республики Татарстан в 2008 году. – Казань: УГМС Республики Татарстан, 2009.
16. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 264 с.
17. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2008 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2009.
18. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
19. 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.
20. 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.
21. Широкова Н.В., Банникова О.А., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2008 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2009.
22. Севостьянов П.Ф., Вирхобский Н.В., Чирков В.А., Котова О.П. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2008 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
23. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В., Кротова В.И., Исакова Ф.С. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2008 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2009.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2008 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 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 2008 г. [4] была значительно ниже допустимых.

В 2008 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 2008 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, пп. 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 2008 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].

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся раздельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2007–2008 гг. представлены в табл. 4.1 [4, 5].



Рис. 4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС

Из табл. 4.1 видно, что в 2008 г. по сравнению с прошлым годом выбросы ^{131}I и ^{134}Cs уменьшились в 1,9 раза, выбросы ^{137}Cs и ^{60}Co уменьшились соответственно в 2,6 и 3,2 раза, выбросы ИРГ увеличились в 3 раза. Фактически выбросы всех радионуклидов были значительно меньше (на два – три порядка) допустимых выбросов ($< 0,3\%$ от допустимых).

Таблица 4.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$2,42 \cdot 10^6$	$7,79 \cdot 10^6$	$-5,37 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$4,70 \cdot 10^7$	$8,89 \cdot 10^7$	$-4,19 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$5,39 \cdot 10^5$	$1,03 \cdot 10^6$	$-4,91 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,86 \cdot 10^6$	$4,87 \cdot 10^6$	$-3,01 \cdot 10^6$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,82 \cdot 10^{11}$	$5,80 \cdot 10^{10}$	$+1,24 \cdot 10^{11}$

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. Брызгальные бассейны относятся к системе оборотного технического водоснабжения, изолированной от внешних водоемов, грунтовых вод и других систем водоснабжения. 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 р. Березовка (в зоне подпора Саратовского водохранилища). Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения используются две артезианские скважины и сети водопровода г. Балаково.

В 2008 г. на Балаковской АЭС было отведено 2,240·10⁶ м³ сточных вод в водоем-охладитель и 2,755·10⁴ м³ – в брызгальные бассейны. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2007–2008 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 4.2 [5].

Таблица 4.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками в водоем-охладитель на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁵⁴ Mn	1,6·10 ¹⁰	2,68·10 ⁷	2,68·10 ⁷	-
⁶⁰ Co	1,4·10 ⁹	3,14·10 ⁷	2,68·10 ⁷	+ 4,6·10 ⁶
¹³⁴ Cs	3,0·10 ⁹	2,69·10 ⁷	2,68·10 ⁷	+1,0·10 ⁵
¹³⁷ Cs	8,4·10 ⁸	1,51·10 ⁷	2,68·10 ⁷	-1,17·10 ⁷

Из табл. 4.2 следует, что фактические сбросы всех радионуклидов (кроме ¹³⁷Cs) с жидкими стоками остались практически на уровне с 2007 г., сбросы ¹³⁷Cs уменьшились в 1,8 раз. По данным Балаковской АЭС [5] суммарный сброс всех радионуклидов в водоем-охладитель в 2008 г. оставался на уровне прошлого года (примерно 1,0·10⁸ Бк), суммарный сброс в брызгальные бассейны увеличился в 9 раз по сравнению с предыдущим годом и составил 5,8·10⁷ Бк. Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял 5 % от допустимого сброса, в брызгальные бассейны – примерно 33 % от допустимого сброса.

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.

Схема расположения пунктов радиационного контроля ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 4.1. В 2008 г. радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [5]:

- мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 30-км зоне Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 22 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 30-км зону, с помощью дозиметров ДТУ-02 с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К;

– суммарной β -активности 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, почве, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде), активности трития в воде поверхностных водоемов.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2008 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 $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr использовалась малофоновая установка УМФ-2000Д и бета-спектрометр «ПРОГРЕСС». Радионуклидный состав в объектах окружающей среды определялся γ -спектрометрическим методом на полупроводниковом детекторе фирмы «ORTEC». Активность трития в воде определялась с помощью жидкосцинтилляционного спектрометра 1414 Guardian с минимально детектируемой активностью 25000 Бк/м³ при времени измерения 600 мин.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 4.2. В 2008 г. в этой зоне действовали семь стационарных

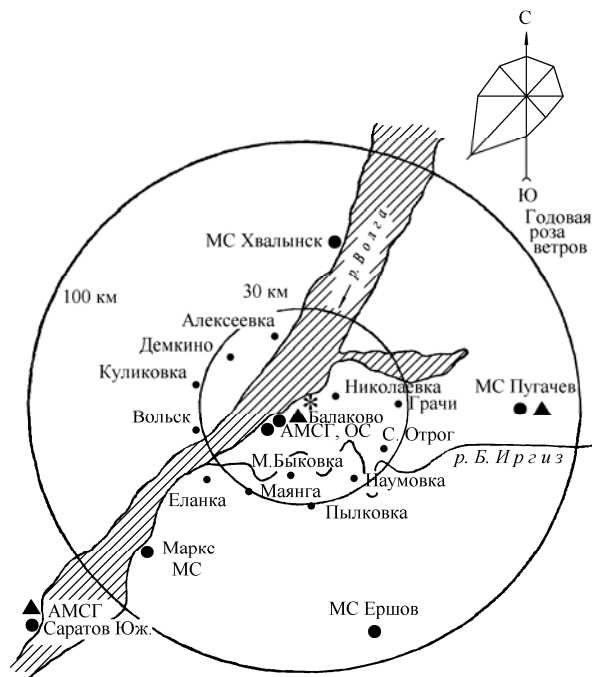


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

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

пунктов ежедневных (каждые три часа) наблюдений за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД), два пункта – 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 $\Sigma\beta$ и объемной активности ^{137}Cs 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 2007 г. [8] и 2008 г.

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*		ДАО _{НАС.} , Бк/м ³
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.**	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
^{137}Cs	0,07	0,21	0,04	0,06	0,04	0,04	0,09	0,11	27
^{134}Cs	0,03	0,29	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-	-	19
$\Sigma\beta$	16,8	26,4	19,5	24,2	17,0	20,8	14,2	17,2	-

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

** – уточненные данные;

- – нет данных.

Из табл. 4.3 видно, что в 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в СЗЗ была в 1,6 раз ниже, чем в 2007 г., а в ЗН и контрольном пункте в 1,2 раза ниже, чем в прошлом году. Величины, полученные в ЗН и контрольном пункте, в 1,2–1,4 раза выше средневзвешенного значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе СЗЗ, ЗН в 2008 г. была ниже уровня предыдущего года, на семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДАО_{НАС.} по НРБ-99 [3] и не превышала средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($0,09 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2008 г. в воздухе в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте был также зарегистрирован ^{134}Cs , объемная активность которого в СЗЗ составляла $3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в ЗН и контрольном пункте – была ниже МДА, равной $3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднегодовые суточные выпадения ^{137}Cs и других γ -излучающих изотопов в 2008 г. [5] в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте были ниже МДА, которая для ^{137}Cs составляет $0,0016$ Бк/м²·сутки, для остальных радионуклидов – $0,003$ Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте увеличились примерно в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом и в 1,4–1,6 раза превышали средние выпадения $\Sigma\beta$ за последние 5 лет.

Результаты измерений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2008 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 $\Sigma\beta$ примерно 1,3 раза превышали среднегодовое значение по Приволжскому УГМС. В 2008 г. максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне наблюдались в г. Балаково в июне – 9,2 Бк/м²·сутки.

Таблица 4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2008 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	1,2	1,6	2,2	2,2	1,7	1,6	1,3	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	548
	м	4,2	5,8	5,7	5,1	5,7	4,8	5,3	4,4	5,7	4,5	4,0	3,5		
Балаково	с	1,6	2,1	1,5	1,8	1,5	1,8	1,4	1,9	1,7	1,4	1,9	1,1	1,6	584
	м	5,6	7,1	7,2	6,4	6,4	9,2	4,8	4,1	5,0	3,3	4,6	3,0		
Приволжское УГМС	с	1,2	1,2	1,3	1,5	1,3	1,3	1,1	1,3	1,1	1,1	1,3	1,0	1,2	438

Почва

Отбор проб почвы проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на семи стационарных пунктах радиационного контроля и дополнительно еще в одном пункте – п. Новониколаевский. 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.

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 данным содержание ¹³⁷Cs 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 ⁶⁰Со и ¹³⁴Cs было ниже МДА, которая составляет 0,1 кБк/м². Измерения $\Sigma\beta$ в почве исключено из регламента радиационного контроля из-за малоинформативности этого вида контроля.

Вода, донные отложения

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 отбирались один раз в год осенью в тех же точках, что и пробы воды.

Содержание $\Sigma\beta$ и γ -активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 4.5. По сравнению с 2007 г. содержание $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в водах контролируемых водоемов практически не изменилось, и было значительно ниже уровня вмешательства по

НРБ-99 [3]. Однако по данным за последние 5 лет объемная $\Sigma\beta$ в воде пруда-охладителя в 4,2 раза выше, чем в р. Волге. Содержание ^{60}Co в воде открытых водоемов было ниже МДА (14 Бк/м³). С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоемов, кроме техногенных γ -активных изотопов и $\Sigma\beta$, контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС объемная активность трития в обследованных водоемах была ниже установленного НРБ-99 [3] уровня вмешательства (7700 Бк/л), в пруде-охладителе объемная активность трития составляла 169 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л) [5]. Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 65 раз выше среднего значения для рек России.

Таблица 4.5

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения Балаковской АЭС (данные ОРБ Балаковской АЭС)

Пункты контроля	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{60}Co		
	2008 г.	2007 г.	среднее за 5 лет	2008 г.	2007 г.	среднее за 5 лет	2008 г.	2007 г.	среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Наталино, промплощадка)	-	-	-	0,36	0,59	0,50	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ЗН	-	-	-	0,22	0,56	0,48	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,27	0,60	0,49	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Вода открытых водоемов, Бк/м³									
пруд-охладитель (сбросной канал)	188	176	188	< 12	< 12	< 16	< 14	< 14	< 14
пруд-охладитель (заборный канал)	179	177	188	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, выше по течению от АЭС	48	33	52	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	49	27	45	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	2,4	1,8	-	< 1	< 1	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	3,5	6,0	-	< 1	< 1	-
Водоем-охладитель – стан рыбаков	-	-	-	0,9	2,8	-	< 1	< 1	-
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1	< 1	-
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1	< 1	-
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1	< 1	-
Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы									
пшеница	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
овощи	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
рыба	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
мясо	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
молоко	-	-	-	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
грибы	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
ягоды	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-

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.

По данным НПО «Тайфун» объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) осталась на уровне 2007 г. и составляла 2,2 Бк/л,

что не превышает среднего значения для рек России (2,6 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 4.5 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Максимальные значения удельной активности ^{137}Cs в донных отложениях, как и в прошлом году, наблюдались в сбросном канале водоема-охладителя. Удельная активность радионуклидов в донных отложениях 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 р. Волги была ниже МДА, которая составляет 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 2008 г., также как и в 2007 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 $\Sigma\beta$ и активности γ -излучающих радионуклидов из скважин глубиной 15 м (первого водоносного горизонта) в районе спецкорпуса, в районе ХТРО, блоков №№ 1–4 и брызгальных бассейнов проводился ежеквартально. Один раз в год (в паводковый период) проводились контрольные отборы и измерения объемной активности γ -излучающих радионуклидов из наблюдательных скважин глубиной 25 м (второго водоносного горизонта). Как следует из результатов проведенного анализа, объемная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co была ниже МДА во всех контрольных скважинах спецкорпуса, в районе ХТРО, блоков №№ 1–4 и брызгальных бассейнов. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в воде контрольных скважин в 2008 г. находились практически на уровне средних значений пяти предшествующих лет. Все полученные значения значительно ниже допустимой объемной $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99 (1 Бк/л).

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs и удельная $\Sigma\beta$ 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 2008 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-96 [9].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС [7] в 2008 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 10 до 14 мкР/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 12 до 18 мкР/ч. Наибольшее значение МЭД (18 мкР/ч) наблюдалось в п. Балаково в сентябре. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 12–13 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 8,5 до 16 мкР/ч при среднегодовом значении в СЗЗ, ЗН – 9 мкР/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от $37 \cdot 10^{-5}$ до $69 \cdot 10^{-5}$ Гр, а в контрольном пункте (Маянга) значение годовой дозы на местности составляло $58 \cdot 10^{-5}$ 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 содержанию трития в водоеме-охладителе.

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 находятся в стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

БАЭС находится в зоне умеренно-холодного, резко-континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь со среднемесячными температурами -19 °С [10]. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой $+25$ °С. 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 2008 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. человек, 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. человек, 25 % – дети.

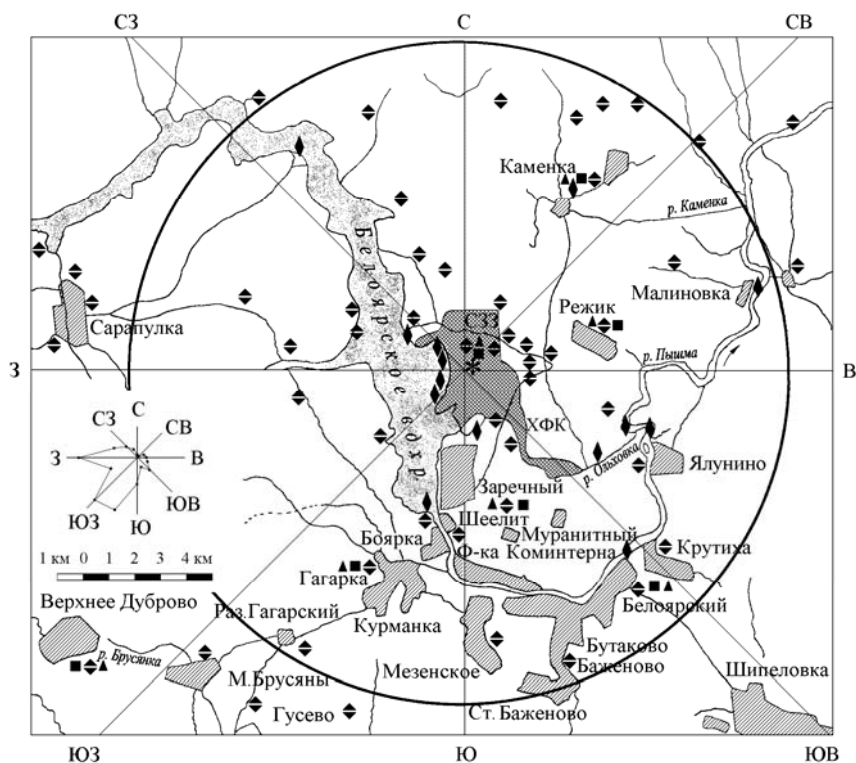


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН БАЭС:

- * – АЭС;
- ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◆ – измерения годовой поглощенной дозы дозиметрами ТЛД;
- ◆ – отбор проб воды.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвиги, 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 2008 г. и для сравнения – в 2007 г. Из приведенных в табл. 4.6 данных видно, что в 2008 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов уменьшились по сравнению с прошлогодними и были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов.

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. Плотина 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].

Таблица 4.6

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$1,52 \cdot 10^5$	$4,32 \cdot 10^5$	$- 2,80 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$9,20 \cdot 10^6$	$9,55 \cdot 10^6$	$- 3,50 \cdot 10^5$
ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$2,22 \cdot 10^{12}$	$2,51 \cdot 10^{12}$	$- 2,90 \cdot 10^{11}$

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 2008 г. не превышали установленных нормативов. В 2008 г. объем сброса сточных вод на БАЭС в 3 раза превышал объем сброса 2007 г. и составлял $99\,483 \text{ м}^3$ с суммарной активностью $1,4 \cdot 10^{12}$ Бк [10]. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 4.7 [4, 10]. Основной вклад в суммарную активность сбросов вносил тритий – $1,4 \cdot 10^{12}$ Бк. Из табл. 4.7 видно, что в 2008 г. сбросы ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs увеличились по сравнению с 2007 г. в 1,5, 5,5, 20 и 1,2 раза соответственно. Суммарная активность контролируемых радионуклидов без учета трития ($3,69 \cdot 10^8$ Бк) в 2008 г. была в 3 раза больше прошлогодней. По данным [4] в жидких сбросах БАЭС, кроме указанных в табл. 4.7 радионуклидов, были зарегистрированы $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$, ^{141}Ce и ^{144}Ce . Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на один – шесть порядков ниже допустимых величин, а суммарный сброс всех радионуклидов в 2008 г. не превышал 3 % 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 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{54}Mn	$2,47 \cdot 10^{10}$	$2,30 \cdot 10^6$	$1,54 \cdot 10^6$	$+ 7,60 \cdot 10^5$
^{60}Co	$9,04 \cdot 10^8$	$4,90 \cdot 10^6$	$8,83 \cdot 10^5$	$+ 4,02 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$9,31 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^8$	$5,87 \cdot 10^6$	$+ 1,14 \cdot 10^8$
^{137}Cs	$3,68 \cdot 10^{11}$	$1,70 \cdot 10^8$	$1,38 \cdot 10^8$	$+ 3,2 \cdot 10^7$
$^{152}\text{Eu}+^{154}\text{Eu}$	$1,00 \cdot 10^9$	$6,9 \cdot 10^5$	$9,56 \cdot 10^5$	$- 2,66 \cdot 10^5$
^3H	$7,70 \cdot 10^{13}$	$1,4 \cdot 10^{12}$	-	-

Примечание: данные по сбросу трития приводятся с 2008 г.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 40-км зоне вокруг БАЭС проводится отделом радиационной безопасности БАЭС (ОРБ БАЭС) во взаимодействии с ЦГ и Э № 32 ФМБА России [10]. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС проводятся Уральским УГМС [11].

В 2008 г. ОРБ 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 семь 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 неопределенностью $\pm(20-45)\%$.

Уральское УГМС в 2008 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 месячной экспозицией в десяти пунктах сигнальной сети в (10–15)-км зоне вокруг БАЭС;

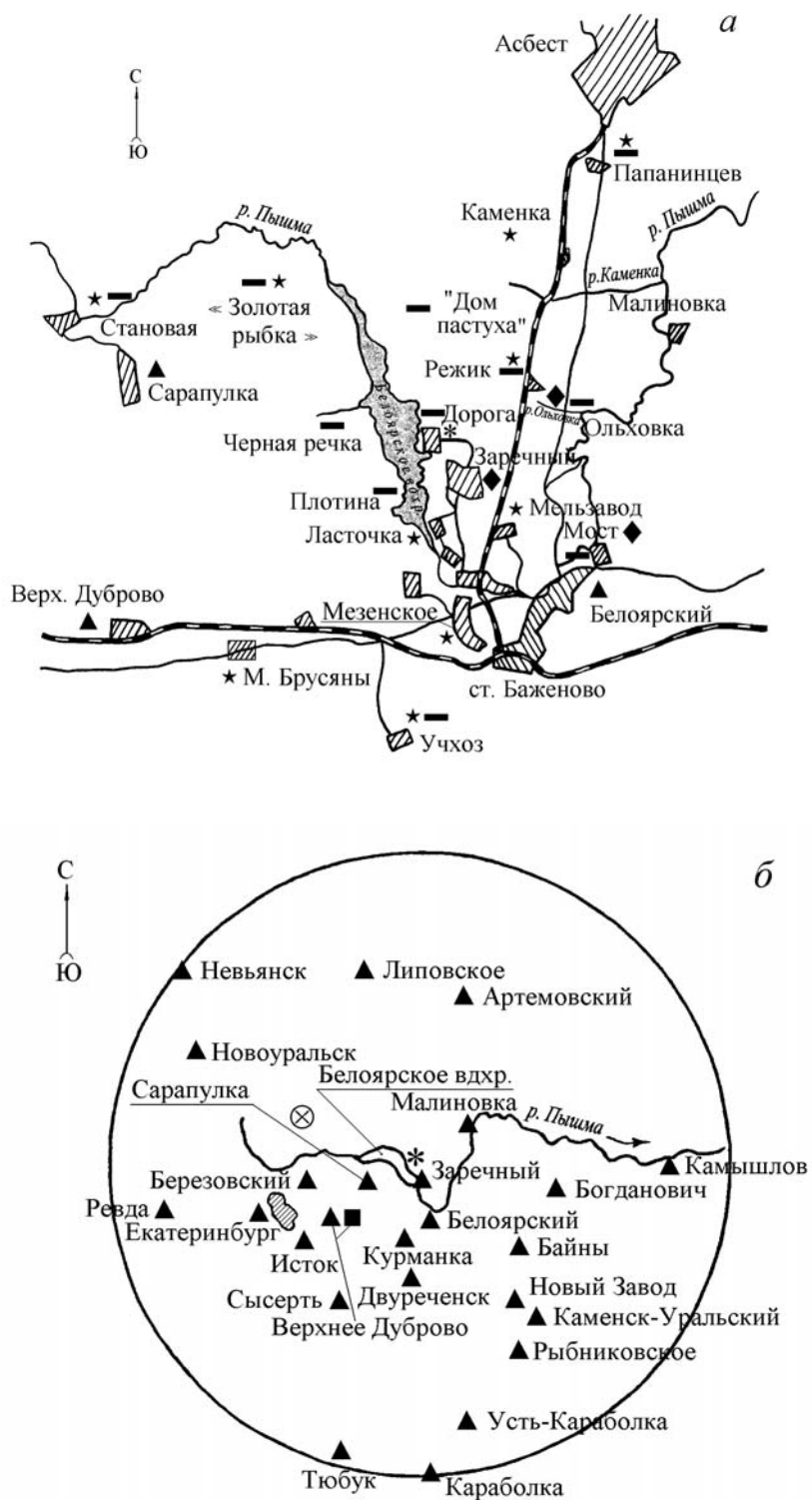


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС и ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО» (б):
 ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
 ■ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
 ★ – отбор недельных проб атмосферных выпадений;
 — — отбор проб снега и травы;
 ◆ – отбор проб воды;
 * – АЭС;
 ⊗ – ПЗРО «Свердловский филиал» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон»).

- за радиоактивным загрязнением вод Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;
- за загрязнением снежного и растительного покрова;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 36 пунктах, 19 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» (пп. 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.

Приземная атмосфера

Данные ОРБ БАЭС [10] за 2008 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН представлены в табл. 4.8. Согласно этим данным, в 2008 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте среднегодовые объемные активности ^{137}Cs уменьшились по сравнению с 2007 г. в 1,4–1,8 раза, а объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере осталась примерно на уровне предыдущего года. Объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ была несколько выше, а в ЗН – примерно такой же, как в контрольном пункте. Объемная активности ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН в среднем была в 1,6 раз ниже, чем в контрольном пункте. Объемные активности ^{134}Cs , ^{54}Mn и ^{90}Sr были ниже соответствующих МДА. Данные о содержании ^{90}Sr в приземном воздухе СЗЗ и ЗН в 2008 г. отсутствуют. В целом, по данным БАЭС среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС были на шесть порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м^3) и на порядок превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида на территории РФ ($2,3 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$).

Таблица 4.8

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС в 2007–2008 гг., 10^{-5} Бк/м^3 (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
СЗЗ	28,0	28,0	0,23	0,43
ЗН	23,2	24,0	0,18	0,33
Контрольный пункт	22,0	22,0	0,32	0,45

В табл. 4.9 приведены среднemesячные 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]. Среднemesячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2008 г. колебалась в пределах от $15,8 \cdot 10^{-5}$ до $58,0 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$. Максимальное суточное значение было отмечено 16–17 января и составляло $135,9 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, что превышает среднегодовое и фоновое значение за предыдущий месяц в 5 раз. ^{137}Cs в этой пробе повышенной активности обнаружен не был. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2008 г. ($27,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$) была в 1,3 раза выше, чем в 2007 г., и в 1,7 раза выше средней по РФ ($15,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

**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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	58,0	21,3	3,0	2,2	3	1
Февраль	30,0	23,1	3,0	2,2	5	4
Март	19,2	25,5	3,0	2,2	5	3
Апрель	27,9	17,5	5,5	7,8	2	7
Май	22,6	16,3	5,5	7,8	н	11
Июнь	22,8	17,8	5,5	7,8	14	8
Июль	26,0	16,3	2,7	4,6	7	2
Август	21,8	15,7	2,7	4,6	5	4
Сентябрь	15,8	19,6	2,7	4,6	20	40
Октябрь	29,0	18,0	5,8	3,5	7	2
Ноябрь	20,8	36,7	5,8	3,5	5	5
Декабрь	31,3	26,4	5,8	3,5	н	20
Среднее	27,1	21,2	4,3	4,5	6	9

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2008 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво была в 1,5 раза ниже, чем в 2007 г. и составляла $6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (см. табл. 4.9), что в 2,6 раза выше средневзвешенного значения по РФ для не загрязненных территорий ($2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в этом пункте оставалась на уровне 2007 г. и составляла $4,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 4,5 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ ($0,96 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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 2007 г. выпадения $\Sigma\beta$ в этих зонах практически не изменились и не отличались от фоновых значений для Уральского региона. Однако в отдельные дни в семи пунктах (четыре пункта в 100-км зоне, три – в 30-км зоне) было зарегистрировано по одному случаю, когда суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ превышали фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 10 и более раз. Наибольшие превышения над фоном в 2008 г. наблюдались: в 30-км зоне в п. Малиновка (2–3 июля) – $14,0$ Бк/м²-сутки и в п. Курманка (19–20 сентября) – $9,1$ Бк/м²-сутки, что соответственно в 41,2 и 15,2 раза выше фоновых уровней по данным пунктам и в 28 и 13 раз, соответственно, выше фонового уровня по Уральскому региону. В пробе выпадений в п. Курманка (19–20 сентября) был обнаружен ¹³⁷Cs ($1,08$ Бк/м²-сутки).

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. Из данных табл. 4.11 следует, что средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км зоне БАЭС в 2008 г. увеличилась по сравнению с 2007 г. в 1,6 раза и составляла $3,9$ Бк/м²-год, что в 6,5 раза выше фонового уровня для Уральского региона ($0,6$ Бк/м²-год). Максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs в 30-км зоне ($5,6$ Бк/м²-год) наблюдались в п. Верхнее Дуброво. Средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы по 100-км зоне БАЭС ($3,8$ Бк/м²-год) была примерно такой же, как и в 30-км зоне.

Таблица 4.11

**Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2008 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	0,3	н	0,8	0,2	н	0,1	0,1	0,5	н	н	н	0,6	2,6
Верхнее Дуброво	н	0,8	н	1,2	0,3	н	0,4	0,2	н	2,2	0,5	н	5,6
Двуреченск	н	н	1,0	0,7	н	0,5	н	0,3	0,7	0,1	н	0,6	3,9
Заречный	0,3	н	н	0,5	н	н	1,0	0,3	н	0,1	0,1	0,8	3,1
Исток	н	0,3	0,3	0,4	н	н	0,4	0,1	н	0,1	1,2	0,7	3,5
Курманка	0,2	0,1	0,2	1,6	0,3	н	0,3	н	н	0,3	н	н	3,0
Малиновка	0,3	0,3	0,4	0,4	0,9	н	н	0,7	1,3	0,7	н	н	5,0
Сарапулка	0,2	0,3	0,7	1,2	0,3	0,4	н	0,7	н	н	0,7	н	4,5
Среднее по зоне:													
2008 г.	0,2	0,2	0,4	0,8	0,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	3,9
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
Фон для Уральского региона:													
2008 г.	н	0,10	0,04	н	н	н	н	0,05	0,02	н	0,30	0,04	0,6
2007 г.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	н	0,1	0,1	0,1	н	0,1	н	0,8*

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

* – уточненные данные.

Средняя величина годовых выпадений ⁹⁰Sr из атмосферы в 30-км зоне БАЭС (табл. 4.12) в 2008 г. уменьшилась по сравнению с 2007 г. в 2,2 раза и составила 3,1 Бк/м²-год, что в 2,7 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона (1,14 Бк/м²-год). Максимальные выпадения ⁹⁰Sr (в 1,2 раза выше фонового уровня) наблюдались в п. Заречный (5,1 Бк/м²-год). Средняя величина годовых выпадений ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг БАЭС [11] составляла 3,7 Бк/м²-год и была немного больше выпадений ⁹⁰Sr в 30-км зоне, что, вероятно объясняется Восточно-Уральским «стронциевым» следом, который, как указывалось выше, частично входит в 100-км зону БАЭС.

Таблица 4.12

**Выпадения из атмосферы ⁹⁰Sr 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	0,16			0,21			0,08			0,29			2,22
Верхнее Дуброво	0,25			0,20			0,36			0,13			2,82
Двуреченск	0,73			0,22			0,06			0,16			3,51
Заречный	0,41			0,60			0,31			0,39			5,13
Исток	0,21			0,31			0,24			0,11			2,61
Курманка	0,08			0,42			0,16			0,55			3,63
Малиновка	0,46			0,22			0,13			0,10			2,73
Сарапулка	0,18			0,24			0,21			0,29			2,76
Среднее по зоне:													
2008 г.	0,31			0,30			0,19			0,25			3,12
2007 г.	0,54			0,62			0,59			0,53			6,84
Фон для Уральского региона:													
2008 г.	0,08	0,05	0,06	0,15	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,12	0,09	0,23	1,14
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	1,61*

Примечание: * – уточненные данные.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ по данным ОРБ БАЭС [10] составляли 5,5 и 128 Бк/м²-год соответственно, в ЗН – 6,2 и 124 Бк/м²-год соответственно. Сравнение этих данных с данными 2007 г. показывает, что в СЗЗ и в ЗН БАЭС выпадения $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs остались практически 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 0,7 Бк/м²·сутки [11].

Снег, почва, растительность

Загрязнение почвы радионуклидами в окрестностях БАЭС приведено в табл. 4.13. По данным ОРБ БАЭС в 2008 г. загрязнение почвы $\Sigma\beta$ в СЗЗ, ЗН БАЭС и в контрольном пункте осталось на уровне прошлого года. Содержание ¹³⁷Cs в почве СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2008 г. было значительно ниже, чем в 2007 г., ниже средних значений, полученных за последние 5 лет, и было примерно на уровне глобального загрязнения почвы на территории России.

Таблица 4.13

Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м² (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			¹³⁷ Cs		
	2008 г.	2007 г.	Среднее за 5 лет	2008 г.	2007 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ	12,4	13,3	11,8	3,0	9,0	9,8
ЗН	9,6	10,1	11,2	7,6	12,9	14,1
контр. пункт	9,7	10,3	10,5	2,2	18,1	13,4

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 25 и 26 августа. Из табл. 4.14 видно, что в 2008 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. Папанинцев (767,8 Бк/кг в.-с.), а ¹³⁷Cs – в п. Режик (6,6 Бк/кг в.-с.). В среднем загрязнение растительности радионуклидами в 2008 г. оставалось на уровне предыдущего года.

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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	3,5	6,7	0,6	н	199,1	270,2	2,4	1,2
«Дом пастуха»	6,3	2,8	0,1	2,5	238,0	438,0	1,3	2,5
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	3,7	5,9	0,5	1,5	446,9	275,4	2,0	3,1
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	7,3	1,5	0,1	1,0	358,2	294,4	2,0	2,0
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	7,0	2,6	0,3	2,4	425,5	225,1	2,1	4,7
Папанинцев	9,1	2,0	0,7	1,6	767,8	250,3	2,0	4,4
Режик	6,5	3,1	0,5	3,1	286,5	329,0	6,6	1,8
Черная Речка	4,1	4,3	0,02	н	297,7	364,1	4,5	4,0
Мезенское	-	4,0	-	2,0	-	266,3	-	2,1
Учхоз	8,7	5,6	0,5	2,1	247,4	365,7	1,8	3,5
Становая	-	-	-	н	-	-	-	-
Мельзавод	11,4	-	0,7	-	317,8	-	1,5	-

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
- – измерения не проводились.

В 2008 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах на всю глубину снежного покрова в период снеготаяния 3–4 апреля [11]. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ была выше, чем в

2007 г. (см. табл. 4.14), и изменялась в диапазоне от 3,5 до 11,4 Бк/м². Плотность загрязнения снега ¹³⁷Cs изменялась от 0,1 до 0,7 Бк/м². Максимальное содержание Σβ и ¹³⁷Cs в снеге наблюдалось в п. Мельзавод – 11,4 и 0,7 Бк/м² соответственно. В среднем, загрязнение снега ¹³⁷Cs в 2008 г. было примерно в 4 раза меньше, чем в 2007 г.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианской скважины, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и г. Заречного, в 2008 г. проводился ОРБ ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в питьевой воде составляла менее 4,5 мБк/л, что значительно ниже нормативного уровня вмешательства по НРБ-99 (УВ для ¹³⁷Cs – 11 Бк/л) [3]. Объемная Σβ в питьевой воде в 2008 г. составила 0,06 Бк/л, что находится на уровне среднего значения за последние 5 лет (0,06 Бк/л) и значительно ниже допустимой величины 1 Бк/л по НРБ-99 для питьевой воды.

Контроль радиоактивного загрязнения вод Белоярского водохранилища, рек Пышмы, Ольховки в 2008 г. производился ежемесячно ОРБ 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 ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС и в фоновых точках.

Таблица 4.15

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л

Пункты отбора проб	⁹⁰ Sr			¹³⁷ Cs		
	2008 г.	2007 г.	средняя за 5 лет	2008 г.	2007 г.	средняя за 5 лет
данные ОРБ БАЭС						
Пруд-охладитель (устье сбросного канала)	-	-	-	6,8	9,1	16
Пруд-охладитель (подводящий канал)	-	-	-	8,2	8,1	17
р. Пышма до водозабора	-	-	-	11,0	25,0	22
р. Пышма в 1 км ниже сброса	-	-	-	6,4	6,6	14
Контрольный водоем (верховье водохранилища)	-	-	-	<4,3	8,3	19
данные Уральского УГМС						
Белоярское вдхр., п. Заречный	23	32	-	33	33	-
р. Ольховка	186	228	-	29	275	-
р. Пышма ниже впадения р. Ольховки	33	24	-	21	33	-

Примечание: Уральским УГМС в Белоярском водохранилище и в р. Пышме пробы воды отбирались ежемесячно с января по декабрь, в р. Ольховка – ежемесячно с мая по октябрь;
 - - измерения не проводились.

Согласно данным, представленным в табл. 4.15, в 2008 г. содержание ⁹⁰Sr в воде контролируемых водоемов осталось на уровне 2007 г. и в 5–41 раз превышало фоновое значение для рек России (4,5 мБк/л). Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr, как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке. В 2008 г. впервые за весь период наблюдения содержание ¹³⁷Cs в р. Ольховке уменьшилось в 9,5 раза по сравнению с предыдущим годом, в остальных пунктах отбора – практически осталось на уровне 2007 г. Объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в водах на один – два порядка ниже предельно допустимых по НРБ-99 [3].

Объемная Σβ воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС [10] в 2008 г. находилась на уровне предыдущих лет, изменяясь в диапазоне 0,14–0,23 Бк/л. Объемная активность трития в воде контролируемых водоемов в 2008 г. оставалась на уровне средних значений за последние 5 лет и составляла 15,7–18,5 Бк/л в пруде-охладителе и 14,9 Бк/л в р. Пышме, что в 5,7 раза выше средней объемной

активности трития для рек РФ (2,6 Бк/л), но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [3].

В летний период 2008 г. ОРБ 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 ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		^{60}Co	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Сбросной канал	545	643	39	77	2,5	3,6*
Заборный канал	530	565	18	39	н	н
Сброс ПЛК	2223	649	1662	233	24	7,9
п. Шеелит	528	548	28	18	н	н
п. Худыш	373	444	11	24	4,1	4,3
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	428	402	163	53	6,0	н
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	2120	2044	2137	1441	170	35
Середина канала	1492	2944	1269	527	46	93
Ольховское болото:						
начало	423	1484	87	1178	9,7	5,9*
середина	1917	11846	2486	5868	20	74
конец	2970	3873	2352	2626	196	160
р. Ольховка	4595	1792	2137	2294	160	23
База отдыха «Дельфин» (контрольная точка)	762	637	343	118	8,5	3,8

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* – уточненные данные.

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 2008 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях рек Ольховка и Пышма составляла 2,1 кБк/кг в.-с., Ольховского болота – от 0,08 до 2,5 кБк/кг в.-с.

По сравнению с 2007 г., в пробах ила содержание ^{137}Cs значительно увеличилось (в 7 раз) в месте сброса ПЛК и уменьшилось в 13 раз в начале Ольховского болота, в остальных точках загрязнение ^{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 2008 г. была зарегистрирована в конце Ольховского болота и составляла 0,20 кБк/кг в.-с. По сравнению с 2007 г. удельная активность ^{60}Co значительно увеличилась в донных отложениях р. Пышмы (в 5 раз) и р. Ольховки (в 7 раз), в остальных точках наблюдения загрязнение ^{60}Co донных отложений осталось на уровне 2007 г. По сравнению с 2007 г. в пробах ила содержание $\Sigma\beta$ увеличилось в месте сброса ПЛК в 3 раза, уменьшилось в Ольховском болоте – в 3 раза, в остальных точках содержание $\Sigma\beta$ в донных отложениях осталось на уровне 2007 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 2008 г. в воде 13-ти контрольных скважин были зарегистрированы техногенные радионуклиды: ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co . По сравнению с 2007 г. количество контрольных скважин, в которых были зарегистрированы техногенные радионуклиды, снизилось более чем в 2 раза.

Объемные активности ^{90}Sr 9–73 Бк/л, превышающие УВ, были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО (П-1, П-4) и ХСО (П-2, П-3, П-28). В 2008 г. объемная активность ^{90}Sr в контрольных скважинах П-1 и П-2 увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 1,4 раза, в скважине П-3 – в 1,8 раза. Загрязнение ^{90}Sr воды в скважине П-28 осталось на уровне прошлого года, в скважине П-4 снизилось в 2 раза. Объемная активность ^{137}Cs , превышающая УВ, была зарегистрирована в скважине ХЖО П-1. Загрязнение подземных вод ^{137}Cs в этой скважине осталось на уровне предыдущего года. Объемная активность ^{60}Co (73,3 Бк/л), превышающая УВ и прошлогодний уровень загрязнения соответственно в 1,8 и 2,9 раза, была зарегистрирована в скважине ХЖО П-4. В остальных скважинах содержание ^{60}Co было ниже УВ и в среднем, осталось на уровне 2007 г. Максимальные значения объемных активностей ^{137}Cs (301,8 Бк/л) и ^{90}Sr (73,5 Бк/л) были зарегистрированы в скважинах П-1 (ХЖО) и П-2 (ХСО) соответственно. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО и ХСО. В контрольных скважинах спецводоочистки в 2008 г. техногенные радионуклиды зарегистрированы не были.

В 2008 г., как и в предыдущие годы, ОРБ БАЭС и ЦГ и Э № 32 ФМБА России 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 2008 г. удельная $\Sigma\beta$ в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод, осталась практически на уровне 2007 г. Только в корнеплодах зарегистрировано увеличение $\Sigma\beta$ в 1,5 раза.

Таблица 4.17

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях БАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России г. Заречного и ОРБ БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Пшеница*	-	-	1,3	6,3
Овощи	74	59	0,27	0,24
Корнеплоды	152	101	0,31	0,28
Ягоды	69	81	0,20	0,28
Допустимая уд. акт.		-		40
Молоко	51	42	0,19	0,20
Допустимая уд. акт.		-		50
Грибы	67	65	1,17	0,83
Допустимая уд. акт.		-		500
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	78	78	1,3	1,3
Допустимая уд. акт.		-		130

Примечание: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;
- - измерения не проводились;

Удельная активность ^{137}Cs увеличилась в грибах в 1,4 раза, уменьшилась в пшенице в 4,8 раза. Полученные величины не превышали допустимых значений [9]. Сравнительно высокое содер-

жание $\Sigma\beta$ 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 в рыбном хозяйстве БАЭС, осталась на уровне 2007 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 2008 г. не определялось.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС по данным Уральского УГМС в 2008 г. колебалась в пределах 9–15 мкР/ч. Среднегодовые значения в обеих зонах (12 и 11 мкР/ч соответственно) практически были на уровне γ -фона Уральского региона (11 мкР/ч) [11]. По данным АСКРО ОРБ БАЭС [10] мощность дозы γ -излучения в 2008 г. в СЗЗ изменялась в диапазоне 8–9 мкР/ч, в ЗН – 11–13 мкР/ч. При регламентных маршрутных обследованиях [10] МЭД в СЗЗ и в ЗН составляла 5–7 мкР/ч.

Поглощенная доза внешнего γ -облучения определялась в 40-км зоне [10] и в среднем в СЗЗ составляла по данным ОРБ БАЭС $51 \cdot 10^{-5}$ Гр, изменяясь в диапазоне $(41-61) \cdot 10^{-5}$ Гр, в ЗН – $42 \cdot 10^{-5}$ Гр, с диапазоном изменения $(38-48) \cdot 10^{-5}$ Гр. Наибольшие значения годовой дозы на местности наблюдались в южном и северо-западном направлении от АЭС.

По расчетным оценкам [10] для критической группы населения эквивалентная доза в биологической ткани в 2008 г. не превышала 0,262 мкЗв/год за счет жидких радиоактивных сбросов БАЭС в окружающую среду (в Ольховское болото) и 0,032 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 2008 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.

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 р. 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 ~ 6,7 тыс. человек.

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через вентиляционные трубы, предварительно пройдя очи-

стку 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 2007–2008 гг. [4, 12].

