

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РОСГИДРОМЕТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ТАЙФУН»

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ
в 2011 году**

ЕЖЕГОДНИК

**ОБНИНСК
2012**

Утверждено:

заместителем Руководителя Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды А.И. Шумаковым

Согласовано:

с заместителем начальника Управления мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Ю.В. Пешковым,

с Генеральным директором Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Гайфун» 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 данные 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 ФГБУ «НПО «Тайфун» РЦРКМ Республики Беларусь Агенство по гидрометеорологии при МЧС Кыргызской Республики ЦГО Украины	Каткова М.Н., Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Уваров А.Д. Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К., Шпак Е.Г., Станкевич А.П. Итибаев З.С., Юдакова Э.В., Нышанбаева Л.Ж. Косовец О.О., Табачный Л., Гирий В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Корнейчук В.О., Варивода В., Загrevский В. Колесникова А.Я., Денькин В.А. Кузнецова И.Н.
--	---

Раздел 2

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» УГМС ФГУП «РосРАО» ФГУП «ПО «Маяк» ФГУП «ГХК» ОАО «ППГХО» ОАО «АЭХК»	Каткова М.Н., Ким В.М., Козлова Е.Г., Крышев А.И., Морозько Е.Н., Лунева К.В., Дмитриева М.А., Газиев И.Я., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Валетова Н.К., Виноградова Л.А., Курланова Г.П. Овчинников И.В., Осинцева Т.Н., Банникова О.А., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О., Славская Л.А., Вирхобский Н.В., Чирков В.А., Котова О.П., Журавлева Ю.А., Макарьевская Т.П., Землякова Н.В., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Кудринская Г.Б., Андриевская А.В., Чагина Н.Д., Башкиров Н.И., Голубцова И.В., Козлова Н.Н., Власова О.В., Никифорова Г.И., Верещагина Т.К. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Старкова М.В. Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю. Бобошко В.И. Козлов А.А.
--	--

Раздел 3

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» УГМС ФГУП «РосРАО» ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ» ОАО «ГНЦ – НИИАР»	Каткова М.Н., Козлова Е.Г., Гнилomedов В.Д., Агеева Н.В., Смирнова А.А., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Валетова Н.К. Иванов В.А., Поникаровских Д.В., Пьянкова Е.Н., Малинин М.В., Хребтова И.В., Дрикер А.Е., Миронова Е.А., Семенов А.В., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Третьяков В.Н., Андриянова Н.В., Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Вертлиб М.Г., Осинцева Т.Н., Банникова О.А., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О., Вирхобский Н.В., Котова О.П., Чирков В.А., Башкиров Н.И., Чагина Н.Д., Кудринская Г.Б., Андриевская А.В., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Попова Е.И., Васильковская О.П., Голубцова И.В., Власова О.В., Верещагина Т.К. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Старкова М.В. Якушкин В.С. Гремячкин В.А., Шкоков Е.Н., Серебряков В.В.
--	---

Раздел 4

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» УГМС РЦРКМ Республики Беларусь АЭС ФГУП «РосРАО»	Каткова М.Н., Козлова Е.Г., Гнилomedов В.Д., Агеева Н.В., Смирнова А.А., Морозько Е.Н., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Катрич И.Ю. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О., Ткаченко Н.В., Сакова Н.Н., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Черемисов В.А., Богучарский А.Г. Голубцова И.В., Бураго С.Г. Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Юдин В.А., Цветков Н.А., Носов Ю.В., Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Пусев В.Ю., Бычков Е.А., Рассказов А.А., Мамонтов Ю.Д., Ткачук В.А., Маракулин И.В., Никишаев П.И., Чирков А.Ю., Батарев С.Г., Полянских С.А., Рябцев С.Г., Курлов А.А., Симикин В.Ю., Губин С.И., Петров С.И., Епихин А.И., Степанов С.В., Козлов Е.П., Петров С.И., Сухоруков О.П., Федоров А.И., Маматов А.П., Пахомов В.А., Лебедев О.В., Банников Г.Н., Симаков Л.Ю., Краснов И.М., Кулеватов А.С., Барауля С.В. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Старкова М.В.
---	---

Раздел 5

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» УГМС ФГУП «РосРАО» МосНПО «Радон»	Каткова М.Н., Ким В.М., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Никитин А.И., Тертышник Э. Г., Уваров А.Д., Катрич И.Ю., Морозько Е.Н. Попова Е.И., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Старкова М.В. Осьминов В.А., Атрашков В.К., Гордеев С.К., Лакаев В.С.
--	---

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.....	15
1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств.....	31
Список литературы к введению и разделу 1.....	45
2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла...	48
2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».....	48
2.2. Производственное объединение «Маяк».....	50
2.3. Горно-химический комбинат.....	68
2.4. Сибирский химический комбинат.....	86
2.5. Новосибирский завод химконцентратов.....	95
2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	102
2.7. Ангарский электролизный химический комбинат.....	108
Список литературы к разделу 2.....	114
3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов.....	117
3.1. РОО г. Северодвинска.....	117
3.2. РОО на территории Мурманской области.....	127
3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона.....	133
3.4. РОО на территории Камчатской области.....	137
3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград.....	139
3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска.....	144
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 и Институт реакторных материалов.....	175
4.3. Билибинская АЭС.....	190
4.4. Калининская АЭС.....	196
4.5. Кольская АЭС.....	205
4.6. Курская АЭС.....	215
4.7. Ленинградская АЭС.....	228
4.8. Нововоронежская АЭС.....	236
4.9. Ростовская АЭС.....	247
4.10. Смоленская АЭС.....	253
Список литературы к разделу 4.....	259
5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов, территорий и акваторий.....	263
5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	263
5.2. Южно-Уральский регион.....	268
5.3. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС.....	274
5.4. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории РФ и сопредельных государств (Беларусь, Украина) в период аварии на АЭС «Фукусима-1».....	275
Список литературы к разделу 5.....	283
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2011 году.....	284
Приложение 1. Схема соотнесения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС) с субъектами РФ и федеральными округами. Объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2011 году.....	287
Приложение 2. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома в 2011 году.....	290
Приложение 3. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада.....	297

Список сокращений

АМБ	– реактор канального типа на тепловых нейтронах
АО	– автономный округ
АПЛ	– атомная подводная лодка
АСКРО	– автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСРК	– автоматизированная система радиационного контроля
АТР	– Азиатская территория России
АЭС	– атомная электростанция
АЭХК	– Ангарский электролизный 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
ВМФ	– Военно-морской флот
ВНИИ	– Всероссийский научно-исследовательский институт
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	– ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВФУ	– воздухофильтрующая установка
ГМЗ	– гидрометаллургический завод
ГМК	– горно-металлургический комбинат
ГНЦ	– государственный научный центр
ГО	– городской округ
ГУ	– государственное учреждение
ГУП	– государственное унитарное предприятие
ГХК	– Горно-химический комбинат
ГЭС	– гидроэлектростанция
ДВ	– допустимый выброс
ДГМС	– Департамент государственной гидрометеорологической службы Украины
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, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДПС	– дорожно-постовая служба
ДС	– допустимый сброс
ДСНВП	– Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Чернобыльский радиоэкологический центр» (ДСНВП «Экоцентр»)
ДУА _{НАС.}	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ЕТР	– Европейская территория России
ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗАТО	– закрытое административно-территориальное образование
ЗН	– зона наблюдения
ЗПУП/Дрэ	– защищённый пункт управления противоаварийными действиями в районе эвакуации АС
ЗС	– замасленные стоки
ИАЦ	– информационно-аналитический центр
ИИИ	– источники ионизирующего излучения
ИПМ	– Институт проблем мониторинга окружающей среды
ИРГ	– инертные радиоактивные газы
ИРМ	– Институт реакторных 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
КП	– контрольный пункт
КПО	– комплекс переработки отходов
КС	– контрольные скважины
КуАЭС	– Курская АЭС
ЛАСКРО	– Лаборатория АСКРО
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
МЗУА	– минимально значимая удельная активность
МНТЦ	– Международный научно-технический центр
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
НИКИЭТ	– Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала
НИОКР	– научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НИС	– научно-исследовательское судно
НИТИ	– Научно-исследовательский технологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НРБУ	– нормы радиационной безопасности Украины
НС	– наблюдательная скважина
ОАО	– открытое акционерное общество
ОИЯИ	– Объединенный институт ядерных исследований
ОКБМ	– Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова
ОРБ	– отдел радиационной безопасности
ОСК	– объединенный спецкорпус
ОСПОРБ	– основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОХТЗ	– Опытный химико-технологический завод
ОЯРБ	– отдел ядерной и радиационной безопасности
ОЯТ	– отработавшее ядерное топливо
ПАТЭС	– плавучая атомная теплоэлектростанция
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
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
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 опасный объект
РРМЛ	– региональная радиометрическая лаборатория
РТ	– Республика Татарстан

РТП	– ремонтно-технологическое предприятие
РФ	– Российская Федерация
РФЯЦ	– Российский федеральный ядерный центр
РЦРKM	– Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
СанПиН	– санитарные правила и нормы
САЭС	– Смоленская АЭС
СВО	– спецводоочистка
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
СК «Радон»	– спецкомбинат «Радон»
СКЦ	– серноокислый цех
СНЛК	– станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	– санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СРМ	– система радиационного мониторинга
СУЗ	– система управления и защиты
СФ НИКИЭТ	– Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
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
ТСРК	– технологический специализированный ремонтный комплекс
ТЭЦ	– теплоэлектроцентраль
УВ	– уровень вмешательства при поступлении радионуклидов с водой для населения по НРБ-99 и НРБ-99/2009
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
ФГБУ	– Федеральное государственное бюджетное 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
ХОРО	– хранилище отвержденных радиоактивных отходов
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	– ЦГМС с региональными функциями
ЦЗЛ	– центральная заводская лаборатория
ЦЛ КИПиА	– Центральная лаборатория контрольно-измерительных приборов и автоматики
ЦС	– центр судоремонта
ЦЧО	– Центрально-Черноземные области
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	– Электрохимический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2011 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 ФГБУ «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 2011 г. представлены данные трех сопредельных государств – Республики Беларусь, Кыргызстана и Украины.

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, на загрязненных территориях, а также данные о поступлении техногенных радионуклидов на территорию России и работе СРМ в период японской аварии на АЭС «Фукусима-1».

В Приложении 1 представлена схема соотнесения географических регионов (принятых в данном Ежегоднике) с субъектами РФ и федеральными округами, а также объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы для отдельных субъектов РФ, необходимые для составления радиационно-гигиенических паспортов территорий.

В Приложении 2 приводятся данные, представленные ФГУП «РосРАО», о сбросах и выбросах радионуклидов в окружающую среду предприятиями Росатома.

В Приложении 3 приведен список упоминавшихся в Ежегоднике радионуклидов с периодами полураспада.

В Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются НРБ-99/2009 [1], ранее введенный СанПиН-2001 [2], а также основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности – ОСПОРБ-99/2010, утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40 [3].

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 [4] ДК _Б	НРБ-96 [5] ДОА _{НАС.}	НРБ-99 НРБ-99/2009 ДОА _{НАС.}	НРБ-76/87 ДК _Б	НРБ-96 ДУА _{НАС.}	НРБ-99 УВ	НРБ-99/2009 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	7,6·10 ³
⁹⁰ Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	5,0	4,9
¹³¹ I	5,6	18	7,3	37	57	6,3	6,2
¹³⁷ Cs	18	29	27	560	96	11	11
^{239, 240} Pu	1,1·10 ⁻³	2,9·10 ⁻³	2,5·10 ⁻³	81	5,0	0,56	0,55

Примечание: * – Предварительная оценка качества питьевой воды по показателям радиационной безопасности может быть дана по удельной суммарной альфа- ($\Sigma\alpha$) и бета-активности ($\Sigma\beta$). При значениях $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ ниже 0,2 и 1,0 Бк/кг соответственно дальнейшие исследования воды не являются обязательными. В случае превышения указанных уровней проводится анализ содержания радионуклидов в воде в соответствии с НРБ-99/2009, в том числе природных радионуклидов ²²⁶Ra, ²³⁸U, ²³²Th и техногенных радионуклидов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ РФ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Основным источником поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ в настоящее время является ветровой подъем радиоактивной пыли с поверхности почвы, загрязненной в предыдущие годы в процессе глобального выведения из стратосферного резервуара продуктов испытаний ядерного оружия, проводившихся на полигонах планеты в 1952–1980 гг. Из-за 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 содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха 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. Влияние остальных источников 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).

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение окружающей среды внесли также техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

Авария на АЭС «Фукусима-1» произошла 11 марта 2011 г. В последней декаде марта и апреле территориальными подразделениями СРМ Росгидромета на всей территории России в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей, отобранных с помощью воздухофильтрующих установок, регистрировались повышенные объемные активности (ОА) ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I и других радионуклидов (^{132}I , ^{132}Te , ^{136}Cs), отсутствующих (кроме ^{137}Cs) в составе глобального техногенного фона. Подробные данные о результатах, полученных в период аварии, приводятся в разделе 5.4.

В 2011 г. произошло еще два радиационных инцидента в Европе: 13 сентября произошел термический взрыв в центре по переработке ядерных отходов слабой радиоактивности (Франция, департамент Гард, г. Марколь) и в ноябре во Франции, Чехии, Венгрии был обнаружен ^{131}I , утечка которого связана с деятельностью Института изотопов (Венгрия, г. Будапешт). В обоих случаях влияние данных возможных источников поступления в атмосферу техногенных радионуклидов подразделениями Росгидромета на территории РФ не зарегистрировано.