Таблица 4.18

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Со	$7,4 \cdot 10^9$	$1,31 \cdot 10^7$	$9,83 \cdot 10^6$	$+3,27 \cdot 10^6$
⁹⁰ Sr	$3,0 \cdot 10^8$	$2,40 \cdot 10^4$	н	$+2,40 \cdot 10^4$
¹³¹ I	$1,8 \cdot 10^{10}$	н	н	-
Сумма ИРГ	$2,0 \cdot 10^{15}$	$3,39 \cdot 10^{14}$	$3,40 \cdot 10^{14}$	$-1,00 \cdot 10^{12}$

Примечание: н – ниже минимально-детектируемой активности; для ¹³¹I МДА = $4,96 \cdot 10^{-3}$ Бк/л.

Как видно из табл. 4.18, в 2008 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ в 2008 г. составляли 17 % от допустимого выброса за год, выбросы ⁶⁰Со – 0,18 %, выбросы ⁹⁰Sr – 0,008 %. Содержание ¹³¹I в выбросах АЭС было менее минимально-детектируемой активности применяемой измерительной аппаратуры. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит ⁴¹Ar [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 Большой Поннеурген [12]. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов станционного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. По данным БиАЭС среднегодовое содержание ⁶⁰Со, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99 (УВ равен 41, 5 и 11 Бк/л для ⁶⁰Со, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs соответственно).

Данные о сбросах радионуклидов с жидкими радиоактивными стоками в 2007–2008 гг. [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 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Со	$5,0 \cdot 10^{10}$	$5,7 \cdot 10^8$	$5,2 \cdot 10^8$	$+5,0 \cdot 10^7$
⁵⁴ Mn	$1,2 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^8$	$-1,0 \cdot 10^7$
⁵¹ Cr	$3,1 \cdot 10^{12}$	$8,0 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^9$	$-4,2 \cdot 10^9$
⁹⁰ Sr	$1,5 \cdot 10^{12}$	$4,3 \cdot 10^6$	$4,2 \cdot 10^6$	$+1,0 \cdot 10^5$
$\Sigma\alpha$	$6,0 \cdot 10^{10}$	-	$6,2 \cdot 10^8$	$-6,2 \cdot 10^8$

Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2008 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два – шесть 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 2008 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 49х49 и 50х50 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 2008 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.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2008 г. по данным ЛООС БиАЭС приведены в табл. 4.20. Из табл. 4.20 видно, что в 2008 г., как и в 2007 г., во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземной атмосфере регистрировался ⁶⁰Со, отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность ⁶⁰Со в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН БиАЭС по сравнению с 2007 г. уменьшилась соответственно в 2,9 и 8,6 раза. Максимальная среднегодовая объемная активность его наблюдалась на территории АЭС – $9,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что на пять порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ($DOA_{НАС.} = 11$ Бк/м³) по НРБ-99 [3]. Объемная

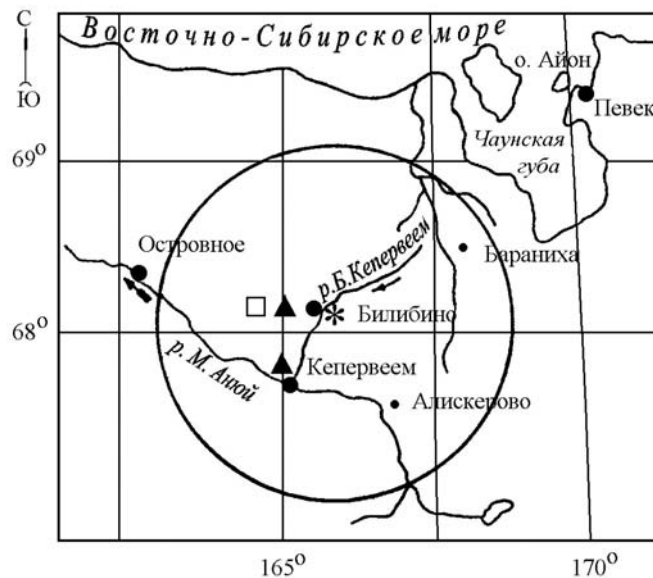


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

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

активность ^{137}Cs в приземной атмосфере пунктов наблюдения в 2008 г. была ниже минимально детектируемой активности [12] (значения МДА для ^{137}Cs составляет $0,4 \text{ Бк/м}^3$).

Таблица 4.20

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-5} Бк/м^3 (данные ЛООС БиАЭС)

Радионуклид	Территория АЭС		Плотина, 3,2 км от АЭС		г. Билибино, 6 км от АЭС	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
^{60}Co	9,0	25,9	0,5	4,3	3,0	4,2
^{90}Sr	0,7	-	0,2	-	0,2	-
$\Sigma\beta$	60,0	-	29,0	-	56,0	-

По данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории Севера Восточной Сибири в 2008 г. составляли $18,0 \cdot 10^{-5}$, $1,5 \cdot 10^{-7}$ и $0,6 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ соответственно.

Таким образом, объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в СЗЗ и ЗН БиАЭС в 2008 г. в 1,6–3,2 раза превышала объемную $\Sigma\beta$ на территории Севера Восточной Сибири, а объемная активность ^{90}Sr – в 116 и 33 раза соответственно. Однако содержание ^{90}Sr в районе расположения БиАЭС было на пять порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99 [3].

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 до $2,3 \text{ Бк/м}^2$ -сутки. Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне БиАЭС в 2008 г. остались на уровне значений 2007 г. и несколько превышали фоновые выпадения $\Sigma\beta$ на территории Севера Восточной Сибири в 2008 г. ($1,5 \text{ Бк/м}^2$ -сутки).

Таблица 4.21

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне БиАЭС в 2008 г., Бк/м²·сутки (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.	
Билибино	с	1,9	1,7	1,8	1,6	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,8	1,9	1,7	1,8
	м	2,4	2,3	2,3	2,3	2,1	2,5	2,9	2,9	2,5	2,6	2,3	2,5	2,9	3,1
Кепервеем	с	2,3	1,6	1,7	1,6	1,7	1,9	1,7	1,5	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	2,0
	м	3,2	2,6	2,3	2,5	2,9	2,7	3,2	2,7	2,5	2,3	2,3	2,3	3,2	3,7

По данным ЛООС БиАЭС выпадения ⁶⁰Со на подстилающую поверхность в СЗЗ за 2008 г. были в 9 раз ниже, чем в 2007 г., а годовые выпадения ¹³⁷Cs были ниже МДА. Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории Чукотского УГМС по данным сети Росгидромета в 2008 г. составляли 0,11 Бк/м²·год.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2008 г. по данным ЛООС [12] приведены в табл. 4.22. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2007 г. В качестве источника водоснабжения Билибинской АЭС и г. Билибино используется ручей Большой Поннеурген с годовым стоком, колеблющимся от 5,75·10⁶ до 12,3·10⁶ м³. Регулирующее водохранилище расположено в 7 км от города и в 3,5 км от станции выше по течению ручья Большой Поннеурген и предназначено для технического и хозяйственного водоснабжения Билибинской АЭС и г. Билибино.

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	
		2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Вода, мБк/л									
Водоохранилище	3,2	145,0	-	2,0	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	270,0	-	9,0	-	<0,4	<0,4	48,0	14,0
ручей Б. Поннеурген, устье	4,0	520	-	4,0	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0	292,0	-	4,0	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
Донные отложения, Бк/кг в.-с.									
Водоохранилище	3,2	780,1	-	0,67	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	987,5	-	3,26	-	<0,4	<0,4	26,88	46,12
ручей Б. Поннеурген, устье	4,0	628,2	-	1,08	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0	818,1	-	0,95	-	<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	-	-	-	-	<0,4	<0,4	<0,5	<0,5
Ягода (голубика), Бк/кг в.-с.									
СЗЗ	0,3–0,5	-	-	-	-	-	<0,4	-	-
ЗН	1,5–3,5	-	-	-	-	-	<0,4	-	-
Контрольная точка	22,0	-	-	-	-	-	0,78	-	-
Трава (осока), Бк/кг в.-с.									
СЗЗ	0,3–0,5	921,6	-	8,81	-	<0,4	-	36,67	-
ЗН	5,0	1171,1	-	3,16	-	<0,4	-	<0,5	-
Контрольная точка	22,0	2704,2	-	4,42	-	<0,4	-	<0,5	-

Примечание: -- измерения не проводились.

Как видно из табл. 4.22, содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2008 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры, содержание ^{90}Sr – не превышало фонового уровня для рек России (4,5 мБк/л), а $\Sigma\beta$ воды была ниже УВ по НРБ-99 (1 Бк/л).

По данным табл. 4.22 [12] в воде ручья Большой Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2008 г. регистрировался ^{60}Co с объемной активностью 48 мБк/л, что в 3 раза больше, чем в 2007 г., но на три порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [3]. В устье ручья Большой Поннеурген, впадающего в р. Большой Кепервеем, содержание ^{60}Co было ниже предела обнаружения (<0,5 мБк/л). Содержание ^{137}Cs во всех контролируемых водоемах было ниже предела обнаружения (<0,4 мБк/л). Самая высокая объемная активность ^{90}Sr , в 2 раза выше фонового уровня для рек России, наблюдалась также в р. Большой Поннеурген ниже сброса сточных вод. В остальных точках отбора проб воды объемная активность ^{90}Sr была ниже фонового уровня, а $\Sigma\beta$ воды не превышала УВ по НРБ-99.

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (см. табл. 4.22). В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался ^{60}Co , удельная активность которого была в 1,7 раза ниже, чем в 2007 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 Большой 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]. Содержание ^{90}Sr в донных отложениях ниже сброса ПЛК было в 3–5 раз выше, чем в остальных точках отбора проб.

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 трех 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 2008 г. содержание ^{60}Co и ^{137}Cs было ниже МДА (соответственно – 0,5 и 0,4 Бк/кг в.-с.).

В пробах растительности, отобранных в ЗН и контрольной точке, согласно табл. 4.22, содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже предела обнаружения используемой для измерений аппаратуры. В СЗЗ БиАЭС в пробах травы (осоки) обнаружен ^{60}Co с удельной активностью 36,7 Бк/кг.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2008 г. изменялись от 10 до 11 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона на территории РФ.

Контроль мощности дозы γ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2008 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 12–23 мкР/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС (20 точек), варьировали от $96 \cdot 10^{-5}$ до $165 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и лаборатории ЛООС БиАЭС содержание ^{137}Cs в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в повышенном содержании ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения АЭС, а также в присутствии в объектах окружающей среды ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона. Однако наблюдаемые активности радионуклидов существенно 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 км^2 , из них 18 км^2 занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения составляет 2600 км^2 , из них около 500 км^2 занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 чел./км^2 , общая численность населения в ЗН около 215 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска составляет 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 $+7,9^\circ\text{C}$, абсолютный максимум – $+41^\circ\text{C}$, абсолютный минимум – -35°C . Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет $-7,4^\circ\text{C}$, наиболее теплого (июль) – $+23,4^\circ\text{C}$. 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.

Газоаerosольные выбросы на ВАЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных aerosолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %. Данные о газоаerosольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-99 [2], в атмосферу в 2008 г. и, для сравнения, в 2007 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 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$2,30 \cdot 10^5$	$4,60 \cdot 10^5$	$-2,30 \cdot 10^5$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	*	$4,97 \cdot 10^7$	
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$4,92 \cdot 10^6$	$2,80 \cdot 10^4$	$+ 4,89 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,79 \cdot 10^6$	$2,60 \cdot 10^5$	
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	*	$8,40 \cdot 10^{10}$	$+ 1,53 \cdot 10^6$

Примечание: * – данные не поступали.

Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы ВАЭС в атмосферу в 2008 г. были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с реактором ВВЭР-1000, и не превышали 0,55 % 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 2008 г. составил $191,0 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. 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 2008 г. по данным ВАЭС [13] содержание радионуклидов в сбросных водах ВАЭС в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, которая для ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{137}Cs и ^{134}Cs составляла 21, 22, 26 и 20 мБк/л соответственно, а для трития – 1 Бк/л.

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 2008 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы [13]:

- аэрозолей в 6 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 – 13 наблюдательных скважин);
- 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].

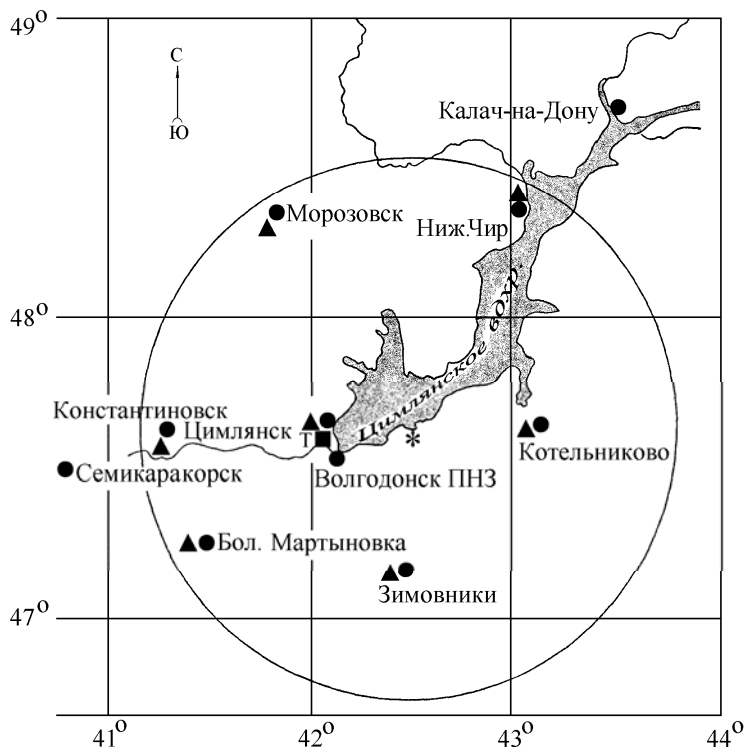


Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ВАЭС:
* – АЭС;
● – наблюдения за γ -фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
■ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
Т – отбор проб атмосферных осадков.

В 2008 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.

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».

Приземная атмосфера

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 2008 г. составляли 0,7–1,4 Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдения были на уровне средневзвешенных по территории РФ выпадений (1,4 Бк/м²·сутки) и не превышали значений, полученных в 2007 г. Усредненные по пунктам наблюдения годовые выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне ВАЭС по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» составляли 0,28 Бк/м²·год и были ниже среднегодовых выпадений этого радионуклида на территории Юга ЕТР (0,37 Бк/м²·год).

Таблица 4.24

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения
и объемные Σβ 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	2008 г.	2007 г.	
	Выпадения, Бк/м²·сутки														
Б. Мартыновка	с	5,3	0,5	0,3	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8	1,1	1,9	1,5	0,6	1,2	0,6
	м	23,0	1,6	1,1	2,3	1,8	1,45	1,7	2,3	2,9	5,3	4,7	2,2		
Зимовники	с	2,3	0,6	1,4	1,8	1,5	0,9	0,8	1,0	1,3	1,24	0,5	0,9	1,2	0,7
	м	23,9	2,3	12,7	5,5	4,5	2,1	3,2	4,2	3,8	5,2	2,1	4,9		
Константиновск	с	0,9	0,7	0,8	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	1,4	0,8	1,1	0,9	0,9	0,6
	м	5,0	2,7	1,9	2,1	2,8	2,0	2,4	2,3	3,5	2,4	4,1	5,8		
Котельниково	с	0,6	0,3	0,6	1,3	0,9	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,9	0,4	0,7	0,5
	м	2,6	1,2	1,5	4,4	3,1	1,7	2,4	2,8	4,2	1,8	3,3	1,5		
Морозовск	с	4,8	0,5	0,6	1,2	1,3	0,6	0,6	0,7	0,9	1,2	1,2	0,5	1,2	0,8
	м	37,4	1,3	1,4	4,4	6,0	1,1	2,0	2,0	2,3	3,9	3,3	2,1		
Нижний Чир	с	0,6	-	0,7	1,0	1,0	0,7	0,8	0,7	1,4	0,9	1,5	1,0	0,9	0,7
	м	4,6	-	2,4	3,1	4,6	1,8	2,8	1,8	3,7	2,8	4,5	3,8		
Цимлянск	с	1,7	1,6	1,0	1,0	1,8	1,3	1,1	1,0	1,8	1,1	2,2	1,7	1,4	1,7
	м	4,1	3,8	2,7	2,8	6,2	4,1	2,5	2,2	4,4	3,9	5,4	4,3		
	Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³														
Цимлянск	с	32	10	5	9	11	8	10	10	8	7	6	15	11	12
	м	104	41	12	17	30	15	21	21	15	18	15	77		

Примечание: - – отбор проб не проводился.

По данным ЛКВРБ ВАЭС в отчетном году выпадения Σβ в СЗЗ и ЗН увеличились в 1,2 раза по сравнению с предыдущим. Суточные выпадения техногенных радионуклидов были ниже МДА (0,0007–0,0008 Бк/м²·сутки для ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn; 0,006–0,007 Бк/м²·сутки для ⁵¹Cr).

В 2008 г. среднегодовая объемная Σβ в воздухе г. Цимлянка, расположенном в ЗН АЭС, по данным Северо-Кавказского УГМС (см. табл. 4.24) была меньше средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной активности (16,1·10⁻⁵ Бк/м²) и составляла 11·10⁻⁵ Бк/м³. Максимальная суточная объемная Σβ наблюдалась в январе (104·10⁻⁵ Бк/м³).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянка за 2004–2008 гг., выполненного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.25.

Таблица 4.25

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянка, 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	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
	2008	3,0	2,8	3,5	1,1	2,6	5,0
⁹⁰Sr							
Цимлянск	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
	2008	0,20	0,5	0,65	0,15	0,4	1,02

Из табл. 4.25 видно, что в 2008 г. объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Цимлянка составляла 2,6·10⁻⁷ Бк/м³, что в 1,9 раза ниже фонового уровня для Юга ЕТР (5,0·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Цимлянке также была ниже (в 2,5

раза) средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности данных радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [3].

По данным ЛКВРБ [13] в 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – $15,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $13,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – $14,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность γ -излучающих техногенных радионуклидов в атмосфере СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры. МДА для ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn составляет $2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁵¹Cr – $2 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³.

Результаты проведенного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» анализа проб осадков показали, что в 2008 г. среднегодовая объемная активность ³H в осадках в ЗН ВАЭС (г. Цимлянск) составляла 2,5 Бк/л и была на уровне усредненной по 32 пунктам РФ среднегодовой объемной активности ³H (2,5 Бк/л) в осадках.

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2008 г., содержание ¹³⁷Cs не превышало 1,1 кБк/м², что находится в пределах колебаний глобального загрязнения почвы ¹³⁷Cs, содержание ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co было менее 0,10 и 0,09 кБк/м² соответственно.

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ показали, что в 2008 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 (< 27 мБк/л). Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде варьировала от 120 мБк/л (ст. Жуковская) до 290 мБк/л (ст. Романовская), в Цимлянском водохранилище составляла 225 мБк/л, а в водоеме-охладителе – 350 мБк/л. Анализ проб воды из открытых водоемов показал, что содержание трития в них меньше минимально детектируемой активности (1 Бк/кг). Все полученные значения значительно ниже допустимой объемной $\Sigma\beta$ 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 ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 1,4 Бк/кг в.-с., удельная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях водоема-охладителя составляла менее 1,6 Бк/кг в.-с.

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 2008 г. в части наблюдательных скважин в связи с работой системы водопонижения вода отсутствовала, поэтому пробы воды отбирались из 13 НС. Наблюдался значительный разброс значений объемной $\Sigma\beta$ в воде во всех скважинах в течение года – от 130 до 570 мБк/л. Однако значения объемной $\Sigma\beta$ не превышали 1 Бк/л.

Продукты питания местного производства

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока), выловленной рыбы, а также грибов, ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН ВАЭС, проведенный ЛКВРБ [13], показал, что в

2008 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 2008 г. в СЗЗ и ЗН по данным 19 постов АСКРО ВАЭС составляла 9–10 мкР/ч при максимальном измеренном значении 13 мкР/ч.

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 11 до 14 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг ВАЭС, измеренная дозиметрами ДТЛ-01, составляла в СЗЗ и ЗН $(47\text{--}60)\cdot 10^{-5}$ Гр, что не превышает фоновых значений ($67\cdot 10^{-5}$ Гр).

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ ВАЭС, можно сделать вывод, что влияние ВАЭС в 2008 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

4.5. Калининская АЭС

В 2008 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 (33 900 человек). 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 наблюдения вокруг АЭС». СЗЗ КАЭС установлена радиусом 1,2 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб первой 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 первой очереди и блока № 3. В ЗН размещается около 70 населенных пунктов.

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 в 2008 г. характеризовался сравнительно теплым летом, очень теплой и холодной зимой с неустойчивым снежным покровом и нечетко выраженными переходными периодами. Среднегодовая температура воздуха $+6,2^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум – $+32,5^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум – $-26,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая относительная влажность воздуха 79 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 605,4 мм. Режим ветра определялся западно-восточным переносом, обусловленным общей циркуляцией атмосферы. В 2008 г. повто-

ряемость ветров южного направления превысила среднеклиматические значения на 27 %. Среднегодовая скорость ветра – 4,0 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 сдвухи и воздух из помещений блоков №№ 1, 2. 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 2008 г. и, для сравнения, в 2007 г. приведены в табл. 4.26 [4, 15]. Из табл. 4.26 видно, что в 2008 г. годовые выбросы радионуклидов на КАЭС не превышали установленных нормативов и составляли от допустимых выбросов: для ИРГ – 4 %, для ^{131}I – 2 %, для остальных регламентируемых радионуклидов – менее 1 %.

Таблица 4.26

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$2,89 \cdot 10^6$	$1,76 \cdot 10^7$	$- 1,47 \cdot 10^7$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$2,96 \cdot 10^8$	$5,39 \cdot 10^8$	$- 2,43 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,10 \cdot 10^5$	$1,23 \cdot 10^6$	$- 1,12 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$9,52 \cdot 10^5$	$5,16 \cdot 10^6$	$- 4,21 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$2,93 \cdot 10^{13}$	$2,10 \cdot 10^{13}$	$+ 8,30 \cdot 10^{12}$

Жидкие сбросы радионуклидов на КАЭС производятся в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля [15]. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет $1 \cdot 10^8$ и $1,8 \cdot 10^7$ м³ соответственно [15]. Годовой оборот воды на АЭС – $2,4724 \cdot 10^9$ м³, сток из рассматриваемой системы озер в р. Съезжа – $1 \cdot 10^8$ м³. 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 2008 г. в озера, составил $62,28 \cdot 10^3$ м³, что составляет 0,003 % от объема воды, используемого на КАЭС для оборотного водоснабжения. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды. Сброс жидких технологических стоков в озера 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 2008 г. на КАЭС приведены в табл. 4.27 [4, 15]. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2008 г. (0,4 ТБк) была в 45 раз меньше, чем в 2007 г. (18,1 ТБк), и самой низкой за все время эксплуатации КАЭС. Основной вклад в активность сброса (99,99 %) вносит тритий, сбросы которого уменьшились в 2008 г. в 45 раз. В 2008 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было [15]. Фактические сбросы радионуклидов были на два – четыре порядка ниже допустимых.

Сбросы радионуклидов в озера Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁵⁴ Mn	$3,30 \cdot 10^9$	$3,40 \cdot 10^5$	$3,30 \cdot 10^6$	$- 2,96 \cdot 10^6$
⁶⁰ Co	$7,40 \cdot 10^8$	$4,30 \cdot 10^6$	$7,40 \cdot 10^6$	$- 3,10 \cdot 10^6$
¹³⁴ Cs	$7,30 \cdot 10^9$	$8,40 \cdot 10^5$	$3,29 \cdot 10^7$	$- 3,21 \cdot 10^7$
¹³⁷ Cs	$2,50 \cdot 10^9$	$3,41 \cdot 10^7$	$7,50 \cdot 10^7$	$- 4,09 \cdot 10^7$
³ H	$1,8 \cdot 10^{14}$	$3,98 \cdot 10^{11}$	$1,80 \cdot 10^{13}$	$- 1,14 \cdot 10^{13}$

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 2008 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 трех пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей: в СЗЗ – пост 1 (промзона), в ЗН – пост 2 (д. Глиновка) и пост 3 (д. Ряд). Пробы отбирались с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 25 см, время экспозиции которых составляло один месяц. В пяти точках контроля ЗН плотность радиоактивных выпадений из атмосферного воздуха проводилась по пробам снега. Отбор осуществлялся один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи стационарных постов ЗН: пост 4 (д. Стан), пост 5 (д. Митрошино), пост 6 (д. Зарьково), пост 7 (г. Удомля) и в контрольном пункте – пост 8 (г. Вышний Волочок). Концентрирование радионуклидов в пробах выпадений (кюветы) проводили методами упаривания и озоления;

- определялось радиоактивное загрязнение питьевой воды, воды из открытых водоемов, а также донных отложений и рыбы;

- 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, 23 – в СЗЗ и ЗН), а также с помощью АСКРО, состоящей из 16 постов (13 постов – в ЗН, 3 – в СЗЗ). Поглощенную дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом. В каж-

дом пункте контроля устанавливалось по два термоллюминесцентных дозиметра «Радос» термоллюминесцентной дозиметрической системы «Dosacus».

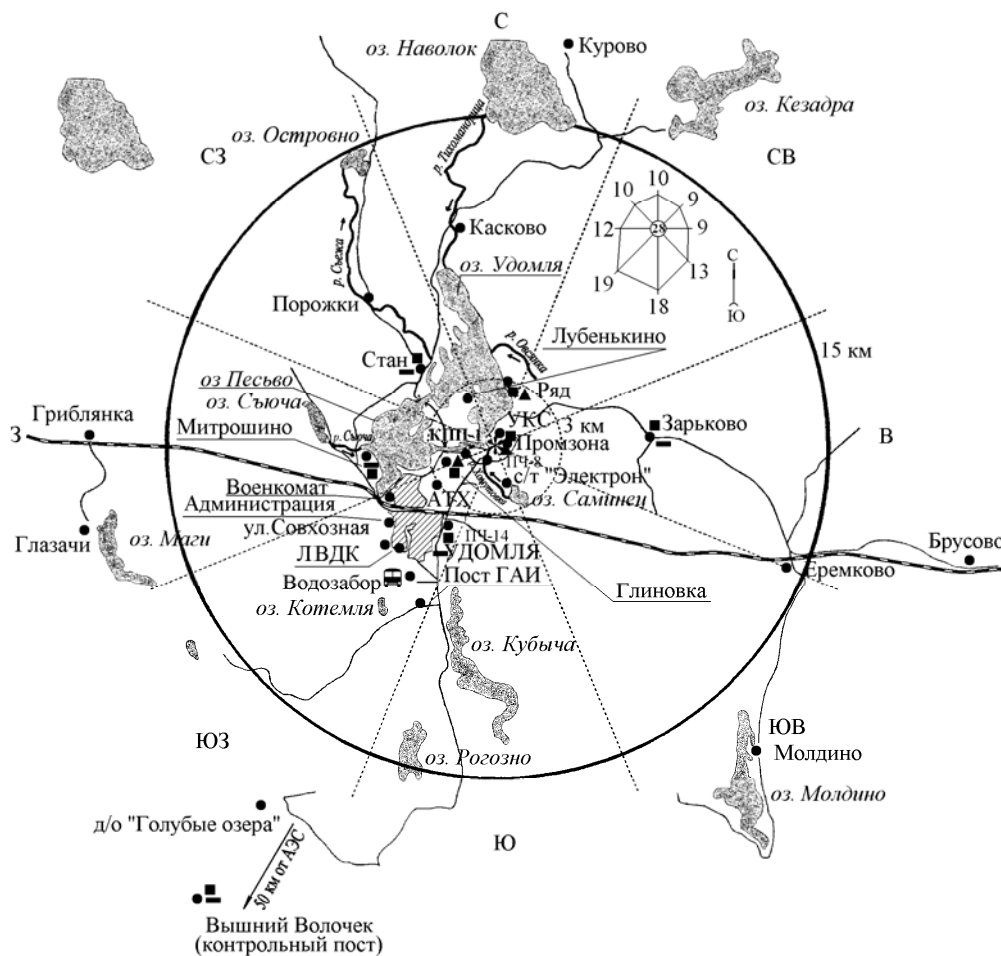


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- — отбор проб снега;
- 🚚 — передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

Северо-Западное УГМС [16] и Центральное УГМС [17] в 2008 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.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2008 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 2008 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-

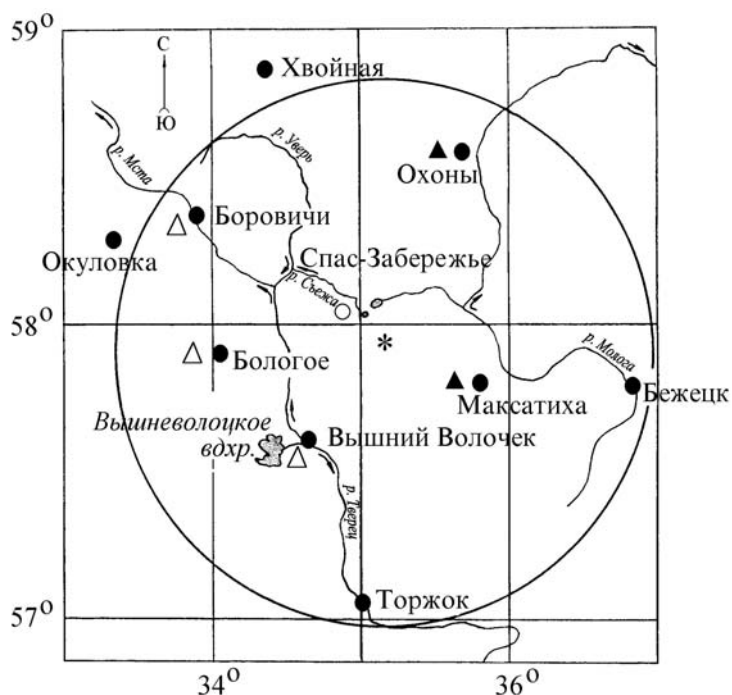


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- ◊ — планируемые наблюдения.

детектируемой активности. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2008 г. не превышала активности, наблюдаемой в контрольном пункте, и находилась, практически, на уровне средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР в 2008 г. ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН 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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
СЗЗ	8,46	5,92	< 4,0	< 3,4	< 4,7	< 5,4	< 4,0	< 3,6	< 64,6	< 58,0
ЗН	6,08	5,56	< 1,2	< 1,2	< 1,4	< 1,5	< 1,2	< 1,2	< 40,1	< 31,8
г. Вышний Волочек (контр. пункт)	8,75	7,94	< 3,4	< 3,9	< 3,8	< 4,7	< 3,3	< 4,2	< 60,5	< 74,1
ДОА _{НАС.} , Бк/м ³	27		19		11		72		2500	

По данным ЛВДК [15] в 2008 г. в выпадениях в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте содержание техногенных радионуклидов было ниже минимально-детектируемой активности.

В табл. 4.29 по данным Северо-Западного и Центрального УГМС приведены среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ за 2007–2008 гг. в пп. Охоны [16] и Максатиха [17], расположенных в 100-км зоне КАЭС. Из табл. 4.29 видно, что в 2008 г. годовые выпадения $\Sigma\beta$ в этих пунктах остались примерно на уровне 2007 г. Среднемесячные величины суточных атмосферных выпадений варьировали в пределах 0,4–0,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в апреле в п. Максатиха и составляли 4,8 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения

$\Sigma\beta$ в 100-км зоне КАЭС в 2008 г. в среднем составляли 161 Бк/м²-год и были в 2,3 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	
		2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Январь	с	0,4	0,5	0,6	0,4	1,0	1,0
	м	1,4	1,1	1,0	0,8		
Февраль	с	0,5	0,4	0,6	0,5	1,0	0,9
	м	0,9	1,0	0,9	0,7		
Март	с	0,4	0,4	0,5	0,4	1,0	0,9
	м	1,2	1,1	1,1	0,7		
Апрель	с	0,4	0,4	0,8	0,4	1,2	1,0
	м	0,9	1,0	4,8	0,6		
Май	с	0,4	0,7	0,7	0,5	1,1	1,1
	м	1,0	2,2	2,2	0,8		
Июнь	с	0,4	0,6	0,7	0,6	1,0	1,0
	м	1,3	1,7	2,7	0,9		
Июль	с	0,5	0,5	0,6	0,6	1,0	1,2
	м	1,4	1,4	1,7	1,6		
Август	с	0,4	0,8	0,8	0,4	1,1	1,0
	м	1,4	2,7	1,8	0,8		
Сентябрь	с	0,4	0,5	0,7	0,5	1,0	1,1
	м	1,1	1,4	1,8	1,0		
Октябрь	с	0,5	0,5	0,8	0,7	1,0	1,1
	м	1,1	1,9	1,5	1,8		
Ноябрь	с	0,6	0,5	0,7	0,4	1,1	1,1
	м	1,3	1,2	3,5	0,8		
Декабрь	с	0,6	0,4	0,7	0,7	1,0	1,0
	м	1,6	1,4	1,7	1,5		
Среднее		0,4	0,5	0,7	0,5	1,1	1,0
Сумма, Бк/м ² -год		161	189	256	186	402	365

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).

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 2008 г. составила 6,3 мБк/л [15], что несколько выше уровня фонового значения для озер на территории ЕТР (3,7 мБк/л). Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2008 г. составила 99,5 Бк/л, а в р. Съеже – 109 Бк/л, что примерно в 77 раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99 (УВ = 7700 Бк/л) [3] и в 50 раз ниже рекомендуемого контрольного уровня по тритию для водоемов-охладителей АЭС (КУ = 5000 Бк/л) [15]. По сравнению с предыдущим годом содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) снизилось в 1,6–2,0 раза, но, по-прежнему, превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ в 38 раз. Причиной снижения содержания трития в озерах послужило введение на КАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения, что позволило практически полно-

стью исключить сброс в водоемы-охладители жидких стоков, содержащих радиоактивные вещества. Содержание трития в озерах Саминец и Кубыча в 2008 г. было близко к фоновому уровню (< 10 Бк/л). Суммарная β-активность в воде всех наблюдаемых водоемов не превышала уровня вмешательства (1 Бк/л) по НРБ-99.

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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Вода открытых водоемов, мБк/л						
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 4,5	< 4,3	< 4,7	< 4,8	94	192
оз. Удомля (входной канал)	< 5,0	< 4,3	< 5,4	< 4,6	105	172
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 4,9	< 4,1	< 5,0	< 4,5	109	152
оз. Кубыча (контрольный водоем)	< 5,2	< 4,4	< 5,2	< 4,7	< 10	< 10
оз. Саминец (контрольный водоем)	< 4,2	< 4,1	< 4,3	< 4,6	< 10	< 10
Питьевая вода, мБк/л						
Водозабор г. Удомля	< 4,6	< 4,1	< 5,1	< 5,1	-	-
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 4,7	< 4,6	< 5,3	< 4,8	-	-
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 4,7	< 4,1	< 5,4	< 4,7	-	-
Водозабор г. Вышний Волочек	< 4,7	< 5,0	< 4,9	< 4,8	-	-
Донные отложения водоемов, Бк/кг в.-с.						
оз. Песьво	5,65	< 2,73	< 2,47	< 2,64	-	-
оз. Удомля	< 2,76	< 1,91	< 2,35	< 2,54	-	-
р. Хомутовка (устье)	< 2,23	3,26	< 2,19	< 2,60	-	-
р. Съежа	< 2,19	< 2,91	< 1,99	< 2,68	-	-
оз. Саминец (СЗЗ)	2,96	2,54	< 2,62	< 2,75	-	-
оз. Кубыча (ЗН)	3,67	4,43	< 2,53	< 3,92	-	-
Почва, кБк/м²						
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs	
СЗЗ	0,25	0,29	< 0,21	< 0,17	< 0,26	< 0,18
ЗН	0,62	0,53	< 0,14	< 0,19	< 0,17	< 0,18
г. Вышний Волочек	0,50	0,30	< 0,13	< 0,12	< 0,15	< 0,14

Примечание: - – измерения не проводились.

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 Σβ и Σα в пробах воды, отобранных из водопровода г. Удомли, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов [15]. В 2008 г. объемная Σβ и Σα питьевой воды не превышала нормативов по НРБ-99 (< 1 Бк/л для Σβ и < 0,1 Бк/л для Σα). 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 ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co 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 оз. Песьво и контрольных водоемов – оз. Кубыча и оз. Саминец, где удельная активность ¹³⁷Cs составляла 5,65, 3,67 и 2,96 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 о содержании техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2008 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 2008 г. значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs сохраняются на уровне средних значений последних лет. Удельная активность техногенного ^{137}Cs в почве варьирует от 7 до 20 Бк/кг, а естественных радионуклидов: ^{40}K – от 301 до 460 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 2008 г. осталось на уровне 2007 г. и было на два – три порядка ниже допустимых уровней по СанПиН-96 [9]. Исключение составляют ягоды, объемная активность ^{137}Cs в которых в 2008 г. составляла 25 % от допустимого уровня, и грибы, объемная активность ^{137}Cs в которых уменьшилась в 5 раз по сравнению с предыдущим годом и составляла около 3 % 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.

До пуска АЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 8–17 мкР/ч [15]. В 2008 г. по данным ЛВДК среднегодовое значение мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялось в диапазоне 11–13 мкР/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (11 мкР/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения

МЭД по данным регламентных маршрутов и АСКРО не превышали 19 мкР/ч. Согласно данным АСКРО среднегодовые значения МЭД составляли: в СЗЗ – 11 мкР/ч, в ЗН – 10 мкР/ч.

Таблица 4.31

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС, Бк/кг (данные ЛВДК КАЭС)

Вид пробы	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr		⁴⁰ K	
	2008 г.	до пуска АЭС	2008 г.	до пуска АЭС	2008 г.	до пуска АЭС
Растительность луговая	< 1,46	1,63	2,55	15,9	-	-
Корнеплоды	< 0,13	0,09	0,25	-	111 – 128	-
Овощи	< 0,12	0,09	< 0,13	0,08	58 – 59	-
Ягоды	9,97	17,41	0,28	-	-	-
Допустимая уд. акт.	40		-		-	
Грибы	12,63	-	0,13	-	-	-
Допустимая уд. акт.	500		-		-	
Молоко	< 0,14	0,27	< 0,08	0,17	-	-
Допустимая уд. акт.	50		-		-	
Мясо	< 0,20	0,12	< 0,10	0,11	-	-
Допустимая уд. акт.	160		-		-	
Рыба	0,50	0,52	0,64	1,48	-	-
Допустимая уд. акт.	130		-		-	

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного [16] и Центрального УГМС [17] в 2008 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 17 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 8–13 мкР/ч.

Контроль поглощенной дозы γ -излучения на местности вокруг КАЭС [15] в 2008 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) – $(55–70) \cdot 10^{-5}$ Гр, для ЗН (радиусом 3–15 км) – $(50–62) \cdot 10^{-5}$ Гр, для контрольной точки – $54 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2008 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития (в 38 раз выше фонового уровня) в озерах Песьво и Удомля, а также в р. Съежа, вытекающей из оз. Удомля. Однако, удельная активность трития в воде озер в 77 раз 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 2008 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 2008 г.

составляла +1,4°C, абсолютные максимальная и минимальная температуры: +22,5°C и -28,9°C, соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,6 м/с, максимальная – 20,5 м/с.

Вокруг КоАЭС в 2005 г. в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических нормативов постановлением администрации г. Полярные Зори 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 первой и второй очереди, внутренняя – по внешней границе СЗЗ. Кроме этого, в 2005 г. установлены СЗЗ и ЗН вокруг хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО) КоАЭС. СЗЗ ХССО считается территория хранилища, обнесенная оградой, а зона наблюдения ХССО 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 ~ 15,5 тыс. человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН ~ 18,3 тыс. 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).

На территории промплощадки КоАЭС расположены хранилища сухих радиоактивных отходов (ХСО) и временные хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), оборудованных в здании спецкорпусов для каждой очереди, ХСО-1, ХЖО-1 и ХСО-2, ХЖО-2, соответственно.

В январе 2007 г. принят в промышленную эксплуатацию комплекс переработки жидких радиоактивных отходов. Пунктами хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) являются приреакторные бассейны выдержки энергоблоков №№ 1–4.

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очереди энергоблоков. В табл. 4.32 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2008 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 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	1,06·10 ⁷	7,59·10 ⁷	- 6,53·10 ⁷
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	н	н	-
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	4,96·10 ⁶	7,69·10 ⁶	- 2,73·10 ⁶
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	2,40·10 ¹¹	н	+ 2,40·10 ¹¹

Примечание: н – ниже уровня регистрации: для ИРГ – 1,9·10¹¹ Бк/сутки, для ¹³¹I – 3,7·10⁶ Бк/сутки.