Наблюдения за содержанием радионуклидов в объектах 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,

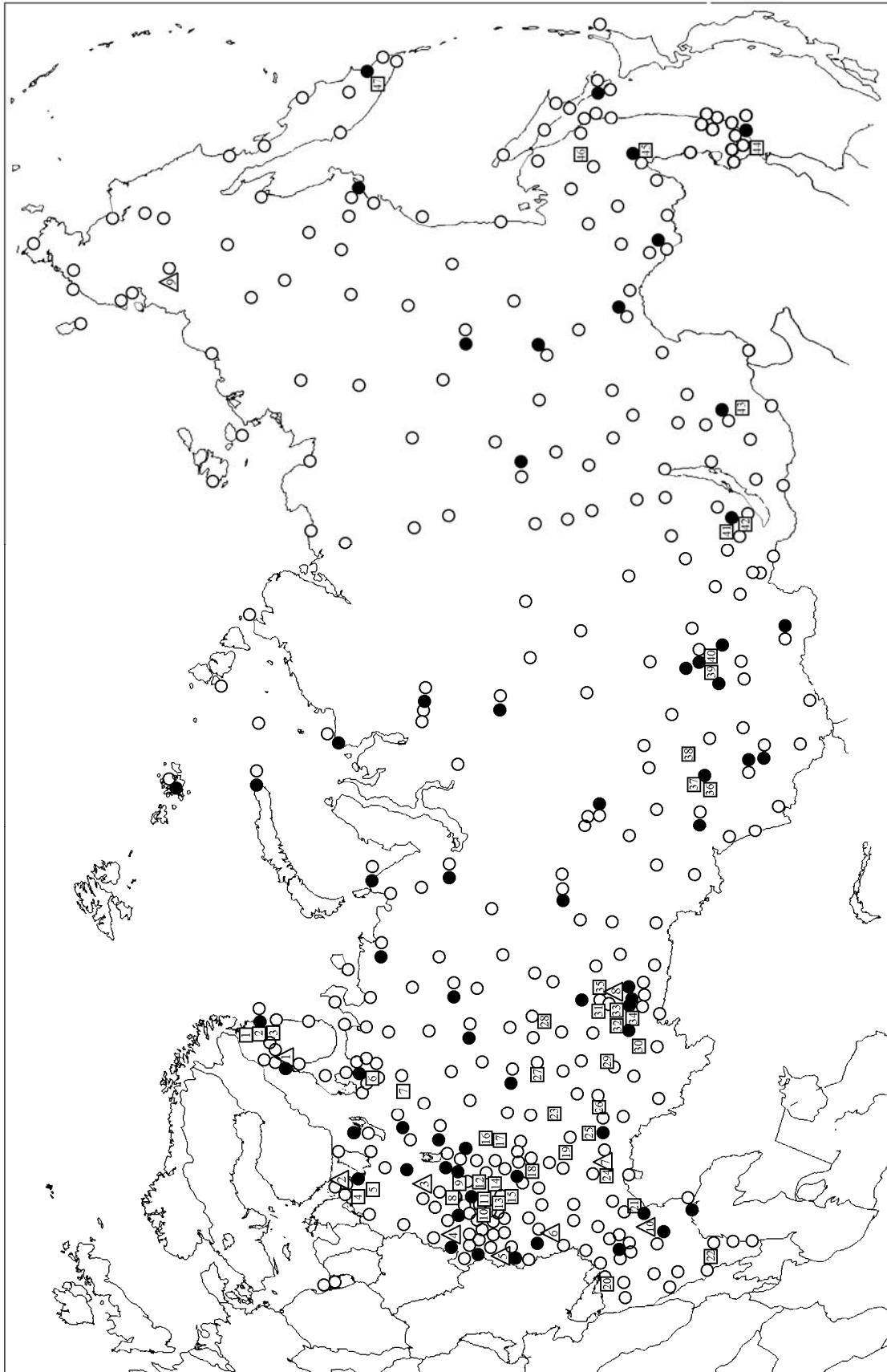


Рис. 1. 1. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета:
● — отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофиль-грудных установок; ▲ — АЭС;
○ — отбор радиоактивных выпадений с помощью планшета; □ — радиационно опасные объекты.

10 – Ростовская) и основные радиационно опасные объекты – РОО (1 – Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 2 – ФГУП «Судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск Мурманской обл.), 3 – ремонтно-технологическое предприятие ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск), 4 – ОАО «Санкт-Петербургский «Изотоп» (г. Санкт-Петербург), 5 – Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (г. Сосновый Бор), 6 – ОАО «Центр судоремонта «Звездочка», ОАО ПО «Северное машиностроительное предприятие» (г. Северодвинск Мурманской обл.), 7 – Первый Государственный испытательный космодром Минобороны России (г. Плесецк Архангельской обл.), 8 – Объединенный институт ядерных исследований (далее – ОИЯИ) (г. Дубна Московской обл.), 9 – ГУП МосНПО «Радон» (Загорское отделение, г. Сергиев Посад Московской обл.), 10 – ФГУП «ГНЦ РФ «Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (г. Троицк Московской обл.), 11 – ФГУП «НИИ НПО «Луч» (г. Подольск Московской обл.), 12 – ОАО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь Московской обл.), 13 – ГНЦ РФ – Институт физики высоких энергий (г. Протвино Московской обл.), 14 – ФГУП «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 – ОАО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова» (далее – ОКБМ) (г. Нижний Новгород), 17 – Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 18 – ОАО «Электромеханический завод «Авангард-Конверсия», ФГУП «РФЯЦ – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (г. Саров Нижегородской обл.), 19 – ФГУП Федеральный научно-производственный центр «ПО «Старт» (г. Заречный Пензенской обл.), 20 – Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 21 – Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 22 – Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 23 – Казанское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 24 – Саратовское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 25 – ОАО «ГНЦ НИИ атомных реакторов» (далее – НИИАР) (г. Димитровград Ульяновской обл.), 26 – Самарское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 27 – ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов Удмуртской Республики), 28 – ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (г. Лесной Свердловской обл.), 29 – Благовещенское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (г. Благовещенск Республики Башкортостан), 30 – ФГУП «Приборостроительный завод» (г. Трехгорный Челябинской обл.), 31 – Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 32 – РФЯЦ ВНИИ технической физики (г. Снежинск Челябинской обл.), 33 – ФГУП «ПО «Маяк» (далее – ПО «Маяк»), 34 – Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 35 – ОАО «Институт реакторных материалов» (далее – ИРМ) (г. Заречный Свердловской обл.), 36 – Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 37 – ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (далее – НЗХК) (г. Новосибирск), 38 – ОАО «Сибирский химический комбинат» (далее – СХК) (г. Северск Томской обл.), 39 – ОАО «ПО «Электрохимический завод» (г. Зеленогорск

Красноярского края), 40 – ФГУП «Горно-химический комбинат» (далее – ГХК) (г. Железногорск Красноярского края), 41 – ОАО «Ангарский электролизный химический комбинат» (далее – АЭХК) (г. Ангарск Иркутской обл.), 42 – Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 43 – ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО) (г. Краснокаменск Забайкальского края), 44 – Дальневосточный завод «Звезда» (ЗАО Большой Камень Приморского края), 45 – Хабаровское отделение филиала «Дальневосточный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 46 – ОАО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края), 47 – ОАО «Северо-Восточный региональный центр по ремонту и утилизации вооружения и военной техники» Минобороны РФ (далее – ОАО «СВРЦ») (г. Вилючинск Камчатского края)).

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет Лаборатория контроля радиоактивного загрязнения природной среды и методического руководства радиометрической сетью Росгидромета Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» (ЛКРЗ ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск). Руководство работой СРМ на федеральном уровне осуществляется Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и 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 2011 г. в составе СРМ наблюдения проводили: 409 пунктов по отбору проб радиоактивных выпадений с суточной экспозицией, 52 пункта по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 33 пункта по отбору проб осадков и 15 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 44 пункта по отбору проб пресной воды и 10 пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr [6]. Наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) проводились на 1304 пунктах, дополнительно измерения МЭД проводились на 30 постах в крупных городах. Также на 213 станциях в ближних зонах отдельных АЭС и РОО параллельно проводятся измерения МЭД с помощью автоматических датчиков в составе автоматических метеостанций.

В 30-км зонах некоторых АЭС и РОО проводились маршрутные обследования с отбором проб воды из поверхностных водоемов, растительности, снега, почвы и γ -съемкой местности (см. разделы 2–5).

Полученные в 2011 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 2011 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 четверо суток после окончания отбора пробы с помощью тонкопленочного 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 (с периодом полураспада более четырех суток). 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 радионуклидный 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 [7–15].

В табл. 1.1 приведены среднемесячные, взвешенные по отдельным географическим регионам РФ, объемные $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2011 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.

Схема деления территории РФ на географические регионы приведена в табл. 1.2. В табл. 1.1, 1.3 и 1.4 гг. Брянск и Курск выделены в связи с тем, что они расположены вблизи районов, загрязненных в 1986 г. в результате чернобыльской аварии. В табл. 1.1, 1.3 и 1.4 отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, где из-за проблем с энергозатратами на воздухофильтрующие установки с 1998 г. наблюдения не проводятся. Данные по п. Новогорный, расположенному в 7 км от ПО «Маяк», приведены за 9 месяцев, т.к. отбор проб аэрозолей возобновлен с апреля 2011 г.

Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении 1. Там же приведены объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных субъектов РФ в 2011 г., необходимые для составления радиационно-гигиенических паспортов территорий.

Объемные $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2011 г., 10^{-5} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	12,8	22,1	31,1	16,3	20,2	18,9
Февраль	-	9,7	13,3	17,0	15,6	13,6	12,3
Март	-	7,3	11,8	11,8	12,4	8,8	9,5
Апрель	-	6,7	18,9	20,7	51,6*	18,2	14,2
Май	-	5,9	12,5	18,9	31,8*	7,4	10,4
Июнь	-	4,9	12,3	16,5	11,5	7,3	9,0
Июль	-	3,9	12,5	27,7	17,1	11,0	11,0
Август	-	3,5	15,8	26,3	16,6	9,6	11,2
Сентябрь	-	4,6	9,5	12,8	9,9	6,4	7,5
Октябрь	-	4,3	8,4	15,1	13,1	5,5	7,4
Ноябрь	-	5,1	8,7	8,7	8,4	4,6	6,6
Декабрь	-	10,8	12,1	12,9	10,2	7,6	11,2
Среднее:							
2011 г.	-	6,6	13,3	18,1	18,4	10,2	10,8
2010 г.	-	8,0	14,3	20,5	13,6	11,0	12,0
Азиатская территория России							
Месяц	Кыштым	Новогор-ный	Западная Сибирь	Север Восточ-ной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзве-шенное по АТР	Средневзвешенное по РФ
Январь	19,75	-	26,4	13,6	26,1	19,2	19,1
Февраль	23,30	-	16,2	15,1	22,0	16,7	15,1
Март	15,33	-	11,6	11,3	15,9	12,3	11,3
Апрель	13,11	7,48	16,3	16,1	24,0	17,7	16,4
Май	8,48	9,69	15,0	18,9	18,7	17,9	15,2
Июнь	11,52	7,97	17,0	15,4	17,7	16,3	13,6
Июль	7,69	10,4	11,4	21,2	16,3	17,8	15,3
Август	9,53	8,53	11,7	16,8	19,7	16,1	14,3
Сентябрь	12,75	9,48	15,2	12,4	21,3	14,8	12,2
Октябрь	10,75	8,72	12,8	11,7	22,1	14,0	11,6
Ноябрь	7,92	9,27	9,7	21,3	28,1	19,7	15,0
Декабрь	11,66	8,29	19,5	28,4	21,2	24,8	20,0
Среднее:							
2011 г.	12,7	8,9	15,3	16,8	21,0	17,2	14,9
2010 г.	-	-	16,9	14,9	17,2	15,8	14,5

Примечание: * – ВФУ в Брянске не работала;
 -- нет данных.

Средневзвешенное по территории РФ значение среднегодовой объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2011 г. составляло $14,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и было на уровне последних 10 лет ($(14,5-17,9) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Самая высокая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась на Юге Восточной Сибири ($21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы регионов страны в 2011 г. изменялась в пределах $(3,5-31,3) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Минимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в августе в Заполярье, а максимальная – в январе в Центре ЕТР.

Как видно из табл. 1.1, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории РФ повышается во время отопительного сезона с ноября – декабря по март – апрель с максимумом в январе – декабре. 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 наблюдалась повышенная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ воздуха. В 2011 г. на территории РФ

по данным оперативного мониторинга было зарегистрировано 135 случаев, 43 (15.03 –15.04) из них связано с поступлением радиоактивных продуктов аварии на АЭС «Фукусима-1» (в 2010 г. – 92 случая, в 2009 г. – 129 случаев, в 2008 г. – 79 случаев) пятикратного и более превышения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями при измерении на пятые сутки после отбора пробы [6].

Таблица 1.2

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

Европейская территория России		
Крайний Север		
1. Обс. им. Кренкеля (о. Хейса) (н/р)		
Заполярье*		
1. Норильск (н/р)	4. Салехард	7. Кандалакша
2. Диксон	5. Нарьян-Мар	8. Зашеек (н/р)
3. Туруханск	6. Мурманск	9. Амдерма (н/р)
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск (н/р 2 месяца)	7. Петрозаводск
2. Ухта	5. Вологда	8. С.-Петербург
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Охоны (экспозиция 10 дней)
Центр		
1. Нижний Новгород	4. Обнинск	7. Нововоронеж (экспозиция 5 дней)
2. Самара	5. Подмосковная	8. Курчатов (экспозиция 5 дней)
3. Пенза	6. Ельня (н/р)	
Юг		
1. Астрахань	3. Ростов-на-Дону (н/р 3 месяца)	
2. Волгоград	4. Цимлянск	
Азиатская территория России		
Западная Сибирь		
1. Кызыл (н/р 1 месяц)	6. Большая Мурта	11. Барнаул
2. Огурцово (н/р 1 месяц)	7. Верхнее Дуброво	12. Омск
3. Красноярск	8. Кыштым**	13. Колпашево
4. Сухобузимское	9. Новогорный**(н/р 3 месяца)	14. Ханты-Мансийск
5. Уяр	10. Аргаяш**	
Север Восточной Сибири		
1. Якутск	3. Магадан	5. Мирный
2. Петропавловск-Камч. (н/р)	4. Алдан	
Юг Восточной Сибири		
1. Владивосток	4. Благовещенск	6. Южно-Сахалинск
2. Сковородино (н/р)	5. Чита	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, 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.

Наиболее высокие значения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$, относящиеся к случаям пятикратного и более превышения фоновых уровней, отмечались 25 января в п. Сухобузимское Красноярского края (ГХК) – $275 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в январе в Кирове – $242 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Н.Новгороде – $195 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в апреле в Астрахани (что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1») – $252 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в Курске

(Курская АЭС) – 225 и $211 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ) – $193 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях.

Максимальные превышения среднесуточной объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2011 г. наблюдались в п. Сыктывкар – в 49 раз, п. Охоны Новгородской обл. (Калининская АЭС) – в 27 и 35 раз, п. Сухобузимское Красноярского края (ГХК) – в 26 раз, в Астрахани и Вологде – в 23 раза, в Н.Новгороде – в 20 раз соответственно.