Анализ данных табл. 4.32 показывает, что фактические выбросы ^{60}Co и ^{137}Cs за год на АЭС снизились по сравнению с предыдущим годом в 7,2 и 1,6 раза и составляли соответственно 0,14 и 0,25 % от допустимых выбросов. Выбросы ИРГ составляли 0,035 % от допустимых выбросов. Суточные выбросы суммы ^{131}I были ниже уровней регистрации, установленных для КоАЭС ($3,7 \cdot 10^6$ Бк/сутки). Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов по ИРГ и ^{131}I в 2008 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 2008 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 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{51}Cr	$5,60 \cdot 10^{13}$	$2,90 \cdot 10^6$	$4,30 \cdot 10^6$	$- 1,40 \cdot 10^6$
^{60}Co	$8,80 \cdot 10^{10}$	$2,77 \cdot 10^7$	$8,50 \cdot 10^6$	$+ 1,92 \cdot 10^7$
^{106}Ru	$1,20 \cdot 10^{12}$	$1,10 \cdot 10^6$	$3,82 \cdot 10^6$	$- 2,72 \cdot 10^6$
^{131}I	$2,40 \cdot 10^{13}$	-	-	-
^{134}Cs	$1,90 \cdot 10^{11}$	$4,41 \cdot 10^6$	-	-
^{137}Cs	$9,90 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^7$	$5,00 \cdot 10^5$	$+9,60 \cdot 10^6$
^{141}Ce	$2,10 \cdot 10^{13}$	$4,80 \cdot 10^5$	$6,10 \cdot 10^5$	$- 1,30 \cdot 10^5$
^{144}Ce	$5,10 \cdot 10^{12}$	$6,00 \cdot 10^6$	$1,44 \cdot 10^7$	$- 8,40 \cdot 10^6$

Примечание: - – нет данных.

Согласно табл. 4.33, годовые сбросы радионуклидов на АЭС в 2008 г. были на три – восемь порядков ниже допустимых. Основной вклад в активность сбросов вносили ^{60}Co и ^{137}Cs . Суммарный сброс радионуклидов в 2008 г. увеличился в 1,6 раза по сравнению с 2007 г. и составил $5,26 \cdot 10^7$ Бк. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2008 г. не зарегистрировано [18].

Радиоэкологический мониторинг на территории АЭС, СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС), входящая в состав службы радиационной безопасности КоАЭС [18]. В 2008 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 $0,35 \text{ м}^2$. Время экспозиции фильтров: в СЗЗ и ЗН – одна неделя, в контрольном пункте – один 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 $0,25 \text{ м}^2$. Время экспозиции кювет – один месяц;

– радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК, ЗС), а также одновременно отбираемых проб воды из подводящего канала, общего потока на выходе очистных сооружений, устья сбросного канала и сбросных коллекторов охлаждающей воды каждого из четырех 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 промотходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 48 штук: 23 – на первой очереди, 20 – на второй очереди, 5 – на полигоне промотходов в районе ХССО;

– 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 термолуминесцентных дозиметров, экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (ежемесячно по установленным маршрутам, еженедельно на территории очистных сооружений и полигона промотходов с помощью переносных дозиметрических приборов МКС-01Р, ДРГ-01Т1 и 6150AD5 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 в ИАЦ АСКРО по радиоканалу.

Измерения $\Sigma\beta$ в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа, выполняется на низкофоновой установке УМФ-2000 после предварительного концентрирования радионуклидов в пробах. Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах «CANBERRA» с автоматизированной обработкой γ -спектров. Для измерения проб применяются полупроводниковые детекторы из особо чистого германия: GC3018 Canberra. Кроме того, используется установка спектрометрическая МКС-01А «МУЛЬТИРАД», предназначенная для измерения суммарной α -активности, активности ^{90}Sr , суммарной β -активности и активности γ -излучающих радионуклидов.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС, независимо от ЛООС АЭС, осуществляет Мурманское УГМС [19]. Расположение пунктов радиационного монито-

ринга в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 4.9. В 2008 г. Мурманским УГМС проводился радиационный мониторинг:

- объемной активности радионуклидов в воздухе с помощью непрерывно действующей ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте;
- атмосферных радиоактивных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в трех пунктах;
- воды (оз. Имандра) для определения содержания ^{90}Sr в двух пунктах;
- мощности дозы γ -излучения в десяти пунктах.

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась $\Sigma\beta$, а также содержание 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».

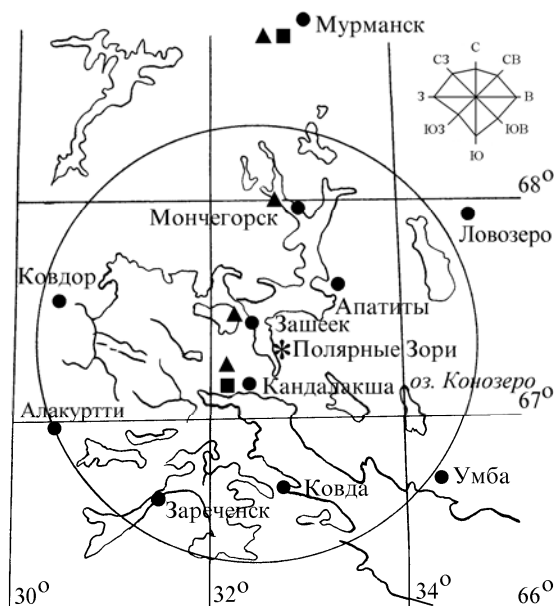


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

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

Приземная атмосфера

Атмосферные выпадения и объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг АЭС в 2008 г. по данным Мурманского УГМС приведены в табл. 4.34 [19]. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объемной $\Sigma\beta$ по Заполярному региону. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2008 г. оставались практически на уровне 2007 г. и превышали уровень региональных выпадений в 1,3–1,5 раза. Среднемесячная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КоАЭС в 2008 г. колебалась в пределах от 0,5 до 2,6 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения наблюдались в п. Зашеек в августе и составляли 11,3 Бк/м²·сутки.

Таблица 4.34

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки)
и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне КоАЭС в 2008 г.
(данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Зашеек	Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	1,5	1,6	1,3	8,4	1,2	17,2
	м	4,4	4,3	2,8	19,2		
Февраль	с	1,7	2,3	1,5	8,0	1,2	16,7
	м	4,1	6,1	5,7	20,1		
Март	с	2,0	1,9	2,6	12,7	1,1	10,1
	м	4,5	5,7	7,2	37,3		
Апрель	с	1,3	1,1	1,3	6,7	1,0	9,3
	м	4,2	4,2	4,0	22,1		
Май	с	1,3	1,5	0,8	7,1	1,0	7,0
	м	4,5	4,4	3,3	25,5		
Июнь	с	1,8	1,6	1,3	5,9	1,1	6,3
	м	4,3	6,5	3,9	12,5		
Июль	с	1,3	0,8	1,7	6,6	1,1	6,2
	м	4,3	2,9	5,6	18,7		
Август	с	1,3	0,8	1,1	4,8	1,0	5,2
	м	11,3	2,5	3,4	12,0		
Сентябрь	с	1,8	1,5	2,1	6,6	1,2	6,5
	м	6,1	6,7	5,8	19,0		
Октябрь	с	1,5	1,3	1,6	3,5	1,2	5,3
	м	6,3	4,9	5,2	6,6		
Ноябрь	с	1,8	1,2	2,1	4,8	1,2	5,7
	м	5,3	4,0	7,5	14,1		
Декабрь	с	2,0	1,4	2,5	5,6	1,2	8,3
	м	6,4	3,7	5,8	13,7		
Среднее:	2008 г.	1,6	1,4	1,7	6,7	1,1	8,6
	2007 г.	1,6	1,7	1,7	6,2	1,0	7,2
Сумма, Бк/м ² ·год:	2008 г.	584	511	621		365	
	2007 г.	584	621	621		402	

Выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН КоАЭС по данным ЛООС [18] в 2008 г. были ниже МДА. Выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС по данным Мурманского УГМС в 2008 г. [19] составляли 0,27 Бк/м²·год и были на фоновом уровне (фоновые выпадения на территории Кольского полуострова по данным Мурманского УГМС в 2008 г. составляли 0,20 Бк/м²·год).

Среднемесячная объемная Σβ в воздухе п. Кандалакша, расположенном в 100-км зоне КоАЭС, колебалась в 2008 г. по данным Мурманского УГМС [19] в пределах от 3,5·10⁻⁵ до 12,7·10⁻⁵ Бк/м³ (см. табл. 4.34). Среднегодовая объемная Σβ в Кандалакше (6,7·10⁻⁵ Бк/м³) была ниже фонового уровня в 1,3 раза. Максимальная среднесуточная объемная Σβ наблюдалась в марте – 37,3·10⁻⁵ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС [18] в 2008 г. в СЗЗ среднегодовая объемная Σβ в воздухе составляла 5,1·10⁻⁵ Бк/м³, в ЗН – 3,7·10⁻⁵ Бк/м³, в контрольном пункте – 2,8·10⁻⁶ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из пп. Кандалакша и Зашеек, за 2004–2008 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.35. Из табл. 4.35 видно, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в Кандалакше в 2008 г. оставались практически на уровне 2007 г., но, по-прежнему, превышали фоновую объемную активность ¹³⁷Cs по территории Заполярья в 1,7 раза. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в 2008 г. осталась на уровне прошлого года и была примерно в 3 раза ниже регионального уровня.

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	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
	2008	1,6	1,2	2,0	1,0	1,5	0,9
⁹⁰Sr							
Кандалакша	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
	2008	0,10	0,08	0,09	-	0,09*	0,27

Примечание: - – нет данных;
* – среднее за три квартала.

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 2007 г. в 1,4, 1,2 и 1,5 раза соответственно. В ЗН и в контрольной точке на расстоянии 75 км от АЭС объемная активность ¹³⁴Cs, ⁵⁴Mn, ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в приземной атмосфере была ниже предела обнаружения. Объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ была в 23 раза выше средневзвешенной объемной активности по территории Заполярья (см. табл. 4.35) и в 9 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ (2,3·10⁻⁷ Бк/м³), однако на 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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
СЗЗ*	20,5	24,6	2,2	3,1	6,2	9,5
п. Нива-1, ЗН	<2,0	3,1	< 1,9	< 1,9	< 3,0	< 3,0
п. Зеленоборский (75 км от АЭС)	<2,0	<2,0	< 1,9	< 1,9	< 3,0	< 3,0

Примечание: * – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

Почва

Содержание радионуклидов в почве по данным ЛООС [18] приведено в табл. 4.37. В скобках приводятся средние значения за последние 5 лет. Из табл. 4.37 видно, что содержание ¹³⁷Cs в почве в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (п. Зеленоборский) осталось примерно на уровне 2007 г. и не превышало уровня глобального загрязнения почвы ¹³⁷Cs.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра по данным [18] представлена в табл. 4.37. В 2008 г. по сравнению с 2007 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде во всех точках наблюдения либо осталась на уровне 2007 г., либо уменьшилась, кроме пролива Узкая Салма и водозабора п. Африканда, где она увеличилась в 1,4 и 1,2 раза соответственно. Во всех точках наблюдения объемная активность ¹³⁷Cs составляла не более 0,1 % от уровня вмешательства, установленного НРБ-99

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС в 2008 г.
(данные ЛООС КоАЭС)

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		Σβ	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Почва, кБк/м²				
СЗЗ	0,312 (0,272)	0,276	12,9 (15,9)	25,9
ЗН	0,257 (0,287)	0,163	8,5 (13,7)	18,3
Контрольный пункт	0,210 (0,255)	0,156	29,4 (12,5)	14,9
Вода, мБк/л				
губа Глубокая – водозабор КоАЭС	1,6	2,6	49	58
губа Молочная	3,0	3,0	55	66
Узкая Салма	3,0	2,2	48	49
Широкая Салма	2,4	2,9	47	54
р. Нива – водозабор п. Нива	1,7	2,3	46	59
водозабор п. Африканда	2,2	1,4	46	47
р. Пиренга – контрольный водоем	1,4	1,2	44	39
Донные отложения, Бк/кг в.-с.				
Сбросной канал	6,5	13,5	268 (262)	255
губа Молочная	14,1	30,7	217 (195)	167
губа Глубокая	4,7	10,2	138 (250)	201
Орловские острова	53,9	22,7	327 (221)	125
Сосновые о-ва	6,8	3,4	344 (347)	219
Форелевое хоз-во	4,7	61,7	306 (297)	288
Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	2,1	11,3	69 (78)	92
ЗН	8,8	25,9	67 (67)	61
Контрольный пункт	9,9	19,7	72 (63)	66
Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	3,8	24,1	64 (96)	101
ЗН	2,5	31,4	63 (115)	82
Контрольный пункт	3,9	9,8	58 (66)	52
Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	1,7	7,7	22 (25)	24
ЗН	2,2	12,4	23 (24)	26
Контрольный пункт	2,8	9,3	- (27)	24
Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	6,0	11,1	24 (26)	27
ЗН	6,7	7,8	26 (25)	25
Контрольный пункт	7,0	5,8	19 (27)	23
Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы				
о. Хорт, (с/ч)	-	11,2	-	102
о. Хорт, (н/ч)	-	8,7	-	76
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
Р. Пиренга	< 4,1	-	69	-
Рыба: налим, Бк/кг сырой массы				
о. Хорт, (с/ч)	16,1	12,1	64	70
о. Хорт, (н/ч)	17,9	7,6	47	72
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
р. Пиренга	5,7	-	34	-
Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы				
р. Пиренга	< 3,3	-	35	-
Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы				
губа Молочная, (с/ч)	< 0,9	2,2	93 (107)	98
губа Молочная, (н/ч)	< 0,9	< 1,0	47(62)	87

Примечание: - – 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.

[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 Узкая Салма. По данным КоАЭС [18] объемная активность ^{137}Cs в губе Молочная и губе Глубокая имеет тенденцию к уменьшению. Начиная с 2000 г. содержание ^{137}Cs в губе Молочной уменьшилось в 10 раз, а в губе Глубокой – в 17,5 раз. Объемная $\Sigma\beta$ воды во всех контролируемых водоемах не изменилась по сравнению с 2007 г. и не превышала 5,5 % от УВ (1 Бк/л) по НРБ-99.

В 2008 г. в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию ^{90}Sr в воде оз. Имандра, возобновленные в 2004 г. Отбор воды проводился в двух точках – п. Зашеек и губа Молочная. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде оз. Имандра в 2008 г. была низкая и составляла 1,95 и 2,19 мБк/л соответственно (0,04 % от УВ, установленного НРБ-99 [3]).

Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колебалась в пределах от 1,6 до 2,2 мБк/л, объемная $\Sigma\beta$ – от 46 до 49 мБк/л [18].

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 2008 г. уменьшилось по сравнению с 2007 г., за исключением Сосновых и Орловских островов, где содержание ^{137}Cs увеличилось в 2 раза. Повышенные значения удельной $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений связаны с высоким содержанием растительных остатков в илах и, как следствие, высоким 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 2008 г., как и в предыдущем году, в воде пяти наблюдательных скважин первой 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 2008 г. в скважине № 303, в ней наблюдается самое большое превышение УВ по ^{137}Cs и ^{134}Cs – в 55 и 12 раз соответственно. В скважине № 304 присутствовал ^{60}Co со среднегодовой объемной активностью 1,86 Бк/л. 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 и 2003 гг. 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 2008 г. (см. табл. 4.37) 0,4–2,0 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [9]. В чернике и бруснике удельная активность ^{137}Cs составляла 1–4 % от норматива. Удельная $\Sigma\beta$ в ягодах и грибах примерно соответствует «нулевому фону», который наблюдался до ввода энергоблока № 1.

Удельная активность ^{137}Cs в тканях рыб, как видно из табл. 4.37, была ниже его 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 2008 г., по данным Мурманского УГМС [19], показывают, что по сравнению с 2007 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 8 до 11 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 7 до 13 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальное суточное значение МЭД (17 мкР/ч) наблюдалось в октябре в п. Мончегорск. По данным ЛООС мощность дозы γ -излучения на промплощадке, в СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2007 г., изменялась в пределах 6–14 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: $40 \cdot 10^{-5}$ Гр для СЗЗ, $49 \cdot 10^{-5}$ Гр для ЗН и $55 \cdot 10^{-5}$ 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. Однако, наблюдаемые величины объемной активности ^{137}Cs на семь порядков ниже установленных нормативов и не представляют опасности для здоровья населения.

4.7. Курская АЭС

В 2008 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) [20].

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 2005 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС [20]: 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 2008 г. средняя годовая температура воздуха в районе АЭС [20] составляла +8,4 °С, абсолютный максимум – +35,8 °С, абсолютный минимум – -19,9 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2008 г. составляла 76 %; годовое количество атмосферных осадков – 539 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было западное, максимальная скорость ветра наблюдалась в июне – августе и составляла 18 м/с, среднегодовая скорость – ~ 2,8 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 2008 г. представлены в табл. 4.38 [4, 20].

Таблица 4.38

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	3,95·10 ⁸	1,61·10 ⁸	+ 2,34·10 ⁸
¹³¹ И	9,3·10 ¹⁰	9,5·10 ⁸	2,15·10 ⁹	- 1,20·10 ⁹
¹³⁴ Сs	1,4·10 ⁹	2,16·10 ⁷	3,33·10 ⁶	+ 1,83·10 ⁷
¹³⁷ Сs	4,0·10 ⁹	8,47·10 ⁷	4,90·10 ⁷	+ 3,57·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	2,10·10 ¹⁴	3,29·10 ¹⁴	- 1,19·10 ¹⁴

Из приведенных в табл. 4.38 данных видно, что в 2008 г. годовые выбросы ИРГ и ¹³¹И на КуАЭС уменьшились по сравнению с прошлым годом в 1,6 и 2,3 раза соответственно, годовые выбросы ⁶⁰Со, ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs увеличились соответственно в 2,5, 6,6 и 1,7 раза, однако не превышали допустимых нормативов и составляли 1,0–15,8 % от допустимых выбросов. По данным [20] в течение 2008 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 4,4 м, максимальная – 11 м. Объем чаши водоема-охладителя составляет 94,6·10⁶ м³, площадь зеркала – 21,5 км², скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 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, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов и типа сточных вод (во-

ды ХФК и ПЛК) представлены в табл. 4.39 [4, 20]. Новые допустимые сбросы установлены в соответствии с нормативным документом «Допустимые сбросы радиоактивных веществ Курской АЭС в поверхностные воды» от 10.02.2007 г. [20]. В 2008 г. объем сброса дебалансных вод, ХФК и ПЛК на КуАЭС составляли соответственно $2,7 \cdot 10^4$, $6,6 \cdot 10^5$ и $4,3 \cdot 10^6$ м³. В сбросах ХФК и ПЛК регистрировались ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, объемная активность ⁵⁴Mn была ниже МДА. По сравнению с 2007 г. в 2008 г. сбросы ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в р. Реут увеличились в 1,4 и 2,6 раза соответственно, сбросы контролируемых радионуклидов в р. Сейм остались на уровне прошлого года или уменьшились. В водах ПЛК и дебалансных водах наблюдался тритий, однако его годовой сброс не превышал 0,03 % от допустимого. Годовые сбросы ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co со сточными водами ХФК не превышали соответственно 24 % и 5,6 % от допустимых, сбросы этих радионуклидов с водами ПЛК и дебалансными водами были на три – четыре порядка ниже установленных нормативов.

Таблица 4.39

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Процент от допустимого сброса	
			2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Воды ХФК (р. Реут)	¹³⁷ Cs	$8,1 \cdot 10^7$	$1,94 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^7$	24	17
	⁶⁰ Co	$2,8 \cdot 10^8$	$1,57 \cdot 10^7$	$6,15 \cdot 10^6$	5,6	2,2
	⁵⁴ Mn	-	< МДА	< МДА	-	-
	³ H	$7,9 \cdot 10^8$	< МДА	-	-	-
Промышленно-ливневые (р. Сейм)	¹³⁷ Cs	$2,5 \cdot 10^9$	$6,25 \cdot 10^6$	$7,0 \cdot 10^6$	0,25	0,3
	⁶⁰ Co	$1,8 \cdot 10^{10}$	$1,16 \cdot 10^7$	$8,75 \cdot 10^6$	0,06	0,05
	⁵⁴ Mn	-	< МДА	< МДА	-	-
	³ H	$4,6 \cdot 10^{14}$	$1,3 \cdot 10^{10}$	-	0,003	-
Дебалансные воды (р. Сейм)	¹³⁷ Cs	$2,5 \cdot 10^9$	< МДА	$1,1 \cdot 10^6$	-	$4,4 \cdot 10^{-2}$
	⁶⁰ Co	$1,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	$8,8 \cdot 10^5$	-	$4,9 \cdot 10^{-3}$
	⁵⁴ Mn	$3,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	$1,4 \cdot 10^5$	-	$3,7 \cdot 10^{-4}$
	³ H	$4,6 \cdot 10^{14}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	-	0,03	-
Суммарный сброс за год (без учета ³ H)			$5,3 \cdot 10^7$	$3,6 \cdot 10^7$		
Суммарный сброс за год (с учетом ³ H)			$1,3 \cdot 10^{10}$	-		

Примечание: - - данные отсутствуют.

В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО [20]. 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 13 до 230 мкР/ч. ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-емкостях ХЖО, МЭД на поверхности которых составляет 16–230 мкР/ч. Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК промплощадки временно хранятся на иловых картах (средние МЭД – от 13 до 39 мкР/ч) и в двух отсеках локализации иловых отложений объемом по 1200 м³. К концу 2008 г. первый отсек был заполнен на 100 %, второй – на 65 %. Средние значения МЭД вокруг отсеков локализации не превышают 15 мкР/ч. Удаленность мест хранения радиоактивных отходов от населенных пунктов составляет 2–3 км. Имеется хранилище отработавшего ядерного топлива. В

настоящее время продолжается 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 2008 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом [20]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем анализа в объединенных за месяц проб атмосферных аэрозолей 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 в восьми пунктах из анализа месячных проб, отобранных 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 «ORTEC» GEM-30-P, диапазон измерения активности образцов – 10–10⁵ Бк/пробу с погрешностью 35–60 %. Измерение содержания $\Sigma\beta$ в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра α - β -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy» Финляндия.

В 2008 г. УГМС ЦЧО [21] 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 – ежесуточно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – с экспозицией пять суток (6 проб в месяц) с помощью модернизированной установки «Тайфун-6Р» (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 в январе и феврале во время маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске (рис. 4.11);

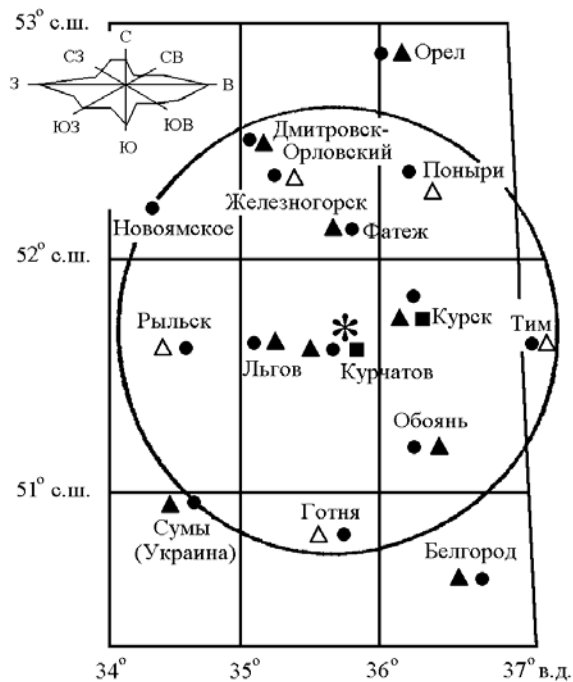


Рис. 4.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- * — 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. Суммарная β -активность проб 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 [21] за 2008 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных $\Sigma\beta$ в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 4.40. Следует отметить, что в г. Курчатове из-за неисправности электродвигателя в период с 22 ноября по 26 декабря отбор проб с помощью ВФУ не проводился. Таким образом, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ за ноябрь получена на основании γ -спектрометрического анализа объединенных четырех пятисуточных проб, за декабрь – одной пятисуточной пробы.

Таблица 4.40

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2008 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	2008 г.	2007 г.		
Выпадения, Бк/м²·сутки																
Дмитровск-Орловский	с	0,9	0,8	0,8	0,9	1,0	0,8	0,7	0,6	0,9	0,9	1,1	1,2	0,9	0,9	323,2
Курск	с	1,6	0,5	0,6	1,1	0,9	0,8	0,9	0,7	1,1	1,5	1,4	0,9	1,0	1,0	367,9
Курчатов	с	9,0	1,4	1,5	3,0	1,7	2,1	2,4	1,9	4,6	3,2	2,8	2,2	1,0	0,9	344,3
	м	0,7	0,9	1,0	1,3	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	1,1	0,8	0,8	1,0	0,9	344,3
Льгов	с	1,7	1,8	2,0	2,9	2,7	2,2	2,3	3,1	2,6	2,2	2,3	2,4	0,9	0,8	334,4
	м	0,6	1,0	1,0	1,3	0,7	0,9	0,8	0,8	1,3	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	334,4
Обоянь	с	1,4	1,7	1,9	2,7	2,0	2,4	1,8	3,3	3,0	1,8	2,5	2,7	0,9	0,8	326,5
	м	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,0	1,0	0,8	0,9	0,8	326,5
Фатеж	с	1,7	2,3	1,7	2,5	2,3	1,8	1,9	2,2	2,4	2,4	4,2	2,2	0,9	0,9	337,3
	м	1,0	1,0	1,1	1,2	0,7	1,3	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	337,3
Среднее: по 100-км зоне КуАЭС по ЦЧО России	с	2,2	3,3	4,0	2,5	1,8	2,5	2,2	3,1	2,2	2,8	2,6	1,9	0,9	0,9	339,0
	м	0,9	0,9	0,9	1,1	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	339,0
Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³																
Курск	с	20,8	13,5	13,1	32,2	23,0	22,9	22,3	36,8	25,9	25,7	21,6	31,5	24,1	24,1	
	м	83,7	37,1	30,2	69,8	47,8	50,5	59,0	69,5	83,8	87,3	65,6	76,9	32,3	27,2	
Курчатов	с	37,7	18,7	16,6	38,1	38,1	26,0	37,1	52,6	31,7	27,3	34,5	28,8	32,3	27,2	
	м*	67,6	29,1	24,5	67,2	58,8	36,1	50,1	84,1	48,0	55,7	58,1	28,8	32,3	27,2	

Примечание: * – максимальное значение из результатов анализа пятисуточных проб (время экспозиции проб – 5 суток).

Из приведенных в табл. 4.40 данных видно, что максимальная объемная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске – в октябре, в г. Курчатове – в августе и составляла $87,3 \cdot 10^{-5}$ и $84,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, пятикратного превышения фонового уровня за предыду-

ший месяц при этом не наблюдалось. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялась от $13,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (март, г. Курск) до $52,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (август, г. Курчатов). Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в Курске и Курчатове оставались практически на уровне 2007 г. и составляли соответственно $24,1 \cdot 10^{-5}$ и $32,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что соответственно в 1,7 и 2,3 раза выше средней для территории Центра ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО [21], в табл. 4.41 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны АЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные 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 (q_m) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

Радионуклид	г. Курск				г. Курчатов				ДОО _{НАС.} , Бк/м ³
	q		q_m		q		q_m		
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
²⁴ Na	5	100	860	1560	н	30	н	2400	46
⁵¹ Cr	н	н	н	4750	56	35	1170	720	2500
⁵⁴ Mn	3	1	6,8	500	25	9	290	100	72
⁵⁹ Fe	1	н	9,3	н	13	5	130	160	30
⁶⁰ Co	4	1	11,3	5	40	13	660	130	11
⁹⁰ Mo	-	-	н	260	-	10	-	230	27
⁹⁵ Zr	н	н	5,1	2,4	8	2	130	50	23
⁹⁵ Nb	н	н	4,1	н	18	4	140	40	72
¹³¹ I	н	н	н	н	3	н	110	90	7,3
¹³⁷ Cs	8	10	260	220	18	14	130	90	27
¹⁴⁰ Ba	-	н	-	н	-	н	-	-	22

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В течение года среднемесячная объёмная активность ¹³⁷Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (январь) до $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май), в г. Курчатове – от $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $66 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (май). В 2008 г., по сравнению с 2007 г., среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Курска снизилась до $8,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была ниже средневзвешенной объемной активности для территории Центра ЕТР ($10,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в г. Курчатове – увеличилась в 1,3 раза и составляла $18 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2 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 (г. Курчатов) и ²⁴Na (г. Курск). Объемные активности большинства радионуклидов уменьшались с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске были меньше, чем в г. Курчатове. Средняя за год объемная активность ²⁴Na в этих городах значительно уменьшилась по сравнению с 2007 г. Однако, фактическое содержание ²⁴Na в атмосфере г. Курчатова при низких активностях определить невозможно, поскольку его период полураспада составляет 15 ч, а пробы аэрозолей на станции в г. Курчатове отбираются с пятисуточной экспозицией и после этого направляются на анализ в лабораторию г. Курска. Объемные активности остальных радионуклидов в г. Курчатове были в 2–4 раза выше прошлогодних, в г. Курске практически не отличалось от про-

шлогодних. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных (ДОО_{НАС} по НРБ-99) на пять, а средние – на семь порядков. Наибольшие значения объемных активностей техногенных радионуклидов в атмосфере гг. Курска и Курчатова, как и ранее, регистрировались при направлениях ветра от КуАЭС (см. рис. 4.12).

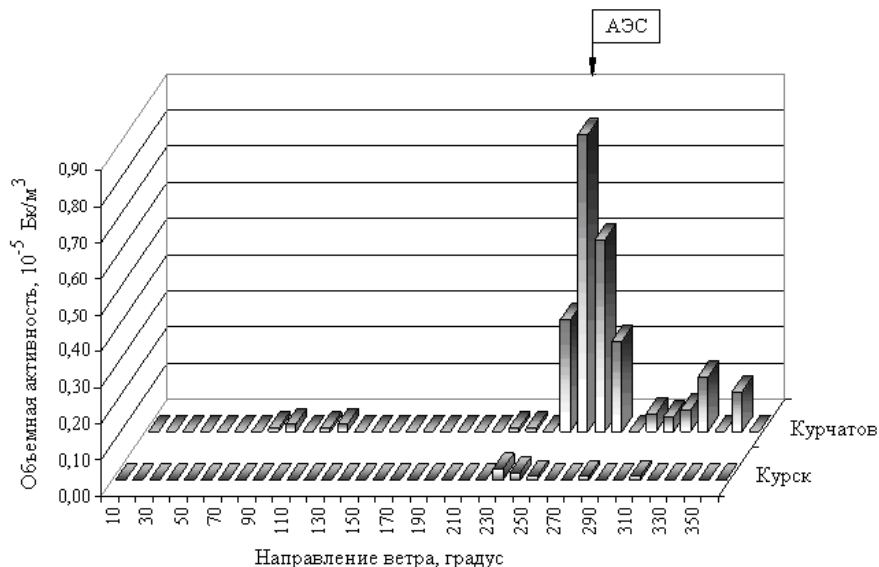


Рис. 4.12. Зависимость средней объемной γ -активности техногенных радионуклидов за 2008 г. в атмосферных аэрозолях от преобладающего направления ветра в гг. Курска и Курчатова

В табл. 4.42 представлены объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет. Из табл. 4.42 видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в гг. Курске и Курчатове в 2008 г. не превышали средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, при этом содержание ^{90}Sr в приземном воздухе г. Курска и г. Курчатова увеличилось соответственно в 1,5 и 1,3 раза. Объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном воздухе г. Курска в 2008 г. ($3,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) повысилась в 2,3 раза по сравнению с предыдущим годом.

Данные ЛВРК АЭС [20] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2007–2008 гг. приведены в табл. 4.43. По данным ЛВРК КуАЭС в 2008 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по сравнению с 2007 г. существенно не изменился. Однако, по сравнению с предыдущим годом, в 2008 г. в СЗЗ было зарегистрировано уменьшение объемной активности: ^{95}Nb (в 7,6 раза), ^{95}Zr (примерно в 30 раз), ^{137}Cs (в 2,5 раза) содержание остальных радионуклидов осталось практически на уровне 2007 г. В ЗН увеличилось содержание ^{60}Co и ^{54}Mn соответственно в 2,5 и 1,3 раза, уменьшилось содержание ^{95}Nb в 2,3 раза, ^{137}Cs – в 2 раза. В контрольном пункте содержание ^{60}Co и ^{137}Cs увеличилось примерно в 1,8 раза, причем объемная активность ^{137}Cs ($15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в 1,7 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ($8,9 \cdot 10^{-7}$ 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 пять – шесть порядков меньше допустимых уровней, установленных НРБ-99 (см. табл. 4.43).

Таблица 4.42

**Объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2004–2008 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
¹³⁷Cs*, 10⁻⁷							
Курск	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
	2008	6	9	9	8	8	8,9
Курчатов	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
	2008	9	20	31	13	18	8,9
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
Курск	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	1,2
	2008	0,34	0,92	0,70	1,60	0,90	1,26
Курчатов	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
	2008	0,72	1,30	2,30	0,40	1,20	1,26
^{239, 240}Pu, 10⁻⁹							
Курск	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	-
	2008	1,0	2,0	5,6	5,0	3,4	-

Примечание: - – пробы не отбирались;
* – данные УГМС ЦЧО;
** – уточненные данные.

Таблица 4.43

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов (q, 10⁻⁷ Бк/м³)
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2007–2008 гг.
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контр. пункт)		ДОА _{НАС.} по НРБ-99, Бк/м ³
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
⁵⁴ Mn	36	33	78	57	4	4	72
⁵⁹ Fe	23	< 55	55	< 48	< 3	< 15	30
⁵⁸ Co	13	< 24	14	< 19	< 2	< 7	68
⁶⁰ Co	55	63	119	47	7	4	11
⁶⁵ Zn	< 5	< 32	< 8	< 24	< 4	< 13	72
⁹⁴ Nb	< 2	< 9	< 3	< 7	< 1	< 4	11
⁹⁵ Nb	25	190	47	110	4	< 10	72
⁹⁵ Zr	< 4	120	25	< 29	< 4	< 13	23
¹³⁴ Cs	< 1	< 10	4	< 7	< 1	< 4	19
¹³⁷ Cs	15	37	18	35	15	8	27

Данные УГМС ЦЧО [21] о годовых, среднемесечных и максимальных суточных выпадениях Σβ в 100-км зоне КуАЭС в 2008 г. приведены в табл. 4.40. Там же, для сравнения, приведены сред-

немесячные 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 2008 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КуАЭС как и в 2007 г. составляли $0,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, что находится на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые выпадения $\Sigma\beta$ были зарегистрированы в г. Курске. Максимальное суточное значение выпадений $\Sigma\beta$ ($9,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ в январе) 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 выпадений $\Sigma\beta$ немного повысился до $1,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, в 2008 г. снизился до фонового. 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 повышенной $\Sigma\beta$ определялись продукты распада ^{220}Rn (ториевого), снижение выпадений $\Sigma\beta$ в 2006–2008 гг., возможно, объясняется теплыми зимами и, как следствие, уменьшением расхода топлива на ТЭЦ и в частном секторе [21].

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО [21] по объединенным поквартально пробам г. 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 2008 г., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$ (данные УГМС ЦЧО)

Квартал	Курчатов			Зона 12	
	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^{137}Cs	^{60}Co
I квартал	0,06	н	н	0,06	н
II квартал	0,17	н	н	0,09	н
III квартал	0,19	0,21	0,18	0,10	н
IV квартал	н	0,12	0,18	0,08	н
Сумма, $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{год}$:					
2008 г.	1,26	0,99	1,08	0,99	
2007 г.	1,32	0,69	н	1,02	н

Примечание: в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенным в разных направлениях от КуАЭС (см. рис. 4.10);
н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.44 видно, что в г. Курчатове в квартальных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn . По сравнению с предыдущим годом в г. Курчатове выпадения ^{60}Co увеличились в 1,4 раза, ^{54}Mn – приблизительно в 30 раз, выпадения ^{137}Cs остались на уровне 2007 г. В зоне 12 в месячных пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов определялся только ^{137}Cs , выпадения которого остались на уровне прошлого года. Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Курчатове в 2008 г. в 4,8 раза превышали средние выпадения этого радионуклида для незагрязненных территорий Центра ЕТР ($0,26 \text{ Бк/м}^2$), а в зоне 12 – в 3,8 раза.

По данным АЭС [20] в 2008 г. в радиоактивных выпадениях в СЗЗ и ЗН постоянно присутствовали ^{137}Cs и ^{60}Co , содержание каждого из этих радионуклидов оставалось практически на уровне 2007 г. и не превышало $0,06 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сут}$. Среднегодовые выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

В 2008 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно проводила отбор проб воды открытых водоемов (водоем охладитель, реки Сейм и Реут) при помощи ручных пробоотборников. Объем пробы составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО [21] также ежемесячно проводила отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (см. рис. 4.11). Объемная $\Sigma\beta$ 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 2008 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 2008 г., мБк/л (данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		$\Sigma\beta$	
	2008 г.	Среднее за 5 лет	2008 г.	Среднее за 5 лет	2008 г.	Среднее за 5 лет
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н*		н*		80*	58*
Подводящий канал водоема-охладителя	< 9,9	40,0	< 9,4	< 27,1		
	н*		н*		190*	84*
	< 11,0	< 29,6	< 9,9	< 25,8		
<u>р. Сейм</u>						
Сброс ПЛК	20,0	26,7	30,0	27,5		
Выше сброса ПЛК	< 9,9	< 29,2	22,0	22,0		
Выше сброса ПЛК, д. Анахино, т. 9 на рис. 4.11 (фон)	н*		н*		70*	42*
Ниже сброса ПЛК	< 9,7	30,0	< 9,7	37,0		
100 м ниже сброса ПЛК, т. 4 на рис. 4.11	н*		н*		70*	46*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны, т. 8 на рис. 4.11	н*		н*		90*	48*
<u>р. Реут</u>						
Сброс ХФК	37,0	55,4	83,0	55,2		
Выше сброса ХФК	< 9,8	40,0	< 9,2	< 28,8		
4 км выше сброса, т. 2 на рис. 4.11 (фон)	н*		н*		100*	64*
Ниже сброса ХФК	< 10,0	38,0	< 9,3	26,8		
0,5 км ниже сброса, т. 3 на рис. 4.11	н*		н*		130*	74*

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО;
н – ниже предела обнаружения.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2008 г. в воде водоема-охладителя, в реках Сейм и Реут (в сбросных водах и ниже сброса) эпизодически регистрировались радионуклиды техногенного происхождения ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Максимальные значения объемной активности радионуклидов наблюдались в месте сброса ХФК: ¹³⁷Cs со среднегодовой активностью 37,0 мБк/л и ⁶⁰Co с активностью до 83,0 мБк/л. Однако эти значения были на два порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co ($1,1 \cdot 10^4$ и $4,1 \cdot 10^4$ мБк/л соответственно).

По данным ЛВРК КуАЭС значения объемной активности трития в открытых водоемах в 2008 г. сравнимы с данными предыдущего года и составляли 8,5–14,4 Бк/л, что в 3–6 раз выше среднего значения для рек России (2,6 Бк/л), но примерно на три порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99 для трития ($7,7 \cdot 10^3$ Бк/л). Максимальное значение наблюдалось, как и в 2007 г., в месте сброса ПЛК в р. Сейм.

По данным УГМС ЦЧО в 2008 г. средние за год значения объемной суммарной β -активности в водных объектах, расположенных в зоне влияния КуАЭС, были близки к значениям в фоновых

точках (т. 2 – р. Реут, т. 9 – р. Сейм) или незначительно их превышали. По данным γ -спектрометрического анализа объемная активность техногенных радионуклидов в водных объектах не превышала предела обнаружения (50 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 [20] показали, что в 2008 г. объемные активности радионуклидов (^{137}Cs – < 10 мБк/л, ^{60}Co – < 9 мБк/л) были в среднем на три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 [3]. Суммарная объемная γ -активность воды из этих водозаборов составляла < 100 мБк/л и была примерно в 3 раза выше среднего значения этой величины за последние пять лет (< 30 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 реках Реут и Сейм. Результаты анализа проб донных отложений [20] представлены в табл. 4.46.

Таблица 4.46

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС в 2007–2008 гг., Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК КуАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Отводящий канал, водоема-охладителя	0,3	1,8	< 0,2	< 0,4
Подводящий канал, водоема-охладителя	2,7	3,7	0,6	< 0,2
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	0,7	17,8	< 0,2	< 0,2
Водоем-охладитель, район БНС-3	1,3	1,2	< 0,1	< 0,3
Водоем-охладитель, восточная часть	< 0,2	< 0,7	< 0,2	< 0,6
Водоем-охладитель, район СЭС	23,6	3,1	0,9	< 0,5
Водоем-охладитель, район ЛВРК	2,6	3,0	< 0,2	< 0,3
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	23,2	1,3	< 0,2	< 0,1
р. Сейм, сброс ПЛК	< 0,2	< 1,1	< 0,2	1,2
р. Сейм (ниже сброса), х. Александровский	7,3	9,4	< 0,4	< 0,3
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	24,8	38,7	< 0,4	< 0,4
р. Реут, сброс ХФК	1,8	37,9	< 0,4	5,0
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	34,0	32,5	13,8	10,5

Как видно из табл. 4.46, в 2008 г. в пробах донных отложений удельная активность ^{137}Cs изменялась в диапазоне от < 0,2 до 34,0 Бк/кг в.-с. ^{60}Co был зарегистрирован почти во всех пунктах отбора проб в реках Сейм и Реут. Максимальное загрязнение донных отложений ^{137}Cs и ^{60}Co , как и в предыдущие годы, наблюдалось, в р. Реут (100 м ниже сброса ХФК) и составляло соответственно 34,0 и 13,8 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни загрязнения донных отложений были в 290 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006: для ^{137}Cs – 10^4 Бк/кг, для ^{60}Co – 10^4 Бк/кг. Суммарная γ -активность радионуклидов в донных отложениях сопоставима с суммарной γ -активностью, усредненной за последние пять лет [20].