Таблица 1.3

Среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2011 г., 10^{-7} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	5,1	10,3	25,0	10,7	4,0	12,8
Февраль	-	5,1	10,8	24,3	9,1	2,6	12,6
Март	-	5,4	32,4	80,7	56,7	74,2	44,1
Апрель	-	139,4	358	334	1356	1799	501
Май	-	50,1	99,7	74,5	22,5	9,1	73,0
Июнь	-	42,7	98,1	71,6	11,0	4,0	71,0
Июль	-	1,7	4,8	3,9	7,7	3,4	3,4
Август	-	1,2	6,4	4,1	9,0	6,3	4,4
Сентябрь	-	1,2	5,0	4,9	11,1	5,2	4,1
Октябрь	-	1,0	3,3	3,9	10,0	3,3	3,0
Ноябрь	-	1,0	2,7	4,5	9,7	2,9	2,9
Декабрь	-	1,0	2,8	3,5	6,4	5,5	2,9
Среднее:							
2011 г.	-	21,2	52,9	52,9	126,7	160,0	61,3
2010 г.	-	0,9	4,0	7,0	10,6	4,8	4,0
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	-	5,2	3,3	4,6	3,7	6,1	
Февраль	-	4,7	3,3	4,6	3,6	5,9	
Март	-	6,8	3,1	5,2	3,2	15,5	
Апрель	219	363	238	253	256	321	
Май	238	85,6	238	253	176	149	
Июнь	219	69,7	238	253	171	144	
Июль	575	2,6	1,9	4,9	2,6	2,8	
Август	362	4,7	1,9	4,9	2,9	3,3	
Сентябрь	265	4,1	1,9	4,9	2,8	3,1	
Октябрь	145	2,1	1,3	4,9	2,0	2,2	
Ноябрь	380	2,1	1,3	4,9	2,0	2,2	
Декабрь	14,1	2,1	1,3	4,9	2,0	2,2	
Среднее:							
2011 г.	268	46,1	61,2	66,9	52,3	54,8	
2010 г.	104	3,4	1,4	2,1	1,9	2,4	

Примечание: -- нет данных.

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2011 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 2010 год.

Как указывалось во введении, в последней декаде марта – первой декаде апреля на территорию России поступали воздушные массы, загрязненные радиоактивными продуктами аварии на японской

АЭС «Фукусима-1», поэтому на всей территории России в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей, отобранных с помощью воздухофильтрующих установок, регистрировались повышенные объемные активности ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I и других радионуклидов (^{132}I , ^{132}Te , ^{136}Cs), отсутствующих (кроме ^{137}Cs) в составе глобального техногенного фона. ОА этих радионуклидов были на 3–5 порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009, однако их поступление изменило среднемесячные и среднегодовые характеристики радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы. Среднегодовая взвешенная по территории России объемная активность ^{137}Cs в воздухе увеличилась до $54,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 24 раза выше значений предыдущего года.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в апреле во всех пунктах наблюдения на территории РФ, например, в Санкт-Петербурге, Владивостоке, Курске, Курчатове, Цимлянске, Ростове-на-Дону и Астрахани среднемесячная объемная активность в апреле составляла $1080 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $1186 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $1356 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $1378 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $1640 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $2760 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $2900 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Измеренные в указанных выше населенных пунктах среднемесячные ОА ^{137}Cs в воздухе в апреле в 19–53 раза превышали средневзвешенную годовую ОА по территории России (и на 2–3 порядка соответствующие значения прошлого года), но были на 4–5 порядков ниже допустимой среднегодовой ОА ^{137}Cs в воздухе для населения (ДООА_{НАС} = 27 Бк/м³) по НРБ-99/2009.

Кроме ^{137}Cs в конце марта и в апреле в период аварии на АЭС «Фукусима-1» на всей территории России в приземном слое атмосферы наблюдался ^{134}Cs , давно отсутствовавший в составе глобального фона, ОА которого в воздухе была практически равной ОА ^{137}Cs (подробнее см. раздел 5.4). Среднесуточные ОА ^{134}Cs , регистрируемые в этот период, были на 4–5 порядков ниже ДООА_{НАС} = 19 Бк/м³ по НРБ-1999/2009.

Объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2011 г. представлена в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2011 г., 10^{-7} Бк/м³

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Заполярье	0,22	0,39	0,24	0,33	0,29
Север	1,2	0,97	0,87	0,74	0,95
Центр	0,62	0,74	0,54	0,40	0,58
Юг	0,57	0,52	0,54	0,54	0,54
Брянск, Курск	0,36	1,61	0,54	0,27	0,70
Азиатская территория России					
Западная Сибирь*	1,15	1,81	1,53	1,14	1,4
Север Восточной Сибири	0,58	0,88	0,66	0,45	0,64
Юг Восточной Сибири	1,31	2,02	1,68	1,78	1,7

Примечание: * – при подсчете не учитывались данные по п. В.Дуброво (см. разделы 2.2, 4.2).

Как видно из табл. 1.4, наибольшая среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы наблюдалась на территории Юга Восточной Сибири, наименьшая, как и для ^{137}Cs , – в Заполярье. Из приведенных данных также видно, что наибольшая среднеквартальная взвешенная

по отдельным регионам страны объемная активность ^{90}Sr ($2,02 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) также наблюдалась на территории Юга Восточной Сибири во II квартале.

Повышенные, по сравнению с фоновыми, среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2011 г. наблюдались в I квартале в п. В. Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) – $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в Петрозаводске – $4,06 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³; во II квартале в п. В. Дуброво – $10,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, п. Огурцово Новосибирской области (НЗХК) – $4,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и во Владивостоке – $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³; в III квартале в Иркутске – $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в п. В. Дуброво – $8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и п. Сухобузимское Красноярской области (ГХК) – $4,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³; в IV квартале в п. В. Дуброво – $16,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные выше объемные активности ^{90}Sr были в 8–20 раз выше, чем средневзвешенная по территории РФ объемная активность (см. табл. 1.5), но на 6 порядков ниже ДОА_{НАС}. ^{90}Sr в воздухе ($2,7$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1]. Объемная активность ^{90}Sr вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (гг. Брянск, Курск) с 2000 г. не превышала уровней, наблюдающихся на незагрязненной территории ЕТР.

В табл. 1.5 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2011 гг. Из табл. 1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ последние 7 лет находится примерно на одном уровне и составляла в 2011 г. $0,83 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на 7 порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [1], и практически не отличается от объемных активностей, наблюдавшихся перед аварией на ЧАЭС.

Таблица 1.5

Средневзвешенные по территории страны объемные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2011 гг., 10^{-7} Бк/м³

Квартал	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
I	0,77	0,90	0,96	1,16	0,61	0,74	0,69	0,67	0,89	0,63	0,66	0,74
II	1,76	1,74	1,52	1,91	1,90	1,08	1,24	1,10	1,30	1,18	0,77	1,05
III	1,30	1,43	1,34	1,35	1,30	0,88	0,95	0,96	0,87	1,15	0,84	0,84
IV	0,94	1,26	0,93	1,00	0,96	0,78	0,72	0,86	0,77	0,83	0,73	0,78
Среднее	1,20	1,33	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97	0,95	0,73	0,83

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

В 2011 г., как и в предыдущие годы, в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» проводился радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных в г. Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ) и в п. Новогорный (7 км от ПО «Маяк»), и квартальных проб, отобранных в г. Курске (Курская АЭС), для определения содержания изотопов плутония в приземном слое атмосферы этих городов. Анализ проб после радиохимического выделения плутония проводился на спектрометре 570А-450 фирмы «Ortec» [15]. Объемные активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы Обнинска, Новогорного и Курска приведены в табл. 1.6.

Из табл. 1.6 видно, что среднемесячные объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в г. Обнинске в 2011 г. изменялись от $2,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в сентябре до $25 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в апреле при среднегодовом значении $6,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что на 6 порядков ниже ДОА_{НАС}. $^{239,240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объемные активности ^{238}Pu в г. Обнинске изменялись от $1,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в сентябре до

$17 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в апреле при среднегодовом значении $4,7 \cdot 10^{-9}$ 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 гг. Обнинске и Курске и в п. Новогорный в 2011 г., 10^{-9} Бк/м³

Месяц	г. Обнинск		г. Курск		п. Новогорный	
	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu
Январь	3,2	4,2			-	-
Февраль	4,2	3,7	0,4	1,0	-	-
Март	9,5	8,0			-	-
Апрель	17,0	25,0			80	70
Май	4,5	5,5	0,6	3,1	370	270
Июнь	3,0	3,5				
Июль	2,3	2,7			-	-
Август	2,6	3,4	0,4	3,1	360	130
Сентябрь	1,6	2,1			740	470
Октябрь	2,4	3,2			210	140
Ноябрь	1,9	2,4	0,2	2,3	400	180
Декабрь	4,5	8,2			90	100
Среднее:						
2011 г.	4,7	6,0	0,4	2,4	320	190
2010 г.	24,7	10,9	-	1,7	-	-
2009 г.	18,2	9,9	1,5	3,4	-	-
2008 г.	10,8	5,0	-	1,5	135	146
2007 г.	3,2	5,4	-	2,0	85	89

Примечание: - - нет данных.

Среднегодовая объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2011 г., измеряемая поквартально, была примерно на уровне последних 5 лет и составляла $2,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Максимальные среднегодовые объемные активности ^{239,240}Pu и ²³⁸Pu, как и ранее, наблюдались в п. Новогорный (ПО «Маяк»), где в 2011 г. они составляли $190 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $320 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно (подробнее см. раздел 2.2). Наблюдаемые активности были на 4 порядка ниже ДОА_{НАС}.

В предыдущие годы ¹³¹I в приземном слое атмосферы регистрировался в трех пунктах в зонах влияния РОО: Обнинске (ФЭИ, Филиал НИФХИ), Курске и Курчатове (Курская АЭС). В 2011 г. в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» в конце марта и апреле ¹³¹I наблюдался на всей территории России. Поэтому случаев регистрации ¹³¹I в воздухе указанных пунктов было гораздо больше. В приземном слое атмосферы г. Обнинска за 2011 г. зарегистрировано 82 случая появления ¹³¹I, 35 из них связаны с аварией на АЭС «Фукусима-1» и зарегистрированы в конце марта и апреле, остальные – от местного источника (в 2007–2010 гг. – от 21 до 36 случаев за год). Максимальное значение среднесуточной ОА ¹³¹I ($4,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) наблюдалось в Подмосковной 3–4 апреля и было на 3 порядка ниже ДОА_{НАС} = $7,3$ Бк/м³ в соответствии с НРБ-1999/2009. В приземном слое атмосферы г. Курска за 2011 г. зарегистрировано 38 случаев появления ¹³¹I (36 – в марте–апреле; в 2007–2010 гг. – 1–5 случаев в год). Максимальное значение ОА ¹³¹I ($3,72 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) наблюдалось 3–4 апреля. Максимальные ОА ¹³¹I за счет влияния местных источников в указанных пунктах были на 1–2 порядка ниже.

Кроме того, как и в предшествующие годы, в 2011 г. отмечен ряд случаев появления в атмосфере гг. Курска, Курчатова и Нововоронежа продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых были на 5–7 порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 (подробнее см. разделы 4.7, 4.9).

В 2011 г. в приземном слое атмосферы в марте–апреле в окрестностях АЭС и других РОО, так же как и на всей территории России, наблюдались повышенные ОА ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{131}I . Существенных изменений объемной активности других техногенных радионуклидов не наблюдалось.

На рис. 1.2 показана динамика изменения среднегодовых объемных активностей $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2011 гг.

Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период, за исключением 2011 г., были на 6–7 порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОО_{НАС}) по НРБ-99/2009 [1].

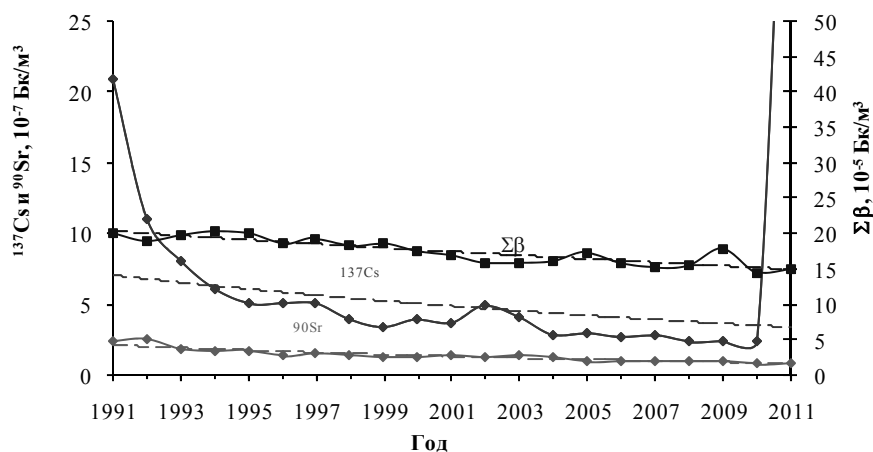


Рис. 1.2. Динамика изменения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ

Следует отметить, что хотя техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в последней декаде марта и в апреле в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1» и внесли дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы, однако все регистрируемые величины были на 3–6 порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОО_{НАС}) по НРБ-99/2009 [1].

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2011 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения $\Sigma\beta$ и радиоизотопного состава проб аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [7–14].

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. Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении 1.

Схема группировки пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями по географическим районам РФ

Европейская территория России
<p><u>Заполярье*</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бух. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><u>Север</u> УГМС: Северное (без Диксонского ЦГМС), Северо-Западное ЦГМС: Калининградский</p> <p><u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u> в Центральном УГМС и УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) Данные по пп. Плавск (Тульская обл.), Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км²) при расчете средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по ЕТР и РФ не учитывались.</p> <p><u>Юг</u> Северо-Кавказское УГМС</p>
Азиатская территория России
<p><u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское</p> <p><u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское (без Тиксинского ЦГМС), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)</p> <p><u>Юг Восточной Сибири</u> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское</p>

Примечание: * – в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР.

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 2011 г. было зарегистрировано [5] 29 случаев, 3 из них (15.03 – 15.04) связано с поступлением радиоактивных продуктов аварии на АЭС «Фукусима-1», десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями (в 2009–2010 гг. – 18 и 16 соответственно).

Наибольшие суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2011 г. были зафиксированы в г. Новороссийск и в пп. Сухобузимское и Дзержинское Красноярского края (ГХК) – 33, 21 и 16 Бк/м²·сутки соответственно. Максимальные превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2011 г. наблюдались в г. Новороссийск – в 47 и 24 раза, в г. Южно-Курильск Сахалинской обл. – в 29 раз, в п. Дзержинское – в 26 раз.

Наибольшее количество случаев превышения объемных $\Sigma\beta$ и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями имело место на территориях Западной Сибири (более 70 случаев) и Севера ЕТР (33 случая). Наибольшее число случаев превышения объемной $\Sigma\beta$ и выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями на территории России отмечалось в декабре, январе и апреле (53, 47 и 45 случаев соответственно).