Для контроля за уровнем загрязнения грунтовых вод ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин [20], расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. В 2008 г. измерение суммарной β -активности воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений $\Sigma\beta$ от 0,1 до $3 \cdot 10^3$ Бк с погрешностью не более 15 %). В

2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ воды в контрольных скважинах определялась, в основном, природным радионуклидом ^{40}K и не превышала допустимого уровня по НРБ-99 (1 Бк/л).

Снег

По данным УГМС ЦЧО [21] наибольшая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в талой воде (69 мБк/л) и наибольшая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ ($0,95 \text{ Бк/м}^2$) наблюдалась в п. 12 на метеостанции г. Курчатова (см. рис. 4.11 и табл. 4.47). Значения объемной $\Sigma\beta$ в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ 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 1,4–1,8 раза.

Таблица 4.47

Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2007–2008 гг.
(данные УГМС ЦЧО)

Пункт отбора пробы (рис. 4.11)	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
п. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,53	0,62	32	44
п. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,28	0,52	19	36
п. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново	0,90	0,19	54	16
п. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,47	0,51	30	32
п. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,90	0,28	54	19
п. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	0,37	0,17	22	11
п. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	0,35	0,66	24	39
п. 12 – метеостанция г. Курчатова	0,95	0,18	69	12
п. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,54	0,26	38	18

Почва и растительность

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС [20] 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 ^{137}Cs . В 2008 г. средние значения поверхностной плотности ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли $2,1 \text{ кБк/м}^2$, в контрольном пункте (г. Льгов) – $1,1 \text{ кБк/м}^2$ при средних значениях за последние 5 лет $4,8 \text{ кБк/м}^2$ (для СЗЗ), $3,7 \text{ кБк/м}^2$ (для ЗН) и $4,9 \text{ кБк/м}^2$ (для г. Льгов). Поверхностная плотность ^{60}Co была меньше минимально детектируемой активности (30 Бк/м^2).

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2008 г. контролировалось УГМС ЦЧО [21] 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 ^{137}Cs , ^{60}Co и природных ^{40}K и ^7Be радионуклидов, а также $\Sigma\beta$. В табл. 4.48 представлены усредненные по четырем измерениям (май – август) значения по каждому пункту отдельно.

Из табл. 4.48 видно, что среднее содержание ^{137}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2008 г. составило $1,7 \text{ Бк/кг в.-с.}$, что в 1,5 раза ниже, чем в 2007 г. [8]. Максимальная удельная активность ^{137}Cs в месячной пробе растительного покрова наблюдалась в п. 10 (рис. 4.11) – $4,8 \text{ Бк/кг}$ [21], наибольшая осредненная по четырем месяцам удельная активность ^{137}Cs ($3,1 \text{ Бк/кг}$) наблюдалась (как и в 2007 г.) в п. 5. Наибольшая осредненная по четырем измерениям удельная $\Sigma\beta$ в расти-

тельности наблюдалась в п. 5 – 700 Бк/кг, максимальное месячное значение удельной $\Sigma\beta$ наблюдалось в п. 2 – 1057 Бк/кг. Согласно табл. 4.48, среднее значение удельной $\Sigma\beta$ в 20-км зоне АЭС в 2008 г составляло 571 Бк/кг, что в 1,6 раз выше, чем в 2007 г. [8]. В целом, в 2008 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличалась от средних значений предыдущего года, однако в некоторых пунктах превышали фоновые значения в 1,7–3 раза.

Таблица 4.48

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2008 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	407	1,9	426	139	391	1,9	412	135
п. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	656	1,0	530	129	657	1,1	534	154
п. 4 – 1,5 км на запад от д. Иванино	603	2,6	497	172	628	2,8	517	175
п. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	625	2,7	583	129	700	3,1	698	160
п. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	500	1,3	474	112	520	1,4	506	134
п. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	644	0,8	699	119	610	0,7	660	109
п. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	605	2,1	530	103	569	2,0	501	96
п. 12 – метеостанция г. Курчатова	522	0,6	594	147	493	0,5	562	137
п. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	560	1,8	483	75	587	1,8	504	85
Среднее	569	1,6	535	125	573	1,7	544	132

В 2008 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на радиационный контроль были отобраны продукты питания местного производства [20]. Удельная активность ¹³⁷Cs в пищевых продуктах в 2008 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в молоке – < 0,2 Бк/кг сырой массы, в мясе – < 0,3 Бк/кг сырой массы, в зерновых культурах (пшеница, гречиха, ячмень, овес) – ≤ 0,5 Бк/кг сырой массы, в грибах – 0,95 Бк/кг сырой массы, в рыбе – < 0,1 Бк/кг сырой массы. Содержание ¹³¹I в молоке составило < 0,2 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов находятся на уровне 2007 г.

Радиационный фон на местности

По данным [21] ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2008 г. МЭД изменялась в пределах от 8 до 22 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 21 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 24 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 [20] в 2008 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 12 мкР/ч. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ составило 15 мкР/ч, в ЗН – 14 мкР/ч, что практически не отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (11 мкР/ч) [20]. Максимальные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч.

Поглощенная за год доза в ЗН КуАЭС [20] изменялась от $53 \cdot 10^{-5}$ до $73 \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($74 \cdot 10^{-5}$ Гр).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС [20] следует, что в 2008 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 0,27 мкЗв/год, то есть 2,7 % 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 2008 г. выражалось, в основном, в присутствии в приземной атмосфере СЗЗ, ЗН и за пределами ЗН (г. Курск) продуктов деления и нейтронной активации, в основном ^{137}Cs и ^{60}Co , а также повышенным в 3–4 раза по сравнению с фоновым уровнем содержанием трития в реках Сейм и Реут. Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе были в 10^5 – 10^6 раз меньше допустимых уровней, а трития в воде – в 10^3 меньше уровня вмешательства и не представляли опасности для здоровья населения.

4.8. Ленинградская АЭС

В 2008 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 [22].

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.

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 (65,1 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 [22] в 2008 г. составила 3,4 м/с. Количество штилевых дней в году – 5. Наибольшие скорости ветра наблюдались в осенне-зимний период (8–13 м/с).

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), заполненное на 87 % [22]. На 2009 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 [22].

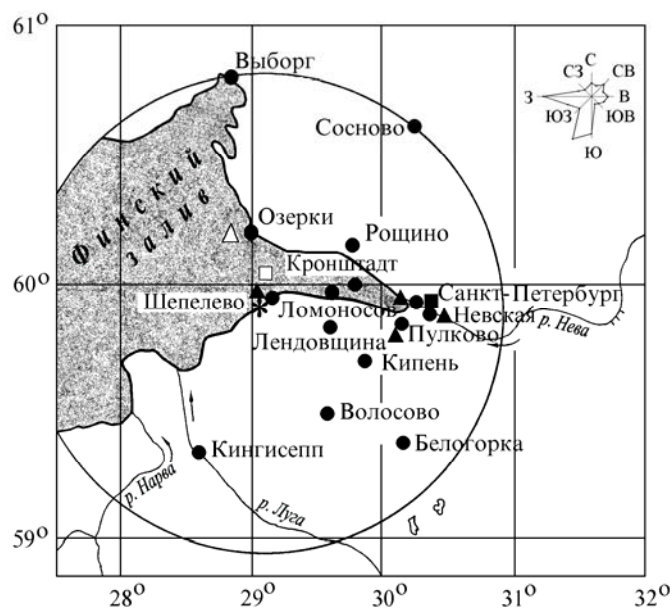


Рис. 4.13. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей (в 2008 г. не работала);
- △ □ — планируемые наблюдения.

В целях сокращения объемов ТРО и повышения безопасности при их длительном хранении, на территории площадки комплекса переработки отходов завершается строительство спецкорпуса по переработке ТРО, который планируется ввести в эксплуатацию в 2009 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 2008 г. и для сравнения в 2007 г. приведены в табл. 4.49 [4, 22]. Из приведенных в табл. 4.49 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2008 г. не превышали допустимых и составляли 0,4–7 % от установленных нормативов. В 2008 г. выбросы ^{60}Co увеличились по сравнению с 2007 г. примерно на 30 %, выбросы ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs и суммы ИРГ уменьшились соответственно в 10, 2,5, 2 и 3 раза. Основная причина увеличения в 2008 г. выбросов ^{60}Co связана с проведением ремонтных работ на энергоблоке № 1 ЛАЭС в августе 2008 г. Снижение величин суммарного выброса ИРГ в 2008 г. произошло за счет завершения внедрения на энергоблоках второй очереди ЛАЭС в 2007–2008 гг. замкнутых систем очистки сдувок с циркубаков СУЗ [22].

Таблица 4.49

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
^{60}Co	$2,5 \cdot 10^9$	$1,62 \cdot 10^8$	$1,25 \cdot 10^8$	$+3,70 \cdot 10^7$
^{131}I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^9$	$-1,53 \cdot 10^9$
^{134}Cs	$1,4 \cdot 10^9$	$5,67 \cdot 10^6$	$1,46 \cdot 10^7$	$-8,93 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4,00 \cdot 10^9$	$7,85 \cdot 10^7$	$1,53 \cdot 10^8$	$-7,45 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$1,23 \cdot 10^{14}$	$3,69 \cdot 10^{14}$	$-2,46 \cdot 10^{14}$

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [6]. Сбросы очищенных на ЛАЭС дебалансных вод производятся в Копорскую губу Финского залива. По данным [4, 22] сброс дебалансных вод в Копорскую губу Финского залива в 2008 г. не проводился, то есть радионуклиды не поступали со сточными водами в открытую гидрографическую сеть.

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 2008 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль [22]:

- 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.

Для γ -спектрометрического анализа отобранных проб использовались:

- двухканальный γ -спектрометр фирмы «ORTEC» с двумя полупроводниковыми детекторами из сверхчистого германия;
- γ -спектрометрическая система ISOCS/LabSOCS фирмы «Canberra» (детектор GC4019, анализатор DSA-1000).

Для измерения активности $\Sigma\beta$ в пробах использовался 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-АТ1117М, радиометр-спектрометр МКС-А02-1М.

Северо-Западное УГМС [16] в 2008 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в четырех пунктах;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на 15 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. 4.50 приведены данные ЛВД ЛАЭС [22] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2007–2008 гг.

Таблица 4.50

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВД ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОО _{НАЭС} , Бк/м ³
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
¹³⁷ Cs	52	43	42	38	27
¹³⁴ Cs	17	6,7	19	11,4	19
⁶⁰ Co	41	30	60	62	11
⁵⁴ Mn	33	11,5	48	19,4	72
⁵¹ Cr	86	88	140	160	2500

Из табл. 4.50 видно, что в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН ЛАЭС присутствуют продукты деления и нейтронной активации, отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона. В 2008 г. объемные активности ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs в СЗЗ были практически на уровне значений этих радионуклидов в ЗН, объемные активности ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn и ⁵¹Cr в ЗН были примерно в 1,5 раза выше, чем в СЗЗ. В 2008 г. по сравнению с 2007 г. увеличились объемные активности ¹³⁴Cs и ⁵⁴Mn, объемные активности остальных контролируемых радионуклидов остались практически на прежнем уровне. В СЗЗ объемные активности ¹³⁴Cs и ⁵⁴Mn увеличились соответственно в 2,5 и 2,9 раза, в ЗН – соответственно в 1,7 и 2,5 раза. Основная доля активности в воздухе СЗЗ и ЗН, как и в предыдущем году, обусловлена ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵¹Cr.

Как и в 2007 г., среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ЛАЭС в 2008 г. была выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе для Севера ЕТР ($2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) соответственно в 23 и 18 раз, но на семь порядков ниже ДОО_{НАЭС} по НРБ-99 [3]. Среднегодовая объемная активность остальных зарегистрированных радионуклидов была на семь – девять порядков ниже ДОО_{НАЭС} по НРБ-99.

Данные Северо-Западного УГМС [16] о среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2008 г. приведены в табл. 4.51. Максимальное значение суточных выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось в 100-км зоне ЛАЭС в июне в Санкт-Петербурге – 2,8 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в п. Шепелево остались на уровне 2007 г., в остальных трех пунктах 100-км зоны ЛАЭС уменьшились в 1,2 раза и не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте [22] свидетельствует о том, что в 2008 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов не превышали МДА (МДА для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co составляет 0,07 Бк/м²·сутки, для ¹³⁴Cs и ⁵⁴Mn – 0,05 Бк/м²·сутки, для ⁵¹Cr – 0,1 Бк/м²·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.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м²·сутки) и объемная $\Sigma\beta$ и (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне ЛАЭС в 2008 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Невская	Пулково	Шепелево	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,7	-	0,7	0,9	0,9	0,6	13,7
	м	1,5	-	2,1	1,7	1,6		
Февраль	с	0,6	-	0,5	0,7	0,8	0,6	9,2
	м	1,5	-	1,0	1,7	1,8		
Март	с	0,7	-	0,7	0,7	0,6	0,5	6,6
	м	2,5	-	1,7	2,4	1,5		
Апрель	с	0,5	-	0,5	0,6	0,9	0,6	17,8
	м	1,4	-	1,2	1,5	1,9		
Май	с	0,6	-	0,5	0,4	0,7	0,7	16,9
	м	1,8	-	1,5	1,3	1,4		
Июнь	с	0,6	-	0,7	0,4	0,6	0,5	9,1
	м	2,8	-	2,3	1,5	1,5		
Июль	с	0,3	-	0,6	0,3	0,6	0,5	9,5
	м	1,3	-	2,0	1,3	1,1		
Август	с	0,5	--	0,4	0,5	0,1	0,5	13,3
	м	1,3	-	1,7	1,3	0,5		
Сентябрь	с	0,5	-	0,5	0,2	0,4	0,5	14,2
	м	1,6	-	1,8	1,1	0,6		
Октябрь	с	0,5	-	0,5	0,8	0,4	0,6	9,6
	м	1,2	-	1,2	1,9	1,6		
Ноябрь	с	0,4	-	0,4	0,5	0,4	0,6	9,8
	м	1,5	-	1,0	1,4	1,0		
Декабрь	с	0,4	-	0,5	0,4	0,3	0,7	15,9
	м	1,3	-	1,1	1,0	1,0		
Среднее: Бк/ м ² ·сутки		0,5		0,5	0,5	0,6	0,6	
10 ⁻⁵ Бк/м ³			-					12,1
Сумма, Бк/м ² ·год		183		183	183	219	219	

Примечание: -- отбор проб не проводился.

В воде рек Сисы и Коваши объемная активность ¹³⁷Cs была практически на уровне 2007 г. и составляла соответственно 33 и 31 мБк/л, а в контрольном водоеме – 33 мБк/л. Полученные значения составляют 0,3 % от уровня вмешательства для ¹³⁷Cs по НРБ-99 [3]. Объемные активности трития и ⁶⁰Со были ниже МДА.

В 2008 г. контроль донных отложений проводился, как и в 2007 г., на удалении 1 км от устья сбросного канала первой очереди в связи с отсутствием донных отложений в самих устьях. Удельная активность ¹³⁷Cs составляла 41,7 Бк/кг в.-с., что в 2,5 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 2008 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника [22]. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения нормативов по $\Sigma\beta$. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воде скважин не увеличилась по сравнению с предыдущим годом, оставаясь на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной $\Sigma\beta$ в воде НС промплощадки в 2008 г. составило 0,75 Бк/л, а на территории КПО – 0,76 Бк/л.

По данным γ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ¹³⁷Cs. В СЗЗ и ЗН содержание ¹³⁷Cs в 2008 г. (1,99 и 2,22 кБк/м² соответственно), как и в последние годы, находилось на уровне загрязне-

ния почвы ^{137}Cs в контрольном пункте (1,67 кБк/м²) и на уровне глобального фона. Содержание ^{60}Co в пробах почвы было ниже минимально детектируемой активности – 100 Бк/м².

Удельная активность продуктов питания местного производства по данным ЛВД ЛАЭС приведена в табл. 4.52. Из табл. 4.52 видно, что содержание ^{137}Cs во всех продуктах, кроме овощей, снизилось в 1,1–2,5 раза по сравнению с предыдущим годом, в овощах – увеличилось в 1,7 раза, но было значительно ниже нормативов установленных СанПиН-96 [9].

Таблица 4.52

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЛВД ЛАЭС)

Вид пробы	^{137}Cs	
	2008 г.	2007 г.
Овощи	6,0	3,6
Корнеплоды	3,8	4,1
Ягоды	6,2	8,9
Допустимая уд. акт.	40	
Грибы	9,5	24,0
Допустимая уд. акт.	500	
Рыба	5,7	8,1
Допустимая уд. акт.	130	

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2008 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 10 до 16 мкР/ч, максимальные среднесуточные значения достигали 26 мкР/ч (в Озерках), что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС [22] средние значения мощности дозы γ -излучения на местности в 2008 г. составляли: на промплощадке – 12 мкР/ч, в СЗЗ – 8 мкР/ч, в ЗН – 9 мкР/ч, в контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) – 8 мкР/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН составляли 18 мкР/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 27 мкР/ч.

По данным измерений МЭД по регламентным маршрутам ЛВД АЭС [22] средние значения мощности дозы γ -излучения на местности в 2008 г. составляли: на промплощадке и в СЗЗ – 13 мкР/ч, в ЗН – 11 мкР/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 11 мкР/ч. Максимальное значение МЭД в СЗЗ и ЗН составляло 19 мкР/ч. Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2008 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 ^{137}Cs в воздухе и присутствием в приземной атмосфере зоны наблюдения АЭС продуктов нейтронной активации (^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}Cr), 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 2008 г. на НВАЭС находились в эксплуатации три 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.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [23] имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы блоков № 3 и № 4 и 2 км – от венттрубы блока № 5. 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 промплощадки 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 [23] о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2008 г. и для сравнения в 2007 г. приведены в табл. 4.53.

Таблица 4.53

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	4,12·10 ⁸	5,59·10 ⁸	- 1,47·10 ⁸
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	2,54·10 ⁹	3,36·10 ⁹	- 8,2·10 ⁸
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	1,09·10 ⁸	7,10·10 ⁷	+ 3,9·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	1,55·10 ⁸	1,11·10 ⁸	+ 4,4·10 ⁷
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	1,10·10 ¹⁴	7,56·10 ¹³	+ 3,44·10 ¹³

Из приведенных в табл. 4.53 данных видно, что в 2008 г. на НВАЭС годовые выбросы ¹³⁴Cs и ИРГ увеличились по сравнению с 2007 г., выбросы остальных радионуклидов остались практически на уровне прошлого года. В целом годовые выбросы контролируемых радионуклидов были ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 16,0 % от разрешенной величины. По данным [23] в 2008 г. наблюдались случаи превышения суточных контрольных уровней выбросов: 27 сентября – по ИРГ в 3,1 раза, 6 июня – по ¹³¹I в 3 раза. Случаев превышения месячных контрольных уровней радионуклидов в 2008 г. не наблюдалось.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются: р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыборазводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод. Наливной пруд-охладитель блока № 5, характеристики которого были приведены в [1], расположен в пойме р. Дон выше береговой насосной станции. Пруд исполь-

зуется 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 м²);
- промливневая канализация промплощадки разгружается в р. Дон и пруд-охладитель;
- отработанные нормативно-чистые технические воды из реакторных отделений блоков № 1 и № 2, с установки химводопробоподготовки и чеков рыбхоза, продувочные и дебалансные воды из циркуляционной системы блоков № 3 и № 4 и пруда-охладителя, инфильтрат из пруда-охладителя, поступающий с разгрузкой подземных вод, загрязненные подземные воды из района ХЖО-2 сбрасываются в р. Дон;
- отработанные нормативно-чистые механические воды из реакторного отделения блока № 5, циркуляционные воды блока № 5 и инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод, сбрасываются в водоем-охладитель блока № 5.

Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [24].

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 [25]) 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 [25]. 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 [25]. 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 [25]. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.14): на участке русла р. Дон, преимущественно между сбросным каналом блоков №№ 1 и 2 и береговой насосной станцией блоков №№ 1 и 2; в ковше, устье и в средней части русла сбросного канала блоков №№ 1 и 2; в средней части русла отводного канала на рыбхоз [26]. Начало поступления ⁶⁰Со в р. Дон, по оценке различных специалистов, относится к 1990–1994 гг. [25].

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 4.54 [4, 23]. Следует отметить, что в 2008 г. были изменены в сторону уменьшения допустимые сбросы отдельных радионуклидов.

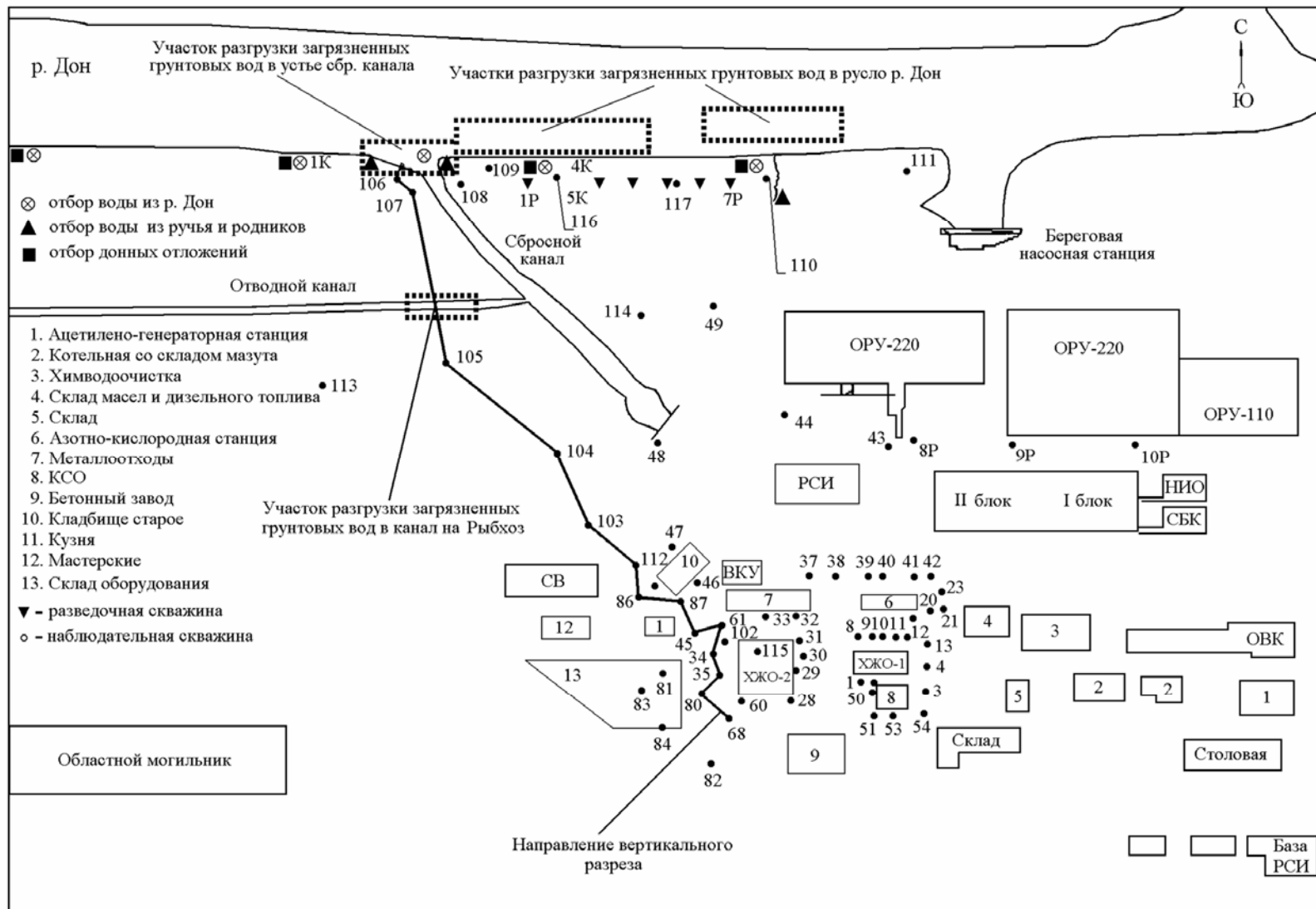


Рис. 4.14. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
р. Дон	¹³⁷ Cs	7,60·10 ⁹	2,9·10 ⁸	1,3·10 ⁸	+1,6·10 ⁸
	⁶⁰ Co	1,10·10 ¹¹	5,5·10 ¹⁰	4,3·10 ¹⁰	+1,2·10 ¹⁰
	⁹⁰ Sr	7,84·10 ¹¹	-	5,9·10 ⁷	- 5,9·10 ⁷
	³ H	1,00·10 ¹⁵	2,10·10 ¹²	3,20·10 ¹²	-1,1·10 ¹²
пруд-охладитель блока № 5	¹³⁷ Cs	3,2·10 ⁹	6,3·10 ⁸	4,6·10 ⁸	+ 1,7·10 ⁸
поля фильтрации НВАЭС	¹³⁷ Cs	3,4·10 ⁹	1,3·10 ⁷	2,7·10 ⁷	- 1,4·10 ⁷
	¹³⁴ Cs	1,2·10 ¹⁰	1,0·10 ⁶	6,6·10 ⁴	+ 9,3·10 ⁵
	⁶⁰ Co	4,3·10 ⁹	2,5·10 ⁷	4,4·10 ⁷	- 1,9·10 ⁷
	⁵⁴ Mn	3,1·10 ¹⁰	3,0·10 ⁷	1,9·10 ⁷	+ 1,1·10 ⁷
Рыбопитомник «Нововоронежский»	¹³⁷ Cs	4,2·10 ⁷	9,0·10 ⁶	8,0·10 ⁶	+ 1,0·10 ⁶
	⁶⁰ Co	7,0·10 ⁸	2,1·10 ⁶	1,9·10 ⁸	- 1,88·10 ⁸

Примечание: - - данные отсутствуют.

Из табл. 4.54 видно, что фактические сбросы радионуклидов в 2008 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно данным [4, 23] годовые сбросы ¹³⁷Cs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) в 2008 г. не превышали 4 % от допустимого сброса. Годовой сброс ⁶⁰Co в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2008 г. не превышал 50 % [4] от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 0,3 % от допустимого сброса. Годовые сбросы трития были на два порядка ниже допустимого сброса [4]. Помимо указанных радионуклидов в 2008 г. в сбросах также обнаружены ¹³¹I, ⁵⁸Co и ⁵¹Cr [23].

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.

В 2008 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [23]:

- 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 непрерывно 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 сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7–10 дней;
- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, 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, рыбе, 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 2008 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 2008 г.» результаты этой работы, в настоящем разделе не рассматриваются.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись $\Sigma\beta$ и изотопный состав γ -излучающих радионуклидов. Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом. Измерение $\Sigma\beta$ проб 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 2008 г. УГМС ЦЧО [27] 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. Суммарная β -активность 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.

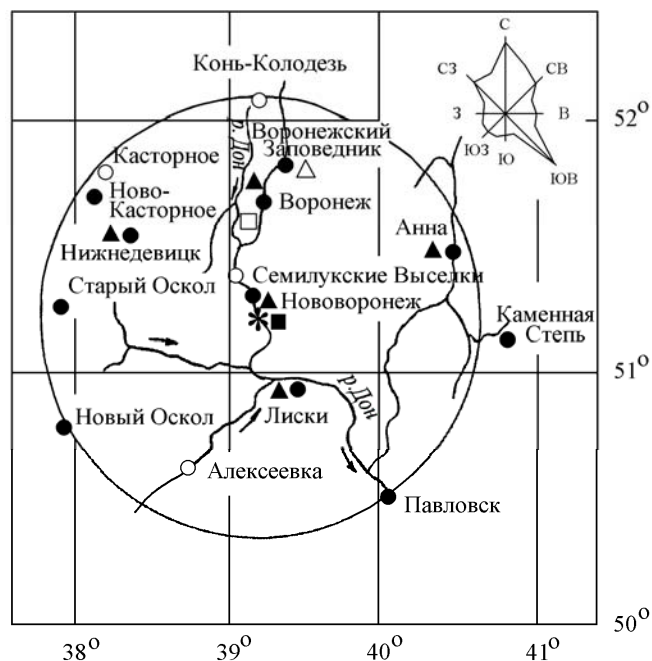


Рис. 4.15. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

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

Приземная атмосфера

В табл. 4.55 приведены данные ЛВРК НВАЭС [23] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2007–2008 гг. По данным ЛВРК НВАЭС в 2008 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2007 г. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности ^{54}Mn , ^{60}Co и ^{137}Cs уменьшились соответственно в 1,6, 3,9 и 2,4 раза, а ^{58}Co – увеличилась в 4 раза. В ЗН среднегодовая объемная активность ^{54}Mn уменьшилась в 4 раза, содержание остальных радионуклидов осталось на уровне прошлого года. Объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах $(15\text{--}24)\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 2–3 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($8,9\cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе, на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [3].

Таблица 4.55

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)		ДОА _{НАС.} , Бк/м ³
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	
^{54}Mn	8	13	3	12	-	-	72
^{58}Co	4	1,0	1	1	-	-	68
^{60}Co	14	55	4	5	1,0	< МДА	11
^{137}Cs	20	47	15	19	24	33	27

Примечание: МДА = 3 Бк/счетный образец;
 - - данные отсутствуют.

Данные УГМС ЦЧО [27] о среднемесячных и максимальных суточных объемных $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2008 г. приведены в табл. 4.56.

Таблица 4.56

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемные $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2008 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц											Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³															
Нововоронеж	с	81,6	27,0	27,5	37,0	67,0	64,1	42,9	33,0	26,2	33,0	22,9	56,6	43,2	35,2
	м	171,9	67,5	36,3	107,8	126,7	135,5	62,3	102,0	59,5	58,9	26,7	92,6		
Выпадения, Бк/м²·сутки															
Анна	с	1,0	0,8	0,9	1,0	1,2	0,9	1,1	0,7	1,2	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9
	м	2,1	2,0	1,7	3,2	3,6	2,1	2,5	2,4	2,5	1,9	2,2	4,1		
Воронеж	с	0,8	0,8	0,9	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	1,1	0,6	1,0	1,3	0,9	0,9
	м	1,7	1,8	4,1	2,3	2,1	2,2	1,8	2,7	3,3	2,5	2,2	3,0		
Лиски	с	0,8	0,9	1,1	1,1	0,8	0,8	0,7	0,5	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9
	м	1,9	1,9	3,8	2,8	1,8	2,8	1,8	2,0	2,2	2,0	2,3	2,5		
Нижнедевицк	с	1,0	0,7	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	0,9	0,8	1,2	1,0	0,9
	м	1,7	1,6	4,1	2,3	3,0	2,1	1,8	2,3	2,4	3,3	2,2	2,9		
Нововоронеж	с	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	0,7	0,9	0,8	1,3	1,1	0,8	1,1	0,9	0,9
	м	1,9	2,1	2,1	3,2	3,2	2,0	2,5	2,1	3,5	2,5	1,8	2,3		

Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 2008 г. в г. Нововоронеже была в 1,2 раза выше, чем в 2007 г., и составила $43,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 3 раза выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ для Центра ЕТР ($14,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2008 г. изменялась от $22,9\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (ноябрь) до $81,6\cdot 10^{-5}$ Бк/м³

(январь). Максимальное суточное значение объемной $\Sigma\beta$ наблюдалось в январе ($171,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышения фона в 5 и более раз в 2008 г. не наблюдалось.

Результаты γ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в г. Нововоронеже в 2008 г., полученные УГМС ЦЧО и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.57.

Таблица 4.57

Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2008 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	8	н	}1,4	3	н	2	н	н	5	16900	1	160
Февраль	6	н		2	н	2	н	н	н	21800	3	70
Март	26	н		н	н	н	н	н	20	33100	5	340
Апрель	134	н	}20,0	н	н	н	н	н	77	47700	5	930
Май	159	н		13	38	10	н	н	87	56600	8	1040
Июнь	112	10		30	24	24	н	н	45	61100	10	640
Июль	38	2	}8,5	10	н	6	н	н	17	47200	7	240
Август	95	н		9	н	4	н	н	35	46200	6	620
Сентябрь	68	н		3	н	3	н	н	26	40300	5	390
Октябрь	17	н	}1,8	5	н	5	н	н	7	34900	3	160
Ноябрь	19	н		3	н	2	н	н	9	23800	2	190
Декабрь	11	н		7	н	4	н	н	н	34100	4	140
Среднее: 2008 г.	58	1	7,9	7	5	5	н	н	27	38642	5	410
2007 г.	57	0,33	6,1	8	4,5	4	1,5	0,42	12	38242	5	224
ДОА _{НАС.} , Бк/м ³	27	19	2,7	11	68	72	30	15	-	2000	72	31

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.57 видно, что в 2008 г. среднемесечная объемная активность ¹³⁷Cs в атмосфере на метеостанции г. Нововоронежа изменялась от $6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (февраль) до $159 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) при среднегодовом значении $58 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, которое находится на уровне 2007 г., но в 6,5 раза превышает средневзвешенную по территории Центра ЕТР объемную активность ¹³⁷Cs ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовое содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Нововоронежа несколько выше, чем в воздухе СЗЗ и контрольного пункта (г. Лиски) (см. табл. 4.55 и 4.57).

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Нововоронежа в 2008 г. составляла $7,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше значения предыдущего года и в 6,3 раза превышает средневзвешенное значение по Центру ЕТР ($1,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr, так же как и ¹³⁷Cs, наблюдалась во II квартале. Кроме ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Нововоронежа эпизодически регистрировались продукты деления и нейтронной активации, присутствующие в выбросах НВАЭС (см. табл. 4.57). Содержание этих радионуклидов практически осталось на уровне 2007 г. В целом, наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на шесть – восемь порядков) ДОА_{НАС.}, установленных НРБ-99 [3].

Данные УГМС ЦЧО [27] о годовых, среднемесечных и максимальных суточных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне НВАЭС в 2008 г. приведены в табл. 4.56. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. в различных пунктах 100-км зоны фактически не изменились по сравнению с 2007 г. и были на уровне среднегодового фонового значения для Центра ЕТР ($0,94$ Бк/м²·сутки). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в пп. Анна (декабрь), Нижнедевицке и Воронеже (март) и составляли $4,1$ Бк/м²·сутки.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2008 г., полученные УГМС ЦЧО [27], приведены в табл. 4.58. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции г. Нововоронежа и для объединенных квартальных проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Таблица 4.58

Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2008 г., Бк/м²·месяц (данные УГМС ЦЧО)

Квартал	г. Нововоронеж		Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co
I квартал	0,14	н	0,06	н
II квартал	0,44	н	0,08	н
III квартал	0,31	н	0,09	н
IV квартал	0,18	н	0,07	н
Сумма, Бк/м ² ·год:				
2008 г.	3,21	н	0,90	н
2007 г.	5,96	н	1,17	н

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

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 2008 г. в г. Нововоронеже и в зоне 13 составляли соответственно 3,21 и 0,90 Бк/м²·год, что соответственно в 1,9 и 1,3 раза меньше, чем в 2007 г., но в 12,3 и 3,5 раза выше средних значений выпадений ¹³⁷Cs по Центру ЕТР (0,26 Бк/м²·год).

По данным ЛВРК НВАЭС [23] в 2008 г. на расстояниях до 50 км от станции в выпадениях продолжали регистрироваться ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs. Выпадения ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs в СЗЗ и в контрольном пункте Лиски остались практически на уровне прошлого года.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2008 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) [23].

В табл. 4.59 приведены данные об объемных активностях ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС [23]. Видно, что в 2008 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбообразных прудах рыбхоза «Нововоронежский» осталась примерно на уровне 2007 г. Объемная активность ¹³⁷Cs в воде открытых водоемов изменялась от 13 мБк/л (пруды рыбхозов) до 23 мБк/л (р. Дон, старица) 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 [23].

ЛВРК НВАЭС также проводит контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбообразных прудах рыбхоза «Нововоронежский» [23]. Наличие ⁶⁰Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков №№ 1 и 2 и в рыбообразных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС [26] прослеживается с 1995 г. Удельные активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях рыбообразного пруда в 2008 г. (см. табл. 4.59) [23] составляли 1 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях (см. табл. 4.59) [23] составляла 1–2 Бк/кг в.-с.; данные о содержании ⁶⁰Co отсутствуют. В р. Дон содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях изменялось в диапазоне 2–13 Бк/кг в.-с. и в

среднем было в 3,5 раза ниже, чем в 2007 г. Удельная активность ^{60}Co тоже была ниже, чем в предыдущем году, и колебалась от предела обнаружения до 9 Бк/кг в.-с. (в 100 м ниже сбросного канала) [23].

Таблица 4.59

**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.	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
<u>р. Дон</u>						
4 км выше сброса блоков №№ 1, 2	14	16	5	28	-	-
Старица	23	22	7	35	н	3
Водозабор блоков №№ 1, 2	14	11	13	17	н	н
Сбросной канал блоков №№ 1, 2	20	25	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков №№ 1, 2	17	17	2	25	9	64
6 км ниже сброса блоков №№ 1, 2	19	21	11	28	2	7
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>						
Сброс блока № 5	19	19	-	-	-	-
Пляж	17	19	2	8	-	-
Водозабор блока № 5	18	24	1	3	-	-
<u>Пруды рыбхоза</u>						
«Нововоронежский»	13	13	1	4	1	6

Примечание: н – ниже предела обнаружения;
- – данные не поступали.

По оценке ЛВРК НВАЭС [23] на конец 2008 г. активность загрязнения дна р. Дон, русла и устья сбросного канала блоков №№ 1 и 2, дна отводного канала на рыбхоз остаются на уровне 2003–2004 гг. [1, 24].

В 2008 г. контроль грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 проводился ЛВРК [23] в 21 контрольной скважине (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2, по-прежнему, практически полностью обусловлено ^{60}Co . В воде 16 контрольных скважин был обнаружен ^{60}Co , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,5 Бк/л (в скважине № 118) до 360 Бк/л (в скважине № 35) (см. рис. 4.14). В девяти скважинах (№№ 34, 35, 61, 80, 86, 87, 105, 116, 118) 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 2007 г., или уменьшилось. Снижение удельной активности ^{60}Co было зарегистрировано в воде контрольных скважин № 11 (примерно в 2 раза), №№ 45, 46 (в 2,5 раза), №№ 80, 105, 117 (более, чем в 3 раза), № 106 (в 8,6 раза). В 2008 г. удельная активность ^{60}Co увеличилась по сравнению с 2007 г. в воде пяти КС – в скважинах №№ 34, 108 и 116 примерно в 2 раза, в скважинах № 103 и № 104 соответственно в 29 и 32 раза, однако это увеличение активности не привело к превышению критерия УВ.

В воде двух КС (№ 34 и № 35) был обнаружен ^{137}Cs , объемная активность которого составила 0,4 и 11 Бк/л соответственно. В скважине № 35 содержание ^{137}Cs снизилось в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом и соответствовало допустимому уровню 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 2008 г. [23] в СЗЗ составляла 6 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 10 кБк/м², в ЗН – 4 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 7 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 2 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 6 кБк/м². Повышенное содержание ^{137}Cs в почве во всех пунктах контроля, по сравнению с уровнем глобального загрязнения, связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции [23] в 2008 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в мясе – 0,2 Бк/кг, в рыбе – 0,3 Бк/кг, в молоке – 0,02 Бк/кг, в пшенице – 0,04 Бк/кг сырой массы. ^{131}I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 2008 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО НВАЭС [23] составляли 10 и 9 мкР/ч соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 17 мкР/ч, в ЗН – 18 мкР/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2008 г. [23], среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла соответственно 10 и 11 мкР/час, на территории промплощадки и в контрольном пункте Лиски – 10 мкР/час при максимальном значении 14 мкР/час. Годовая накопленная доза внешнего облучения в ЗН варьировала в диапазоне $(67,0-85,2) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения, полученного в контрольном пункте Лиски – $60,0 \cdot 10^{-5}$ Гр. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне $(64,3-138,3) \cdot 10^{-5}$ Гр, наибольшие значения $138,3 \cdot 10^{-5}$ Гр и $117,4 \cdot 10^{-5}$ Гр, превышающие значение в контрольном пункте Лиски в примерно в 2 раза, были зарегистрированы в северо-восточном и западном направлении, минимальное $64,3 \cdot 10^{-5}$ Гр – в южном направлении.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [27] в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2008 г. среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения изменялись от 9 до 16 мкР/ч. Максимальное значение МЭД наблюдалось в п. Алексеевка (18 мкР/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2007 г.

Таким образом, в 2008 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 ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Нововоронеже в 2008 г. остались примерно на уровне 2007 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 ^{137}Cs и ^{90}Sr 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 (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 МВт [28].

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 формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс – умеренно-континентальный [28]. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом и со средней температурой от -4°С до -16°С. Лето тёплое. Самая высокая температура наблюдается в июле. Средняя годовая температура ≈ +7°С. 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 площадью радиусом 3 км. Размер ЗН для САЭС первой и второй очереди определен площадью радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди [28]. Площадь территории – 2797,7 км². В состав территории ЗН входят земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области. Численность населения, проживающего в районе зоны наблюдения САЭС, составляет 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. человек, сельское – 21,9 тыс. человек.

На территории промплощадки второй очереди САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят: хранилище жидких и твёрдых отходов (ХЖТО), хранилище жидких отходов (ХЖО). Для хранения отработавшего ядерного топлива оборудовано хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), расположенное на территории промплощадки второй очереди.

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 2008 г. представлено в табл. 4.60, там же для сравнения приведены данные за 2007 г. [4, 28].

Таблица 4.60

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	2,57·10 ⁸	9,79·10 ⁷	+ 1,59·10 ⁸
¹³¹ І	9,3·10 ¹⁰	2,70·10 ⁸	5,74·10 ⁷	+ 2,13·10 ⁸
¹³⁷ Сs	4,0·10 ⁹	1,64·10 ⁶	3,51·10 ⁶	- 1,87·10 ⁶
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	1,36·10 ¹³	1,37·10 ¹³	- 1,00·10 ¹¹

Из табл. 4.60 видно, что в 2008 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 10,3 % (⁶⁰Со) 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 [28].

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/или 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 2007–2008 гг. приведены в табл. 4.61 [4, 28].

Таблица 4.61

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
		2008 г.	2007 г.	
⁵⁴ Mn	8,0·10 ⁹	9,79·10 ⁵	6,52·10 ⁶	- 5,54·10 ⁶
⁶⁰ Co	1,6·10 ⁹	3,60·10 ⁶	6,02·10 ⁶	- 2,42·10 ⁶
¹³⁴ Cs	1,7·10 ¹⁰	-	9,75·10 ⁴	- 9,75·10 ⁴
¹³⁷ Cs	5,4·10 ⁹	6,80·10 ⁶	8,30·10 ⁶	- 1,50·10 ⁶
Σα	4,0·10 ⁹	1,14·10 ⁷	2,03·10 ⁷	- 8,9·10 ⁶

Из приведенных в табл. 4.61 данных видно, что сбросы всех радионуклидов на САЭС в 2008 г. уменьшились по сравнению с 2007 г. и составили 0,01–0,29 % от установленных нормативов. Общий объем сброса сточных вод в 2008 г. составил 48809 м³ с активностью 1,14·10⁷ Бк [28].

Кроме радионуклидов, приведенных в табл. 4.61, в сбросных водах присутствовал ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ⁵¹Cr, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb, ³H с суммарной активностью 3.69·10¹¹ Бк за год [28].

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 2008 г. ЛВРК САЭС [28] 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 кювет, установленных в СЗЗ на территории очистных сооружений, экспонируемых в течение 10 дней;
- содержания радионуклидов в воде открытых водоемов, 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 2008 г. Центральным УГМС [17] и УГМС ЦЧО [27] на 7 стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и в 4 пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (см. рис. 4.16).

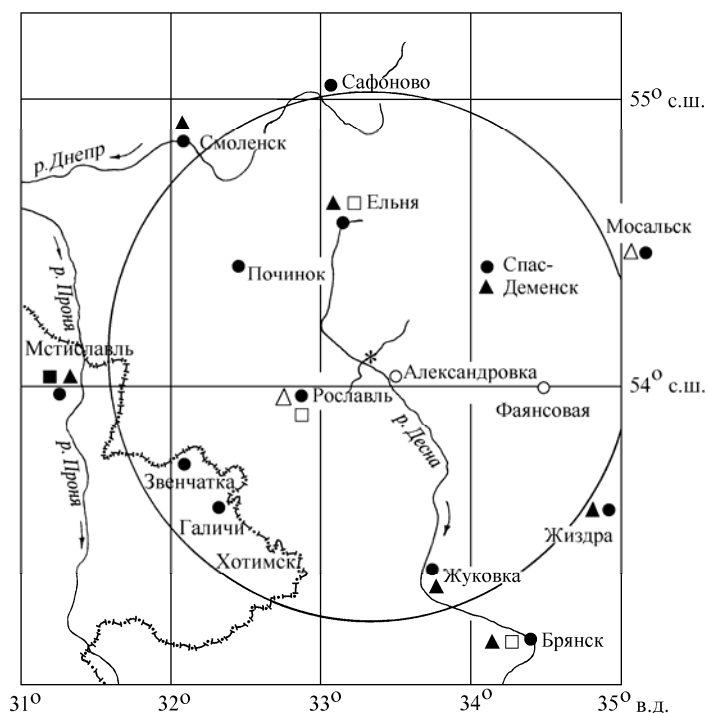


Рис. 4.16. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- △ □ – планируемые наблюдения;
- +— – граница РФ.

РЦРКМ Республики Беларусь в 2008 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 [29] ежедневно отбирались пробы радиоактивных аэрозолей с помощью ВФУ и их выпадения на подстилающую поверхность с использованием горизонтального планшета.

Приземная атмосфера

В табл. 4.62 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС [28]. Техногенные радионуклиды ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co , отсутствующие в составе глобально-го радиоактивного фона, регистрировались как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС, однако, содержание этих радионуклидов, кроме ^{51}Cr , в СЗЗ было в 1,7–2,0 раза больше, чем в ЗН. Содержание ^{51}Cr в ЗН, а также содержание ^{134}Cs в СЗЗ и ЗН было ниже минимально-детектируемой активности. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2008 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 2,8 и 1,6 раза соответственно. В целом, в 2008 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на шесть – девять порядков ниже допустимых по НРБ-99 [3].

Таблица 4.62

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	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
СЗЗ	25,3	15,0	< 0,9	6,7	66,4	94,8	32,2	73,1	37,7	240,0
ЗН	13,9	12,1	< 0,7	< 0,8	33,3	26,7	19,0	25,0	< 35,4	< 33,9

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [29] среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Мстиславля в 2008 г. колебалась в пределах $(8,1–31,4) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в Мстиславле составила $15,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что сравнимо со средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2008 г. составила $74 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в июле) до $178 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в ноябре). Содержание ^{137}Cs в воздухе г. Мстиславля в 3–5 раз выше, чем в СЗЗ и ЗН САЭС, и в 8 раз выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в центре ЕТР. Повышенное содержание ^{137}Cs в Мстиславле связано с загрязнением территорий Беларуси в результате Чернобыльской аварии.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [17] и УГМС ЦЧО [27], представленных в табл. 4.63, среднемесячные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в течение 2008 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали $2,2$ Бк/м²·сутки (п. Ельня, июнь), а среднегодовые значения находились в пределах $0,4–1,0$ Бк/м²·сутки, т.е. в пределах колебаний фонового уровня.

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [29], среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Мстиславль в 2008 г. составили $1,4$ Бк/м²·сутки, что не отличается от фоновых выпадений на территории России. Среднемесячные значения выпадений $\Sigma\beta$ изменялись от $0,6$ Бк/м²·сутки (в июле) до $2,2$ Бк/м²·сутки (в декабре).

В выпадениях на территории СЗЗ [28] из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы ^{137}Cs ($1,10$ Бк/м²·год), ^{134}Cs ($< 0,15$ Бк/м²·год), ^{60}Co ($0,47$ Бк/м²·год), ^{54}Mn ($< 0,24$ Бк/м²·год) и ^{51}Cr ($< 4,02$ Бк/м²·год). В 2008 г. выпадения всех радионуклидов уменьшились по сравнению с 2007 г. в 2,7–4,8 раз.

Таблица 4.63

**Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений
в 100-км зоне вокруг САЭС в 2008 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	2008 г.	2007 г.
Ельня	с	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	2,2	0,6	0,9	1,4	0,8	0,8	1,1	0,9	1,3
	м	5,4	3,2	1,1	0,7	4,2	5,9	0,6	3,6	5,1	4,7	3,5	4,7		
Смоленск	с	0,6	1,0	0,5	1,3	0,9	1,1	0,6	1,2	1,2	1,3	1,0	1,5	1,0	1,0
	м	3,2	5,1	0,7	5,2	6,8	6,8	2,6	4,5	6,2	4,2	5,0	6,2		
Жуковка*	с	0,9	0,9	0,9	1,4	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9
	м	1,7	3,0	1,5	3,2	3,1	1,9	1,9	2,2	3,2	2,6	2,1	3,1		
Спас-Деменск	с	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
	м	1,1	0,8	0,9	1,0	0,5	0,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,8	1,8		

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО.

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 [28] в 2008 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью 2,7, 3,5 и 3,8 мБк/л соответственно, что в 1,1–1,4 раза ниже средних значений за последние пять лет. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности ¹³⁷Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99 [3], поэтому присутствие ¹³⁷Cs 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 [28] из поверхностных слоев: на мелководье путем снятия слоя стеклянной банкой емкостью 1 л, на глубоких местах – дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 4.64. Как видно из табл. 4.64, удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях в 2008 г. оставалась в среднем на уровне предыдущего года, изменяясь от 6,0 Бк/кг в.-с. (контрольный водоём) до 210 Бк/кг в.-с. (р. Соложа). Содержание ¹³⁷Cs в пробах донных отложений во всех местах отбора превышало его содержание в пробе из контрольного водоема в 2,2–35 раз. Кроме ¹³⁷Cs в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС присутствовал ⁶⁰Co, максимальная удельная активность которого наблюдалась в районе плотины – 12 Бк/кг в.-с.

Таблица 4.64

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
р. Соложа	210	290	< 5,0	< 2,1
д. Трояново	110	190	5,9	< 2,4
Очистные сооружения	13	22	< 0,7	< 1,1
Плотина	180	320	12,0	< 4,8
Городской пляж	37	35	< 1,1	< 1,1
р. Десна	14	7,2	< 0,6	< 1,5
Контрольный водоем	6,0	4,9	< 0,6	< 0,6

Содержание техногенных радионуклидов в питьевой водопроводной воде, определяемое ежемесячно [28], не превышало нормативов НРБ-99: 0,1 Бк/л по $\Sigma\alpha$ и 1 Бк/л по $\Sigma\beta$.

Контроль герметичности баков ХЖТО, ХЖО и ХОЯТ [28] 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 2008 г. радионуклиды техногенного происхождения обнаружены не были. Минимально детектируемая активность метода по ^{137}Cs составляла примерно 1,2 Бк/л.

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 4.65 приведены данные [28] за 2007–2008 гг. о содержании радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте М. Кириллы, расположенном в 35 км от САЭС.

Таблица 4.65

Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м²
(данные ЛВРК САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
^{137}Cs	2,6	1,4	3,4	2,5	0,1	4,2
^{134}Cs	< 0,052	< 0,040	< 0,059	< 0,045	0,067	0,068
^{60}Co	-	< 0,067	-	< 0,051	-	0,080

Примечание: - – нет данных.

По данным ЛВРК САЭС в 2008 г. содержание ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН было выше его содержания в контрольном пункте М. Кириллы, но не превышало пределов колебаний глобального загрязнения почвы ^{137}Cs . Содержание в почве ^{134}Cs было ниже 0,06 кБк/м².

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС [28] в 2008 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [9]: в грибах – 8,4 Бк/кг сырой массы, в рыбе – < 0,9 Бк/кг сырой массы, в овощах – 1,0 Бк/кг сырой массы, в молоке – < 0,9 Бк/кг сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2008 г. [28] в СЗЗ составляла 15 мкР/ч, в ЗН – 12 мкР/ч, что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (12 мкР/ч). По данным маршрутных обследований на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 13 и 15 мкР/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [17] и УГМС ЦЧО [27] в 2008 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 10 до 14 мкР/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь [29] свидетельствуют о том, что в 2008 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовые значения МЭД в пп. Мстиславль, Звенчатка, Галичи составили 11–13 мкР/ч. Превышения МЭД над установившимися многолетними значениями не обнаружено.

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности [29], 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 $(60\text{--}80)\cdot 10^{-5}$ Гр, при среднем значении $69\cdot 10^{-5}$ Гр, что 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 которых 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. СП 2.6.1.27–2000 Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99). – М., 2000.
3. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
4. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Марковский В.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2008 году. – М.: ОАО ВНИИХТ, 2009.
5. Цветков Н.А., Анохин С.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Балаковской атомной станции в 2008 г. – Балаково: Балаковская АЭС, 2009.
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 2008 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2009.
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 2008 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2009.
11. Банникова О.А., Широкова Н.В., Осинцева Т.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2008 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2009.
12. Филатов И.М. Результаты радиационного мониторинга в районе расположения Билибинской АЭС в 2008 г. – Билибино: Билибинская АЭС, 2009.
13. Лебедев О.В., Банников Г.Н. О радиационной обстановке в районе расположения Ростовской АЭС за 2008 году. Отчет. – Волгодонск: Волгодонская АЭС, 2009.
14. Бураго С.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Северо-Кавказского УГМС по разделу радиационного мониторинга в 2008 году. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское УГМС, 2009.

15. Сорока А.А., Бугаева Л.Г. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2008 г. – Удомля: Калининская АЭС, 2009.
16. Грабовский А.И., Хрисанфов Ю.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе радиометрических подразделений Северо-Западного УГМС в 2008 г. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2009.
17. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2008 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2009.
18. Никишаев П.И., Смелов А.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2008 г. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2009.
19. Морванюк В.П., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2008 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2009.
20. Полянских С.А., Батарев С.Г. О радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2008 год. Отчет. – Курчатова: Курская АЭС, 2009.
21. 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 2008 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2009.
22. Епихин А.И., Козлов Е.П., Сухоруков О.П., Степанов С.В. О радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2008 г. Отчет. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2009.
23. Жбанников В.В., Маматов А.П., Пахомов В.А. О радиационной обстановке в районе размещения Нововоронежской АЭС в 2008 г. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2009.
24. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 273 с.
25. 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.
26. 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.
27. Черемисов В.А., Богучарский А.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2008 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2009.
28. Абаимов А.Д., Барауля С.В., Краснов И.М. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2008 г. Отчет. – Десногорск: Смоленская АЭС, 2009.
29. Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2008 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2009.

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 2008 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземной атмосфере проводились непрерывно путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в одни сутки в п. Подмосковная [1]. Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, два из которых расположены на территории г. Москвы (ВДНХ 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 двух пунктах наблюдения (Балчуг и СФМ) проводился ежемесячный отбор проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития, а в трех пунктах (Бабьегородская плотина, Звенигород и Южный порт) отбирались пробы воды из р. Москва для определения содержания в них ^{90}Sr .

Данные об объемной суммарной β -активности радионуклидов ($\Sigma\beta$) в приземном слое воздуха и выпадений $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность за 2008 г. представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Москвы и Московской области в 2008 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2008 г.	2007 г.
Выпадения, Бк/м ² ·сутки															
Подмосковная	с	0,5	0,6	0,5	1,3	0,5	0,6	1,2	1,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0
	м	1,2	1,8	1,0	4,8	1,2	2,2	5,3	6,8	2,8	1,9	1,2	2,1	6,8	
Балчуг	с	0,4	0,6	0,5	0,8	0,9	0,8	0,7	1,7	0,9	0,9	0,6	1,0	0,8	1,1
	м	0,9	1,6	2,5	2,5	5,7	3,0	2,4	6,4	3,4	3,8	1,6	3,0	6,4	
ВДНХ	с	0,5	0,4	0,6	0,7	0,7	1,2	1,1	1,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	1,1
	м	2,3	1,2	1,7	1,9	3,2	4,6	4,3	8,2	2,3	2,4	2,9	2,1	8,2	
Тушино	с	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	1,1	1,1	0,9	0,6	0,6	0,7	0,8
	м	2,2	0,9	2,5	1,0	1,9	3,0	1,9	3,5	3,8	1,6	1,9	1,5	3,8	
Ново-Иерусалим	с	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	1,1	1,4	1,4	0,6	0,5	0,9	0,5	0,8	0,8
	м	1,6	1,9	1,2	2,2	3,5	2,2	4,0	4,5	2,4	1,7	1,5	1,6	4,5	
Среднее, Бк/м ² ·сутки:															
- по зоне наблюдения		0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,9	1,0	1,5	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	1,0
- по Центру ЕТР		1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0
Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³															
Подмосковная	с	8,7	7,0	5,8	14,1	12,0	15,9	15,1	17,9	21,7	27,4	15,9	35,0	16,4	11,2
	м	17,2	21,4	17,4	26,0	22,2	50,8	33,2	46,0	50,1	65,7	43,6	75,7		

Из табл. 5.1 видно, что в 2008 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $16,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше уровня прошлого года, и сравнимо со средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная

объемная $\Sigma\beta$ ($35,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в декабре. В целом, повышенные значения среднемесячной объемной $\Sigma\beta$ наблюдались в п. Подмосковная во второй половине года.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2008 г. по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» составляла $5,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 1,7 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³); а ⁹⁰Sr – $0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($1,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в пунктах контроля в 2008 г. (см. табл. 5.1) составляли 0,7–0,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения (8,2 Бк/м²·сутки) были зарегистрированы в августе на метеостанции ВДНХ в г. Москве. Практически, среднегодовое значение выпадений $\Sigma\beta$ в 2008 г. (0,8 Бк/м²·сутки) в Московской области мало отличается от данных предыдущего года (1,0 Бк/м²·сутки) и не превышает регионального уровня в Центре ЕТР.

Выпадения ¹³⁷Cs в объединенной по пяти пунктам пробе в 2008 г. уменьшились в 2 раза по сравнению с предыдущим годом, составили 0,16 Бк/м²·год и не превышали среднего значения для Центра ЕТР (0,26 Бк/м²·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг и СФМ, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2008 г. составляла 2,5 Бк/л и 2,3 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднегодового значения для всей территории России (2,6 Бк/л).

Данные об объемной активности ⁹⁰Sr в воде р. Москва приведены в табл. 5.2. Из табл. 5.2 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в р. Москва колеблется в небольших пределах и находится на уровне среднего значения для рек ЕТР (5,0 мБк/л).

Таблица 5.2

**Объемная активность трития в воде р. Москва в 2008 г., мБк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

Наименование пункта наблюдения	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	Среднее
Бабьегородская плотина	6,2	4,0	5,9	6,6	5,7
Звенигород	6,2	4,9	4,2	2,8	4,5
Южный порт	4,2	6,1	4,7	5,6	5,2

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы и области [1] изменялась от 9 мкР/ч (ст. Немчиновка) до 13 мкР/ч (ВДНХ, г. Москва), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД не превышали 18 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 (1091 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 до 1200 м³/ч на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией проб;

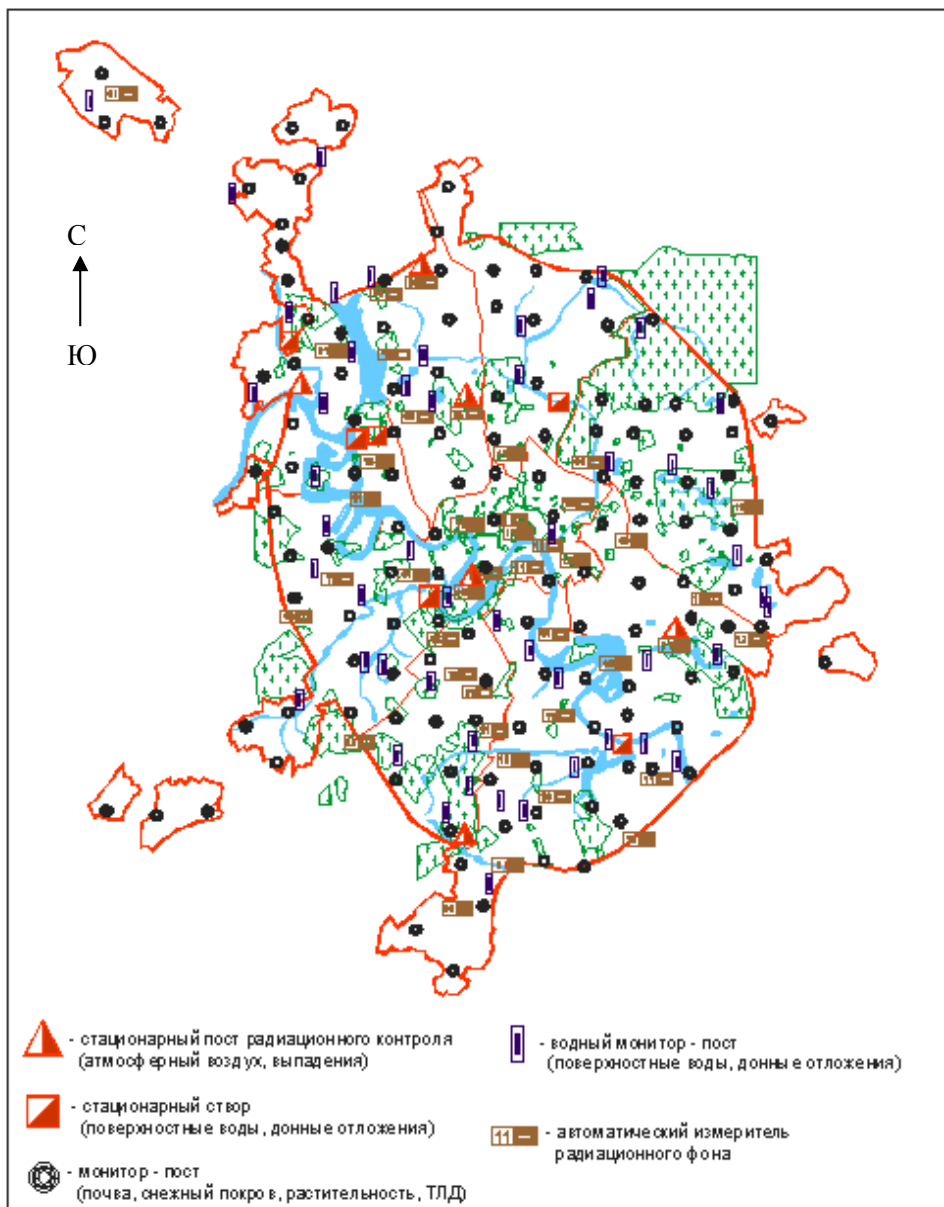


Рис. 5.1. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

- 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 – семь 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, отобраным 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.

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. Носимыми приборами в 2008 г. выполнено более 3000 измерений мощности эквивалентной дозы внешнего γ -излучения;
- 300 термолюминесцентных дозиметров для определения интегральной поглощенной дозы облучения от внешних источников облучения на местности.

В процессе мониторинга в 2008 г. было отобрано и проанализировано более 2 500 проб объектов окружающей среды

В табл. 5.3 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2008 г. [2] и для сравнения в 2007 г.

Таблица 5.3

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы
(данные ГУП МосНПО «Радон»)**

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$		Радионуклид											
			²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K		⁷ Be		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.
Объемная активность в приземной атмосфере, 10^{-5} Бк/м ³	7,6	7,9	0,076	н	-	-	1,9	2,2	310	320	0,11	0,10	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м ² ·год	172	172	11,0	14,6	14,6	14,6	146	164	518,3	442	0,58	0,58	-	-
Объемная активность радионуклидов в р. Москва, мБк/л	120	-	2	-	0,5	-	10	-	-	-	0,8	-	4,4*	-
Донные отложения в р. Москва, Бк/кг	420	470	32	32	24*	23	330	400	-	-	6	8	-	-
Содержание радионуклидов: почва, грунт, Бк/м ² Бк/кг	-	-	12	17	21	21	420	360	-	-	360	355	110	125

Примечание: -- данные не поступали;

н – ниже предела обнаружения;

* – только растворенная фаза для ⁹⁰Sr и только взвесь для ²³²Th.

Из табл. 5.3 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Москвы осталась, примерно, на уровне 2007 г. и была в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($14,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2008 г. также осталась на уровне 2007 г. и составляла $11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что несколько выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2 раза выше объемной активности ¹³⁷Cs в п. Подмосковная. Объемная активность ⁷Be в воздухе менялась в течение года в зависимости от сезона и достигала максимума в середине лета (до $8,9 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) [2].

Кроме указанных в табл. 5.3 радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы определялись ¹³¹I и ²¹⁰Pb [2]. В 2008 г. объемная активность ¹³¹I составляла $8,2 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, что на пять по-

рядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99 ($7,3 \text{ Бк/м}^3$) [3]. Объемная активность ^{210}Pb практически не изменилась по сравнению с 2007 г. и составляла $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ Бк/м}^3$, что на два порядка ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99 для этого радионуклида ($0,11 \text{ Бк/м}^3$) [3].

Выпадения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs на территории г. Москвы в 2008 г. (см. табл. 5.3) остались на уровне предыдущего года, однако выпадения ^{137}Cs были в 3,6 раза выше средних выпадений этого радионуклида по Московской области.

Объемная активность ^{137}Cs в воде р. Москва очень низкая – $0,8 \text{ мБк/л}$, а содержание ^{90}Sr ниже уровня среднего значения для рек ЕТР ($5,0 \text{ мБк/л}$).

В донных отложениях р. Москва [2] наблюдались естественные радионуклиды ^{226}Ra (32 Бк/кг), ^{232}Th (24 Бк/кг), ^{40}K (330 Бк/кг) и техногенный ^{137}Cs (6 Бк/кг) (см. табл. 5.3), удельная активность которых осталась примерно на уровне 2007 г. и не превышала фоновых уровней.

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы определялись ^{137}Cs и ^{90}Sr , содержание которых очень низкое и не превышает уровней глобального фона. Содержание естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в почве также не превышало фоновых уровней (см. табл. 5.3).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы по данным МосНПО «Радон» в 2008 г. [2] составила 10 мкР/ч при максимальном значении $20,1 \text{ мкР/ч}$ (Котельническая наб., 1/15), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составила $0,8 \text{ мЗв/год}$.

С целью определения радиоэкологических условий проживания населения в 2008 г. было проведено обследование на содержание эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона 250 зданий, 164 детских образовательных учреждений и 178 школ [2]. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от 5 до 198 Бк/м^3 , в подвалах – от 13 до 1460 Бк/м^3 . Согласно НРБ-99 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м^3 .

Кроме того, в 2008 г. было проведено 48 инспекционных проверок организаций-владельцев радиоактивных веществ и радиоактивных отходов, обследованы территории 16 радиационно опасных объектов и 103 предприятий стройиндустрии.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в 2008 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере г. Москвы (по семи пунктам наблюдения) по данным ГУП МосНПО «Радон» [2] и НПО «Тайфун» была в 2 раза выше, чем в п. Подмосковная (в 30 км от г. Москвы). В целом же, радиационный мониторинг окружающей природной среды на территории г. Москвы и Московской области показал, что, в основном, в 2008 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 регуляр-

ный 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. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа ВУРС и выноса радионуклидов с высохших берегов оз. Карачай, куда сливались низкоактивные РАО, в 1967 г., с образованием карачаевского «цезиевого» следа, который частично наложился на ВУРС.

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 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 р. Синары и впадающей в нее р. Караболки, протекающих по территории ВУРС. Пробы воды из системы рек Караболка–Синара отбирались Уральским УГМС в 2008 г. 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 2008 г. [5], а также за предыдущие годы, приведены в табл. 5.4. Выпадения $\Sigma\beta$ в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединенных за месяц пробах, ^{90}Sr – в пробах, объединенных за квартал.

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 находятся на фоновом по Уральскому региону уровне.

В 2008 г. на территории ВУРС наблюдалось два случая превышения суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 10 и более раз: 14–15 января в п. Байны ($1,51 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ при фоновом значении $0,15 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$) и 13–14 июля в п. Каменск-Уральский ($4,48 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ при фоновом значении $0,39 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$). Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС в 2008 г. [5] увеличились в 1,6 раза по сравнению с 2007 г. и превышали региональный фоновый уровень в 8 раз. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в декабре ($0,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,04 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$. По отдельным пунктам наблюде-

ний максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС, как и в предыдущие годы, наблюдались в п. Муслюмово ($7,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Таблица 5.4

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2006–2008 гг., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{90}Sr		
	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2008 г.	2007 г.	2006 г.
Аргаяш	329	263	307	7,0	5,4*	5,3	6,5	9,2	4,2
Байны	146	117	157	3,9	3,4*	3,1	2,9	9,0	6,3*
Богданович	172	132	183	4,5	1,9*	2,6	4,0	8,2*	9,2
Бродокалмак	293	256	285	3,0	6,4*	4,1*	5,3	7,2	4,6
Ирбит-Фомино	157	139	157	5,9	2,5*	1,0	4,2	5,3	4,7*
Каменск-Уральский	179	143	161	3,2	2,1*	1,7	2,7	6,3*	4,4
Камышлов	165	124	153	4,7	2,0*	2,2	3,3	3,4	5,3*
Муслюмово	329	281	296	7,4	8,7*	8,6	4,8	4,5*	6,1
Новый Завод	168	135	124	5,6	3,0*	2,3	2,8	9,2*	6,2
Рыбниковское	183	135	135	6,9	2,0*	1,6	4,7	8,4	7,0
Тавда	117	146	157	5,8	1,3*	0,6	3,8	6,1	4,9
Талица	183	164	146	3,6	2,0*	1,9	3,8	7,9	6,3*
Среднее по территории ВУРС	198	172	188	5,0	3,2*	2,9	4,1	7,1	5,8
Фон для Уральского региона	190	175	186	0,6	0,8*	0,8	1,1	1,6	2,0

Примечание: * – уточненные данные.

В 2008 г. усредненные по территории ВУРС выпадения ^{90}Sr [5] в среднем уменьшились в 1,7 раза, а фоновые годовые выпадения ^{90}Sr для Уральского региона – в 1,4 раза. При этом выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС превышали региональный фоновый уровень в 3,7 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в IV квартале ($1,47 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{квартал}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,44 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{квартал}$. Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в 2008 г. наблюдались в п. Аргаяш ($6,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Динамика годовых выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории ВУРС в период с 1998 по 2008 гг. приведена на рис. 5.2.

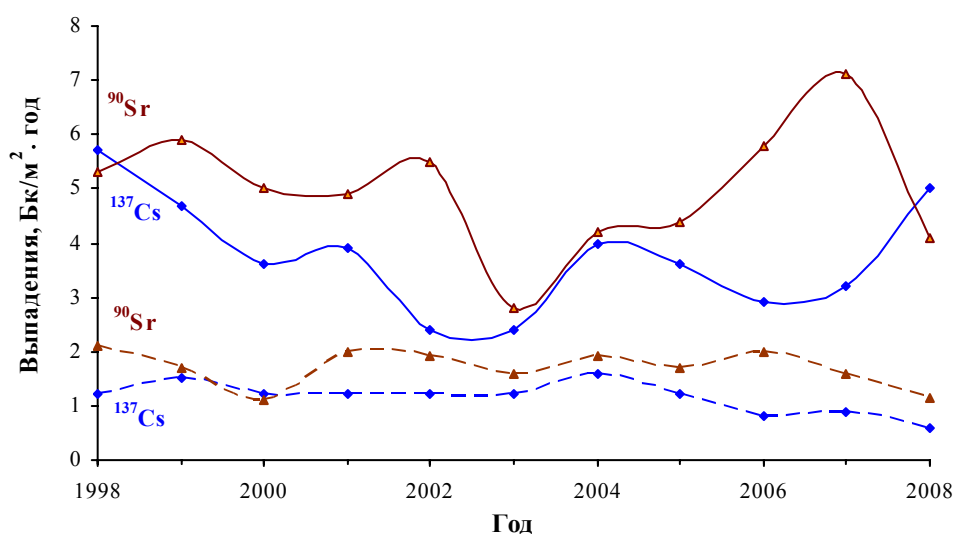


Рис. 5.2. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

- фоновые уровни по Уральскому региону;
- выпадения, усредненные по территории ВУРС.

Из рис. 5.2 видно, что выпадения ^{137}Cs со временем имеют слабую тенденцию к уменьшению. Отношение содержания ^{137}Cs к ^{90}Sr в выпадениях за данный период изменялось в пределах 0,44–1,22. Отношение этих радионуклидов сразу после образования ВУРС составляло 0,05.

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 5.5. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Поэтому в табл. 5.5 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.

Таблица 5.5

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2008 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	
	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$	^3H	^{90}Sr	^{137}Cs	^3H	^{90}Sr	^{137}Cs
Январь	-	-	-	-	-	-	4,6	1,3	0,01	-	0,17	0,005
Февраль	1,1	0,05	< 70	-	-	-	4,8	0,8	0,03	-	0,01	0,011
Март	4,8	0,06	< 70	1,5	0,09	< 70	6,6	0,2	0,01	-	0,12	0,011
Апрель	3,2	0,23	< 70	3,3	0,33	< 70	14,0	0,8	0,04	-	0,35	0,048
Май	1,8	1,70	< 70	2,9	0,59	< 70	12,4	0,5	0,04	9,0	0,49	0,013
Июнь	-	-	-	-	-	-	12,7	1,1	0,02	-	0,39	0,023
Июль	-	-	-	-	-	-	14,0	1,7	0,02	10,9	0,92	0,020
Август	-	-	-	2,1	0,10	< 70	6,0	1,7	0,04	-	0,22	0,010
Сентябрь	-	-	-	-	-	-	4,8	1,1	н	-	0,49	0,010
Октябрь	-	-	-	-	-	-	10,1	0,9	0,01	-	0,11	0,010
Ноябрь	-	-	-	2,5	0,20	< 70	9,4	1,2	0,01	-	0,27	0,030
Декабрь	-	-	-	-	-	-	47,9	1,1	н	-	0,37	0,033
Среднее:												
2008 г.	2,7	0,51	< 70	2,5	0,26	< 70	12,3	1,0	0,02	10,0	0,33	0,019
2007 г.	4,9	0,27	< 70	3,2	0,40	< 70	9,8	1,4	0,02	10,6	0,37	0,040
УВ [3]	5	11	7700	5	11	7700	7700	5	11	7700	5	11

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

В водах системы рек Караболка–Синара среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2008 г. снизилась в 1,1–1,8 раза по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 5.5) и не превышала УВ по НРБ-99 [3].

Объемная активность ^{137}Cs в воде рассматриваемой системы рек не высока. Объемная активность ^{137}Cs в системе рек Караболка–Синара по данным [5] (см. табл. 5.5) 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. 5.5) видно, что объемная активность трития в воде р. Караболка осталась на уровне 2007 г. и в 4–5 раз превышала фоновый уровень для рек России (2,6 Бк/л).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2008 г. [5] колебалась от 9 до 13 мкР/ч и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

Поселок Двуреченск

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в пос. 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 ^{232}Th и его дочерние продукты распада. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3 км от пос. Двуреченск. Кроме того, пос. 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 [5] за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2008 г., а также для сравнения в 2004–2007 гг., представлены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²-сутки), ^{137}Cs (Бк/м²-месяц) и ^{90}Sr (Бк/м²-квартал) в некоторых городах Свердловской области 2008 г. (данные Уральского УГМС)

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	0,40	н	}	0,27	1,5	}	0,31	0,2	}
Февраль	0,38	н	} 2,19	0,26	0,6	} 2,19	0,39	0,6	} 1,29
Март	0,54	1,0	}	0,43	0,7	}	0,50	н	}
Апрель	0,26	0,7	}	0,23	н	}	0,29	0,7	}
Май	0,39	н	} 0,66	0,47	н	} 0,60	0,35	0,3	} 1,08
Июнь	0,24	0,5	}	0,36	0,3	}	0,29	0,2	}
Июль	0,36	н	}	0,22	0,3	}	0,35	0,6	}
Август	0,90	0,3	} 0,18	0,65	0,6	} 0,69	0,64	н	} 0,84
Сентябрь	0,74	0,7	}	0,41	н	}	0,48	н	}
Октябрь	0,75	0,1	}	0,32	0,1	}	0,44	0,9	}
Ноябрь	0,37	н	} 0,48	0,76	0,8	} 2,73	0,52	0,3	} 0,48
Декабрь	0,55	0,6	}	0,33	0,1	}	0,26	1,4	}
Сумма, Бк/м ² -год:									
2008 г.	179	4,0	3,5	144	5,0	6,2	147	5,2	3,7
2007 г.	161	1,3*	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
Фон для Уральского региона, Бк/м ² -год:									
2008 г.	190	0,6	1,1	190	0,6	1,1	190	0,6	1,1
2007 г.	175	0,8*	1,6	175	0,8*	1,6	175	0,8*	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

Примечание: н – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м² месяц);

* – уточненные данные.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние пять лет показал, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в пос. Двуреченск не превышали региональный фоновый уровень. Максимальные среднесуточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. были зарегистрированы в марте и составили 3,64 Бк/м²-сутки [5]. Годовые выпадения ^{137}Cs в пос. Двуреченск в 2008 г. увеличились по сравнению с 2007 г. в 3 раза и в 6,7 раза превышали фоновый уровень для Уральского региона. Годовые выпадения ^{90}Sr

уменьшились по сравнению с 2007 г. в 1,8 раза, но превышали фоновый уровень в 3 раза. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пос. Двуреченск в 2008 г. [5] составила 9 мкР/ч, что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону. Загрязнение приземной атмосферы пос. Двуреченск ^{137}Cs и ^{90}Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и пункта захоронения шлаков. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

Город 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 2008 г. комбинатом в воздух было выброшено $2,56 \cdot 10^8$ Бк (на 10 % больше, чем в 2007 г.) изотопов урана, что составляет 3,5 % 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. 5.6.

Из табл. 5.6 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Новоуральске в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. Максимальные среднесуточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. были зарегистрированы в сентябре и составили $2,91 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ [5]. В 2008 г. суммарные выпадения ^{137}Cs в г. Новоуральске увеличились в 3,8 раза по сравнению с 2007 г. и в 8,3 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Выпадения ^{90}Sr в г. Новоуральске в 2008 г. остались примерно на уровне предыдущего года и превышали уровень регионального фона в 5,6 раза. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске [5] составило 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 в выбросах предприятия присутствуют только изотопы урана. Наблюдаемые выпадения этих радионуклидов, вероятно, вызваны ветровым выносом с территории ВУРС.

Город Лесной

В г. Лесном расположен ЭХП, на котором производится демонтаж ядерного оружия. Комбинат ЭХП выбрасывает в атмосферу радионуклиды урана. По данным [7] в 2008 г. ЭХП в воздух было выброшено $6,26 \cdot 10^8$ Бк изотопов урана, что находится практически на уровне 2007 г. ($6,25 \cdot 10^8$ Бк) и составляет 99 % от величины допустимого выброса.

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 [5] приведены в табл. 5.6.

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. Максимальные среднесуточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2008 г. были зарегистрированы в августе и составили 2,90 Бк/м²·сутки [5]. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Лесной в 2008 г. увеличились в 1,5 раза по сравнению с 2007 г. и превышали региональный фоновый уровень в 8,7 раза. Годовые выпадения ⁹⁰Sr уменьшились в 1,6 раза по сравнению с 2007 г., но в 3,4 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2008 г. составляло 11 мкР/ч [5], что не отличается от фоновых уровней. Поскольку ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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 2008 г. выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы на территории ВУРС превышали фоновые значения, характерные для всего Уральского региона, в 8 раз, в пос. Двуреченск – в 6,7 раза, в г. Новоуральск – в 8,3 раза, в г. Лесной – в 8,7 раза. На рассматриваемых территориях выпадения ⁹⁰Sr превышали фоновый уровень примерно в 3–6 раз. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

5.3. Территории ЕТР, загрязненные после аварии на Чернобыльской АЭС

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. часть ЕТР была загрязнена техногенными радионуклидами. В 19 субъектах Российской Федерации были зарегистрированы территории с уровнем загрязнения почвы ¹³⁷Cs выше 1 Ки/км² (37 кБк/м²). Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущих продуктов аварии: ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

Согласно Методическим указаниям Госсанэпиднадзора Российской Федерации в качестве исходной информации для расчета средней накопленной эффективной дозы у жителей необходимо использовать среднюю плотность загрязнения почвы на территории данного населенного пункта и в его ареале ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и изотопами плутония.

До 1991 г. обследование загрязненных территорий СССР проводилось подразделениями Госкомгидромета, Минздрава, Минсельхоза, Госкомлеса, Минатома, Мингеологии, МО и др.; после 1991 г. – в основном, подразделениями Росгидромета. В 2007–2008 гг. были проведены экспедиционные работы по уточнению уровня загрязнения территорий населенных пунктов ¹³⁷Cs, в ходе которых было обследовано: в 2007 г. в Брянской области – 68 населенных пункта, в Калужской – 17, в Ленинградской – 22, в Орловской – 86, в Тульской – 73; в 2008 г. в Белгородской – 100, в Брянской – 19, в Орловской – 4 населенных пункта. Все работы выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями [8]. Изотопный анализ проб, отобранных в населенных пунктах, проводился после 1991 г. в лаборатории НПО «Тайфун» и лабораториях территориальных подразделений Росгидромета. Измерения проб проводились в соответствии с методиками [9, 10].

В табл. 5.7 представлены данные распределения населенных пунктов, расположенных в загрязненных районах ЕТР, по уровням загрязнения почвы ¹³⁷Cs, полученные за весь период обследования с 1986 г. по настоящее время по состоянию на 1 января 2009 г. Все данные по содержанию

^{137}Cs , полученные в разное время, приведены к указанной единой дате с учетом поправки на радиоактивный распад этих радионуклидов.

Таблица 5.7

Распределение количества населенных пунктов Российской Федерации на территориях, загрязненных после Чернобыльской аварии, по уровням загрязнения почвы ^{137}Cs (по состоянию на 01.01.2009)

Область, республика	Всего	0–1 Ки/км ²	1–5 Ки/км ²	5–15 Ки/км ²	15–40 Ки/км ²
Башкортостан	16	16			
Белгородская	549	470	79		
Брянская	1989	1321	415	204	46
Волгоградская	5	4	1		
Воронежская	1195	1131	64		
Калужская	576	319	237	20	
Курская	1106	988	118		
Ленинградская	158	128	30		
Липецкая	215	173	42		
Марий-Эл	25	25			
Мордовия	386	371	15		
Московская	9	9			
Нижегородская	141	141			
Новгородская	85	85			
Орловская	1546	969	577		
Пензенская	202	181	21		
Ростовская	2	2			
Рязанская	581	412	169		
Саратовская	13	13			
Смоленская	89	89			
Тамбовская	118	118			
Тульская	2380	1333	1004	43	
Ульяновская	133	133			
Чувашия	34	34			
Всего:					
на 01.01.2009*	11553	8465	2772	267	46
на 01.01.2005 [11]	11687	8308	3017	306	53
на 01.01.1999 [12]	11695	7529	3664	428	74

Примечание: * – по состоянию на 01.01.2009 в Брянской области находится три пункта, с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 40 Ки/км².