Выпадения $\Sigma\beta$ на территории РФ в 2011 г., Бк/м²-сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	1,02	0,92	1,22	0,82	1,29	1,07
Февраль	1,07	1,05	1,05	0,76	0,78	1,02
Март	0,86	0,71	0,94	0,75	0,74	0,81
Апрель	0,76	0,68	0,91	0,49	0,73	0,77
Май	0,90	0,68	0,95	0,54	0,86	0,83
Июнь	0,83	0,49	1,04	0,53	0,87	0,78
Июль	1,03	0,56	1,19	0,59	1,13	0,93
Август	0,97	0,63	1,12	0,63	0,85	0,88
Сентябрь	1,06	0,51	1,09	0,60	0,82	0,86
Октябрь	1,02	0,56	1,13	0,66	1,07	0,91
Ноябрь	0,97	0,63	1,06	0,76	1,04	0,89
Декабрь	1,01	0,82	1,12	0,83	1,01	0,98
Среднее:						
2011 г.	1,0	0,7	1,1	0,7	0,9	0,9
2010 г.	0,8	0,7	1,2	0,8	1,0	0,9
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,35	1,38	1,42	1,38	1,3	
Февраль	1,32	1,41	1,30	1,35	1,3	
Март	1,29	1,07	1,20	1,20	1,1	
Апрель	1,38	0,92	1,26	1,19	1,1	
Май	1,18	0,90	1,40	1,12	1,0	
Июнь	1,14	0,90	1,45	1,11	1,0	
Июль	1,14	0,97	1,42	1,13	1,1	
Август	1,25	1,05	1,35	1,20	1,1	
Сентябрь	1,28	0,95	1,33	1,17	1,1	
Октябрь	1,28	0,95	1,04	1,12	1,1	
Ноябрь	1,32	1,14	1,12	1,22	1,1	
Декабрь	1,24	1,11	1,04	1,15	1,1	
Среднее:						
2011 г.	1,3	1,1	1,3	1,2	1,1	
2010 г.	1,3	1,2	1,5	1,3	1,2	

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории РФ приведены в табл. 1.9. Как видно из таблицы, годовые выпадения ^{137}Cs во всех регионах РФ значительно увеличились по сравнению с 2010 г. за счет поступления на территорию России, как уже указывалось выше, в конце I – начале II квартала техногенных радионуклидов от АЭС «Фукусима-1». В целом, годовые выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, за счет «фукусимского» ^{137}Cs в 2011 г. увеличились как минимум в 3 раза и составили 0,82 Бк/м²·год (в 2006–2010 гг. – менее 0,3 Бк/м²·год). На незагрязненных территориях ЕТР годовые выпадения ^{137}Cs увеличились в 2011 г. в 5,6 раза и стали сравнимы с выпадениями на загрязненных после чернобыльской аварии территориях – 1,74 и 1,76 Бк/м²·год соответственно.

Максимальные по абсолютной величине годовые выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР вне загрязненных зон наблюдались на Юге ЕТР – 3,39 Бк/м²·год, что в 13 раз выше уровня 2010 г. На территории АТР вне загрязненных зон максимальные выпадения наблюдались на Юге Восточной Сибири – 1,04 Бк/м²·год, где выпадения ^{137}Cs до 2011 г. в основном были ниже предела обнаружения.

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах РФ в 2011 г., Бк/м²·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год		
					2011 г.	2010 г.	2009 г.
Заполярье	1,11	0,49	0,33	0,11	2,03	<0,2	<0,2
Север	0,21	0,95	0,25	0,17	1,57	0,31	0,29
Центр ЕТР	0,25	1,07	0,14	0,08	1,54	0,45	0,41
Юг	0,08	3,20	0,07	0,04	3,39	0,26	0,40
Средневзвешенное по ЕТР (без загрязненной зоны)	0,21	1,19	0,22	0,12	1,74	0,31	0,34
Загрязненная зона	0,31	0,83	0,49	0,13	1,76	1,4	2,3
Западная Сибирь	0,06	0,40	0,09	н	0,59	<0,2	<0,2
Север Восточной Сибири	0,06	0,30	н	н	0,41	<0,2	<0,2
Юг Восточной Сибири	0,60	0,32	0,08	н	1,04	<0,2	<0,2
Средневзвешенное по РФ	0,1	0,56	0,1	0,05	0,82	<0,3	<0,3

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

До 2011 г. на загрязненных после чернобыльской аварии территориях ЕТР наблюдалось стабильное уменьшение годовых выпадений ^{137}Cs , усредненных по 10 пунктам (см. табл. 1.7), за счет его радиоактивного распада и миграции в нижние слои почвы. В 2011 г. добавка «фукусимского» ^{137}Cs превысила это стабильное уменьшение, и выпадения ^{137}Cs на загрязненных в результате чернобыльской аварии территориях в среднем увеличились по сравнению с 2010 г. (1,4 Бк/м²·год) и составили 1,76 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ^{137}Cs на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составили в 2011 г. 6,1 Бк/м²·год.

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs (17,6 Бк/м²·год) в 2011 г. наблюдались, как и ранее, в 7 км от ПО «Маяк» в п. Новогорный. Средние по 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 14 пунктам) годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в 2011 г. составили 4,7 Бк/м²·год, незначительно уменьшившись по сравнению с 2006–2010 гг. (5,1–7,0 Бк/м²·год, подробнее см. раздел 2.2).

Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,2 Бк/м²·год). Однако на АТР в 100-км зоне ПО «Маяк» средние по тем же 14 пунктам выпадения ^{90}Sr были значительными и составили 15,2 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Худайбердинский – 16,9 Бк/м²·год (подробнее см. раздел 2.2).

В 2011 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (^3H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 33 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками за 2011 г. в сравнении с 2010 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 2011 г. изменялись в диапазоне 2,1–3,4 Бк/л и 54–204 Бк/м²·месяц соответственно. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2011 г. (2,5 Бк/л) незначительно отличалось от уровня предыдущего года (2,2 Бк/л).

Таблица 1.10

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м²-месяц), усредненные по 33 пунктам на территории России

Месяц	2010 г.		2011 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	1,2	31	2,3	63
Февраль	1,8	32	2,2	57
Март	1,7	44	2,5	54
Апрель	2,1	49	2,5	78
Май	2,5	96	2,1	66
Июнь	2,6	133	3,4	141
Июль	3,1	167	3,4	204
Август	2,4	159	2,5	170
Сентябрь	2,2	104	2,9	160
Октябрь	2,3	90	2,0	158
Ноябрь	2,6	122	2,6	94
Декабрь	2,2	113	2,3	77
Среднее	2,2	95,5	2,5	100,7
Сумма, кБк/м ² -год		1,15		1,21
Выпадения на территории РФ, Бк		19,6·10 ¹⁵		20,6·10 ¹⁵

Среднегодовое содержание трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный составляло 46,6 Бк/л, что в 19 раз выше среднего значения по территории РФ (подробнее см. раздел 2.2).

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2011 г. составили 20,6·10¹⁵ Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение величины годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ (17,075·10⁶ км²). Сравнение приведенных данных содержания трития 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 [16, 17].

На рис. 1.3 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ¹³⁷Cs и Σβ на территории РФ в 1991–2011 гг.

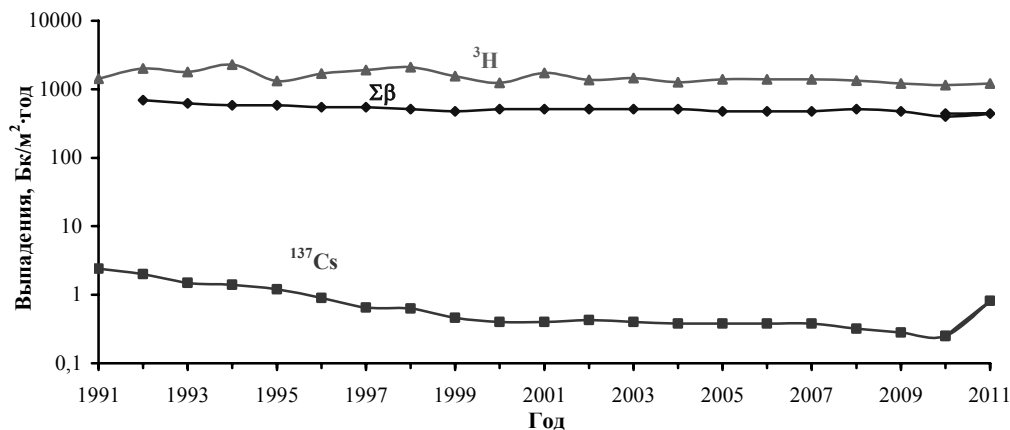


Рис. 1.3. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ

Из приведенных данных видно, что выпадения всех радионуклидов на подстилающую поверхность постепенно снижаются. За период 1991–2011 гг. выпадения трития и $\Sigma\beta$ уменьшились примерно в 1,5 раза. Выпадения ^{137}Cs за период 1991–2010 гг. уменьшились практически на порядок величины – в 9,6 раза. Поступление на территорию России «фукусимского» ^{137}Cs изменили динамику постепенного снижения выпадений этого радионуклида, увеличив в 2011 г. их величину примерно в 3 раза.

Поверхностные воды суши и морей

При мониторинге радиоактивного загрязнения поверхностных вод определяется содержание в воде ^{90}Sr и трития. Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на ^{90}Sr осуществляются по методике [18] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в региональных радиометрических лабораториях Владивостока, Новосибирска, Екатеринбурга и в лаборатории Челябинска. Отбор проб и их анализ на содержание трития проводится по методике [19]. Анализ проб воды на содержание трития, отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.11 приведены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках и озерах РФ отдельно для ЕТР и АТР в 2001–2011 гг. Данные для озер ЕТР в 2011 г. представлены результатами определения содержания ^{90}Sr в озерах Имандра и Онежское, а для озер 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. Средняя объемная активность ^{90}Sr в 2011 г. в воде рек ЕТР незначительно уменьшилась по сравнению с 2010 г., в воде рек АТР незначительно увеличилась (см. табл. 1.11). В 2011 г. ее величина по территории РФ составляла 4,1 мБк/л, что на 3 порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения ($УВ = 4,9$ Бк/л) по НРБ-99/2009 [1].

Таблица 1.11

Среднегодовые объемные 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)
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
2009	4,7 (6,9)	3,9	4,3 (5,6)	4,5	6,8
2010	4,2 (4,4)	4,2	4,2 (4,3)	3,0	7,8
2011	3,7 (4,6)	4,4	4,1 (4,5)	2,6	7,2

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

* – данные только по оз. Онежскому;

- – пробы не отбирались.

В осреднение не включались результаты определения содержания ^{90}Sr в речной воде, отобранной в 2005–2011 гг. в пп. Чердынь (р. Колва), Рябино (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 [20]. Объемные активности ^{90}Sr в воде рек указанных пунктов колебались в течение года в пределах 3–11, 3–12, 3–23 мБк/л при среднегодовых значениях 7, 9 и 7 мБк/л соответственно, превышающих фоновые уровни в 2 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. разделы 2.2 и 5.2), загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк». Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово) в 2011 г. была на уровне 2010 г. и составляла 15,1 Бк/л, что в 3,1 раза выше уровня вмешательства для населения (УВ = 4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009 [1] и более чем на 3 порядка выше фонового уровня для рек РФ.

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде изменялась от 2,3 до 1,0 Бк/л, что в 2–5 раз ниже УВ.

В табл. 1.12 приведены среднегодовые (осредненные по 5–6 пробам) объемные активности трития в 2001–2011 гг. в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Как видно из табл. 1.12, в 2011 г. среднегодовая объемная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения оставалась на уровне 2010 г., изменяясь в пределах 1,6–2,5 Бк/л при среднем значении за год 2,0 Бк/л (в 2010 г. – 2,3 Бк/л). Меньшее из этих значений относится к р. Волга (п. Брейтово), а большее – к р. Нижняя Тунгуска (п. Тура).

Таблица 1.12

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

Регион стока	Река (пункт)	Годы										
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-	-	-
	р. Северная Двина (Соллобала)	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,7
	р. Печора (Городецкий Шар)	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1	2,1	1,9	1,7
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4	1,9	1,7
	р. Волга (В. Лебяжье)	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6	1,6	2,0
	р. Волга (Брейтово)	-	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5	2,4	1,3	1,6
Центр ЕТР	р. Дон (Аксай)	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	1,9
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6	2,3	2,7	2,3
	р. Лена (Тикси / Хабарово)	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9	2,8	1,7
	р. Колыма (Черский)	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7	2,2	2,2
	р. Н.Тунгуска (Тура)	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8	2,9	2,6	2,5
	р. Индигирка (Индигирский)	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7	2,8	1,9
	р. Обь (Салехард)	-	-	2,7	2,3	2,7	2,6	2,6	3,2	2,2	2,2	2,0
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	2,9	2,1
	р. Амур (Хабаровск)	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1	2,6	2,7	2,4
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8	2,5	2,0

Примечание: - – пробы не отбирались.

В р. Тече наблюдалось повышенное содержание трития по сравнению с фоновыми уровнями для рек России. Среднегодовая объемная активность трития в р. Тече (п. Муслимово) составляла 260 Бк/л, что превышает фоновый уровень для рек России (2,0 Бк/л) на 2 порядка (подробнее см. раздел 2.2).

На рис. 1.4 показаны динамика изменения объемных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1991–2011 гг., а также для сравнения – динамика изменения объемной активности трития в осадках за тот же период. Из рис. 1.4 видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в реках РФ постепенно уменьшается, с 1991 г. она уменьшилась примерно в 2 раза. Анализ данных по тритию за период 1991–2011 гг. показывает, что содержание трития в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, так же как и активность трития в осадках. Из рис. 1.4 видно, что объемная активность трития в реках обусловлена осадками.

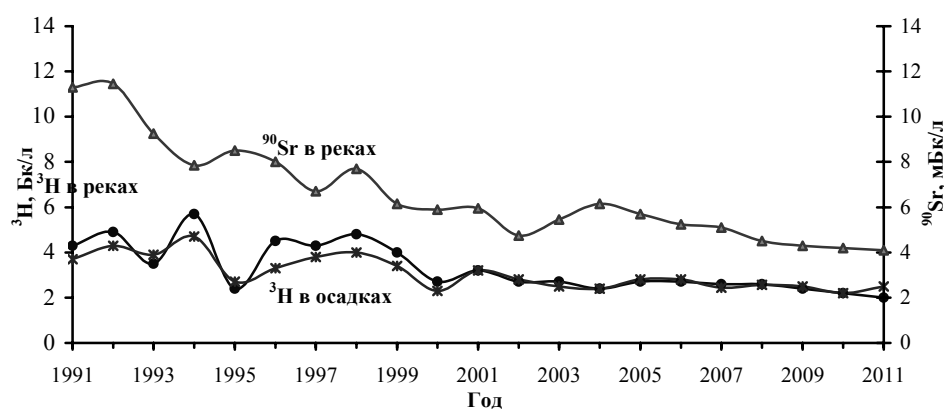


Рис. 1.4. Динамика изменения объемной активности ^3H в реках, в осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ

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 гидрометеороbservаториями. Радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.13 приведены среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей в 2001–2011 гг. Из табл. 1.13 видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2011 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) находились в пределах от 1,2 мБк/л (в водах Авачинской губы) до 5,1 мБк/л (в водах Каспийского моря). Объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых.