Из табл. 5.7. видно, что в тринадцати областях РФ есть территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км², в трех областях (Тульской, Брянской, Калужской) – более 5 Ки/км², а в Брянской области – более 15 Ки/км². Наибольшие площади загрязненных территорий приходятся на Брянскую и Тульскую области. Наиболее высокие уровни загрязнения почвы ^{137}Cs в населенных пунктах наблюдаются в Брянской области. Здесь в течение 2008 г. по данным УГМС ЦЧО [13] регистрировались повышенные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения. На отдельных территориях Гордеевского, Злынковского, Клинцовского, Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 15 Ки/км² максимальные значения МЭД колебались от 30 до 52 мкР/ч (с. Ущерпье Клинцовского района). На загрязненных территориях 18 районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км² максимальные значения МЭД находились в пределах от 13 до 33 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района, п. Красная Гора Красногорского района). На территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² значения МЭД колебались в пределах от 13 до 25 мкР/ч (п. Жиздра Калужской области, пп. Плавск и Узловая Тульской области). Эти значения МЭД мало отличаются от данных за последние пять лет.

Уровни загрязнения почвы ^{90}Sr и изотопами плутония не высоки и не превышают соответственно 0,93 и 0,02 Ки/км². Наиболее высокие уровни загрязнения почвы ^{90}Sr в населенных пунктах наблюдаются в Злынковском районе Брянской области.

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы на загрязненных после Чернобыльской аварии и прилегающих к ним территориях в настоящее время обусловлено ветровым подъемом и переносом радиоактивной пыли с загрязненных территорий. Ближайшими к загрязненным зонам пунктами отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы являются гг. Брянск и Курск. Но поскольку г. Курск расположен в зоне влияния Курской АЭС, в выбросах которой присутствуют ^{137}Cs и ^{90}Sr , при анализе радиационной обстановки, сложившейся в результате аварии на ЧАЭС, данные по этому пункту не учитываются. По результатам анализа данных, представленных на рис. 5.3, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере г. Брянска с 1992 г. не превышает средневзвешенных по территории РФ значений вне загрязненных зон, а ^{137}Cs – все ещё превышает уровни, наблюдаемые на территории РФ вне загрязненных зон ($2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В 2008 г. среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в г. Брянске изменялись в диапазоне $(9,6-18,9) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $12,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 5,6 раза выше фонового уровня, но на семь порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [3].

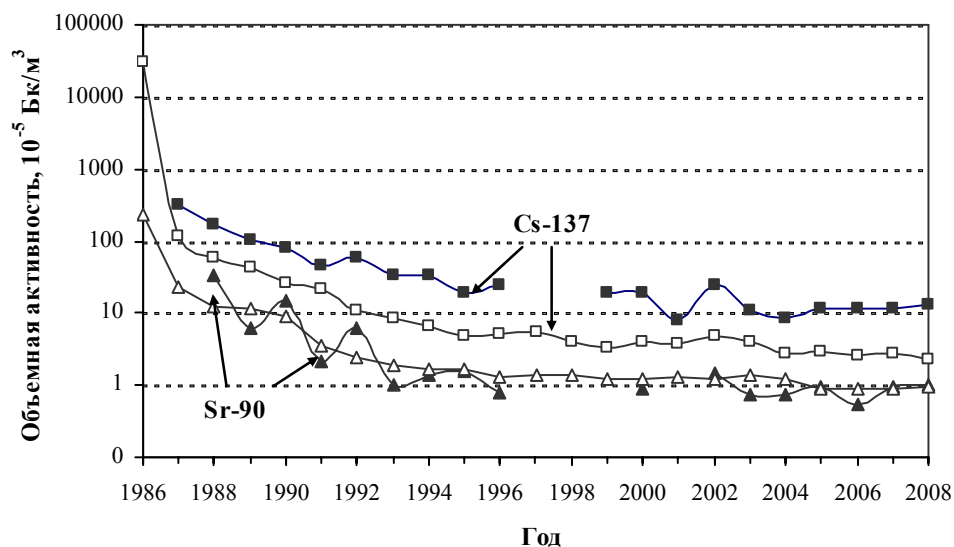


Рис. 5.3. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе г. Брянска и их средневзвешенные по территории РФ (СССР) значения после аварии на ЧАЭС:
—■— среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске;
—□— средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{137}Cs ;
—▲— среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Брянске;
—△— средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr .

Необходимо отметить, что для объективной оценки уровней загрязнения приземного слоя атмосферы ^{137}Cs на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 5 Ки/км² данные об объемных активностях радионуклидов, приведенные выше, не являются представительными. Город Брянск, в котором организованы наблюдения за объемной активностью воздуха, расположен в восточной части Брянской области на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 0,2 Ки/км² по состоянию на 01.01.2009, поэтому проводимые там наблюдения не вполне отражают ситуацию, имеющую место в наиболее загрязненных в результате аварии на ЧАЭС районах. На это указывают,

во-первых, наблюдения, проведенные в 1993–1994 гг. НПО «Тайфун» с помощью передвижной ВФУ в п. Новозыбков, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в котором по состоянию на 01.01.2009 составляет $11,6 \text{ Ки/км}^2$. Согласно этим данным, содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы вследствие ветрового подъема радиоактивной пыли с поверхности земли примерно пропорционально плотности загрязнения им почвы в населенном пункте и его окрестностях. Загрязнение почвы ^{137}Cs в п. Новозыбков было в 58 раз выше, чем в Брянске, и объемные активности ^{137}Cs в приземном слое воздуха в Новозыбкове были в 35–120 раз выше, чем в Брянске. Во-вторых, по данным РЦРКМ Республики Беларусь [14] наблюдаемые в настоящее время объемные активности ^{137}Cs в г. Гомеле ($74 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$), плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в котором намного ниже, чем в п. Новозыбков, расположенном недалеко от границы с Гомельской областью, в 6 раз превышают аналогичные величины в Брянске.

Выпадения ^{137}Cs за год в среднем по загрязненной территории в 2008 г. составили $1,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 6 раз больше, чем средневзвешенное значение по не загрязненным территориям ЕТР ($0,31 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Максимальные выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения, расположенных на загрязненных территориях, в 2008 г., как и раньше, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли $12,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ [13].

Динамика изменения выпадений ^{137}Cs на загрязненных территориях ЕТР за период 1991–2008 гг. представлена на рис. 5.4. Там же показаны выпадения этого радионуклида вне загрязненных зон ЕТР. Из рис. 5.4 видно, что выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР стабильно уменьшаются. Выпадения ^{137}Cs на загрязненных территориях за период 1991–2008 гг. уменьшились примерно в 25 раз, однако продолжают превышать средневзвешенные выпадения по не загрязненной территории ЕТР.

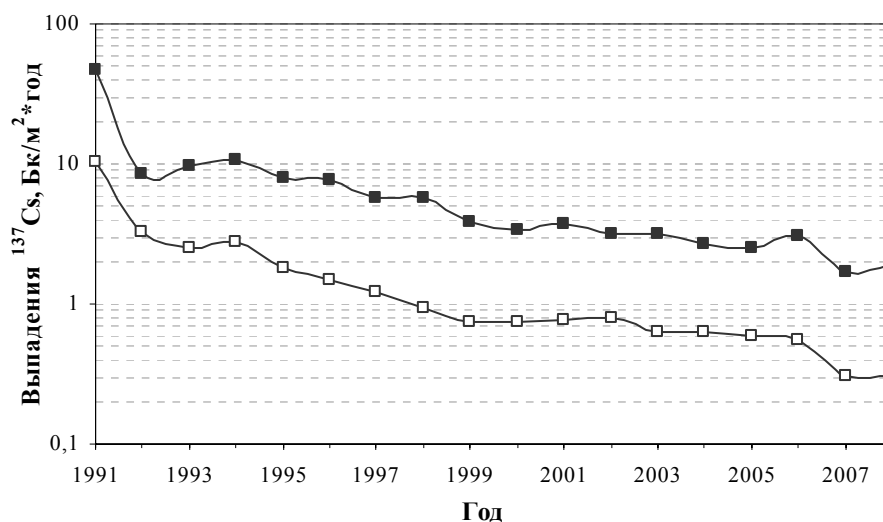


Рис. 5.4. Динамика изменения выпадений ^{137}Cs на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях:
—■— среднегодовые выпадения по загрязненной территории;
—□— средневзвешенные по территории ЕТР выпадения вне загрязненных зон.

В первый год после аварии период полувыведения (T) ^{137}Cs из атмосферы составлял $\sim 0,25$ года, т.е. 3 месяца. К концу 1986 г. быстрый спад величины выпадений ^{137}Cs прекратился, и с весны 1987 г. по 1988 г. установилось довольно устойчивое убывание выпадений по экспоненциальному

закону с периодом полувыведения 1–3 года. С 1989 г. по настоящее время T составляет $\sim 4,3$ г. При сохранении значения T выпадения ^{137}Cs в наиболее загрязненном пункте наблюдения Красная Гора уменьшатся до фоновых уровней только к 2030 г.

Накопление ^{137}Cs на почве за счет атмосферных выпадений с учетом распада в п. Красная Гора за 23 года (с 1986 по 2008 гг.) составило $7,3 \text{ kBк/м}^2$, что составляет всего 1,2 % от первичного загрязнения почвы. Из этого можно сделать вывод, что выпадения ^{137}Cs из атмосферы, загрязненной за счет вторичного ветрового подъема и переноса радиоактивной пыли, в настоящее время не вносят существенного вклада в образовавшееся после аварии загрязнение почвы. Поэтому уменьшение уровней загрязнения почвы обусловлено, в основном, естественным распадом ^{137}Cs . По расчетам, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в наиболее загрязненном населенном пункте Брянской области Заборье уменьшится до 1 Ки/км^2 только к 2195 г. Процессы миграции ^{137}Cs влияют преимущественно только на вертикальные профили концентрации в большинстве наблюдаемых почв. Основная доля интегрального содержания ^{137}Cs (до 90 %) в настоящее время находится в слое почвы 0–15 см [15].

Выпадения ^{90}Sr на загрязненной в результате Чернобыльской аварии территории в настоящее время ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Информация о радиоактивном загрязнении водных объектов на территории Брянской области – наиболее загрязненного вследствие аварии на ЧАЭС региона РФ – представлена в разделе 5.4.

5.4. Бессточные озера Брянской области

На территории России больше всего от аварии на Чернобыльской АЭС пострадала Брянская область, особенно ее юго-западные районы. Эти районы включают водосборные бассейны двух основных рек Ипути и Беседи, на которых расположено множество мелких водоемов. Малопроточное оз. Кожановское и непроточное оз. Святое на Беседи в Брянской области до настоящего времени являются водоемами, наиболее загрязненными чернобыльскими ^{137}Cs и ^{90}Sr [16]. Миграционные процессы долгоживущих радионуклидов, поступивших в эти водоемы, включают седиментационное осаждение со взвесями и формирование донных отложений, обменные процессы (сорбция-десорбция, ионный и изотопный обмен) между минеральной фазой (взвеси, донные отложения) и свободным раствором, заглупление радионуклидов в донные отложения. В таких водоемах вынос радионуклидов за счет водного стока незначительный или отсутствует. Уменьшение их содержания в воде обусловлено в основном фиксацией и вертикальной миграцией радионуклидов в донных отложениях и радиоактивным распадом, а увеличение – дополнительным поступлением в результате поверхностного смыва с водосбора. Содержание радионуклидов в указанных выше водоемах периодически исследовалось сотрудниками НПО «Тайфун». Так в 1992–1993 гг. была выявлена высокая объемная активность ^{137}Cs в воде оз. Кожановское ($11\text{--}13 \text{ Бк/л}$) и в оз. Святое на Беседи (20 Бк/л), превышающая установленные уровни вмешательства (11 Бк/л [3]). Это послужило причиной проведения в последующие годы более детального исследования радиоактивного загрязнения отдельных компонентов этих водоемов (вода, взвеси, донные отложения, биота), их береговых зон, форм нахождения радионуклидов в донных отложениях и почвах водосборов, а также физических,

физико-химических и лимнологических характеристик [17–23]. Ниже приведены характеристики этих озер и содержание в них основных «чернобыльских» радионуклидов.

Озеро Кожановское расположено в юго-западной части Брянской области вблизи с. Кожаны и пос. Мирный Гордеевского района. После чернобыльской аварии отмеченная зона, согласно уровням ее загрязнения ^{137}Cs , была включена в число зон отселения. Однако значительная часть ее населения не пожелала покинуть родные места и продолжает проживать там по настоящее время. Основные сферы деятельности жителей с. Кожаны – животноводство и сельскохозяйственное производство. В доаварийный период рыба, отлавливаемая в оз. Кожановском, занимала значительную долю среди используемых местными жителями продуктов питания. В настоящее время отлов рыбы в озере и ее употребление запрещены из-за высокой степени загрязнения ^{137}Cs . Однако эти запреты постоянно нарушаются.

В различные сезоны и годы площадь оз. Кожановского менялась в пределах от 4 до 6,5 км² [16, 23]. При этом средняя его глубина – порядка 1,5 м, а площадь водосбора – примерно 3 км². Сравнительно небольшая площадь водосбора озера связана с тем, что оно находится на водоразделе. Следует также отметить, что вследствие зарастания и заболачивания оз. Кожановского его площадь и глубина с течением времени будут постепенно уменьшаться, площадь же водосбора – увеличиваться. В настоящее время объем воды в озере составляет величину порядка 10⁷ м³. Средне-многолетнее количество осадков для данной местности находится в пределах 600–650 мм/год, из которых на теплый период года приходится 65–75 %. Испаряемость в этом районе лежит в пределах 480–620 мм/год. В береговой зоне озера в основном наблюдаются болотная торфяная низинная мощная и болотная торфяная среднемощные почвы. Донные отложения также характеризуются высоким содержанием органического вещества, а именно, 50–55 % массы в слое 0–28 см [16]. По данным 1998–1999 гг. плотность загрязнения почв береговой зоны ^{137}Cs составляет в среднем 1200 ГБк/км². В торфяно-болотной почве водосбора преобладает высокая доля нерастворимого ^{137}Cs и низкая (2 % по данным 1993 г.) – обменного ^{137}Cs ; доля подвижного ^{90}Sr составляет 40–50 % [16]. Как показали исследования, уменьшение содержания радионуклидов в оз. Кожановском за счет выноса вытекающими ручьями незначительно и сравнимо с уменьшением за счет радиоактивного распада.

Озеро Святое – непроточное озеро, расположенное на водосборе р. Беседи. Площадь оз. Святое составляет 0,1 км², средняя глубина – 3 м, площадь водосбора – 0,34 км². Доминирующим типом почвы является дерново-подзолистая, для которой доля подвижного ^{137}Cs составляет в среднем 5–20 %, подвижного ^{90}Sr – 40–80 %. По данным ГУ «НПО «Тайфун» в 1998–1999 гг. плотность загрязнения почв береговой зоны ^{137}Cs в среднем составила 1290 ГБк/км². По результатам исследований содержание ^{137}Cs в поверхностном и придонном слоях озера одинаково, за исключением периода интенсивного снеготаяния.

Важные процессы, определяющие равновесную объемную активность радионуклидов в воде исследуемых озер, – обменные, между донными отложениями и раствором. Поэтому содержание радионуклида в воде в значительной степени зависит от доли его подвижных форм в донных отложениях и химического состава воды водоемов. Известно, что в обменных процессах переход ^{90}Sr в раствор определяется концентрацией ионов Ca^{++} в воде, а ^{137}Cs – суммой концентраций K^{+} и NH_4^{+} .

Согласно исследованиям [16], доля подвижных (водорастворимой и обменной) форм ^{137}Cs в донных отложениях оз. Кожановского составляет 10–40 %, оз. Святого на Беседи – 35–45 %; подвижного ^{90}Sr – 40–70 и 25–50 % соответственно. Таким образом, специфика донных отложений этих озер обуславливает, с одной стороны, повышенное содержание подвижных форм ^{137}Cs , с другой – необычно низкую долю подвижных форм ^{90}Sr . Некоторые гидрохимические характеристики озер, влияющие на содержание в воде ^{137}Cs и ^{90}Sr , свидетельствуют, что ^{137}Cs , являющийся химическим аналогом калия, более подвижен в оз. Святом, ^{90}Sr как аналог кальция – в оз. Кожановском (табл. 5.8). Поэтому при относительно близких уровнях загрязнения водосборов озер содержание ^{137}Cs в воде выше в оз. Святом, а ^{90}Sr – в оз. Кожановском.

Таблица 5.8

Гидрохимические характеристики озер по данным 1998–1999 гг.

Характеристика	Озеро	
	Кожановское	Святое на Беседи
рН	7,1	6,6
Концентрация, мг/л:		
Ca ⁺⁺	42–54	3,5–4
K ⁺	4,4	12,4
NH ₄ ⁺	0,35	0,35

Изменение объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде обоих озер во времени показано на рис. 5.5. Резкий подъем содержания обоих радионуклидов в воде более мелкого оз. Кожановского в 1993–1994 гг., вероятно, был обусловлен значительным дополнительным поступлением с водосбора (с паводковыми и ливневыми водами) и из донных отложений при взмучивании воды. К сожалению, после 1994 г. содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr во время паводков в этих водоемах не измеряли. В 1998, 1999 и 2002 гг. объемная активность ^{137}Cs в воде оз. Кожановское (~ 6 Бк/л) была примерно в 2 раза ниже максимальной, наблюдавшейся в 1992–1993 гг., и составляла ~ 50 % от уровня вмешательства по НРБ-99 [3]; содержание ^{90}Sr в 1998–1999 гг. составляло ~ 30 % от уровня вмешательства. К 2008 г. объемная активность обоих радионуклидов снизилась еще примерно в 2 раза.

В оз. Святом содержание ^{137}Cs в воде, превышающее уровень вмешательства примерно в 2 раза, наблюдалось до 1995 г. В 1998, 1999 и 2002 гг. его объемная активность равнялась уровню вмешательства. Максимальное содержание ^{90}Sr , зарегистрированное в феврале 1993 г. (0,9 Бк/л), было в 6 раз ниже уровня вмешательства. В 1998–1999 гг. объемная активность ^{90}Sr составляла 0,4 Бк/л, что в 10 раз ниже уровня вмешательства.

Исследования, проведенные в 1998–1999 гг., показали, что плотность загрязнения донных отложений и распределение ^{137}Cs по глубине в этих отложениях в разных зонах одного и того же водоема изменяются в широких пределах. Так, в донных отложениях оз. Кожановского она составляла 11–450 ГБк/км², оз. Святого – 85–1400 ГБк/км². Это необходимо учитывать при определении содержания ^{137}Cs , его миграции в различных слоях и зонах донных отложений каждого конкретного водоема.

Проведенные обследования в 1998–1999 гг. также показали, что удельная активность ^{137}Cs в рыбе оз. Кожановское колеблется в пределах 0,3–12 кБк/кг сырой массы, что значительно превышает установленные нормы (0,13 кБк/кг сырой массы) [24]. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs ,

превышающая нормы примерно в 100 раз, наблюдалась в щуке – 12,2 кБк/кг сырой массы. Столь высокое содержание радиоцезия в рыбе объясняется большим коэффициентом накопления этого изотопа в рыбе, лежащем в диапазоне 1000–2000 л/кг.

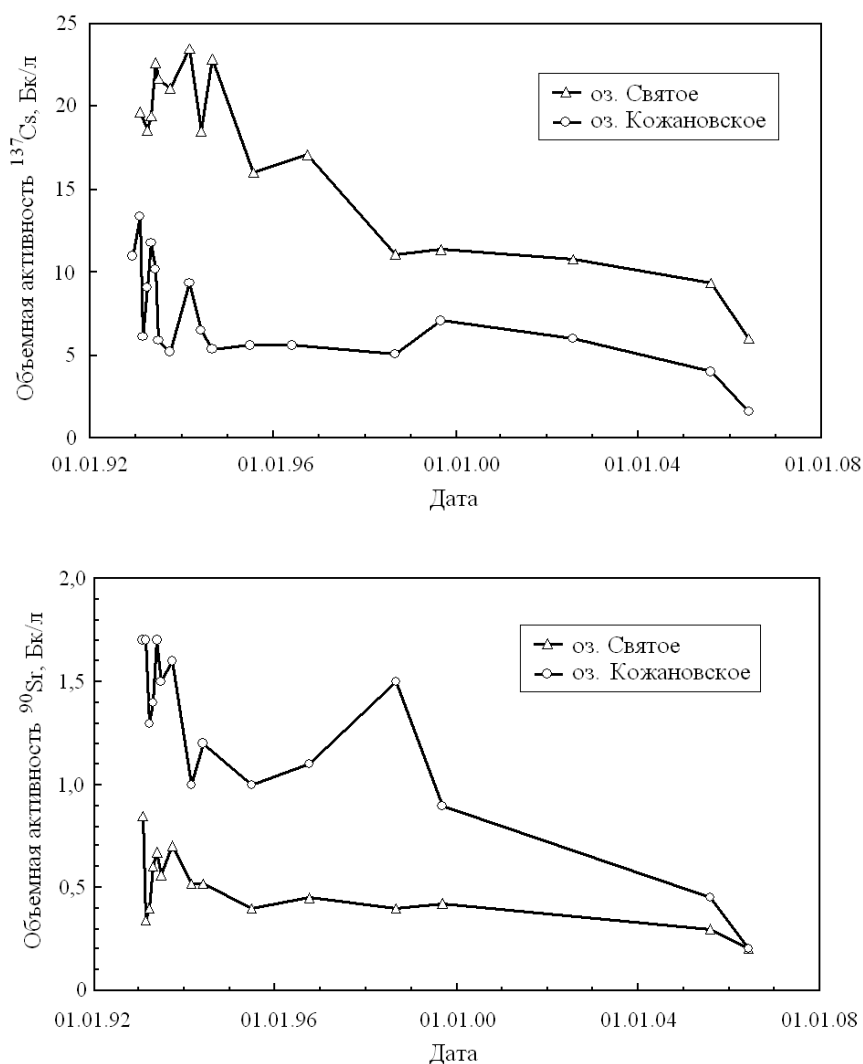


Рис. 5.5. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде озер Кожановского и Святого на Беседи

5.5. Современное содержание искусственных радионуклидов в компонентах водной среды речной системы «Теча – Исеть – Тобол – Иртыш – Обь»

Хорошо известно, что радиоактивные отходы ПО «Маяк» (Южный Урал), созданного в конце 40-х годов для производства оружейного плутония, переносятся по речной системе Теча – Исеть – Тобол – Иртыш – Обь. Отсутствие рациональных методов обращения с большими количествами образующихся радиоактивных отходов в начальный период деятельности предприятия привело к поступлению радионуклидов в окружающую среду. В связи с этим был проведен комплекс мероприятий, направленных на реабилитацию загрязненных территорий и обеспечение радиационной безопасности населения. В частности, поступление радионуклидов в р. Теча было существенно уменьшено в результате создания каскада промышленных водоемов-хранилищ жидких низкоактив-

ных отходов и обводных каналов в верховьях реки [25]. К настоящему времени выполнен значительный объем исследований воздействия отходов ПО «Маяк» на радиоактивное загрязнение водной среды. Однако основная часть этих исследований проведена в относительной близости к источнику – на реках Теча и Исеть, а по Тобол-Иртышскому участку системы имеются лишь данные эпизодических обследований (например, [26, 27]).

Поэтому в 2004 г. в рамках проекта МНТЦ № 2558 «Радиоэкологический мониторинг рек Тобол и Иртыш. Изучение биогенного переноса радионуклидов и оценка радиационного риска для населения и окружающей среды» сотрудниками НПО «Тайфун» были начаты наблюдения за содержанием искусственных радионуклидов в реках Тобол и Иртыш. Эти исследования проводились с мая 2004 г. по май 2006 г. При этом, с одной стороны, были организованы систематические наблюдения (ежемесячные наблюдения в течение полного гидрологического цикла) за содержанием в воде ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в одной из ключевых точек системы – в районе слияния рек Тобол и Иртыш. С другой стороны, с целью получения информации по изучаемой системе в целом, в 2004 и 2005 г. были проведены радиоэкологические обследования рек Теча, Исеть, Тобол, Иртыш и Обь (на участке от нижнего течения р. Течи до района слияния р. Иртыш с р. Обь). Анализ имеющихся данных мониторинга радиоактивного загрязнения рек Теча и Исеть [4, 28–31] позволил заключить, что основным трассером распространения радиоактивных отходов ПО «Маяк» в водах рек Тобол и Иртыш в ходе выполнения работ по проекту является ^{90}Sr – в устье р. Исеть в настоящее время можно ожидать уровней загрязнения около 1000 Бк/м^3 по ^{90}Sr , в то время, как по ^{137}Cs – всего порядка единиц Бк/м^3 . Поэтому для проведения полевых работ были выбраны методики, позволяющие провести уверенное определение в пробах водной среды радионуклидов – индикаторов радиоактивных отходов ПО «Маяк», таких как ^{90}Sr , ^{137}Cs , изотопы плутония ($^{239,240}\text{Pu}$) и ^3H на всем изучаемом участке речной системы. Другим важным моментом при планировании точек отбора проб явилось выявленное в ходе предыдущих исследований [26] резкое различие в содержании ^{90}Sr в потоках Тобола (загрязнен сбросами ПО «Маяк») и Иртыша в районе их слияния.

Оптимальным вариантом проведения полевых исследований по проекту явилось сочетание проводимого в летне-осенний период экспедиционного обследования всей речной системы на катере, с регулярным (ежемесячным) отбором проб речной воды и измерением содержания в них ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в одном из ключевых районов изучаемой речной системы в течение полного гидрологического цикла, а именно, в районе слияния рек Тобола в Иртыша (рис. 5.6). Первое экспедиционное обследование речной системы было проведено в сентябре 2004 г. (рис. 5.7).

В 2005 г. были проведены углубленные радиоэкологические исследования на небольшом количестве участков системы, расположенных на различных расстояниях от ПО «Маяк», при этом наиболее детальные полевые радиоэкологические исследования были проведены в нижнем течении р. Течи (район пос. Першинское) и на р. Иртыш в районе пос. Демьянское (рис. 5.8). Применявшиеся в ходе полевых исследований средства и методы контроля описаны в ряде работ, например, [32, 33].

Полученные результаты систематических наблюдений за содержанием искусственных радионуклидов в воде рек Иртыш и Тобол в районе их слияния приведены в табл. 5.9 и, в целях иллюстрации, графически на рис. 5.9.

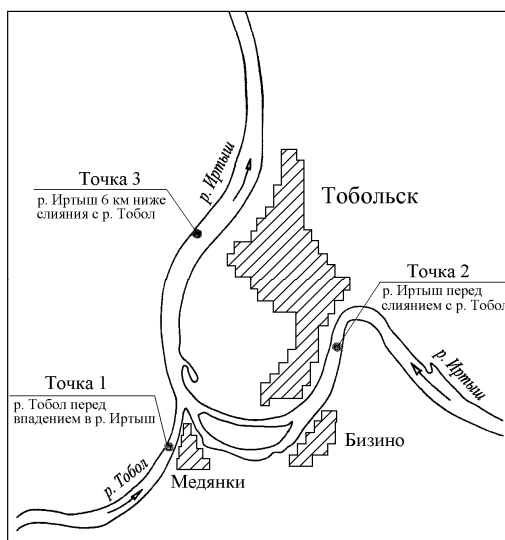


Рис. 5.6. Расположение точек отбора проб воды рек Tobol (точка 1) и Иртыш (точка 2 – выше устья Тобола, точка 3 – ниже устья Тобола, левый берег) в районе их слияния

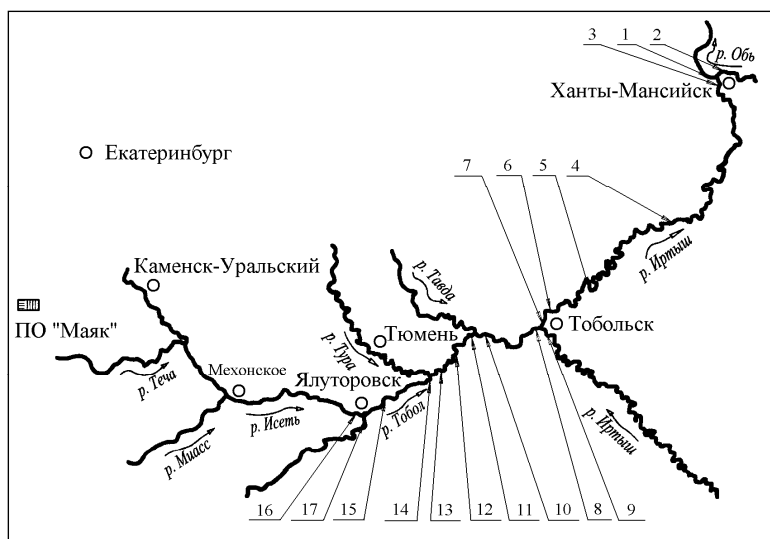


Рис. 5.7. Расположение створов отбора проб водной среды во время экспедиционного обследования радиоактивного загрязнения речной системы в сентябре 2004 г.

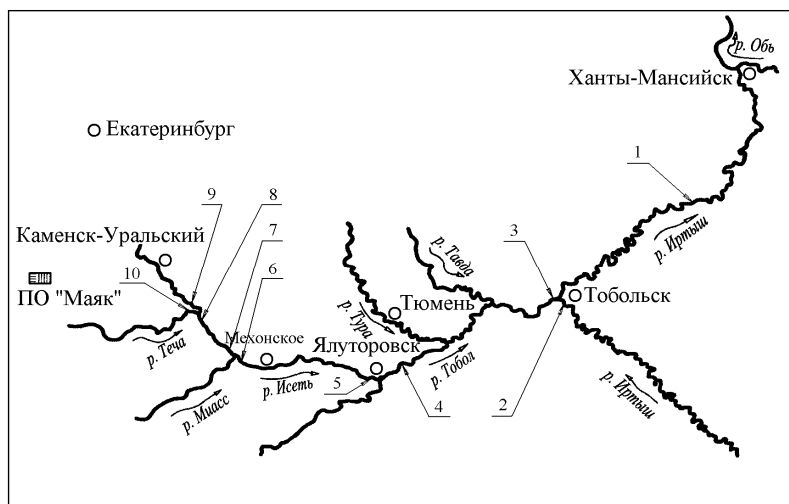


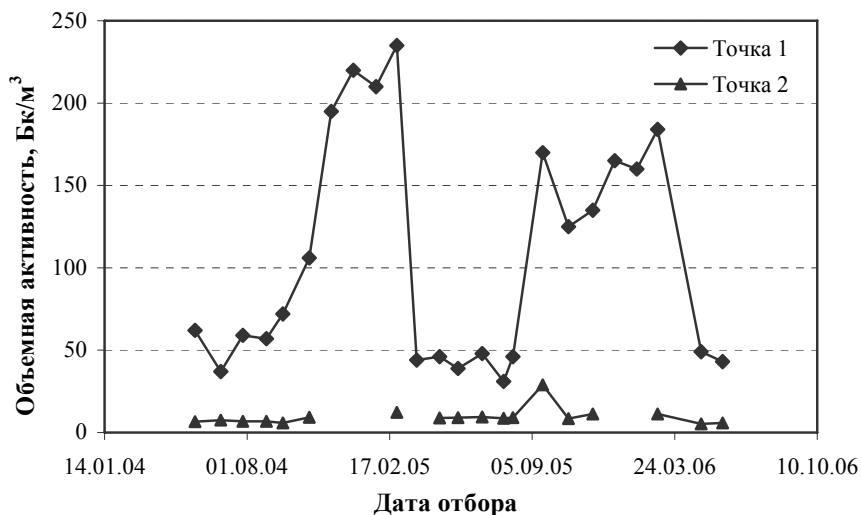
Рис. 5.8. Расположение створов отбора проб водной среды во время экспедиционного обследования радиоактивного загрязнения речной системы в августе 2005 г.

Таблица 5.9

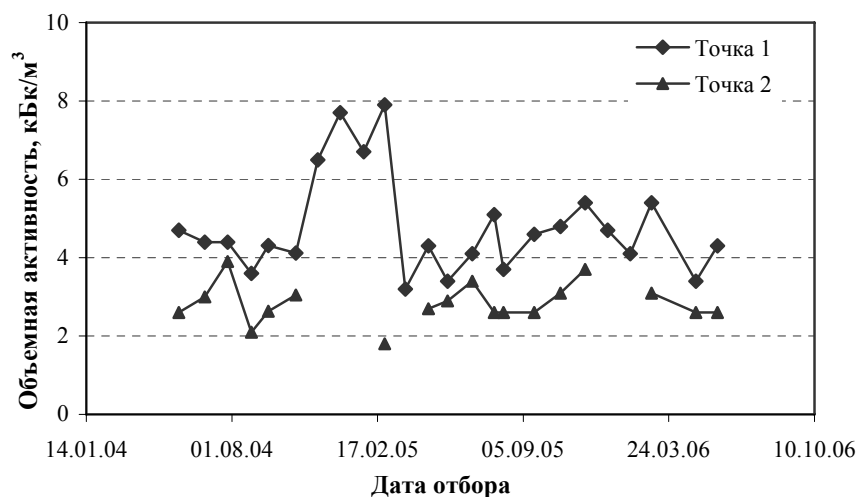
Результаты радионуклидного анализа проб воды, отобранных в районе слияния рек Тобола и Иртыша с мая 2004 г. по май 2006 г.

Место отбора (рис. 5.6)	Дата отбора	¹³⁷ Cs, Бк/м ³			⁹⁰ Sr, Бк/м ³	³ H, кБк/м ³
		Взвесь	Фильтрат	Сумма	Фильтрат	Фильтрат
Точка 1 (р. Тобол п. Медянки)	20.05.2004	<0,06	<0,1	<0,16	62±8	4,7±0,2
	25.06.2004	0,3±0,1	1,5±0,3	1,8±0,4	37±5	4,4±0,2
	26.07.2004	0,22±0,04	0,63±0,08	0,85±0,12	59±8	4,4±0,2
	27.08.2004	0,36±0,03	0,38±0,09	0,74±0,12	57±8	3,6±0,2
	20.09.2004	0,11±0,04	0,15±0,03	0,26±0,07	72±8	4,3±0,2
	27.10.2004	<0,02	<0,02	<0,04	106±11	4,1±0,2
	27.11.2004	0,93±0,09	0,49±0,04	1,42±0,13	195±22	6,5±0,3
	28.12.2004	0,10±0,01	0,22±0,02	0,32±0,03	220±24	7,7±0,3
	29.01.2005	0,19±0,02	0,84±0,06	1,03±0,08	210±23	6,7±0,3
	27.02.2005	<0,02	0,26±0,03	0,26±0,03	235±25	7,9±0,9
	27.03.2005	0,10±0,02	<0,03	0,10±0,02	44±5	3,2±0,2
	28.04.2005	0,16±0,02	0,28±0,05	0,44±0,07	46±6	4,3±0,2
	24.05.2005	<0,09	<0,1	<0,19	39±5	3,4±0,2
	27.06.2005	0,18±0,02	0,11±0,02	0,29±0,04	48±6	4,1±0,2
	27.07.2005	0,29±0,03	0,44±0,04	0,73±0,07	31±4	5,1±0,2
	09.08.2005	0,20±0,01	<0,08	0,20±0,01	46±6	3,7±0,8
	20.09.2005	<0,04	0,31±0,03	0,31±0,03	170±19	4,6±0,2
	26.10.2005	<0,07	<0,12	<0,19	125±14	4,8±0,2
	29.11.2005	0,34±0,03	0,20±0,02	0,54±0,05	135±15	5,4±0,2
	30.12.2005	<0,01	<0,03	<0,04	165±18	4,7±0,2
30.01.2006	0,07±0,01	0,20±0,02	0,27±0,03	160±18	4,1±0,1	
28.02.2006	<0,07	0,16±0,02	0,16±0,02	184±20	5,4±0,2	
30.04.2006	0,19±0,02	0,27±0,02	0,46±0,04	49±6	3,4±0,2	
30.05.2006	0,13±0,02	0,45±0,03	0,58±0,04	43±6	4,3±0,2	
Точка 2 (р. Иртыш выше устья р. Тобол)	20.05.2004	<0,07	<0,1	<0,17	6,6±0,8	2,6±0,2
	26.06.2004	0,9±0,3	0,6±0,2	1,5±0,5	7,5±1,0	3,0±0,2
	28.07.2004	0,17±0,02	0,30±0,07	0,47±0,09	6,7±0,9	3,9±0,2
	28.08.2004	0,21±0,03	0,26±0,02	0,47±0,05	6,7±0,9	2,1±0,2
	21.09.2004	<0,02	<0,02	<0,04	5,9±0,9	2,6±0,2
	28.10.2004	0,13±0,02	0,66±0,06	0,79±0,08	9,2±1,1	3,1±0,2
	25.02.2005	<0,03	0,29±0,03	0,29±0,03	12,2±1,5	1,8±0,2
	29.04.2005	0,29±0,11	0,54±0,05	0,83±0,16	8,9±1,2	2,7±0,2
	25.05.2005	<0,05	<0,1	<0,15	9,1±1,2	2,9±0,2
	28.06.2005	<0,13	<0,05	<0,18	9,4±1,3	3,4±0,2
	28.07.2005	0,19±0,02	0,29±0,07	0,48±0,09	8,6±1,2	2,6±0,2
	08.08.2005	<0,06	<0,02	<0,08	9,1±1,2	2,6±0,7
	22.09.2005	<0,08	0,39±0,10	0,39±0,10	29±4	2,6±0,2
	27.10.2005	<0,06	0,20±0,05	0,20±0,05	8,4±1,2	3,1±0,2
	30.11.2005	<0,03	0,39±0,10	0,39±0,10	11,2±1,4	3,7±0,2
	28.02.2006	-	-	-	11,3±1,4	3,1±0,2
	30.03.2006	-	-	-	6,9±1,0	2,5±0,2
	28.04.2006	0,15±0,01	0,30±0,04	0,45±0,05	5,2±0,8	2,6±0,2
	31.05.2006	<0,05	0,13±0,02	0,13±0,02	5,9±0,9	2,6±0,2
	Точка 3 (р. Иртыш ле- вый берег, п. Бекеревка, 5 км ниже устья р. Тобол)	21.05.2004	0,8±0,1	0,9±0,1	1,7±0,2	59±8
27.06.2004		0,4±0,1	2,5±0,3	2,9±0,4	33±4,5	3,9±0,2
27.07.2004		0,59±0,04	0,50±0,10	1,1±0,1	57±8	4,2±0,2
30.08.2004		0,26±0,04	0,31±0,07	0,57±0,11	63±8	3,5±0,2
20.09.2004		<0,1	0,18±0,04	0,18±0,04	69±8	4,9±0,2
29.10.2004		0,15±0,02	0,21±0,03	0,36±0,05	105±11	3,9±0,2
26.05.2005		<0,1	0,22±0,07	0,22±0,07	39±5	2,9±0,2

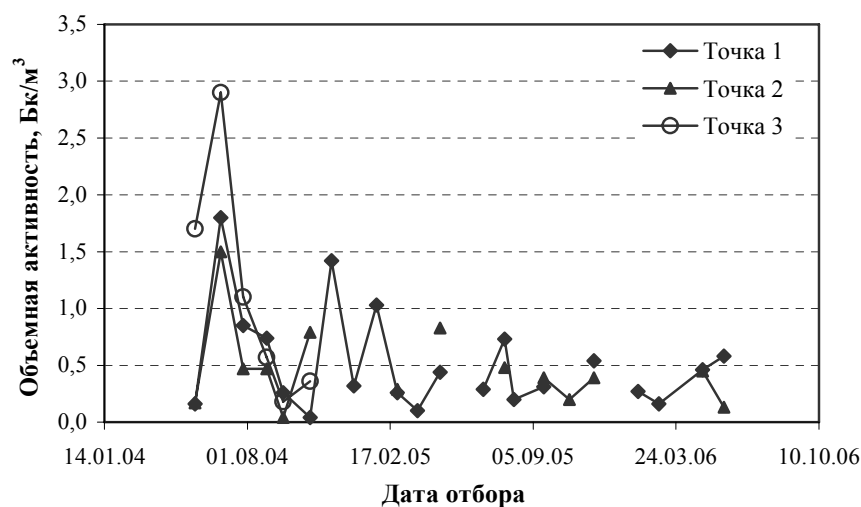
Примечание: - – отбор проб на данный радионуклид не производился.



а)



б)



в)

Рис. 5.9. Изменение со временем объемной активности ⁹⁰Sr (а), трития (б) и ¹³⁷Cs (в) в воде рек Тобол и Иртыш в районе их слияния по результатам наблюдений с мая 2004 г. (точка 1 – р. Тобол перед впадением в р. Иртыш; точка 2 – фоновая точка на р. Иртыш выше устья р. Тобол; точка 3 – р. Иртыш левый берег, 5 км ниже устья р. Тобол)

Результаты измерений позволяют сделать вывод о том, что из всех измеренных в воде района слияния рек Тобола и Иртыша радионуклидов, только ^{90}Sr служит надежным индикатором поступления радиоактивности из района ПО «Маяк» (см. табл. 5.10). Измеренные объемные активности ^{90}Sr в воде р. Тобол перед ее впадением в р. Иртыш и по левому берегу р. Иртыш ниже впадения р. Тобол ($31\text{--}235 \text{ Бк/м}^3$) на порядок величины выше фонового уровня для рек России. Измеренные объемные активности ^{137}Cs и трития находятся в фоновом диапазоне по всем трем точкам наблюдения, однако по тритию имеет место, хотя и небольшое, но устойчивое превышение концентраций в точках наблюдения на р. Тобол и по левому берегу р. Иртыш над концентрациями в воде р. Иртыш в фоновой точке выше впадения р. Тобол (см. рис. 5.9 в). Анализ содержания трития в пробах, отобранных в экспедиции по проекту, позволил заключить, что это превышение также связано с поступлением радиоактивности из района ПО «Маяк».

Таблица 5.10

Сопоставление объемных активностей радионуклидов в речной воде района слияния рек Тобола и Иртыша в 2004–2006 гг. с фоновыми значениями в реках России (данные НПО «Тайфун» и работ [4, 29–31])

Радионуклид	Техногенный фон		Вода р. Тобол (перед впадением в р. Иртыш) и р. Иртыш (ниже впадения р. Тобол, левый берег), Бк/м ³
	Период	Бк/м ³	
^3H	1998–2003 гг.	2000–8000 (в среднем для рек России)	3100–7900
^{90}Sr	2000–2002 гг.	5–6 (в среднем для рек России)	31–235
^{137}Cs	2001–2002 гг.	1–3 (р. Дон, 2003 г.)	<0,2–2,9

Результаты радионуклидного анализа проб речной воды, отобранных во время первого обследования в сентябре 2004 г., приведены в табл. 5.11. Для наглядности, на рис. 5.10 приведены полученные данные по изменению объемной активности ^{90}Sr в речной воде (фильтрат) с расстоянием от точки отбора в устье р. Исеть. Видно, что объемная активность ^{90}Sr возрастает по мере приближения к устью р. Исеть. В воде р. Исеть вблизи ее слияния с Тоболом имеет место максимальное для изученного участка речной системы значение объемной активности ^{90}Sr – около 1000 Бк/м^3 . Эта величина примерно в 200 раз выше уровня, характерного для рек России в целом ($5\text{--}6 \text{ Бк/м}^3$), но ниже уровня вмешательства по ^{90}Sr в питьевой воде (5000 Бк/м^3 , [3]). При этом в р. Тобол выше впадения р. Исеть наблюдается практически фоновое значение объемной активности ^{90}Sr – около 10 Бк/м^3 . Таким образом, воздействие переноса отходов ПО «Маяк» по ^{90}Sr ярко выражено на участке системы от района слияния р. Исеть с р. Тобол до слияния р. Тобол с р. Иртыш, однако превышения нормативов для питьевой воды нет даже в наиболее близком к ПО «Маяк» районе изученной в 2004 г. речной системы (р. Исеть перед впадением в р. Тобол).

Воздействие переноса отходов ПО «Маяк» по ^{90}Sr отчетливо прослеживается вплоть до района слияния р. Иртыш с р. Обь, и даже ниже по течению р. Оби. В воде р. Иртыш перед ее слиянием с р. Обь объемная активность ^{90}Sr в 4–5 раз выше уровня техногенного фона. В р. Обь выше впадения р. Иртыш наблюдается практически фоновое значение объемной активности (около 6 Бк/м^3), в то время, как по левому берегу р. Обь в 10 км ниже устья р. Иртыш объемная активность ^{90}Sr (15 Бк/м^3) почти втрое превышала фоновое значение.

Таблица 5.11

Результаты определения содержания искусственных радионуклидов в пробах воды рек Исеть, Тобол, Иртыш и Обь, отобранных в период 11–28 сентября 2004 г.

№ разреза (рис. 5.7)	¹³⁷ Cs, Бк/м ³			⁹⁰ Sr, Бк/м ³	^{239,240} Pu, мБк/м ³	³ H, кБк/м ³
	Взвесь	Фильтрат	Сумма	Фильтрат	Фильтрат	Фильтрат
1 лб	0,24±0,09	0,40±0,06	0,64±0,15	15,0±1,8	-	2,3±0,2
1 пб	-	-	-	6,2 ± 0,9	-	2,2±0,1
2 с	0,14±0,05	0,18±0,05	0,32±0,10	5,5 ± 0,8	13,0±2,1	2,6±0,2
3 с	0,17±0,02	0,20±0,02	0,37±0,04	26± 3	6,6 ± 2,0	4,4±0,2
4 лб	<0,02	0,25±0,02	0,25±0,02	31± 4	-	3,6±0,2
5 с	<0,02	0,26±0,02	0,26±0,02	32± 4	3,1 ± 1,0	4,0±0,2
6 лб	0,08±0,01	0,22±0,02	0,30±0,03	57± 6	5,4 ± 1,2	4,0±0,2
6 с	-	-	-	18,0±2,2	-	2,7±0,1
6 пб	-	-	-	12,4±1,5	-	2,8±0,2
7 лб	<0,1	0,18±0,04	0,18±0,04	69± 8	-	4,9±0,2
7 с	-	-	-	23± 3	-	3,1±0,2
7 пб	-	-	-	8,5±1,1	-	3,9±0,2
8 лб	0,11±0,04	0,15±0,03	0,26±0,07	72± 8	7,5± 2,0	4,3±0,2
9 лб	<0,02	<0,02	<0,04	5,9±0,8	< 1,6	2,6±0,2
10 с	-	-	-	84± 10	-	-
11 с	-	-	-	180± 22	-	-
12 лб	0,13±0,05	0,18±0,02	0,31±0,07	185± 22	-	6,5±0,3
13 с	-	-	-	220± 25	-	-
14 с	-	-	-	600± 55	-	-
15 лб	<0,02	0,17±0,02	0,17±0,02	740± 60	3,3 ± 1,6	11,3±0,4
15 пб	-	-	-	705± 6	-	11,3±0,4
16 лб	0,09±0,02	0,18±0,02	0,27±0,03	1030± 80	4,1± 1,6	15,2±0,5
17 пб	<0,05	0,12±0,03	0,12±0,03	10,3± 1,4	< 2,4	2,9±0,2

Примечание: лб – левый берег; пб – правый берег; с – середина реки.

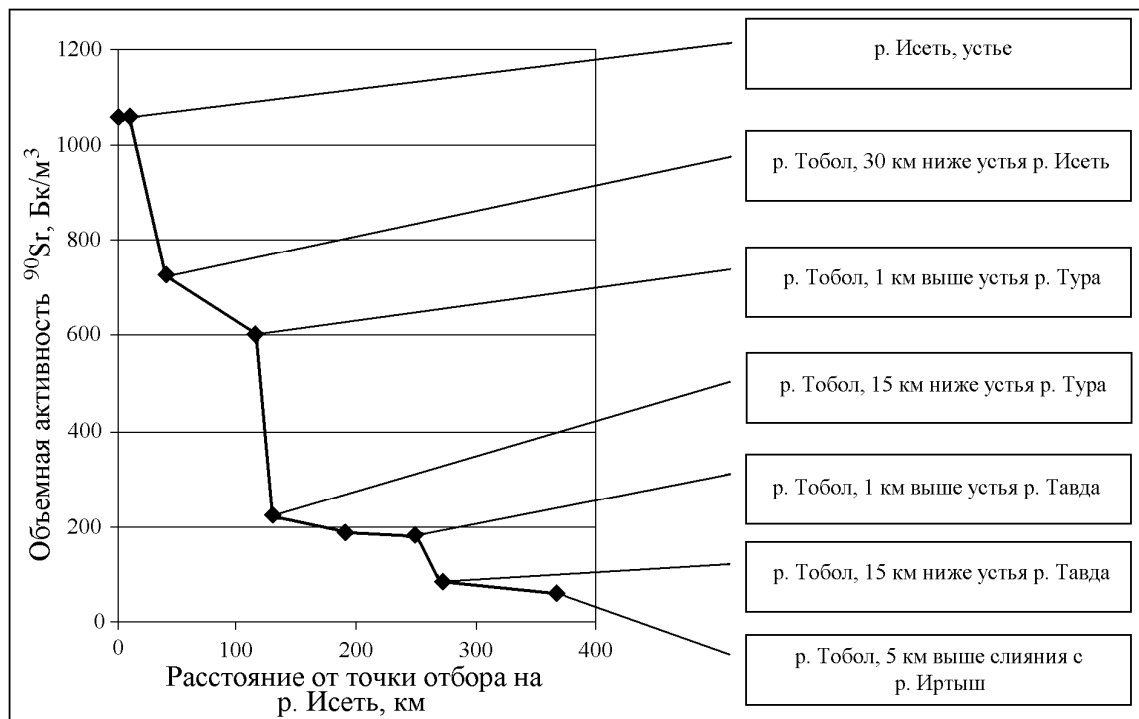


Рис. 5.10. Изменение объемной активности ⁹⁰Sr в речной воде (фильтрат) на участке от устья р. Исеть до слияния с р. Иртыш (сентябрь 2004 г.)

На участке от района слияния р. Исеть с р. Тобол до слияния р. Тобол с р. Иртыш объемная активность ^{90}Sr в воде значительно снижается (почти в 15 раз). Полученные данные свидетельствуют о том, что определяющим фактором в снижении объемной активности радионуклида является разбавление водами впадающих рек. Так, при слиянии р. Исеть с р. Тобол объемная активность уменьшается в 1,5 раза, после впадения р. Туры – в 2,7 раза, после впадения р. Тавды – в 2 раза (см. рис. 5.10). На Иртышском участке системы, протяженность которого более 600 км, снижение объемной активности ^{90}Sr в воде невелико (всего в 1,3 раза), в то время как на меньшем по протяженности Тобольском участке, как уже отмечалось, объемная активность радионуклида в воде снижается почти в 15 раз.

По результатам определения содержания ^{90}Sr на разрезах поперек р. Иртыш ниже устья р. Тобол (разрезы № 6 и № 7, рис. 5.7) отчетливо видно, что стратификация водных масс рек Тобола и Иртыша сохраняется на значительном расстоянии от устья р. Тобол (рис. 5.11). Результаты тритиевого анализа отобранных проб (табл. 5.11) свидетельствуют, что поступление отходов ПО «Маяк» оказывает воздействие также и на содержание трития в речной воде, хотя и в значительно меньшей степени, чем на содержание ^{90}Sr .

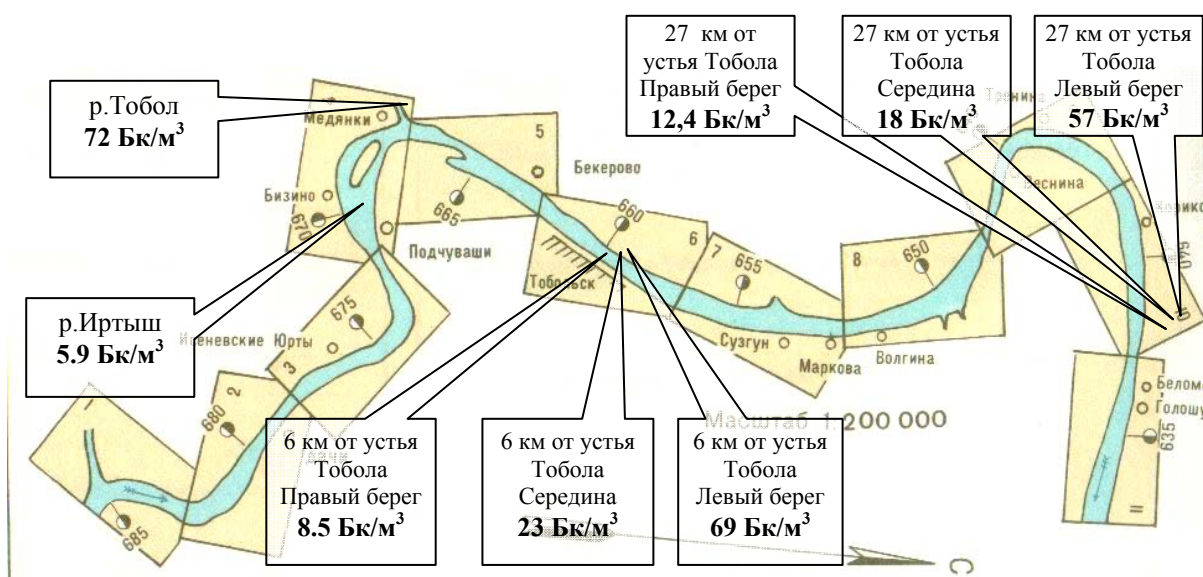


Рис. 5.11. ^{90}Sr как индикатор стратификации водных масс рек Тобола и Иртыша после их слияния (по результатам измерения ^{90}Sr в пробах воды, отобранных в сентябре 2004 г.)

Содержание ^{137}Cs и $^{239,240}\text{Pu}$ в речной воде оказалось крайне низким. При этом не наблюдается уменьшения объемной активности ^{137}Cs и изотопов плутония в фильтрате по мере удаления от устья р. Исеть.

В табл. 5.12 приведены результаты радионуклидного анализа проб воды, отобранных в экспедиции по проекту в августе 2005 г. Полученные данные по ^{90}Sr свидетельствуют о том, что даже в нижнем течении р. Течи имеет место превышение уровня вмешательства по данному радионуклиду для питьевой воды.

В ходе работ по проекту выполнялся γ -спектрометрический и радиохимический анализ (определение ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$) отобранных в сентябре 2004 г. и августе 2005 г. проб донных отложений и пойменных почв. В табл. 5.13 приведены полученные данные по вертикальному распределению ра-

Таблица 5.12

Результаты радионуклидного анализа проб воды, отобранных в экспедиции по проекту в августе 2005 г. на реках Теча, Исеть, Тобол и Иртыш

№ разреза (рис. 5.8)	Дата отбора 2005 г.	¹³⁷ Cs, Бк/м ³			⁹⁰ Sr, Бк/м ³	^{239,240} Pu, мБк/м ³	³ H, кБк/м ³
		Взвесь	Фильтрат	Сумма	Фильтрат	Фильтрат	Фильтрат
10 лб (проба 1)	15.08	7,5±0,2	15,7±0,5	23,2±0,7	6980±700	40±3	83,0±2,8
10 лб (проба 2)	15.08	-	12,8±0,4	-	7750±770	46±4	79,3±2,7
10 лб (проба 3)	15.08	8,2±0,2	19,5±0,5	27,7±0,7	-	-	-
9 лб	13.08	0,17±0,06	<0,06	0,17±0,06	58±8	2±1	8,3±0,8
8 лб	13.08	1,8±0,1	1,0±0,1	2,8±0,2	2100±210	10,0±1,2	27,9±1,4
7 лб	12.08	-	-	-	1600±160	-	22,1±1,3
6 лб	12.08	0,67±0,04	-	-	950±95	2,7±1,9	15,0±1,1
6 лб	12.08	-	-	-	750±75	-	14,0±1,1
5 лб	11.08	0,25±0,03	0,10±0,01	0,35±0,04	900±90	4,0±1,0	12,3±1,1
4 лб	11.08	<0,1	-	-	510±50	-	10,4±1,1
3 лб	09.08	0,20±0,01	<0,08	0,20±0,01	46,0±5,5	15,6±2,2	3,7±0,8
2 лб	08.08	<0,06	<0,02	<0,08	9,1±1,2	<1	2,6±0,7
1 лб (проба 1)	22.08	0,20±0,02	0,15±0,02	0,35±0,04	32,0±4,5	11±2	3,6±0,2
1 лб (проба 2)	22.08	<0,06	<0,08	<0,14	60±8	7,8±1,5	2,9±0,2

Примечание: лб – левый берег;
лп – правый берег;
- – проба для проведения данного вида анализа не отбиралась.

Таблица 5.13

Распределение радионуклидов по профилю донных отложений в пробах, отобранных в сентябре 2004 г.

Слой отбора, см	Удельная активность радионуклида в слое донных отложений					
	р. Тобол в 30 км ниже устья р. Исеть			р. Исеть, 10 км выше слияния с р. Тобол, левый берег		
	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сухого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сухого веса	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сухого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сухого веса
0–2	0,59±0,09	33,5±4,0	23,2±3,7	2,2±1,3	146±16	95±17
2–4	0,49±0,10			<1		
4–6	1,12±0,17	16,2±1,9		2,7±0,6		
6–9	0,92±0,15			4,1±0,5	71±7,6	73±8
9–12	0,57±0,10	6,9±0,8		1,7±0,2		
12–15	0,45±0,09			<0,1		
15–18	<0,11			<0,5	12,5±1,5	16,6±4,8
18–21	<0,15	2,9±0,4		0,9±0,2		
21–26	<0,35			0,3±0,1		
26–31	<0,3	4,4±0,6		0,4±0,1		
31–36	<0,1			0,5±0,1	11,9±1,5	18±3,5
36–41	3,1±0,4	22,9±2,7	38,9 ± 5,4			

дионуклидов по профилю донных отложений р. Тобол (30 км ниже устья р. Исеть) и р. Исеть (10 км выше слияния с р. Тобол). Данные по вертикальному распределению радионуклидов по профилю пойменных почв по берегам р. Исеть вблизи ее устья приведены в табл. 5.14. Результаты свидетельствуют о воздействии переноса отходов ПО «Маяк» на загрязнение ⁹⁰Sr донных отложений и пойменных почв в районе слияния рек Исеть и Тобол (удельная активность ⁹⁰Sr в пробах существенно выше, нежели ¹³⁷Cs, в то время как для районов, где основным источником загрязнения являются глобальные выпадения продуктов испытаний ядерного оружия, характерна обратная картина). Для наглядности, данные табл. 5.13 по р. Тобол приведены графически на рис. 5.12.

Некоторые результаты γ-спектрометрических измерений, а также радиохимического определения ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в выборочных пробах донных отложений и пойменной почвы с низовьев р. Течи (отбор в экспедиции в августе 2005 г.) приведены в табл. 5.15, и, для наглядности, на рис. 5.13 (для пойменных почв). Как видно из приведенных данных, в пойменных почвах этого района содержание ⁹⁰Sr доходит до нескольких тысяч Бк/кг сухого веса.

Распределение радионуклидов по профилю пойменной почвы в пробах, отобранных на берегах р. Исеть вблизи ее устья в сентябре 2004 г.

Слой отбора, см	Удельная активность радионуклида в слое пойменной почвы					
	Левый берег р. Исеть			Правый берег р. Исеть		
	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сухого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сухого веса	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сухого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сухого веса
0–2,5	2,9±0,3	50,0±5,4	44±13	3,0±0,3	42,5±4,5	105±8
2,5–5	2,8±0,2	25,4±2,9		5,5±0,4		
5–10	1,1±0,2			26,2±1,0	57,0±6,0	574±20
10–15	1,4±0,2	16,0±1,9		23,0±0,4		
15–20	0,93±0,16			3,1±0,3		
20–25	0,62±0,13			1,3±0,4	73,0±7,7	134±14
25–30	1,8±0,2			<0,3		
30–35	2,2±0,2	15,5±1,9	24±5			
35–40	1,5±0,2					
40–45	0,92±0,14					
45–50	2,5±0,2					
50–55	2,9±0,2	28,0±3,0	40±8			
55–60	2,2±0,2					
60–65	0,96±0,15					
65–70	2,0±0,1					

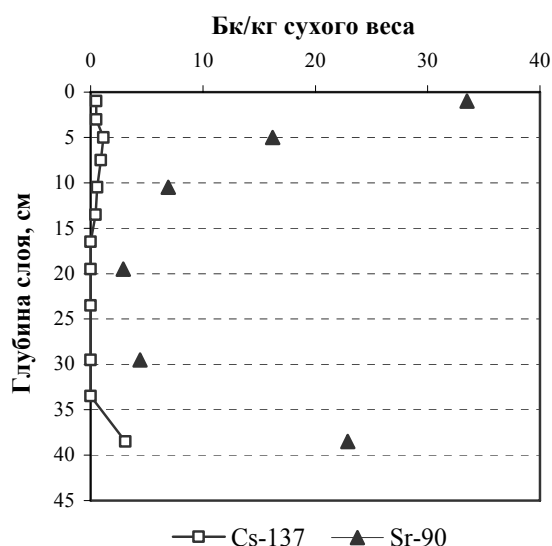


Рис. 5.12. Вертикальное распределение ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs по профилю донных отложений в колонке, отобранной на р. Тобол в 30 км ниже устья р. Исеть в сентябре 2004 г.

Результаты радионуклидного анализа проб рыбы, отобранных в экспедициях по проекту в 2004 и 2005 гг. (γ -спектрометрическое определение содержания ¹³⁷Cs, радиохимическое определение содержания ^{239,240}Pu и ⁹⁰Sr) приведены в табл. 5.16 и 5.17.

Анализ имеющихся данных по уровням радиоактивного загрязнения объектов водной среды системы Теча – Исеть – Тобол – Иртыш – Обь показал, что большая часть данных относится к рекам Теча и Исеть, а по Тобол-Иртышскому участку системы имеются лишь ограниченные сведения, полученные в 70-х – 90-х годах прошлого столетия. Сведения по современным уровням содержания искусственных радионуклидов в воде, донных отложениях и пойменных почвах этого участка системы практически отсутствуют. Поэтому начатый в рамках проекта МНТЦ №2558 радиоэкологический мониторинг можно рассматривать как первые исследования, направленные на получение цело-

стой современной картины радиоактивного загрязнения объектов водной среды Тобол-Иртышского участка данной речной системы.

Полученные в 2004–2005 гг. данные по содержанию искусственных радионуклидов в воде свидетельствуют о том, что поступление радиоактивных отходов ПО «Маяк» в наибольшей степени сказывается на содержании в речной воде ^{90}Sr . В устье р. Исеть современное содержание ^{90}Sr составляет около 1000 Бк/м^3 , что на два порядка величины выше техногенного фона. Тем не менее, это

Таблица 5.15

Вертикальные распределения ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ по профилю пойменной почвы и донных отложений (примеры) в нижнем течении р. Теча (с. Першинское, август 2005 г.), Бк/кг сухого веса

Слой отбора, см	Пойменная почва						Донные отложения		
	р. Теча, Першинское, левый берег			р. Теча, Першинское, правый берег			р. Теча, Першинское, вблизи правого берега, проба № 4		
	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239,240}\text{Pu}$	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239,240}\text{Pu}$	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239,240}\text{Pu}$
0–2,5	122±4	210	0,37±0,04	258±5	440	0,63±0,05	53±2	150	0,25±0,04
2,5–5	270±5	230		404±6			42±1		
5–10	151±4			377±9			49±2		
10–15	23±1	20		246±6			401±5	380	2,4±0,2
15–20	30±1		0,08±0,01	206±4			59±2	120	
20–25	84±2			124±4			108±3		
25–30	33±1			611±9	1200	1,5±0,1	127±4	210	0,44±0,05
30–35	47±1			220±5			80±1		
35–40	226±4			236±4					
40–45	313±5	130	0,79±0,06	268±4					
45–50	47±2	120		134±4					
50–55	56±1			400±7	2570	1,0±0,1			
55–60	184±4	110		200±5					
60–65	227±7			382±7					
65–70	58±2	97		350±4					
70–75	123±3			525±6	3930				
75–80	178±5	65	0,82±0,08	295±6					
80–85	107±3			288±7					
85–90	97±3			266±5					
90–95	4,0±0,2			337±6					
95–100	0,8±0,2	27	0,018±0,008	191±3					
100–105				262±6	1750	1,4±0,1			

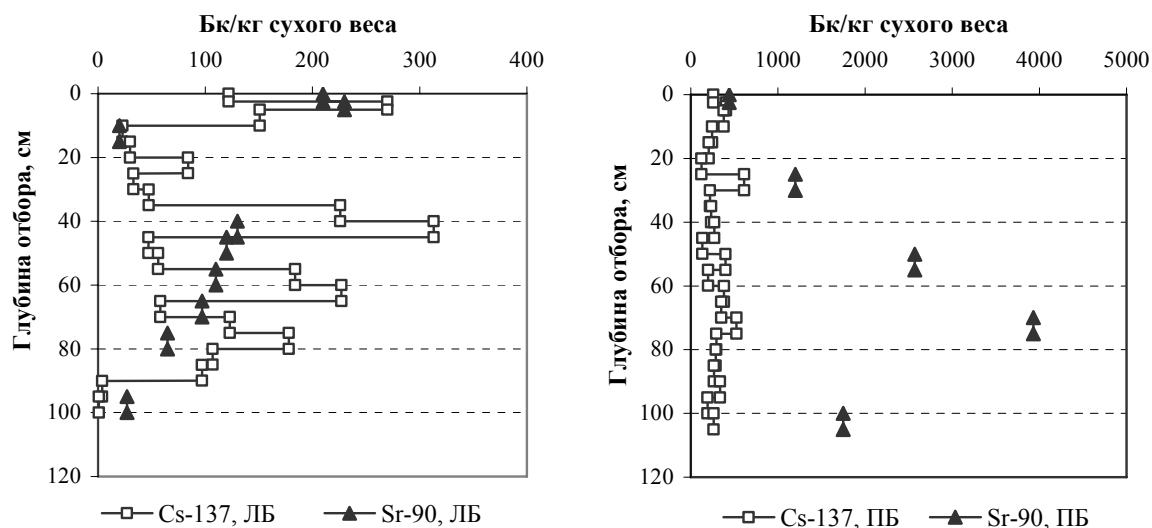


Рис. 5.13. Вертикальное распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr по профилю пойменной почвы в нижнем течении р. Теча (с. Першинское, август 2005 г.): ЛБ – левый берег, ПБ – правый берег

Таблица 5.16

Результаты определения содержания искусственных радионуклидов в пробах рыбы, отобранных в экспедиции 2004 г.

Проба	¹³⁷ Cs, Бк/кг сырого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сырого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сырого веса
Щука, тушка, р. Исеть, 10 км до устья	0,10±0,01	0,71±0,13	0,12±0,06
Щука, тушка, р. Исеть, 10 км до устья	<0,02		
Язь, тушки, р. Исеть, 10 км до устья	<0,1		
Щука, тушка, р. Тобол ниже слияния с р. Исеть	<0,02		
Плотва, тушки, р. Тобол ниже слияния с р. Исеть	<0,06		
Окунь, р. Тобол ниже слияния с р. Исеть	0,09±0,01	16,3±1,7	0,58±0,32
Окунь, тушки, р. Тобол ниже слияния с р. Исеть	<0,04		
Язь, тушки, р. Тобол ниже слияния с р. Исеть	0,1±0,01	19,5±2,1	
Щука, тушка, р. Тобол, район п. Ярково	0,42±0,04	3,3±0,5	0,24±0,11
Плотва, тушки, р. Тобол, район п. Ярково	0,33±0,03	11,1±1,2	
Судак, тушки, р. Тобол, район п. Ярково	0,25±0,03		
Ерш, целиком, р. Тобол, район п. Ярково	<0,05		
Окунь, тушки, р. Тобол, район п. Ярково	0,62±0,06	5,9±0,7	
Щука, мышцы, р. Иртыш, район базы «Миссия» ТБС РАН	0,41±0,03		
Щука, кожа, кости, р. Иртыш, район базы «Миссия» ТБС РАН	0,28±0,06		
Муксун, голова, хвостовая часть, р. Иртыш, район базы «Миссия» ТБС РАН	<0,05	4,5±0,6	
Щука, мышцы, р. Иртыш, район п. Демьянское	0,87±0,11	0,11±0,02	0,11±0,03
Щука, кожа, кости, р. Иртыш, район п. Демьянское	0,54±0,06	6,7±0,8	
Плотва, тушки, р. Иртыш, район п. Демьянское	0,21±0,02		
Окунь, тушки, р. Иртыш, район п. Демьянское	3,6±0,2	4,6±0,6	0,71±0,20

Таблица 5.17

¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в пробах рыбы, отобранных в экспедиции по проекту в августе 2005 г.

Дата отбора	Проба	¹³⁷ Cs, Бк/кг сырого веса	⁹⁰ Sr, Бк/кг сырого веса	^{239,240} Pu, мБк/кг сырого веса
11.08.2005	Лещ, тушки, р. Исеть, 10 км выше устья	<0,1		
11.08.2005	Плотва, тушки, р. Исеть, 10 км выше устья	<0,05		
11.08.2005	Ёрш, тушки, р. Исеть, 10 км выше устья	<0,1		
14–15.08.2005	Окунь, тушки, р. Теча, п. Першинское	9,5±0,4		
14–16.08.2005	Язь, тушки, р. Теча, п. Першинское	3,3±0,2		
15.08.2005	Окунь, тушки, р. Теча, п. Першинское	6,2±0,3		
16.08.2005	Пескарь, тушки, р. Теча, п. Першинское	5,0±0,2	380±40	0,8±0,3
16–17.08.2005	Язь, тушки, р. Теча, п. Першинское	3,6±0,2	580±60	2,1±0,9
17.08.2005	Окунь, тушки, р. Теча, п. Першинское	10,7±0,5	200±20	2,6±1,0
17.08.2005	Елец, тушки, р. Теча, п. Першинское	2,2±0,2		
17.08.2005	Елец, тушки, р. Теча, п. Першинское	2,7±0,2	200±20	1,0±0,4
21.08.2005	Щука, кости, р. Иртыш, п. Демьянское	0,65±0,05	6,4±0,8	
21.08.2005	Щука, мышцы, р. Иртыш, п. Демьянское	1,52±0,11	0,14±0,03	0,38±0,15
22.08.2005	Окунь, кости, р. Иртыш, п. Демьянское	1,73±0,10		
22.08.2005	Окунь, мышцы, р. Иртыш, п. Демьянское	1,5±0,1		
22.08.2005	Судак, тушки, р. Иртыш, п. Демьянское	1,1±0,1		
23.08.2005	Лещ, тушки, р. Иртыш, п. Демьянское	<0,07		
23.08.2005	Плотва, кости, р. Иртыш, п. Демьянское	0,13±0,02		
23.08.2005	Плотва, мышцы, р. Иртыш, п. Демьянское	0,25±0,03		
24.08.2005	Плотва, тушки, р. Иртыш, п. Демьянское	0,21±0,02		
25.08.2005	Окунь (мелкий), тушки, р. Иртыш, п. Демьянское	2,72±0,10		
25.08.2005	Щука, кости (без головы), р. Иртыш, п. Демьянское	2,3±0,1	6,0±0,7	
25.08.2005	Лещ, тушки, р. Иртыш, п. Демьянское	<0,05		

значение в 5 раз ниже уровня вмешательства для питьевой воды по действующим в России нормативам. Однако, уже в нижнем течении р. Течи уровень вмешательства по ⁹⁰Sr для питьевой воды превышает.

Вместе с тем наблюдается превышение фона для ⁹⁰Sr на участке речной системы протяженностью более 1000 км, вплоть до впадения Иртыша в р. Обь. Причиной образования этого «стронциевого» следа является деятельность ПО «Маяк», в особенности, радиоактивные сбросы в

р. Теча в начальный период его деятельности. В августе 2004 г. в воде р. Иртыш перед ее слиянием с р. Обь объемная активность ^{90}Sr была в 4–5 раз выше уровня техногенного фона. В р. Обь выше впадения р. Иртыш наблюдалось практически фоновое значение объемной активности (около 6 Бк/м^3), в то время как по левому берегу р. Обь в 10 км ниже устья р. Иртыш объемная активность ^{90}Sr (15 Бк/м^3) почти втрое превышала фоновое значение.

Из других искусственных радионуклидов, содержание которых определялось в речной воде (^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ и тритий), воздействие поступления отходов ПО «Маяк» прослеживается на изученном участке речной системы и по тритию (хотя и в значительно меньшей степени, нежели чем по ^{90}Sr). Современное содержание трития в речной воде в р. Исеть вблизи ее устья примерно в 5 раз выше регионального техногенного фона.

Содержание искусственных радионуклидов в рыбе относительно мало, за исключением ^{90}Sr в рыбе из р. Теча.

5.6. Радиоэкологическое обследование территории ГНПП «Самарская Лука»

Государственный национальный природный парк (ГНПП) «Самарская Лука», включающий Жигулевский государственный заповедник, расположен на территории Самарской области между двумя РОО (рис. 5.14) – Балаковской АЭС (в юго-западном направлении от ГНПП) и НИИАР г. Димитровграда (в северо-восточном направлении от ГНПП), результаты радиационного мониторинга в 100-км зонах которых представлены в разделе 4.1 и 3.5 соответственно. Более того, часть территории национального парка находится в 100-км зоне НИИАР г. Димитровграда.

Самарская Лука – полуостров в форме почти замкнутого кольца, образованный самой крупной излучиной р. Волги в её среднем течении. Общая протяженность полуострова по береговому урезу составляет более 150 км, ширина полуострова – около 30 км, длина – 60 км, общая площадь – 1605 км^2 . Примерно треть территории Самарской Луки занимают Жигулевские горы, расположенные на севере полуострова, высота которых колеблется от 250 до 374 м над уровнем моря. Юго-восточная часть полуострова представляет собой низменную равнину, половина которой приходится на надпойменные террасы, а другая половина – на сложнорассеченную озерами и протоками пойму.

ГНПП граничит с такими крупными городами как Жигулевск, Тольятти, Самара, Новокуйбышевск. На территории национального парка расположены 31 сельский населенный пункт и 2 поселка, в которых проживает около 25 тыс. человек.

По западной части парка проходит железная дорога Сызрань-Жигулевск-Тольятти. Сеть автомобильных дорог состоит из дороги общегосударственного значения Москва-Самара и восьми местных дорог.

Естественно, что в описанных условиях радиационный мониторинг межселенной территории ГНПП «Самарская Лука» весьма необходим, принимая во внимание, что эта территория:

- является реликтовой охраняемой территорией;
- расположена в зоне вероятных воздействий от РОО;
- широко используется для промышленного и сельскохозяйственного производства;

— используется для нефтедобычи на месторождениях Жигулевском, Стрельнинском, Зольнинском и Яблоневый овраг (что грубо нарушает закон «Об особо охраняемых природных территориях» [34]) и ее трубопроводной и автомобильной транспортировки;

— рассматривается как перспективная с точки зрения развития туристической деятельности и соответствующей этому инфраструктуры, в том числе с вложением иностранных инвестиций.

Известно, что добыча нефти сопровождается выносом из недр на поверхность таких радионуклидов природного происхождения, как ^{232}Th и ^{226}Ra .

В 2007–2008 гг. центром по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) Приволжского УГМС по заказу Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Самарской области было проведено радиозоологическое обследование территории Национального природного парка «Самарская Лука» (рис. 5.14) [35].



Рис. 5.14. Схема расположения ГНПП «Самарская Лука» в радиусе вероятных воздействий РОО:

- 1 – 100-км зона НИИАР г. Димитровграда;
- 2 – 100-км зона Балаковской АЭС;
- а – территория ГНПП «Самарская Лука», обследованная в 2007 г.;
- б – территория ГНПП «Самарская Лука», обследованная в 2008 г.

Во время обследования были проведены измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) в 1511 контрольных точках, в 77 из них отобраны пробы почвы и проведен их γ -спектрометрический анализ. Измерение МЭД проводилось на высоте 1 м от поверхности земли по сетке с шагом $\sim 1 \text{ км}^2$. Отбор проб почвы производился на разных расстояниях и в разных направлениях с таким расчетом, чтобы данные γ -съемки можно было привязать к результатам изотопного анализа для интерполяционного восстановления подробной картины распределения плотности изотопного загрязнения местности [36].

По результатам маршрутной γ -съемки значения МЭД на территории ГНПП «Самарская Лука» колебались в диапазоне 6–18 мкР/ч, что не превышает характерного для данной местности уровня естественного γ -фона. Наблюдавшаяся пространственная структура уровней МЭД, имеющая мозаичный характер, обусловлена рельефом местности и различным составом почвы: более высокие значения МЭД (15–18 мкР/ч) наблюдались на осадочных породах, сформированных известняками, глинами, доломитами, песчаниками. Представляется возможным и действие факторов техногенного

происхождения, что выражается в подобном повышении фоновых значений в районах разработки карьеров стройматериалов и зонах расположения нефтепромыслов.

По результатам анализов проб почвы удельная активность ^{226}Ra в пробах колебалась от 10,76 до 55,28 Бк/кг, ^{232}Th – от 3,84 до 32,15 Бк/кг, ^{40}K – от 119,2 до 495,0 Бк/кг, ^{137}Cs – от < 3 до 27,55 Бк/кг. Эффективная удельная активность ($A_{\text{эфф}}$) природных радионуклидов в пробах почвы колебалась от 35 до 111 Бк/кг, что в 3–10 раз ниже допустимого уровня ($A_{\text{эфф}} \leq 370$ Бк/кг) по НРБ-99 [3]. Относительно повышенное содержание радионуклидов природного происхождения (^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th) наблюдается в солончаковых почвах (Березовый Солонец, Аскулы, Винновка и др.).

Таким образом, результаты радиоэкологического обследования, проведенного в 2007–2008 гг. на территории ГНПП «Самарская Лука», позволяют сделать вывод, что на обследованной территории Государственного Национального парка и Жигулёвского заповедника значительных отклонений от естественного фона не наблюдалось.

Список литературы к разделу 5

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2008 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2009.
2. Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2008 г. – М.: ГУП МосНПО «Радон», 2009.
3. СП 2.6.1.758-99 Нормы радиационной безопасности (НРБ-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.: Гидрометеоиздат, 2002. – 252 с.
5. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2008 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2009.
6. Мокров Ю.Г., Ровный С.И., Сметанина Е.Б., Иванов И.А., Бакуров А.С., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2008 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2009.
7. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Марковский В.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2008 году. – М.: ОАО ВНИИХТ, 2009.
8. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
9. Методика контроля удельной активности грунта (почвы) с применением пробоотбора (МВК 1.5.2(14)-07).
10. 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.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.

12. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1998 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. – 255 с.
13. Черемисов В.А., Гончарова М.Ф. Отчет об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2008 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2009.
14. Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Радиационные мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2008 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2009.
15. Проведение измерений степени загрязнения населенных пунктов с примыкающими к ним территориями, расположенными вблизи изолиний, полученных расчетным методом. Рук. С.М. Вакуловский. – Обнинск: ГУ «НПО «Тайфун», 2007. – 23 с.
16. Коноплев А.В. Исследование поведения ^{137}Cs и ^{90}Sr в озерах Святое и Кожановское Брянской области // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 11. – С. 78–88.
17. Вакуловский С.М., Никитин А.И., Бовкун Л.А. и др. Загрязнение цезием-137 и стронцием-90 водных объектов Российской Федерации в зоне влияния аварийного выброса ЧАЭС // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 4. – С. 18–24.
18. Назаров Л.Е., Газиев Я.И., Козаков Н.А., Мельник А.Д. Физические особенности загрязнения Cs-137 реки Ипуть и озера Кожановского // Сб.: Миграция радионуклидов в водных системах. – Обнинск, 1995. – С. 47–53.
19. Уваров А.Д., Газиев Я.И., Козаков Н.А. и др. Исследование накопления Cs-137 в биоте природных водоемов Брянской области // Тр. ИЭМ / Миграция радионуклидов в водных системах. – Обнинск, 1995. – С. 42–46.
20. Газиев Я.И., Назаров Л.Е., Мельник А.Д. и др. Методология и некоторые результаты мониторинга загрязнения долгоживущими радиоактивными продуктами Чернобыльской аварии системы «атмосфера–подстилающая поверхность–поверхностные воды–биота» в Калужской области // Наследие Чернобыля. Медико-психологические, радиозэкологические и социально-экономические аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС по Калужской области: Сб. докл. Научно-практ. конф. Калуга, Обнинск, 1996 г. – Калуга, 1996. – С. 47–48.
21. Вакуловский С.М., Газиев Я.И., Назаров Л.Е. и др. Радиозэкологический мониторинг окружающей среды в Брянской области в 1992–1999 гг. // Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях: Сб. докл. Межд. конф. – СПб., 2000. – Т. 2. – С. 19–24.
22. Цатуров Ю.С., Вакуловский С.М., Газиев Я.И. и др. Уровни и динамика загрязнения Чернобыльскими радионуклидами поверхностных вод и водосборных территорий в западных районах Брянской области // Геолог. вестник Центральных районов России – 2001. – № 2'. – С. 5–9.
23. Вакуловский С.М., Колесникова Л.В., Тертышник Э.Г., Уваров А.Д. Динамика загрязнения ^{137}Cs озера Кожановское в постчернобыльский период // Радиационная биология. Радиозэкология. – 2009. – Т. 49. – № 2. – С. 204–208.

24. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560-96). – М., 1997.
25. Источники радиоактивного загрязнения р. Теча и района расположения Производственного объединения «Маяк», Урал, Россия. – Программа по изучению возможного влияния деятельности ПО «Маяк» на радиоактивное загрязнение Баренцева и Карского морей. Совместная Российско-Норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. – Остерас, Норвегия, 2000.
26. Изучение радиоактивной загрязненности рек Сибири в 1970 г. / Сообщение 3 – система Обь – Иртыш – Тобол // Отчет Радиового института им. В.Г. Хлопина. Научный руководитель темы Л.И. Геденов. – Л., 1971.
27. A. Trapeznikov, A. Aarkrog, V. Pozolotina, S.P. Nielsen, V. Trapeznikova, P. Yushkov, G. Polikarpov. Radionuclides in the Ob-Irtysh river system and their contribution to pollution of the Arctic / In: Environmental radioactivity in the Arctic. Eds. P. Strand and A. Cooke. – Ostersas, 1995. – P. 68–71.
28. Vakulovsky S.M. Transport of artificial radioactivity by the Ob' to the Arctic Seas / In: Environmental radioactivity in the Arctic and Antarctic. Edited by Per Strand and Elis Holm. – Ostersas, 1993. – P. 107–108.
29. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 225 с.
30. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – 248 с.
31. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 274 с.
32. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96) / Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
33. Методические рекомендации по определению радиоактивного загрязнения водных объектов / Под редакцией С.М. Вакуловского. – М.: Гидрометеиздат, 1986.
34. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
35. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Махиня А.П., Махиня Д.А., Левакова С.Д., Никитина Н.А. Оценка экологического состояния компонентов окружающей среды на территории ГНПП «Самарская Лука». Обследование и составление карты радиационного состояния территории Национального парка. – Самара: Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды ГУ «Самарский ЦГМС-Р», 2008.
36. Руководство по методам контроля за радиоактивностью окружающей среды / Под ред. И.А. Соболева, Е.Н. Беляева. – М.: Медицина, 2002. – 432 с.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2008 г.