Радиационный фон на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2011 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 2011 г. не изменилось.

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

Море	Кол-во проб в 2011 г.	Годы										
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Азовское	-	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-
Черное	-	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-
Каспийское	6	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1
Баренцево	4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1	2,5	1,8	1,7
Белое	6	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,9	3,6	3,5	2,6
Охотское	4	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1	1,6	1,4	1,4
Японское	3	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	1,3	1,5	1,3	1,5
Тихий океан*	12	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4	0,9	1,2

Примечание: - - пробы не отбирались;

* - прибрежные воды Восточной Камчатки.

По данным ежедневных измерений в 1304 пунктах в течение 2011 г. на территории РФ мощность экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на местности, кроме загрязненных районов, находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона (6–20 мкР/ч).

Измерения МЭД, проведенные в марте–апреле 2011 г. на всей территории РФ, не выявили ни одного случая превышения пределов обычных фоновых колебаний этого параметра радиационной обстановки.

В 100-км зонах вокруг радиационно опасных объектов значения МЭД в основном не превышали фоновых уровней, за исключением единичных случаев, наблюдавшихся вблизи Иркутского отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и АЭХК (пп. Байкальск, Хомутово), ППГХО (пп. Приаргунск, Кайластуй, Борзя) и ГХК (п. Солянка) – 21–22 мкР/ч; в г. Черкесск (Карачаево-Черкесская Республика) – 21–23 мкР/ч.; ППГХО (п. Краснокаменск) – 21–24 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 . Участки с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² имеются на территориях Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской и Рязанской областей, более 5 Ки/км² и наибольшие площади загрязнения – на территориях Брянской, Калужской и Тульской областей. На загрязненных после аварии территориях регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения, которые мало меняются от года к году:

– в населенных пунктах с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км² максимальные значения МЭД в течение года изменялись: от 25 до 46 мкР/ч (н.п. Ущерпье Клинецовского района Брянской обл.), от 17 до 33 мкР/ч (н.п. Творишино Гордеевского района Брянской обл., г. Плавск Тульской обл.);

– на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² максимальные значения МЭД в течение года изменялись: от 11 до 21 мкР/ч (пгт Красная Гора Красногорского района Брянской обл., н.п. Мартьяновка Клинецовского района Брянской обл.), от 11 до 24 мкР/ч (п. Узловая Тульской обл.) и от 12 до 31 мкР/ч (г. Жиздра Калужской обл.).

На загрязненных территориях АТР (Восточно-Уральский радиоактивный след) значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения (по данным 12 пунктов) не превышали фоновых уровней 10–11 мкР/ч (подробнее см. раздел 5.2).

Анализ всей совокупности экспериментальных данных, полученных на сети радиационного мониторинга Росгидромета, показал, что радиационная обстановка на территории РФ в 2011 г. была стабильной, а радиоактивное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами, за исключением приземного слоя атмосферы, незначительно отличалось от уровней 2010 г. Техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в последней декаде марта и в апреле в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1», внесли дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы, однако все регистрируемые величины объемных активностей радионуклидов были на 3–6 порядков ниже допустимых среднегодовых объемных активностей в воздухе для населения (ДОНАС) по НРБ-99/2009 [1].

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 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 [21]:

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

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В табл. 1.14 приведены среднемесячные и среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2011 г. [21].

В 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ на территории Беларуси незначительно изменилась относительно 2010 г. Наибольшая среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в 2011 г. наблюдалась в феврале в Могилеве – $37,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Минске – $30,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в феврале.

Таблица 1.14

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2011 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	11,2	0,04	11,2	0,33	21,3	1,70	26,0	1,20	15,6	1,71	25,9	0,70	10,0	0,93
Февраль	23,2	0,13	12,8	0,69	30,0	1,71	37,3	0,69	13,4	2,23	29,1	0,36	21,5	1,02
Март	11,3	2,83	10,6	0,89	25,5	9,53	24,1	2,71	22,3	1,93	17,2	2,58	16,6	3,28
Апрель	9,1	5,48	16,4	8,97	22,9	13,77	41,6	6,48	21,9	9,72	18,7	5,92	15,6	4,64
Май	7,8	0,22	11,6	1,46	16,7	0,96	16,3	0,67	15,9	0,21	13,8	0,73	11,9	2,35
Июнь	9,0	0,56	12,4	0,95	20,3	3,79	15,0	0,33	10,8	1,42	13,8	0,21	14,0	0,76
Июль	15,2	0,62	18,5	0,57	15,0	8,84	31,0	0,40	8,0	0,76	17,3	0,11	13,9	0,67
Август	11,4	0,03	16,5	0,81	17,0	1,80	34,7	0,32	16,2	0,85	15,0	0,22	11,1	0,48
Сентябрь	9,0	0,57	11,5	0,69	16,0	0,74	11,7	0,50	13,8	0,88	10,5	0,22	10,8	0,73
Октябрь	10,3	0,16	21,7	1,05	19,3	6,03	17,3	1,16	14,6	0,65	16,9	0,47	14,2	1,23
Ноябрь	10,1	0,12	20,3	1,47	23,0	0,49	26,7	1,01	16,0	0,71	13,3	0,51	12,0	1,05
Декабрь	6,7	0,11	11,0	0,85	10,0	0,77	18,0	1,00	15,0	0,51	19,6	0,38	12,2	0,87
Среднее: 2011 г.	15,3	0,91	14,5	1,56	19,8	4,18	25,0	1,37	15,3	1,8	17,6	1,03	13,7	1,50
2010 г.	13,3	0,14	14,5	1,04	20,6	1,59	21,2	1,12	18,7	1,59	20,7	1,03	15,0	1,48

Наибольшая среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs на территории Беларуси зарегистрирована в Минске – $4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что на 6 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs в атмосферном воздухе для населения согласно НРБ-2000 [22].

В связи с аварией на японской АЭС «Фукусима-1» в марте–апреле 2011 года в гг. Минск и Могилев проводился ежедневный отбор проб вместо декадного для оперативного анализа на содержание «свежих» продуктов выпадений – короткоживущих техногенных радионуклидов, в первую очередь ¹³¹I, который был зарегистрирован в этот период во всех пунктах наблюдения. Также было зарегистрировано увеличение содержания ¹³⁷Cs. Наблюдалось два пика ОА ¹³¹I в атмосферном воздухе: первый пик отмечен 29–31 марта, второй – 3–4 апреля. Объемная активность ¹³¹I в пробах аэрозолей в марте–апреле 2011 г. на территории Республики Беларусь находилась в диапазоне от $1,9 \cdot 10^{-5}$ до $5,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (03.04, г. Могилев) и $5,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (03.04, г. Мстиславль).

По результатам гамма-спектрометрического анализа в пробах аэрозолей также идентифицировались естественные радионуклиды: ⁷Be, ²¹⁰Pb и ⁴⁰K. Объемные активности естественных радионуклидов соответствовали средним многолетним значениям.

В 2011 г. продолжались регулярные измерения содержания ²¹⁰Pb в пробах атмосферного воздуха 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.

Анализ данных по содержанию ²¹⁰Pb в пробах радиоактивных аэрозолей показывает, что активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений из атмосферы в 2011 г. составляли: г. Могилев – $1,3$ Бк/м²·сутки, гг. Хойники, Брагин – $0,8$ Бк/м²·сутки, г. Наровля – $0,7$ Бк/м²·сутки, гг. Чечерск, Мозырь – $0,6$ Бк/м²·сутки. Наибольшие среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений

зарегистрированы в феврале в Могилеве – 2,5 Бк/м²·сутки, в Славгороде – 2,2 Бк/м²·сутки и в Мстиславле – 2,1 Бк/м²·сутки.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2011 г. проводился на шести реках Беларуси, протекающих по территориям, загрязненным в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень), а также на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты), которое являлось прудом-охладителем Игналинской АЭС.

На основных контролируемых реках ежемесячно отбирались пробы воды с одновременным измерением расходов. На р. Нижняя Брагинка отбор проводился ежеквартально. В отобранных пробах определялось содержание ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

В 2011 г. радиационная обстановка на водных объектах оставалась стабильной. Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в контролируемых реках, за исключением р. Нижняя Брагинка, были значительно ниже гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды РДУ-99 [23]: для ¹³⁷Cs – 10 Бк/л, для ⁹⁰Sr – 0,37 Бк/л.

В 2011 г. объемная активность ¹³⁷Cs в р. Припять (г. Мозырь) изменялась в пределах от 2 до 4 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 3 до 36 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 9 до 124 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 19 до 119 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 5 до 35 мБк/л.

Содержание ⁹⁰Sr в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 7 до 18 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 7 до 12 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 23 до 35 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 22 до 33 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 25 до 35 мБк/л.

За счет динамичных процессов водного переноса, седиментации взвесей на дно водоемов и естественного распада объемная активность ¹³⁷Cs в больших и средних реках Беларуси значительно уменьшились. Однако в поверхностных водах большинства контролируемых рек активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr все еще выше доаварийных уровней.

В р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается более высокое содержание радионуклидов по сравнению с другими контролируемыми реками. В 2011 г. диапазон изменения объемной активности ¹³⁷Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) составил 80–1590 мБк/л; объемной активности ⁹⁰Sr – 1090–1840 мБк/л. Таким образом, содержание ¹³⁷Cs в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) не превышает РДУ-99 по этому радионуклиду, в то время как содержание ⁹⁰Sr в 3–5 раз выше допустимого уровня.

Высокое содержание ⁹⁰Sr (с превышением РДУ-99) во время паводков наблюдается в водах малых рек, водосборы которых полностью или частично находятся в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.

В 2011 году было проведено радиационное обследование некоторых рек Гомельской области: р. Вить (отбор проб в районе д. Тульговичи), р. Словечна (отбор проб в районе д. Белый Берег), р. Средняя Брагинка (отбор проб в районе д. Пирки). Отобраны пробы поверхностных вод и донных отложений. Результаты гамма-спектрометрического и радиохимического анализов проб поверхностных вод и донных отложений, отобранных при экспедиционном обследовании рек, показали следующие результаты: в р. Вить (д. Тульговичи) объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr была 21 и 94 мБк/л,

соответственно; в р. Словечна (д. Белый Берег) – 73 и 58 мБк/л; в р. Средняя Брагинка (д. Пирки) – 117 и 211 мБк/л. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях (в зависимости от места отбора пробы) изменялось: в р. Вить (д. Тульговичи) – от 83 до 153 Бк/кг; в р. Словечна (д. Белый Берег) – от 0,3 до 33,5 Бк/кг; в р. Средняя Брагинка (д. Пирки) – от 49 до 599 Бк/кг.

Наиболее высокие уровни радиоактивного загрязнения донных отложений ^{137}Cs характерны для участков рек и каналов, находящихся на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. Как и ранее, самые высокие уровни наблюдаются в донных отложениях р.Средняя Брагинка в районе д. Пирки. Здесь наблюдается также наибольший разброс значений активности этого радионуклида в пробах донных отложений.

Радиационная обстановка на средних и малых реках, находящихся вне зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, остается стабильной. Однако водные объекты, водосборы которых полностью или частично находятся в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС, требуют проведения постоянных наблюдений за содержанием радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях.

Почва

После чернобыльской аварии РЦРКМ проводит радиоэкологический мониторинг почвы на реперной сети, которая включает 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 2011 г. исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов были проведены на двух ЛГХП, расположенных на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника: Лесок-3, -4 (два почвенных разреза) и Дуброва-7 (один почвенный разрез). Измерены уровни МЭД на поверхности почвы и на высоте 1 м, проведены γ -спектрометрические измерения проб почвы, обобщены полученные результаты. На каждом ЛГХП выполнен послойный отбор почвы на глубину 30 см.

В почвах различной степени гидроморфности наблюдается общая тенденция к постепенному уменьшению линейной скорости миграции этого радионуклида. За период 1993–2011 гг. в исследованных почвах этот показатель уменьшился в 2 раза. 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 в глубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами.

Таким образом, в настоящее время средняя линейная скорость перемещения радионуклидов по вертикальному профилю почвы определяется в основном скоростью диффузии и составляет 0,20–0,35 см/год. В настоящее время диффузия является основным механизмом, который обуславливает пространственное перераспределение радионуклидов по вертикальному профилю почв.

Радиационный фон на местности

Как и ранее, уровни МЭД, превышающие доварийные значения, зарегистрированы в контролируемых городах, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Брагин, Наровля, Славгород, Хойники, Чечерск. Среднегодовые значения МЭД в 2011 г. составляли: в Брагине – 58 мкР/ч, в Наровле – 48 мкР/ч, в Славгороде – 22 мкР/ч, в Хойниках – 24 мкР/ч, в Чечерске – 22 мкР/ч. В областных городах среднегодовой уровень МЭД находился в пределах от 10 до 12 мкР/ч. В остальных контролируемых населенных пунктах МЭД не превышала уровень естественного γ -фона (до 20 мкР/ч).

Измерения МЭД, проведенные в марте и апреле 2011 г., не выявили ни одного случая превышения уровней МЭД над установившимися многолетними значениями этого параметра.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2011 г. оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

Кыргызская Республика

В 2011 г. по данным [24] на территории Кыргызской Республики контроль за радиационной обстановкой осуществлялся на метеостанциях и постах в следующем объеме:

- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности – в 20 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений – в четырех пунктах (Бишкек, Кара-Балта, Токтогул, Кызыл-Суу).

Остальные виды наблюдений не проводились, радиоизотопный анализ проб выпадений также не проводился. Результаты измерений в воздухе $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2011 г. приведены в табл. 1.15.

Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в 2011 г. по данным четырех пунктов наблюдения колебалась от 0,5 Бк/м²·сутки (в апреле в п. Бишкек) до 1,9 Бк/м²·сутки (в июле в п. Кара-Балта). Среднегодовая $\Sigma\beta$ суточных выпадений составила 0,7 Бк/м²·сутки в п. Бишкек, 1,5 Бк/м²·сутки – в пп. Кара-Балта, Токтогул, Кызыл-Суу, что ниже данных 2011 г. Максимальная $\Sigma\beta$ суточных выпадений наблюдалась в марте в п. Токтогул и составила 5,0 Бк/м²·сутки.

Таблица 1.15

Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Кыргызской Республики в 2011 г., Бк/м²·сутки

Месяц	Бишкек		Кара-Балта		Токтогул		Кызыл-Суу	
	с	м	с	м	с	м	с	м
Январь	0,8	2,6	1,7	3,7	1,4	3,0	1,5	3,3
Февраль	0,6	1,5	1,4	2,8	1,3	2,6	1,6	3,4
Март	0,6	2,1	1,5	3,7	1,7	5,0	1,4	2,4
Апрель	0,5	2,2	1,5	4,8	1,7	5,0	1,6	3,9
Май	1,0	4,2	1,4	3,1	1,7	5,0	1,6	3,9
Июнь	0,8	3,9	1,2	3,6	1,2	3,9	1,4	4,4
Июль	0,8	2,2	1,9	3,0	1,4	3,2	1,5	3,1
Август	0,6	2,2	1,4	4,3	1,5	3,1	1,4	4,3
Сентябрь	0,8	2,4	1,1	4,3	1,5	4,0	1,4	4,0
Октябрь	0,7	2,2	1,4	4,8	1,6	4,4	1,6	4,3
Ноябрь	0,8	2,2	1,6	4,0	1,4	3,2	1,5	3,5
Декабрь	0,7	4,0	1,4	3,9	1,6	4,1	1,5	4,5
Среднее:								
2011 г.	0,7		1,5		1,5		1,5	
2010 г.	0,9		2,0		2,1		1,8	

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории республики изменялась в пределах 15–29 мкР/ч, что соответствует значениям естественного γ -фона для данного региона. Значения $\Sigma\beta$ выпадений из атмосферы также лежат в пределах колебаний глобального радиоактивного фона.

Таким образом, по имеющимся неполным данным можно заключить, что в 2011 г. радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню.

Украина

В 2011 г., учитывая существенное ограничение государственного финансирования, оперативно-производственные подразделения Гидрометеослужбы Украины работали по укороченному регламенту, введенному в 2009 г., и выполняли следующие виды наблюдений [25] в соответствии с Программой улучшения качества базовых наблюдений за загрязнением и мониторингом окружающей среды на базовой сети Гидрометеослужбы [26]:

- ежесуточное измерение МЭД в 182 пунктах;
- отбор проб атмосферных выпадений на горизонтальные марлевые планшеты в 58 пунктах с экспозицией двое суток (исключение представляет п. Чернобыль, в котором отбор проб осуществлялся с суточной экспозицией);
- отбор проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ в 7 пунктах один раз в трое суток (исключение представляет п. Чернобыль, в котором отбор проб осуществлялся ежедневно);
- отбор проб поверхностных вод 1 раз в месяц в 8 пунктах (на реках Десна, Днепр, Дунай, Южный Буг и на водохранилищах Киевское, Каневское, Каховское) и 1 раз в квартал в Днепро-Бугском лимане. Кроме того, в створе р. Припять в п. Чернобыль проводились наблюдения ДСНВП «Экоцентр» [27];
- экспедиционные наблюдения в районах действующих АЭС один раз в полгода.

В отобранных пробах аэрозолей и выпадений в лабораторных условиях определялись $\Sigma\beta$, содержание техногенных (^{137}Cs , ^{90}Sr) и природных радионуклидов (^7Be и ^{40}K), а в пробах поверхностных вод и почв – содержание ^{40}K , ^{137}Cs , ^{90}Sr .

Приземная атмосфера

Основным источником появления техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на всей территории Украины в настоящее время является ветровой подъем с поверхности земли и перенос пыли, которая содержит радиоактивные элементы [25].

По данным наблюдений в 2011 г. радиационное состояние приземного слоя атмосферы было стабильным. Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ на территории Украины (табл. 1.16) колебались в диапазоне $(4,4–55,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, средняя за год по стране объемная $\Sigma\beta$ составляла $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что несколько меньше, чем в 2010 г. ($19,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышения контрольных уровней, равных $3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, на пунктах радиометрической сети Гидрометеослужбы Украины на протяжении 2011 г. не зарегистрированы, но было зарегистрировано 9 случаев пятикратного превышения среднесуточных объемных $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями.

Объемная активность основных дозообразующих радионуклидов техногенного происхождения (^{137}Cs , ^{90}Sr) в воздухе по итогам наблюдения в 2011 г. оказалась близкой к показателям последнего десятилетия. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе на территории страны

в 1999–2010 гг. находилась в пределах $(0,43–0,86) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Средняя за 2011 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе (табл. 1.16) составляла $0,95 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, незначительное повышение величины вызвано поступлением радиоактивных продуктов в марте–апреле после аварии на АЭС «Фукусима-1».

На всех пунктах наблюдения в суточных пробах аэрозолей, отобранных с помощью воздухо-фильтрующих установок, с 24 марта и до конца апреля регистрировались повышенные объемные активности ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ¹³¹I, отсутствующих (кроме ¹³⁷Cs) в составе глобального техногенного фона. Максимальные значения ОА ¹³¹I ($4,43 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³), ¹³⁷Cs ($0,9 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) и ¹³⁴Cs ($1,02 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) наблюдались в Чернобыле 3–4 апреля. Все регистрируемые величины были существенно (на 3–5 порядков) ниже ДОА_{НАС.}, установленного НРБУ-97 ($4,0$ Бк/м³ – для ¹³¹I, $1,0$ Бк/м³ – для ¹³⁴Cs, $0,8$ Бк/м³ – для ¹³⁷Cs, $0,2$ Бк/м³ – для ⁹⁰Sr) [27].

Максимальные уровни содержания ¹³⁷Cs в воздухе наблюдались в загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС зоне: на протяжении года объемная активность ¹³⁷Cs в п. Чернобыль (плотность загрязнения почвы 9 Ки/км²) изменялась от $0,7$ до $5,63 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,3 раза больше среднегодового значения для всей территории Украины и почти в 30 раз превышает доаварийные уровни. Самая низкая объемная активность радиоактивного цезия традиционно фиксировалась на западе страны (г. Рахов), где она близка к доаварийному уровню ($8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

На протяжении всего 2011 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе оставалась существенно (на 3–5 порядков) ниже ДОА_{НАС.}, установленного НРБУ-97 [27].

Содержание ⁹⁰Sr в воздухе в 2011 г. (табл. 1.16) было в среднем на порядок ниже, чем ¹³⁷Cs. Объемная активность ⁹⁰Sr на большей части территории Украины в течение года находилась в пределах $(0,02–0,06) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что соответствовало доаварийному уровню, но в зоне отчуждения (п. Чернобыль) содержание ⁹⁰Sr более чем в 2 раза превышало доаварийные показатели и составляло в среднем за год $0,18 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr наблюдалась в Чернобыле в июле и составляла $0,27 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В целом по стране объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr и других техногенных радионуклидов в воздухе оставалась существенно (на 3–5 порядков) ниже ДОА_{НАС.}, установленного НРБУ-97 [27].

Атмосферные выпадения

Обобщенные данные [25] о наблюдениях за радиоактивностью атмосферных выпадений представлены в табл. 1.17.

Суммарная β-активность атмосферных выпадений на территории Украины в течение последних нескольких лет изменялась в незначительных пределах в соответствии с колебаниями плотности выпадений естественных радионуклидов. В 2011 г. Σβ выпадений в большинстве пунктов контроля была близкой к уровню предыдущего года. Средняя за год по стране Σβ выпадений составляла $1,6$ Бк/м²·сутки, диапазон среднемесячных значений Σβ выпадений составлял $0,4–3,0$ Бк/м²·сутки. Максимальные уровни Σβ выпадений составляли $8,9–9,2$ Бк/м²·сутки и наблюдались однократно в отдельных пунктах Украины (в январе, марте, апреле). На протяжении 2011 г. на Украине не наблюдалось значительных колебаний Σβ.

Таблица 1.16

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Украины в 2011 г., 10^{-5} Бк/м³

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Среднее		
		1	2	3 (1-23)	β (24-31)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.
Барышевка	β-акт. ¹³⁷ Cs	16,5	17,1	21,8	20,6	55,8	32,9	31,3	17,9	14,5	24,4	12,6	16,2	11,4	22,5	22,1
	⁹⁰ Sr	0,31	0,58	I кв. - 0,02	9,44	1,08	0,22	0,15	0,50	0,59	0,35	0,29	0,20	0,20	1,25	0,49
Киев	β-акт. ¹³¹ I	6,3	15,8	15,1	23,4	29,9	27,1	21,9	24,7	19,2	29,1	15,0	21,8	11,1	20,0	21,6
	¹³⁴ Cs				113,8	3,67										
Одесса	¹³⁷ Cs	0,39	0,36	0,66	2,88	0,03	1,25	0,39	0,18	0,30	0,56	0,48	0,60	0,27	0,69	0,39
	⁹⁰ Sr	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Одесса	β-акт. ¹³⁷ Cs	23,0	29,1	19,1	27,0	51,9	26,2	25,3	41,0	23,2	29,8	19,3	15,5	10,0	26,2	27,3
	⁹⁰ Sr	0,07	0,05	I кв. - 0,03	8,96	0,32	0,11	0,16	0,16	0,23	0,22	0,20	0,57	0,11	1,00	0,20
Рахов	β-акт. ¹³¹ I	8,3	8,8	9,5	6,3	18,0	4,8	4,4	4,4	5,0	4,9	5,8	10,7	13,4	8,0	10,6
	¹³⁴ Cs				2,30											
Севастополь	¹³⁷ Cs	0,13	0,10	I кв. - 0,02	3,13	0,10	0,10	0,07	0,07	0,10	0,11	0,08	0,13	0,19	0,38	0,09
	⁹⁰ Sr														0,03	0,02
Севастополь	β-акт. ¹³⁷ Cs	17,8	25,1	13,7	30,0	20,1	18,8	11,9	12,1	12,8	8,8	12,2	10,0	10,3	15,7	25,7
	⁹⁰ Sr	0,12	0,36	I кв. - 0,02	4,80	0,14	0,35	0,08	0,08	0,07	0,07	0,09	0,03	0,02	0,56	0,18
Чернобыль	β-акт. ¹³¹ I	11,3	18,0	13,7	16,9	17,9	11,5	11,3	14,5	9,0	8,7	9,0	9,2	7,3	12,2	14,2
	¹³⁴ Cs				3,71											
Шепетовка	¹³⁷ Cs	0,79	2,54	0,15	4,92	0,21	5,63	0,69	0,81	2,37	1,72	0,96	1,18	0,68	2,19	1,54
	⁹⁰ Sr	0,21	0,16	0,15	0,21	0,21	0,21	0,14	0,27	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,18
Шепетовка	β-акт. ¹³⁷ Cs	14,2	18,0	15,5	15,7	21,4	16,2	18,5	14,1	7,9	9,9	9,8	11,7	10,4	14,1	17,0
	⁹⁰ Sr	0,10	0,05	I кв. - 0,03	4,04	0,59	0,12	0,03	0,03	0,05	0,11	0,07	0,09	0,04	0,48	0,14
														0,03	0,03	

Таблица 1.17

Атмосферные выпадения радионуклидов на территории Украины в 2011 г. ($\Sigma\beta$, Бк/м²-сутки; ^{137}Cs , Бк/м²-месяц; ^{90}Sr , Бк/м²-квартал)

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма, Бк/м ² -год		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
Барышевка	$\Sigma\beta$	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4	1,8	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	9,59	7,95
	^{137}Cs	0,45	0,52	0,54	3,02	0,68	0,36	0,68	0,48	0,11	0,56	0,61	0,58	0,58		
	^{90}Sr	I кв. - 0,56 II кв. - 0,50 III кв. - 0,54 IV кв. - 0,62														
Владимир-Вольнский	$\Sigma\beta$	2,3	1,7	1,8	1,8	1,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	6,30	2,67
	^{137}Cs	0,49	0,52	0,46	0,61	0,57	0,37	0,50	0,52	0,53	0,57	0,55	0,61	0,61		
	^{90}Sr	I кв. - 0,57 II кв. - 0,56 III кв. - 0,55 IV кв. - 0,55														
Измаил	$\Sigma\beta$	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3	1,7	1,6	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	7,08	4,48
	^{137}Cs	0,44	0,43	0,50	0,48	0,44	1,08	0,62	0,52	0,75	0,60	0,60	0,60	0,62		
	^{90}Sr	I кв. - 0,57 II кв. - 0,60 III кв. - 0,55 IV кв. - 0,63														
Киев	$\Sigma\beta$	1,3	1,2	1,4	2,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3	1,2	11,43	4,88
	^{137}Cs	1,11	0,51	0,46	2,94	1,37	0,38	1,26	0,50	0,55	1,19	0,58	0,58	0,58		
	^{90}Sr	0,55	0,56	0,52	0,53	0,50	0,57	0,57	0,52	0,51	0,63	0,58	0,57	0,57		
Коропестень	$\Sigma\beta$	1,3	1,2	1,5	1,3	1,4	1,3	1,6	1,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	10,19	7,86
	^{137}Cs	0,53	0,46	1,47	0,70	1,46	1,28	0,83	0,87	0,60	0,72	0,63	0,64	0,64		
	^{90}Sr	I кв. - 0,67 II кв. - 0,60 III кв. - 0,67 IV кв. - 0,67														
Овруч	$\Sigma\beta$	1,2	1,4	1,6	1,1	1,3	1,5	1,4	1,5	1,2	1,4	1,1	1,1	1,4	12,23	6,95
	^{137}Cs	0,99	0,80	0,81	1,76	1,72	1,44	1,40	0,55	0,58	0,58	0,60	0,60	1,00		
	^{90}Sr	I кв. - 0,59 II кв. - 0,67 III кв. - 0,59 IV кв. - 0,63														
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	2,4	2,0	1,8	1,9	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	6,03	2,46
	^{137}Cs	0,46	0,52	0,48	0,48	0,41	0,4	0,5	0,58	0,61	0,52	0,56	0,51	0,51		
	^{90}Sr	I кв. - 0,55 II кв. - 0,55 III кв. - 0,58 IV кв. - 0,59														
Рахов	$\Sigma\beta$	0,7	0,9	1,4	1,3	0,7	0,7	0,5	0,4	0,7	0,6	0,7	0,7	1,3	7,15	2,99
	^{137}Cs	0,47	0,51	0,46	0,88	0,72	0,85	0,5	0,46	0,56	0,59	0,58	0,57	0,57		
	^{90}Sr	I кв. - 0,61 II кв. - 0,57 III кв. - 0,61 IV кв. - 0,65														
Свитязь	$\Sigma\beta$	2,2	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	6,39	3,43
	^{137}Cs	0,51	0,52	0,45	0,55	0,41	0,42	0,50	0,66	0,61	0,49	0,64	0,63	0,63		
	^{90}Sr	I кв. - 0,59 II кв. - 0,59 III кв. - 0,56 IV кв. - 0,58														
Ужгород	$\Sigma\beta$	2,2	1,9	2,0	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	6,41	3,04
	^{137}Cs	0,45	0,52	0,59	0,53	0,5	0,4	0,5	0,61	0,57	0,55	0,66	0,53	0,53		
	^{90}Sr	I кв. - 0,62 II кв. - 0,62 III кв. - 0,61 IV кв. - 0,55														
Харьков	$\Sigma\beta$	1,2	1,6	1,4	1,4	1,2	1,4	1,8	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	10,22	5,76
	^{137}Cs	0,76	0,5	1,49	1,9	0,72	0,51	0,5	0,84	0,64	0,59	0,62	1,15	1,15		
	^{90}Sr	I кв. - 0,59 II кв. - 0,56 III кв. - 0,60 IV кв. - 0,57														
Черновцы	$\Sigma\beta$	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	6,96	2,67
	^{137}Cs	0,54	0,56	0,66	0,96	0,48	0,41	0,50	0,56	0,59	0,57	0,56	0,57	0,57		
	^{90}Sr	I кв. - 0,60 II кв. - 0,59 III кв. - 0,67 IV кв. - 0,57														