В 2008 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 приземном слое атмосферы, за пределами загрязненных зон составляли: для суммарной β -активности ($\Sigma\beta$) долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных радионуклидов – $15,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ^{137}Cs – $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ^{90}Sr – $0,97 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. По сравнению с 2007 г. объемные активности $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr практически не изменились, а объемная активность ^{137}Cs уменьшилась (примерно на 20 %). Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2008 г. были на шесть – семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99 для этих радионуклидов. Средневзвешенные по территории РФ выпадения $\Sigma\beta$ ($1,4$ Бк/м²·сутки) и ^{137}Cs (менее $0,3$ Бк/м²·год) из атмосферы на подстилающую поверхность также практически не изменились по сравнению с 2007 г. Выпадения ^{90}Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее $0,3$ Бк/м²·год).

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2008 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 2008 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 ^{90}Sr , 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 ^{90}Sr медленно уменьшаются. В 2008 г. они составляли в среднем по рекам ЕТР $5,0$ мБк/л, а по рекам АТР – $4,1$ мБк/л и были ниже уровней 2007 г. ($5,6$ и $4,5$ мБк/л соответственно). В целом объемная активность ^{90}Sr в реках была примерно на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (5 Бк/л) по НРБ-99.

Среднегодовая объемная активность трития (^3H) в осадках (по данным ежемесячных наблюдений на 32 пунктах) осталась на уровне предыдущих лет $2,4$ – $2,8$ Бк/л при среднем значении $2,6$ Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2008 г. составили $22,8 \cdot 10^{15}$ Бк.

Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ в 2008 г. осталась практически на уровне 2007 г., изменяясь в диапазоне от $2,1$ до $3,3$ Бк/л при среднем значении $2,6$ Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде вне загрязненных зон наблюдалась в р. Обь (г. Салехард), 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 осад-

ках 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 2007 г. В 2008 г. максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в Каспийском море (без данных по Черному и Азовскому морям) – 6,1 мБк/л, а минимальная – в Охотском море – 1,4 мБк/л.

На ЕТР вследствие Чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными ^{137}Cs оставались некоторые районы Брянской, Тульской, Орловской, Калужской и других областей (в тринадцати 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 составляли в 2008 г. 1,9 Бк/м²·год, что в 6 раз выше, чем выпадения вне загрязненных территорий ЕТР. Наибольшие выпадения ^{137}Cs , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора были ниже, чем в 2007 г. (14,8 Бк/м²·год), и составляли 13,8 Бк/м²·год. В этом населенном пункте средняя плотность загрязнения почвы ^{137}Cs по состоянию на 01.01.2009 составила 4,8 Ки/км², но в окрестностях есть участки с плотностью загрязнения более 100 Ки/км², которые являются источниками радиоактивной пыли. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2008 г. (по данным 7 месяцев) составляла $12,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,3 раза выше фонового уровня для ЕТР ($3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99.

Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории ВУРС в 2008 г. в среднем составляли 4,1 и 5,0 Бк/м²·год соответственно и превышали средние фоновые выпадения ^{90}Sr для Уральского региона – в 3,7 раза, ^{137}Cs – в 8 раз.

В 2008 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr (5,8 Бк/м²·год) и ^{137}Cs (6,6 Бк/м²·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2008 г. незначительно уменьшились по сравнению с 2007 г. и превышали региональный фоновый уровень в 5 и 11 раз соответственно. Максимальные выпадения ^{137}Cs (11,4 Бк/м²·год) и ^{90}Sr (12,5 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 ($104 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в приземном слое атмосферы в п. Новогорный осталась на уровне 2007 г. и в 45 раз превышала средневзвешенную объемную активность этого радионуклида по тер-

ритории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr ($77 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) в п. Новогорный увеличилась в 1,3 раза и в 79 раз превышала средневзвешенную объемную активность ^{90}Sr по территории РФ. Среднегодовые объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ ($146 \cdot 10^{-9}$ Бк/ м^3) и ^{238}Pu ($135 \cdot 10^{-9}$ Бк/ м^3) в п. Новогорный также увеличились по сравнению с 2007 г. в 1,6 раза. Наблюдаемые в приземной атмосфере в п. Новогорный объемные активности радионуклидов на три – пять порядков ниже соответствующих критериев по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный уменьшилась по сравнению с 2007 г. в 1,4 раза и составляла 49,3 Бк/л, что в 19 раз выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr (11 Бк/л) в воде р. Течи (п. Муслуново) в 2008 г. незначительно увеличилась и в 2 раза превышала уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в воде р. Течи в 2008 г. составляла 135–138 Бк/л, осталась на уровне 2007 г. и в 50 раз превышала уровни загрязнения тритием рек РФ, однако, наблюдаемая величина более чем на порядок ниже уровня вмешательства по НРБ-99.

В целом в 2008 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне 2007 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 2008 Г.

Таблица П1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2008 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
ФОСФОР-32	ФГУП ГХК	5,60·10 ¹¹	1,05·10 ¹⁰	2,66·10 ¹⁰	- 1,61·10 ¹⁰
ХРОМ-51	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹⁰	1,85·10 ⁷	8,89·10 ⁶	+ 9,61·10 ⁶
	ФГУП ГХК	4,30·10 ¹⁰	1,69·10 ⁸	5,53·10 ⁸	-3,84·10 ⁸
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	1,69·10 ⁸	2,95·10 ⁸	-1,26·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	9,25·10 ⁶	7,51·10 ⁷	1,72·10 ⁸	- 9,69·10 ⁷
МАРГАНЕЦ-54	ФГУП ГХК	3,00·10 ⁸	1,92·10 ⁶	2,00·10 ⁶	- 8,00·10 ⁴
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	4,41·10 ⁷	8,05·10 ⁷	- 3,64·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,11·10 ⁸	7,73·10 ⁷	1,47·10 ⁸	- 6,97·10 ⁷
ЖЕЛЕЗО-59	ФГУП ГХК	1,00·10 ⁸	4,00·10 ⁶	6,00·10 ⁶	- 2,00·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	5,29·10 ⁷	8,84·10 ⁷	- 3,55·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	9,25·10 ⁶	7,51·10 ⁷	1,72·10 ⁸	- 9,69·10 ⁷
КОБАЛЬТ-57	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	1,66·10 ⁹	2,60·10 ⁷	3,80·10 ⁶	+ 2,22·10 ⁷
КОБАЛЬТ-58	ФГУП ГХК	3,06·10 ⁹	2,40·10 ⁷	2,10·10 ⁷	+ 3,00·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	7,92·10 ⁶	2,42·10 ⁷	- 1,63·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,23·10 ⁸	1,17·10 ⁷	2,52·10 ⁷	- 1,35·10 ⁷
КОБАЛЬТ-60	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	8,89·10 ⁶	8,89·10 ⁶	-
	ФГУП ГХК	3,08·10 ⁹	2,81·10 ⁷	5,00·10 ⁷	- 2,19·10 ⁷
	ФГУП ИРМ	2,40·10 ¹⁰	3,28·10 ⁸	1,20·10 ⁸	+ 2,08·10 ⁸
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	2,42·10 ⁶	7,79·10 ⁶	- 5,37·10 ⁶
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	1,50·10 ⁵	4,58·10 ⁵	- 3,08·10 ⁵
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	2,30·10 ⁵	4,60·10 ⁵	- 2,30·10 ⁵
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	2,89·10 ⁶	1,76·10 ⁷	- 1,47·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	1,06·10 ⁷	7,59·10 ⁷	- 6,53·10 ⁶
	КУРСКАЯ АЭС	2,50·10 ⁹	3,95·10 ⁸	1,61·10 ⁸	+ 2,34·10 ⁷
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	2,50·10 ⁹	1,62·10 ⁸	1,25·10 ⁸	+ 3,70·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	2,50·10 ⁹	2,57·10 ⁸	9,79·10 ⁷	+1,59·10 ⁸
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	4,10·10 ⁸	5,60·10 ⁸	- 1,50·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,57·10 ⁸	1,47·10 ⁸	3,44·10 ⁸	- 1,97·10 ⁸
ЦИНК-65	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹¹	8,89·10 ⁶	8,89·10 ⁶	-
	ФГУП ГХК	5,00·10 ⁸	8,33·10 ⁶	1,90·10 ⁷	- 1,07·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	5,10·10 ⁷	9,67·10 ⁶	+ 4,13·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,33·10 ⁸	6,90·10 ⁷	1,02·10 ⁸	- 3,30·10 ⁷
СТРОНЦИЙ-89,90	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	7,20·10 ⁸	4,31·10 ⁸	+ 2,89·10 ⁸
	ФГУП СХК	5,18·10 ⁹	2,19·10 ⁸	2,44·10 ⁸	- 2,50·10 ⁷
	ФГУП ГХК	2,67·10 ¹⁰	3,28·10 ⁸	5,80·10 ⁸	- 2,52·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	3,01·10 ⁸	5,80·10 ⁵	7,30·10 ⁴	+ 5,07·10 ⁵
	ФГУП НИИП	5,83·10 ⁶	4,53·10 ⁵	4,68·10 ⁵	- 1,50·10 ⁴
	ФГУП НИТИ	5,92·10 ⁷	5,00·10 ²	4,20·10 ³	- 3,70·10 ³
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	1,85·10 ⁷	1,06·10 ⁷	+ 7,90·10 ⁶
	ФГУП ИРМ	1,92·10 ⁹	3,28·10 ⁶	1,20·10 ⁷	- 8,70·10 ⁶
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	1,90·10 ⁹	1,25·10 ⁷	6,00·10 ⁶	+6,50·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	8,72·10 ⁹	1,03·10 ⁸	1,57·10 ⁸	- 5,40·10 ⁷
	ЦИРКОНИЙ-95 +НИОБИЙ-95	ФГУП ГХК	2,20·10 ⁹	9,36·10 ⁷	1,20·10 ⁹
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		-	1,94·10 ⁷	4,77·10 ⁷	- 2,83·10 ⁷
ФГУП ПО «МАЯК»		2,96·10 ¹⁰	1,78·10 ⁷	1,78·10 ⁷	-
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		4,06·10 ⁶	1,63·10 ⁷	3,77·10 ⁸	+ 3,61·10 ⁸
РУТЕНИЙ-103,106	ФГУП ПО «МАЯК»	6,66·10 ¹⁰	5,16·10 ⁷	6,63·10 ⁷	- 1,47·10 ⁷
	ФГУП ГХК	8,28·10 ¹⁰	4,17·10 ⁸	7,53·10 ⁸	- 3,36·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,22·10 ⁶	2,41·10 ⁶	1,28·10 ⁷	- 1,04·10 ⁷
СУРЬМА-125	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹⁰	-	1,40·10 ⁸	-
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,96·10 ⁸	1,24·10 ⁸	1,10·10 ⁸	+ 1,40·10 ⁷
ЦЕЗИЙ-134	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	2,64·10 ⁷	4,73·10 ⁷	- 2,09·10 ⁷
	ФГУП ГХК	7,20·10 ⁷	5,24·10 ⁶	9,00·10 ⁶	- 3,76·10 ⁶
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	5,39·10 ⁵	1,03·10 ⁶	- 4,90·10 ⁵
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	4,92·10 ⁶	2,80·10 ⁴	+ 4,89·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	1,10·10 ⁵	1,23·10 ⁶	- 1,12·10 ⁶

Продолжение табл. П1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
	КУРСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	3,95·10 ⁸	3,33·10 ⁶	+ 3,92·10 ⁸
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	5,67·10 ⁶	1,46·10 ⁷	- 8,93·10 ⁶
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	1,10·10 ⁸	7,10·10 ⁷	+ 3,90·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	-	-	-
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,37·10 ⁷	7,72·10 ⁶	3,16·10 ⁷	- 2,44·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	1,03·10 ⁸	9,30·10 ⁵	-	-
ЦЕЗИЙ-137	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	1,19·10 ⁹	8,71·10 ⁸	+ 3,19·10 ⁸
	ФГУП ГХК	6,21·10 ⁹	1,77·10 ⁸	2,38·10 ⁸	- 6,10·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	4,23·10 ⁸	2,50·10 ⁷	5,50·10 ⁶	+1,95·10 ⁷
	ФГУП НИИП	1,80·10 ⁴	1,70·10 ⁴	1,60·10 ⁴	+ 1,00·10 ³
	ФГУП НИТИ	1,74·10 ⁸	2,20·10 ³	1,07·10 ⁴	- 8,50·10 ³
	ФГУП ИРМ	1,92·10 ⁸	3,94·10 ⁷	3,40·10 ⁷	+ 0,54·10 ⁷
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,86·10 ⁶	4,87·10 ⁶	- 3,01·10 ⁶
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	9,20·10 ⁶	9,55·10 ⁶	- 3,50·10 ⁵
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,79·10 ⁶	2,60·10 ⁵	+ 1,53·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	9,50·10 ⁵	5,16·10 ⁶	- 4,21·10 ⁶
	КОЛЬСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	4,96·10 ⁶	7,69·10 ⁶	- 2,73·10 ⁶
	КУРСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	8,47·10 ⁷	4,90·10 ⁷	+ 3,57·10 ⁷
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	7,85·10 ⁷	1,53·10 ⁸	- 7,50·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	5,86·10 ⁹	2,48·10 ⁸	5,30·10 ⁸	- 2,82·10 ⁸
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	2,37·10 ⁹	1,00·10 ⁷	4,80·10 ⁶	+5,20·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	1,64·10 ⁶	3,51·10 ⁶	- 1,87·10 ⁶
	ЦЕРИЙ-141,144	ФГУП ГХК	7,12·10 ¹⁰	1,00·10 ⁹	2,71·10 ⁹
ФГУП ПО «МАЯК»		2,96·10 ¹¹	7,71·10 ⁶	3,34·10 ⁷	- 2,57·10 ⁷
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		-	-	2,54·10 ⁶	-
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		4,09·10 ⁶	1,29·10 ⁷	2,30·10 ⁶	+ 1,06·10 ⁷
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ	ФГУП ГХК	3,00·10 ⁸	2,00·10 ⁶	2,00·10 ⁶	-
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	3,75·10 ⁸	3,37·10 ⁷	2,29·10 ⁷	+ 1,08·10 ⁷
СВИНЕЦ-214	ОАО ППГХО	2,79·10 ¹⁴	8,89·10 ¹³	9,58·10 ¹³	- 6,90·10 ¹²
ВИСМУТ-214	ОАО ППГХО	7,20·10 ¹³	6,49·10 ¹²	7,00·10 ¹³	- 6,35·10 ¹³
ПОЛОНИЙ-210	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	4,00·10 ⁶	3,57·10 ³	3,81·10 ³	- 2,40·10 ²
	ОАО ППГХО	8,44·10 ¹⁴	1,71·10 ¹³	1,84·10 ¹³	- 1,30·10 ¹²
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	3,17·10 ⁷	3,55·10 ⁶	1,90·10 ⁶	+1,65·10 ⁶
РАДОН-222	ОАО ППГХО	8,51·10 ¹⁴	3,92·10 ¹⁴	3,80·10 ¹⁴	+ 1,20·10 ¹³
РАДИЙ-226	ОАО ЧМЗ	2,81·10 ⁸	2,69·10 ⁷	4,77·10 ⁷	- 2,08·10 ⁷
СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ	ОАО ЧМЗ	7,66·10 ⁸	6,76·10 ⁷	1,06·10 ⁸	- 3,84·10 ⁷
	ОАО ППГХО	1,92·10 ⁹	6,16·10 ⁸	1,60·10 ⁹	-9,24·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	9,13·10 ⁷	9,18·10 ⁷	- 5,00·10 ⁵
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА	ПО ЭХЗ	3,70·10 ⁹	1,22·10 ⁸	2,54·10 ⁸	- 1,32·10 ⁸
	ОАО ХМЗ	3,34·10 ⁷	1,02·10 ⁷	1,79·10 ⁷	- 7,70·10 ⁶
	ОАО ЧМЗ	4,83·10 ⁹	9,71·10 ⁸	7,09·10 ⁹	+ 2,62·10 ⁸
	ФГУП ВНИИТФА СФ	1,58·10 ⁶	1,44·10 ⁶	1,44·10 ⁶	-
	ФГУП НИИП	3,40·10 ⁶	2,48·10 ⁵	2,40·10 ⁵	+ 8,00·10 ³
	ФГУП ЭХП	6,32·10 ⁸	6,26·10 ⁸	6,25·10 ⁸	+1,00·10 ⁶
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	4,20·10 ¹⁰	9,43·10 ⁹	1,14·10 ¹⁰	- 1,97·10 ⁹
	ПСЗ	3,70·10 ⁸	1,10·10 ⁵	8,66·10 ⁴	+ 2,34·10 ⁴
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	2,96·10 ¹⁰	2,72·10 ⁹	4,02·10 ⁹	- 1,30·10 ⁹
	ФГУП ВНИИХТ	1,07·10 ⁷	3,02·10 ⁶	2,43·10 ⁶	- 5,90·10 ⁵
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	3,67·10 ⁴	1,19·10 ³	+ 3,55·10 ⁴
	ФГУП ВНИИНМ	4,18·10 ⁷	1,63·10 ⁶	1,10·10 ⁶	+ 5,30·10 ⁵
	ФГУП «ЦУФС» филиал «Приволжский центр»	1,26·10 ⁷	1,32·10 ⁵	5,15·10 ⁴	+ 8,05·10 ⁴
	СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	7,40·10 ⁵	1,46·10 ⁵	2,01·10 ⁵
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		4,95·10 ⁸	9,88·10 ⁶	6,77·10 ⁶	+ 3,11·10 ⁶
ФГУП ИРМ		9,62·10 ⁶	-	1,95·10 ⁴	-
ФГУП ГХК		1,39·10 ⁹	1,25·10 ⁷	3,00·10 ⁷	- 1,75·10 ⁷
«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»		3,17·10 ⁷	3,55·10 ⁶	1,90·10 ⁶	+1,65·10 ⁶
ФГУП ВНИИНМ		6,20·10 ⁷	2,44·10 ⁶	1,80·10 ⁶	+ 6,40·10 ⁵
ФГУП «ЦУФС» филиал «Приволжский центр»		2,50·10 ⁶	2,90·10 ⁴	5,39·10 ²	+ 2,85·10 ⁴

Продолжение табл. III

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	ФГУП СХК	6,88·10 ¹¹	3,35·10 ¹⁰	3,94·10 ¹⁰	- 5,90·10 ⁹
	ФГУП ВНИИНМ	8,10·10 ⁷	5,00·10 ⁶	2,10·10 ⁷	- 1,60·10 ⁷
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	1,04·10 ⁹	7,25·10 ⁶	6,59·10 ⁶	+ 6,60·10 ⁵
БАРИЙ-140+ЛАНТАН-140	ФГУП ГХК	5,00·10 ⁸	1,19·10 ⁷	1,30·10 ⁷	- 1,10·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	2,65·10 ⁶	-	4,23·10 ⁵	-
ДЖН	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	7,40·10 ⁹	1,46·10 ⁷	1,46·10 ⁷	-
	ОАО ППГХО	1,75·10 ¹¹	9,79·10 ⁹	1,57·10 ¹⁰	- 5,90·10 ⁹
КАЛИЙ-40	ОАО ППГХО	8,90·10 ⁹	2,82·10 ⁹	6,52·10 ⁹	- 3,70·10 ⁹
	ОАО ЧМЗ	2,80·10 ⁹	1,72·10 ⁸	1,89·10 ⁸	- 1,70·10 ⁷
КЖН	ГНЦ РФ ИФВЭ	3,00·10 ¹⁵	1,00·10 ¹⁴	6,60·10 ¹³	+ 3,40·10 ¹³
	ФГУП НИИП	1,90·10 ⁷	1,68·10 ⁶	1,40·10 ⁶	+ 2,80·10 ⁵
СКАНДИЙ-46	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	2,80·10 ⁷	5,06·10 ⁶	+ 2,29·10 ⁷
	ФГУП ГХК	1,00·10 ⁷	1,34·10 ⁶	4,00·10 ⁶	- 2,66·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	3,62·10 ⁵	2,13·10 ⁷	- 2,09·10 ⁷
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ	ФГУП ПО «МАЯК»	7,40·10 ⁹	5,30·10 ⁸	4,79·10 ⁸	+ 0,51·10 ⁸
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	1,36·10 ⁸	6,22·10 ⁵	6,75·10 ⁵	- 0,53·10 ⁵
	ФГУП СХК	6,81·10 ⁹	2,36·10 ⁹	2,26·10 ⁹	+ 1,00·10 ⁸
	ФГУП МСЗ	6,75·10 ⁸	1,14·10 ⁸	3,09·10 ⁸	- 1,95·10 ⁸
	ОАО НЗХК	2,95·10 ⁹	2,95·10 ⁹	2,95·10 ⁹	-
	УЭХК	7,40·10 ⁹	2,56·10 ⁸	2,33·10 ⁸	+ 2,30·10 ⁷
	НИИ НПО «ЛУЧ»	9,41·10 ⁷	5,10·10 ⁶	4,71·10 ⁷	- 4,20·10 ⁷
	АЭХК	1,65·10 ¹⁴	5,06·10 ⁸	4,64·10 ⁸	+ 4,20·10 ⁷
СУММА ИРГ	ФГУП СХК	6,29·10 ¹⁵	5,70·10 ¹⁴	1,15·10 ¹⁵	- 5,80·10 ¹⁴
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	3,83·10 ¹⁶	9,53·10 ¹⁴	1,06·10 ¹⁵	- 1,00·10 ¹³
	ФГУП НИИП	1,10·10 ¹⁴	1,14·10 ¹²	1,32·10 ¹²	- 1,80·10 ¹¹
	ФГУП НИТИ	1,20·10 ¹³	1,29·10 ¹¹	1,13·10 ¹²	- 1,00·10 ¹²
	ФГУП ИРМ	2,53·10 ¹⁴	1,68·10 ¹⁴	2,09·10 ¹⁴	- 4,10·10 ¹³
	ФГУП ГХК	7,53·10 ¹⁵	2,00·10 ¹⁵	1,89·10 ¹⁵	+ 1,10·10 ¹⁴
	ФГУП ПО «МАЯК»	3,52·10 ¹⁵	2,14·10 ¹³	1,81·10 ¹³	+ 3,30·10 ¹²
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	1,82·10 ¹¹	5,08·10 ¹⁰	+ 1,31·10 ¹¹
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	2,22·10 ¹²	2,51·10 ¹²	- 2,90·10 ¹¹
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	2,00·10 ¹⁵	3,38·10 ¹⁴	3,40·10 ¹⁴	- 2,00·10 ¹²
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	**	8,40·10 ¹⁰	-
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	2,93·10 ¹³	2,10·10 ¹³	+ 8,30·10 ¹²
	КОЛЬСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	2,40·10 ¹¹	-	+ 2,40·10 ¹¹
	КУРСКАЯ АЭС	3,70·10 ¹⁵	2,10·10 ¹⁴	3,29·10 ¹⁴	- 1,19·10 ¹⁴
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	3,70·10 ¹⁵	1,23·10 ¹⁴	3,69·10 ¹⁴	- 2,46·10 ¹⁴
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	3,70·10 ¹⁵	1,36·10 ¹³	1,37·10 ¹³	- 1,00·10 ¹¹
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	6,90·10 ¹⁴	1,10·10 ¹⁴	7,60·10 ¹³	+ 3,40·10 ¹³
СУММА НУКЛИДОВ ИОДА*	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹⁰	1,79·10 ⁸	2,36·10 ⁸	- 5,70·10 ⁷
	ФГУП ГХК	1,56·10 ¹⁰	5,04·10 ⁸	4,88·10 ⁸	+ 1,60·10 ⁷
	ФГУП СХК	3,64·10 ¹¹	2,46·10 ⁹	3,00·10 ⁹	- 5,40·10 ⁸
	ФГУП ИРМ	1,01·10 ⁹	1,90·10 ⁸	7,50·10 ⁸	- 5,60·10 ⁸
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,26·10 ¹²	7,51·10 ⁹	6,59·10 ⁹	+ 9,20·10 ⁸
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	4,70·10 ⁷	8,89·10 ⁷	- 4,19·10 ⁷
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	**	4,97·10 ⁷	-
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	2,97·10 ⁸	5,39·10 ⁸	- 2,42·10 ⁸
	КУРСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	9,53·10 ⁸	2,15·10 ⁹	- 1,20·10 ⁹
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,70·10 ⁸	1,70·10 ⁹	- 1,53·10 ⁹
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	2,50·10 ⁹	3,40·10 ⁹	- 9,00·10 ⁸
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	2,70·10 ⁸	5,74·10 ⁷	+ 2,13·10 ⁸
	СУРЬМА-124	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	8,51·10 ⁶	1,55·10 ⁷
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		1,27·10 ⁸	7,63·10 ⁷	3,42·10 ⁷	+ 4,21·10 ⁷
УГЛЕРОД-14	ФГУП ИРМ	2,41·10 ¹¹	2,52·10 ¹¹	1,30·10 ⁸	+ 2,52·10 ¹¹
КЮРИЙ-244	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	2,84·10 ⁷	7,15·10 ⁶	5,03·10 ⁶	+ 2,12·10 ⁶
СЕЛЕН-75	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	7,00·10 ⁸	1,05·10 ⁸	1,07·10 ⁹	- 9,70·10 ⁸
МЫШЬЯК-76	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,07·10 ⁷	9,31·10 ⁶	2,91·10 ⁷	- 1,98·10 ⁷
РУБИДИЙ-88	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	6,18·10 ⁹	7,13·10 ⁸	+ 5,47·10 ⁹
СЕРЕБРО-110М	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	5,88·10 ⁶	3,54·10 ⁵	1,14·10 ⁶	- 7,90·10 ⁵
МОЛИБДЕН-99+ТЕХНЕЦИЙ-99М	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,38·10 ⁸	3,18·10 ⁸	3,37·10 ⁸	- 1,90·10 ⁷
ЦЕЗИЙ-138	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,11·10 ⁹	2,06·10 ¹⁰	1,82·10 ¹⁰	+ 2,40·10 ⁹

Окончание табл. П1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
БАРИЙ-139	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,92 \cdot 10^7$	$4,39 \cdot 10^6$	$1,91 \cdot 10^6$	$+ 2,48 \cdot 10^6$
РТУТЬ-203	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$2,08 \cdot 10^6$	$4,19 \cdot 10^5$	-	$+ 4,19 \cdot 10^5$
СВИНЕЦ-210	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$4,74 \cdot 10^8$	$2,50 \cdot 10^6$	$1,20 \cdot 10^4$	$+ 2,49 \cdot 10^6$

Примечание: * – данные организаций, предоставленные без расфировки по радионуклидному составу;
** – нет данных.

Таблица П2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2008 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
Натрий-24	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹⁴	6,62·10 ¹³	6,10·10 ¹³	+ 5,20·10 ¹²
	ФГУП СХК	7,77·10 ¹⁴	6,01·10 ¹³	1,60·10 ¹⁴	- 1,00·10 ¹⁴
Фосфор-32	ФГУП ГХК	2,22·10 ¹³	8,21·10 ¹²	8,41·10 ¹²	- 2,00·10 ¹¹
	ФГУП СХК	4,07·10 ¹³	5,39·10 ¹²	2,05·10 ¹³	- 1,51·10 ¹³
Скандий-46	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	4,58·10 ¹⁰	5,64·10 ¹⁰	- 1,06·10 ¹⁰
Хром-51	ФГУП ГХК	1,48·10 ¹³	9,03·10 ¹¹	9,14·10 ¹¹	- 1,10·10 ¹⁰
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	3,10·10 ¹²	8,02·10 ⁸	4,96·10 ⁹	- 4,16·10 ⁹
	КОЛЬСКАЯ АЭС	5,60·10 ¹³	2,90·10 ⁶	4,30·10 ⁶	- 1,40·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,30·10 ¹²	1,78·10 ⁶	-	+ 1,78·10 ⁶
Марганец-54	ФГУП ГХК	1,48·10 ¹¹	2,22·10 ⁹	2,68·10 ⁹	- 4,60·10 ⁸
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,50·10 ¹⁰	2,30·10 ⁶	1,54·10 ⁵	+ 2,15·10 ⁶
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	1,20·10 ¹¹	1,55·10 ⁸	1,54·10 ⁸	+ 1,00·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	3,80·10 ⁹	3,40·10 ⁵	3,78·10 ⁶	- 3,44·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	8,00·10 ⁹	9,79·10 ⁵	6,52·10 ⁶	- 5,54·10 ⁶
Железо-55	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹¹	3,63·10 ¹⁰	-	+ 3,63·10 ¹⁰
Кобальт-58	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	6,39·10 ⁹	7,66·10 ⁹	- 1,27·10 ⁹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	1,10·10 ¹⁰	8,66·10 ⁴	1,08·10 ⁵	- 2,10·10 ⁴
	ФГУП НИТИ	1,50·10 ⁷	6,25·10 ⁶	-	+ 6,25·10 ⁶
Кобальт-60	ФГУП ГХК	3,74·10 ¹¹	4,03·10 ¹⁰	3,83·10 ¹⁰	+ 2,00·10 ⁹
	ФГУП НИТИ	6,10·10 ⁶	2,23·10 ⁴	3,49·10 ⁴	- 1,26·10 ⁴
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	5,00·10 ¹⁰	5,74·10 ⁸	4,69·10 ⁸	+ 1,05·10 ⁸
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	4,90·10 ⁶	8,83·10 ⁵	+ 4,02·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	8,10·10 ⁸	4,30·10 ⁶	6,21·10 ⁶	- 1,91·10 ⁶
	КОЛЬСКАЯ АЭС	8,80·10 ¹⁰	2,77·10 ⁷	8,50·10 ⁶	+ 1,92·10 ⁷
	КУРСКАЯ АЭС	1,83·10 ¹⁰	2,73·10 ⁷	1,49·10 ⁷	+ 1,24·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	1,10·10 ¹¹	5,50·10 ¹⁰	4,30·10 ¹⁰	+ 1,20·10 ¹⁰
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,60·10 ⁹	3,60·10 ⁶	6,02·10 ⁶	- 2,42·10 ⁶
	ФГУП «ДальРАО»	2,00·10 ⁸	1,25·10 ⁷	4,75·10 ⁷	- 3,50·10 ⁷
ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	3,90·10 ⁹	-	5,33·10 ⁵	- 5,33·10 ⁵	
Медь-64	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹²	2,43·10 ¹²	2,68·10 ¹²	- 2,50·10 ¹¹
Цинк-65	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	2,17·10 ¹⁰	2,53·10 ¹⁰	- 3,60·10 ⁹
Мышьяк-76	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹²	6,00·10 ¹¹	6,62·10 ¹¹	- 6,20·10 ¹⁰
Стронций-89,90	ФГУП ГХК	8,14·10 ¹⁰	1,05·10 ¹⁰	1,57·10 ¹⁰	- 5,20·10 ⁹
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	9,33·10 ¹¹	1,04·10 ¹²	- 1,10·10 ¹¹
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	1,85·10 ⁸	6,59·10 ⁶	4,50·10 ⁶	+ 2,09·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	3,20·10 ¹⁰	1,05·10 ⁸	6,20·10 ⁷	+ 4,30·10 ⁷
	ФГУП НИТИ	1,30·10 ⁶	5,00·10 ⁵	7,35·10 ⁵	- 2,35·10 ⁵
	ФГУП «ДальРАО»	1,00·10 ⁸	4,30·10 ⁷	1,64·10 ⁷	+ 2,66·10 ⁷
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,20·10 ⁸	5,87·10 ⁶	+ 1,14·10 ⁸
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	5,90·10 ⁹	2,90·10 ⁵	7,46·10 ⁴	+ 2,15·10 ⁵
	КУРСКАЯ АЭС	6,71·10 ¹⁰	7,09·10 ⁴	1,18·10 ⁷	- 1,17·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	-	5,90·10 ⁷	- 5,90·10 ⁷
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,62·10 ¹²	5,55·10 ⁷	7,47·10 ⁵	+ 4,47·10 ⁷	
Цирконий-95+Ниобий-95	ФГУП ГХК	7,40·10 ¹¹	1,05·10 ¹⁰	1,63·10 ¹⁰	- 5,80·10 ⁹
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,70·10 ¹⁰	6,53·10 ⁴	9,75·10 ⁴	- 3,22·10 ⁴
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	1,10·10 ¹⁰	7,40·10 ⁴	-	+ 7,40·10 ⁴
Рутений-103,106	ФГУП ГХК	5,74·10 ¹¹	1,09·10 ¹⁰	2,81·10 ¹⁰	- 1,72·10 ¹⁰
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,20·10 ¹²	1,10·10 ⁶	3,82·10 ⁶	- 2,72·10 ⁶
Сурьма-124	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	7,42·10 ⁸	7,46·10 ⁸	- 4,00·10 ⁶
Сурьма-125	ФГУП НИТИ	6,60·10 ⁶	9,76·10 ³	-	+ 9,76·10 ³
Свинец-210	ОАО ППГХО	-	2,08·10 ⁹	2,10·10 ⁹	- 2,00·10 ⁷
Цезий-134	ФГУП ГХК	2,96·10 ¹⁰	8,02·10 ⁸	2,31·10 ⁹	- 1,51·10 ⁹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	8,70·10 ⁹	8,40·10 ⁵	3,56·10 ⁷	- 2,72·10 ⁷
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	4,10·10 ¹²	1,70·10 ⁵	-	+ 1,70·10 ⁵
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,90·10 ¹¹	4,41·10 ⁶	**	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	4,60·10 ⁰⁹	-	-	-

Окончание табл. П2

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2008 г. по сравнению с 2007 г.
			2008 г.	2007 г.	
Цезий-137	ФГУП ГХК	1,15·10 ¹¹	1,44·10 ¹⁰	5,08·10 ¹⁰	- 3,64·10 ¹⁰
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	4,18·10 ¹⁰	9,34·10 ¹⁰	- 5,16·10 ¹⁰
	ФГУП НИТИ	8,00·10 ⁵	7,45·10 ⁵	8,22·10 ⁵	- 7,70·10 ⁴
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	3,70·10 ¹¹	1,70·10 ⁸	1,38·10 ⁸	+ 3,20·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	7,60·10 ⁹	2,90·10 ⁸	1,30·10 ⁸	+ 1,60·10 ⁸
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,80·10 ⁹	3,41·10 ⁷	7,84·10 ⁷	- 4,43·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	9,90·10 ¹⁰	1,01·10 ⁷	5,00·10 ⁵	+ 9,60·10 ⁶
	КУРСКАЯ АЭС	2,58·10 ⁹	2,57·10 ⁷	2,10·10 ⁷	+ 4,70·10 ⁶
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,10·10 ⁹	-	3,21·10 ⁶	- 3,21·10 ⁶
	ФГУП «ДальРАО»	6,00·10 ⁷	1,61·10 ⁷	1,52·10 ⁷	+ 9,00·10 ⁵
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	5,40·10 ⁰⁹	6,80·10 ⁶	-	+ 6,80·10 ⁶	
Барий-140+Лантан-140	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	2,47·10 ¹⁰	2,26·10 ¹⁰	+ 2,10·10 ⁹
Церий-141,144	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹¹	1,31·10 ¹⁰	3,55·10 ¹⁰	- 2,24·10 ¹⁰
	КОЛЬСКАЯ АЭС	2,61·10 ¹³	6,48·10 ⁶	1,50·10 ⁷	- 8,10·10 ⁶
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,50·10 ¹¹	1,80·10 ⁵	-	+ 1,80·10 ⁵
Сумма нуклидов урана	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	3,33·10 ⁷	9,06·10 ⁵	2,81·10 ⁶	- 1,90·10 ⁶
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	6,35·10 ⁹	2,18·10 ⁷	4,63·10 ⁷	- 2,45·10 ⁷
	ОАО ППГХО	-	2,28·10 ¹⁰	1,99·10 ¹⁰	+ 2,90·10 ⁹
	ОАО ПСЗ	1,30·10 ⁶	2,59·10 ⁵	5,00·10 ⁵	- 2,41·10 ⁵
	ФГУП «ЦУФС» филиал «Приволжский центр»	3,73·10 ⁹	4,03·10 ⁹	3,73·10 ⁹	+ 0,30·10 ⁹
Нептуний-239	ФГУП ГХК	7,40·10 ¹²	2,02·10 ¹²	2,22·10 ¹²	- 2,00·10 ¹¹
	ФГУП СХК	1,48·10 ¹³	7,15·10 ¹²	1,26·10 ¹³	- 5,40·10 ¹²
Сумма нуклидов плутония	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	2,96·10 ⁶	4,12·10 ⁵	1,69·10 ⁶	- 1,28·10 ⁶
Сумма нуклидов тория	ОАО ППГХО	-	2,60·10 ⁹	3,30·10 ⁹	- 7,00·10 ⁸
Сумма бета-активных радионуклидов*	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	3,00·10 ⁸	1,62·10 ⁸	1,95·10 ⁸	- 3,30·10 ⁷
	ФГУП «ЦУФС» филиал «Приволжский центр»	4,81·10 ⁹	2,61·10 ⁹	2,45·10 ⁹	+ 1,60·10 ⁸
	«Казанский филиал ФГУП «РосРАО»	-	-	8,90·10 ⁷	- 8,90·10 ⁷
Сумма альфа-активных радионуклидов	ФГУП МСЗ	2,70·10 ¹⁰	5,14·10 ⁸	9,78·10 ⁸	- 4,64·10 ⁸
	УЭХК	1,85·10 ⁹	-	-	-
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	2,32·10 ⁸	1,09·10 ⁸	1,34·10 ⁸	- 2,50·10 ⁷
	«Казанский филиал ФГУП «РосРАО»	-	-	2,30·10 ⁷	- 2,30·10 ⁷
Полоний-210	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	5,00·10 ⁷	1,48·10 ⁵	-	+ 1,48·10 ⁵
	ОАО ППГХО	-	1,80·10 ⁹	1,60·10 ⁹	+ 2,00·10 ⁸
Радий-226	ОАО ППГХО	-	1,06·10 ⁹	6,00·10 ⁸	+ 4,60·10 ⁸
Тритий	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	2,50·10 ¹³	6,70·10 ¹⁰	4,48·10 ¹⁰	+ 2,22·10 ¹⁰
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	1,85·10 ¹³	1,55·10 ¹³	+ 3,00·10 ¹²
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	4,44·10 ¹¹	1,18·10 ⁹	7,45·10 ⁹	- 6,27·10 ⁹
	ФГУП НИТИ	2,40·10 ¹²	1,73·10 ¹¹	3,96·10 ¹¹	- 2,23·10 ¹¹
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	7,70·10 ¹³	1,40·10 ¹²	-	+ 1,40·10 ¹²
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,00·10 ¹⁴	3,98·10 ¹¹	1,81·10 ¹³	- 1,77·10 ¹³
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	1,00·10 ¹⁵	2,10·10 ¹²	3,20·10 ¹²	- 1,10·10 ¹²
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	2,30·10 ¹⁴	3,69·10 ¹¹	-	+ 3,69·10 ¹¹
Сумма нуклидов европия	ФГУП ГХК	2,22·10 ¹¹	4,83·10 ⁹	7,31·10 ⁹	- 2,48·10 ⁹
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	1,00·10 ⁹	6,90·10 ⁵	9,59·10 ⁶	- 8,90·10 ⁶

Примечание: * – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу;
** – нет данных.

Площадь загрязненных радионуклидами земель в 2008 г., км²

№	Наименование организации	Площадь загрязненных территорий			
		Всего	на промпло- щадке	в санитарно- защитной зоне	в зоне наблюдения
1.	ФГУП ПО «Маяк»	446,780	38,465	212,355	195,960
2.	ФГУП СХК	10,393	10,093	0,300	-
3.	ФГУП ГХК	4,191	3,359	0,617	0,215
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»	0,006	0,0058	0,0002	-
17.	ОАО МСЗ	0,405	0,027	0,258	0,120
18.	ОАО НЗХК	0,336	0,083	0,254	-
19.	ОАО ЧМЗ	1,987	1,987	-	-
20.	ОАО ППГХО	8,275	7,102	0,755	0,418
21.	ДАЛУР	0,005	0,005	-	-
22.	ГМЗ	0,846	0,846	-	-
23.	ОАО МЗП	0,009	-	0,009	-
24.	НИИ НПО «ЛУЧ»	0,0003	0,0003	-	-
25.	«Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0022	0,0022	-	-
26.	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,200	0,200	-	-
27.	«Хабаровский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,020	0,020	-	-
28.	«Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0007	0,0007	-	-
29.	Приволжский центр	0,638	0,134	0,111	0,393
ИТОГО		474,949	62,792	215,047	197,111

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

³ H	тритий	12,35 (лет)	¹³¹ I	иод-131	8,04 (сут)
⁷ Be	бериллий-7	53,3 (сут)	¹³² I	иод-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	иод-133	20,8 (час)
²⁴ Na	натрий-24	15,0 (час)	¹³⁵ I	иод-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)