Продолжение табл. 1.17

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.
Чернобыль	$\sum \beta$	2,2	2,3	3,0	2,3	2,2	2,3	2,7	2,6	2,4	2,0	2,2	2,1	28,90	42,27
	^{137}Cs	1,13	0,82	3,27	3,12	6,11	1,35	1,70	2,37	2,90	2,32	1,92	1,89	16,71	17,94
	^{90}Sr	1,29	1,42	1,06	1,39	1,19	1,12	1,38	1,16	1,26	1,86	1,68	1,90		
Щорс	$\sum \beta$	1,3	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	1,6	1,8	1,8	1,1	1,1	1,2	8,44	3,40
	^{137}Cs	0,97	0,62	0,54	0,66	1,78	0,52	0,50	0,60	0,54	0,57	0,51	0,63	2,30	2,20
Зона 1	^{90}Sr		I кв. -0,59			II кв. -0,59		III кв. -0,57		IV кв. -0,55					
	$\sum \beta$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,7	1,5	1,3	1,2	1,4	3,49	2,06
Зона 2	^{137}Cs	0,23	0,20	0,17	0,81	0,16	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20	0,43	0,19	1,61	1,49
	^{90}Sr		I кв. -0,39			II кв. -0,44		III кв. -0,36		IV кв. -0,42					
Зона 3	$\sum \beta$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,4	1,3	1,3	1,3	4,22	2,56
	^{137}Cs	0,31	0,24	0,35	0,81	0,64	0,33	0,20	0,18	0,20	0,55	0,20	0,21	1,63	1,56
Зона 4	^{90}Sr		I кв. -0,38			II кв. -0,38		III кв. -0,39		IV кв. -0,48					
	$\sum \beta$	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,5	1,7	1,5	1,3	1,4	1,3	4,81	2,21
Зона 5	^{137}Cs	0,27	0,14	0,41	0,74	0,7	0,8	0,2	0,15	0,16	0,93	0,16	0,15	2,02	1,63
	^{90}Sr		I кв. -0,41			II кв. -0,55		III кв. -0,55		IV кв. -0,51					
Зона 6	$\sum \beta$	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,3	1,4	1,6	1,5	1,4	1,4	1,2	3,71	1,66
	^{137}Cs	0,09	0,13	0,59	0,55	0,36	0,53	0,44	0,19	0,14	0,35	0,14	0,20	1,23	1,11
Зона 7	^{90}Sr		I кв. -0,33			II кв. -0,29		III кв. -0,29		IV кв. -0,32					
	$\sum \beta$	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	2,37	1,18
Зона 8	^{137}Cs	0,11	0,13	0,14	0,78	0,17	0,12	0,12	0,16	0,19	0,15	0,16	0,14	1,22	1,23
	^{90}Sr		I кв. -0,29			II кв. -0,28		III кв. -0,32		IV кв. -0,33					
Зона 9	$\sum \beta$	2,2	1,9	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	2,29	1,38
	^{137}Cs	0,23	0,17	0,14	0,22	0,21	0,14	0,17	0,19	0,19	0,20	0,20	0,23	1,53	1,62
Зона 10	^{90}Sr		I кв. -0,39			II кв. -0,37		III кв. -0,36		IV кв. -0,41					
	$\sum \beta$	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,61	0,65
Зона 11	^{137}Cs	0,08	0,11	0,09	0,13	0,31	0,12	0,11	0,10	0,22	0,09	0,14	0,11	1,37	1,34
	^{90}Sr		I кв. -0,37			II кв. -0,31		III кв. -0,33		IV кв. -0,36					
Зона 12	$\sum \beta$	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,26	0,49
	^{137}Cs	0,09	0,08	0,09	0,30	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08	1,04	1,14
Зона 13	^{90}Sr		I кв. -0,24			II кв. -0,26		III кв. -0,23		IV кв. -0,31					
	$\sum \beta$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,7	1,5	1,6	1,4	1,4	2,89	1,83
Зона 14	^{137}Cs	0,12	0,12	0,42	0,57	0,43	0,21	0,31	0,13	0,14	0,16	0,14	0,14	1,23	1,27
	^{90}Sr		I кв. -0,29			II кв. -0,32		III кв. -0,28		IV кв. -0,34					

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
Зона 10	ΣB	2,2	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	
	^{137}Cs	0,11	0,12	0,15	0,18	0,18	0,10	0,12	0,23	0,26	0,12	0,17	0,21	1,95	1,91	
	^{90}Sr	I кв. – 0,47				II кв. – 0,40					III кв. – 0,39			1,67	1,53	
											IV кв. – 0,41					

Примечание: Зона 1 – Центральная (Винница, Полтава, Черкасы);
 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, Mostыское);
 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).

Суммарные годовые выпадения ^{137}Cs на большей части территории Украины изменялись в пределах 1,3–11,4 Бк/м²·год при среднем значении по стране 4,39 Бк/м²·год (в 2010 г. – 2,8 Бк/м²·год, в 2009 г. – 3,3 Бк/м²·год). В п. Чернобыль содержание ^{137}Cs в выпадениях превысило среднее по стране почти в 7 раз и составляло 28,9 Бк/м²·год. На пунктах контроля зоны гарантированного добровольного отселения (гг. Коростень, Овруч) годовые выпадения ^{137}Cs составили в среднем 11,2 Бк/м²·год, что в 2,6 раз выше, чем среднее по стране. В южных областях Украины (Прикарпатье и Закарпатье) содержание ^{137}Cs в атмосферных выпадениях находилось на уровне последнего предаварийного года. На остальной территории отношение годовых сумм выпадений ^{137}Cs за 2011 г. к аналогичным значениям 1985 г. находится в пределах 0,9–8; а в зоне отчуждения это отношение возрастает до 20. Незначительное повышение уровня ^{137}Cs в выпадениях на отдельных пунктах наблюдения в апреле–мае обусловлено как сезонным ходом (сельхозработы, пыление), так и поступлением в этот период радионуклидов от аварийной АЭС «Фукусима-1».

Суммарные годовые выпадения ^{90}Sr в 2011 г. были в основном близки к показателям предыдущих лет и практически на всей территории страны были меньше уровней 1985 г. (9,02 Бк/м²·год). В 2011 г. выпадения ^{90}Sr находились в пределах 1–2,6 Бк/м²·год при среднем значении по стране 1,96 Бк/м²·год (в 2010 г. – 1,94 Бк/м²·год, в 2009 г. – 2,0 Бк/м²·год). В Киеве годовые выпадения ^{90}Sr (6,6 Бк/м²·год) остаются несколько выше, чем на остальных станциях наблюдения, за исключением территорий, отнесенных к зонам загрязнения. В п. Чернобыль выпадения ^{90}Sr составляли 16,7 Бк/м²·год, что превышает уровень 1985 г. почти в 2 раза.

Случаев превышения нормативных уровней [27] в пробах атмосферных выпадений, отобранных на протяжении 2011 г., выявлено не было.

Поверхностные воды

В 2011 г. уровень радиоактивного загрязнения поверхностных вод определялся в 9 створах на реках Днепр, Десна, Дунай, Южный Буг. Наблюдения за радиоактивным загрязнением каскада днепровских водохранилищ проводилось ДГМС Украины в основном в их нижних частях (в верхних бьефах ГЭС). В створе п. Чернобыль наблюдения проводятся ДСНВП «Экоцентр» МНС Украины.

По данным ДСНВП «Экоцентра» [28] вынос ^{90}Sr водами р. Припять в створе п. Чернобыль (табл. 1.18) в 2011 г. составил $1,46 \cdot 10^{12}$ Бк (39,4 Ки), что на 34 % меньше выноса в 2010 г. Годовой вынос Cs^{137} в этом створе составлял $0,71 \cdot 10^{12}$ Бк (19,2 Ки), что на 18 % меньше значений 2010 г. – $0,87 \cdot 10^{12}$ Бк (23,5 Ки).

Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Припять в створе п. Чернобыль на протяжении года изменялась от 40 до 330 Бк/м³ при среднегодовом значении 104 Бк/м³ (в 2010 г. – 120 Бк/м³). Объемная активность ^{137}Cs колебалась в пределах 11–121 Бк/м³ при среднегодовом значении 47 Бк/м³ (в 2010 г. – 51 Бк/м³).

Годовой вынос ^{90}Sr р. Припять вместе с реками Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2011 г. составил $1,67 \cdot 10^{12}$ Бк (45,1 Ки), что на 30 % меньше выноса 2010 г. Годовой вынос ^{137}Cs этими реками составлял $0,85 \cdot 10^{12}$ Бк (23,0 Ки), что на 14 % меньше выноса 2010 г. В целом, за период после аварии (1986–2011 гг.) водами р. Припяти в створе г. Чернобыля в днепровские водохранилища было вынесено $174,24 \cdot 10^{12}$ Бк (4704 Ки) ^{90}Sr и $131,74 \cdot 10^{12}$ Бк (3557 Ки) ^{137}Cs .

Объемная активность и годовой вынос ^{137}Cs и ^{90}Sr р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986–2011 гг.
(данные «Экоцентра»)

Год	Среднегодовой расход воды, м ³ /с	Объемная активность, мБк/л				Вынос, 10 ¹² Бк	
		^{137}Cs		^{90}Sr		^{137}Cs	^{90}Sr
		среднее	максимум	среднее	максимум		
1986	302	-	-	-	-	66,2	27,6
1987	246	1630	18100	1330	-	12,8	10,4
1988	411	740	9620	1440	10400	9,48	18,7
1989	392	520	560	740	1330	6,44	8,97
1990	409	360	740	780	2370	4,63	10,1
1991	442	207	1040	1040	12200	2,89	14,4
1992	295	207	1150	445	1670	1,92	4,14
1993	537	207	480	850	1630	3,48	14,2
1994	476	196	445	925	5920	2,96	14,2
1995	330	111	340	326	815	1,15	3,40
1996	319	126	392	337	670	1,30	3,42
1997	340	159	480	248	1330	1,70	2,68
1998	681	133	680	325	1000	2,95	6,37
1999	656	150	620	510	1600	3,05	10,2
2000	470	106	380	225	520	1,71	3,36
2001	437	111	380	230	530	1,54	3,14
2002	360	73	190	173	360	0,87	1,65
2003	330	47	121	146	340	0,50	1,40
2004	419	54	95	182	350	0,69	2,23
2005	492	78	164	239	500	1,21	3,70
2006	406	71	158	159	300	0,91	1,9
2007	395	52	155	110	270	0,64	1,4
2008	486	36	118	96	290	0,60	1,4
2009	483	33	103	108	360	0,50	1,5
2010	513	51	149	120	390	0,87	2,2
2011	771	47	121	104	330	0,71	1,46
Суммарный вынос за 1986–2011 гг.						131,74	174,24

Часть радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs поступает в днепровские водохранилища со стоком верхнего Днепра и Десны, но вклад этих рек в радиоактивное загрязнение каскада, по сравнению с выносом р. Припять, значительно меньше.

Вынос ^{90}Sr р. Днепр в створе Неданчичи в 2011 г. составил $1,2 \cdot 10^{11}$ Бк (3,2 Ки), что на 34 % меньше выноса за 2010 г. Вынос ^{137}Cs – $0,9 \cdot 10^{11}$ Бк (2,5 Ки), что на 21 % меньше выноса 2010 г. Это соответственно составляет 7 и 11 % от выноса этого радионуклида р. Припятью (вместе с реками Уж и Брагинка). Вынос ^{90}Sr р. Десна в створе с. Литки составил $5,4 \cdot 10^{10}$ Бк (1,44 Ки) (102 % от показателей 2010 г.); вынос ^{137}Cs – $1,5 \cdot 10^{10}$ Бк (0,40 Ки), что в 2,5 раза больше выноса 2010 г.

В целом в 2011 г. суммарный вклад верхнего Днепра и Десны в загрязнение днепровских водохранилищ ^{90}Sr и ^{137}Cs составил соответственно 10 и 13 % от вклада р. Припять.

В 2011 г. гидрометеорологические условия, которые сложились в зоне отчуждения и в целом в бассейне Днепра, не привели к усложнению радиационной ситуации на водных объектах днепровской водной системы. Содержание радионуклидов в воде днепровских водохранилищ и р. Припять в 2011 г. приведено в табл. 1.19.

Таблица 1.19

**Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах
р. Припять и Днепровской водной системы в 2011 г., мБк/л**

Пункт отбора проб	¹³⁷ Cs (суммарный)*			⁹⁰ Sr		
	мин.	макс.	среднее	мин.	макс.	среднее
р. Припять – г. Чернобыль	11,0	121,0	47,0	40,0	330,0	104,0
Киевское вдхр. – г. Вишгород	5,5	14,6	10,2	27,6	66,3	42,2
Каневское вдхр. – г. Киев	2,1	14,0	8,9	18,2	48,5	31,4
Каневское вдхр. – г. Канев	3,2	13,6	8,9	17,0	32,3	24,1
Каховское вдхр. – г. Новая Каховка	0,16	6,5	1,2	19,7	51,7	28,4
Днепро-Бугский лиман – г. Очаков	0,87	4,0	2,5	10,9	23,4	16,4

Примечание: * – ^{137}Cs (суммарный) = ^{137}Cs (взвесь) + ^{137}Cs (раствор).

Содержание радионуклидов в днепровской воде в 2011 г. было примерно на уровне показателей предыдущего года. В Киевском водохранилище в створе верхнего бьефа Киевской ГЭС (г. Вышгород) объемная активность ^{90}Sr составила в среднем за год 42 Бк/м³. Вниз по Днепру вследствие разбавления более чистыми водами боковых притоков содержание ^{90}Sr в воде уменьшается, и в Каховском водохранилище в районе г. Новая Каховка она в среднем за год составляла 28 Бк/м³ (в 2010 г. аналогичные показатели составляли 54 Бк/м³ в Киевском и 27 Бк/м³ в Каховском водохранилищах).

Снижение объемной активности ^{137}Cs вниз по Днепру происходит более интенсивно. Решающую роль в этом играют, кроме разбавления, процессы седиментации (значительное количество ^{137}Cs аккумулируется в донных отложениях водохранилищ). В 2011 г. среднее значение концентрации ^{137}Cs при прохождении загрязненных припятских вод от п. Чернобыль до верхнего бьефа Киевской ГЭС уменьшились от 47 до 10,2 Бк/м³, а в воде Каховского водохранилища объемная активность ^{137}Cs составляла уже 1,2 Бк/м³, что в 39 раз ниже концентраций припятских вод.

Данные о содержании радионуклидов в водах рек Украины в 2011 г. приведены в табл. 1.20.

Таблица 1.20

Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2011 г., мБк/л

Пункт отбора проб	¹³⁷ Cs (суммарный)			⁹⁰ Sr		
	мин.	макс.	среднее	мин.	макс.	среднее
р. Днепр – с.Неданчичи	2,6	8,3	5,3	4,5	9,9	6,8
р. Десна – г.Чернигов	0,30	8,3	1,3	3,9	10,8	6,1
р. Южный Буг – г.Николаев	0,20	2,4	1,2	5,3	10,5	8,0
р. Дунай – г.Измаил	0,62	2,9	1,4	6,6	18,0	11,4
Днепро-Бугский лиман – г.Очаков	0,87	4,0	2,5	10,9	23,4	16,4

Содержание радионуклидов в водах р. Днепр (с. Неданчичи) и р. Десна (г. Чернигов) в 2011 г. находилось на доаварийном уровне и было одним из наименьших за весь период наблюдения после аварии на ЧАЭС: объемная активность ^{90}Sr в воде в среднем за год составляла 6,8 и 6,1 Бк/м³ (в 2010 г. – 7,7 и 5,7 Бк/м³); объемная активность ^{137}Cs – соответственно 5,3 и 1,3 Бк/м³ (в 2010 г. – 5,3 и

0,5 Бк/м³). Колебания объемной активности радионуклидов в водах рек Южный Буг, Дунай (на украинском участке) и в Днепро-Бугском лимане в последние годы находятся в пределах, близких к предаварийным уровням.

Таким образом, в 2011 г. превышений допустимых уровней содержания радионуклидов, установленных в ДР-2006 (2 Бк/л для ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr) [29], в контролируемых Гидрометеослужбой Украины водных объектах не зарегистрировано [25].

Радиационный фон на местности

По полученным данным, мощность экспозиционной дозы γ -излучения (гамма-фон) на большей части Украины на протяжении года находился в пределах уровней, обусловленных природными радиоактивными элементами и космическим излучением и составлял 5–25 мкР/ч. На пунктах контроля, расположенных на загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС территории, γ -фон составлял 7–28 мкР/ч, максимальные уровни наблюдались в п. Чернобыль (28 мкР/ч). В Киеве γ -фон на протяжении года колебался в пределах 7–16 мкР/ч и составлял в среднем за год 11 мкР/ч, т.е. находился в пределах природного фона.

Радиационная обстановка в районах расположения действующих АЭС Украины в 2011 г. была стабильной. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на пунктах наблюдения, расположенных в 100-км зонах вокруг АЭС, находилась в пределах природного фона: Запорожская АЭС – 7–21 мкР/ч, Южно-Украинская АЭС – 8–18 мкР/ч, Ровенская АЭС – 7–16 мкР/ч, Хмельницкая АЭС – 7–20 мкР/ч. Существенных изменений в сравнении с 1999–2010 гг. нет.

По результатам радиационного мониторинга на Украине можно сделать вывод, что радиационная обстановка (МЭД, содержание радионуклидов в атмосферном воздухе, в поверхностных водах) на большей части Украины стабилизировалась и практически достигла предаварийного состояния.

Список литературы к введению и разделу 1

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
3. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
4. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила ОСП-72/87. Изд. 3-е. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.

6. Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Виноградова Л.А., Денькин В.А., Кузнецова И.Н. и др. Обзор результатов оперативно-производственной деятельности УГМС в 2011 г. по осуществлению радиационного мониторинга на территории Российской Федерации. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2012.
7. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
8. 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.
9. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
10. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
11. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
12. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды /Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
13. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
14. Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха (МВИ.01-8/96) / Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
15. 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.
16. 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.
17. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993. P. 199.
18. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96) / Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
19. Методика контроля содержания трития в природных водах (МВИ.01-6/96). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
20. Израэль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.
21. Станкевич А.П., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Шпак Е.Г и др. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2011 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2012.

22. Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.8-127-2000. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2000).
23. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) ГН 10-117-99. – Минск, 2000.
24. Итибаев З.С., Юдакова Э.В., Нышанбаева Л.Ж. Состояние радиоактивного загрязнения Кыргызской Республики в 2011 г. – Бишкек, Агентство по гидрометеорологии при МЧС, Управление наблюдений за загрязнением природной среды, 2012.
25. Звіт «Радіоактивне забруднення території України в 2011 році»: Щорічник/ Під ред. О.О. Косовця. – Київ: ЦГО України, 2012. – 103 с.
26. Програма поліпшення якості базових спостережень за забрудненням та моніторингу навколишнього природного середовища на базовій мережі гідрометслужби. – Наказ Мінікоресурсів України від 08.02.2002 № 57. – 60 с.
27. Норми радіаційно і безпеки України (НРБУ-97), Київ, 1998., 136с.
28. Гідрологічний режим і радіаційний стан поверхневих та стічних вод, а також приземного шару повітря зони відчуження ЧАЕС у 2011 р. – Київ: Відомчі матеріали ЦРЕМЗВ ДСНВП «Екоцентр», 2012.
29. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs и ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). – Київ, 2006.

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

2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий

Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»

Радиационных инцидентов, связанных с поступлением радионуклидов в атмосферу, в 2011 г. на предприятиях Госкорпорации по атомной энергии «Росатом» не зарегистрировано [1]. Выбросы техногенных радионуклидов предприятиями в атмосферу в 2011 г. остались практически на уровне 2010 г. Суммарная активность радионуклидов, выброшенных в атмосферу предприятиями за 2011 г., составила $4,25 \cdot 10^{15}$ Бк, из них α -активных радионуклидов – $4,05 \cdot 10^{14}$ Бк (9,5 %), β -активных нуклидов – $3,84 \cdot 10^{15}$ Бк (90,5 %).

Поступление α -активных радионуклидов в атмосферный воздух на 95,7 % обусловлено выбросами ^{222}Rn уранодобывающим предприятием ППГХО ($3,88 \cdot 10^{14}$ Бк) [1]. По сравнению с предыдущим годом выбросы α -активных нуклидов выросли на 16,6 % в связи с увеличением выбросов ^{222}Rn на ППГХО.

Поступление β -активных нуклидов в атмосферу в основном (на 87,1 %) обусловлено инертными радиоактивными газами (^{41}Ar , $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe). По сравнению с 2010 г. выброс в атмосферу β -активных радионуклидов практически не изменился. Количество выбрасываемых ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , $^{103,106}\text{Ru}$ составило менее 2 % от установленного норматива по этим радионуклидам.

В целом по отрасли выбросы α -активных нуклидов составили около 22 %, а β -активных нуклидов – менее 3 % от разрешенного норматива [1]. Однако на отдельных предприятиях (ОАО «ГНЦ–НИИАР») наблюдалось превышение годового норматива разрешенных выбросов, у части предприятий (ОАО «ГНЦ–НИИАР», Смоленская АЭС) нормативы по разрешенным выбросам отдельных радионуклидов отсутствовали (см. Приложение 2, табл. П 2.1).

Основной вклад в суммарный выброс ИРГ, составивший в 2011 г. $3,35 \cdot 10^{15}$ Бк, вносили выбросы ОАО «ГНЦ–НИИАР», атомные станции, Филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», ОАО «ИРМ». В 2011 г. в атмосферный воздух были выброшены ИРГ:

- ОАО «ГНЦ–НИИАР» – 44,9 %;
- восемь АЭС – 35,5 %;
- Филиалом ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» – 9,7 %;
- ОАО «ИРМ» – 8,8 %;
- ФГУП «ПО «Маяк» – 1,06 %.

Наибольший вклад в выбросы ИРГ в 2011 г. внесли выбросы ОАО «ГНЦ–НИИАР».

Основной вклад в выброс всеми предприятиями Росатома суммы нуклидов йода, составивший в 2011 г. $4,94 \cdot 10^{11}$ Бк, внес Филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» – 95,6 %. Выбросы ОАО «ГНЦ–НИИАР» составили 2,6 %, восьми АЭС – 0,96 %, ФГУП «ПО «Маяк» – 0,71 %.

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Росатома в 2011 г. приведены в Приложении 2.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на предприятиях Росатома в 2011 г. в целом не превышали установленных нормативов [1], однако у части предприятий (ОАО «ППГХО», ФГУП «ПО «Маяк») нормативы по разрешенным сбросам отдельных радионуклидов отсутствовали (см. Приложение 2, табл. П 2.2).

Поступление α -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 68,6 % обусловлено нуклидами урана и продуктами их распада [1].

Поступление β -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 98,5 % обусловлено тритием [1]. Доля долгоживущих наиболее радиационно опасных нуклидов составляет менее 1,5 % от активности общего сброса (из них ^{90}Sr – 1,42 %, ^{137}Cs – 0,07 %) [1]. При этом 94,5 % ^{90}Sr , поступившего в открытую гидрографическую сеть, составляют фильтраты из промышленных водоемов ФГУП «ПО «Маяк» через боковые дамбы левобережного и правобережного обводных каналов, 5,4% – сбросы ГХК; 96,2 % ^{137}Cs , поступившего в поверхностные водные объекты, составляют сбросы ГХК [1].

Более подробные данные о величине сбросов основных радионуклидов в поверхностные водные объекты отдельными предприятиями Росатома в 2011 г. приведены в Приложении 2.

По состоянию на конец 2011 г. [1] загрязненные радионуклидами территории имелись на 27 предприятиях Росатома, расположенных в 22 регионах РФ. За 2011 г. выявлено 0,133 км² новых участков загрязненных территорий на трех предприятиях: ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (2 м²), ОАО «МСЗ» (410 м²) и ОАО «НЗХК» (0,1323 км²). Общая площадь загрязненных радионуклидами территорий составляет 474,675 км², из них 108,98 км² – водоемы (см. табл. 2.1). Наибольшее количество загрязненных территорий находится на ФГУП «ПО «Маяк» – 446,78 км², что составляет 94,1 % от общей площади всех загрязненных территорий Госкорпорации по атомной энергии «Росатом».

Таблица 2.1

Площади загрязненных территорий на конец 2011 г. на предприятиях Госкорпорации по атомной энергии «Росатом», км² [1]

Загрязненные территории	Промплощадка	СЗЗ	ЗН	Общая площадь
Земли	59,34	126,45	179,91	365,70
Водоемы	3,17	88,59	17,22	108,98
Общая площадь	62,51	215,04	197,13	474,68

В 2011 г. [1] реабилитировано 132,71 тыс. м² земель, в том числе для санитарно-гигиенического использования – 0,39 тыс. м², под строительство – 0,35 тыс. м², остальные – под зеленые насаждения.

Загрязнение территорий на предприятиях Росатома определяется в основном ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{239}Pu , а также нуклидами урана, тория, радия [1]. Общая площадь территории, загрязненная ^{90}Sr с плотностью загрязнения более 100 кБк/м², составляет более 378,05 км² (ФГУП «ПО Маяк» – 372,96 км² или 98 %, ФГУП «СХК» – 5,07 км²), в том числе земли – 269,62 км², водоемы – 108,43 км².

Общая площадь территории, загрязненная ^{137}Cs с плотностью загрязнения более 500 кБк/м², составляет 69,73 км² (ФГУП «ПО Маяк» – 65,47 км² или 98 %, ФГУП «СХК» – 4,22 км²), в том числе земли – 64,26 км², водоемы – 5,47 км².

Общая площадь территории, загрязненная α -нуклидами, составляет 316,18 км², в том числе земли – 207,78 км², водоемы – 108,40 км². Большая площадь загрязнения α -активными нуклидами

приходится на ФГУП «ПО Маяк» – 301,0 км² (98 %), на других предприятиях: ОАО «ППГХО» – 8,97 км², ФГУП «СХК» – 2,91 км², ЧМЗ – 1,99 км², ФГУП «РФЯЦ–ВНИИЭФ» – 0,12 км², МСЗ – 0,40 км², Кирово-Чепецкое отделение ФГУП «РосРАО» – 0,24 км², остальные – 0,55 км².

Более подробные данные о площадях, загрязненных радионуклидами в результате работы организаций Росатома, представлены в Приложении 2.

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 XX в. 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 твердые 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. высохших 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, 8]. Река Мишеляк, берущая начало у оз. Улагач, протекает по СЗЗ предприятия и является началом ПБК [8].

На 01.01.2012 г. общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, не изменилась по сравнению с 2010 г. и составляла 446,78 км² [1, 7], из них 195,96 км² находятся в ЗН. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ПО «Маяк» приведены в Приложении 2.

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 [9]. Основными источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей природной среды в районе ПО «Маяк» в настоящее время являются территории, загрязненные в результате аварии 1957 и 1967 гг., и пойма р. Течи [7].

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [10] и ОСПОРБ-99/2010 [11] 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. [12], включая территорию промышленной зоны, составляет 253 км² [7]. В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км². 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 2011 г. приведены в табл. 2.2 [1]. Как видно из табл. 2.2, в 2011 г. выбросы составляли от 0,002 % (для ^{65}Zn) до 6,2 % (для $\Sigma\alpha$) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2010 г. существенно увеличились выбросы ΣI (в 18,6 раза), увеличились выбросы ^{134}Cs , ^{125}Sb , ^{60}Co , ^{137}Cs в 5,1, 1,5, 1,4 и 1,3 раза соответственно. Выбросы $^{89,90}\text{Sr}$ уменьшились в 1,5 раза. Выбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне 2010 года.

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2010–2011 гг. приведены в табл. 2.3 [1]. Из табл. 2.3 видно, что сбросы трития и ^{137}Cs в 2011 г. не производились, а сбросы ^{90}Sr снизились в 1,3 раза по сравнению с 2010 г. и не превышали

утвержденного норматива по допустимому сбросу радионуклида. По сравнению с 2010 г. объемные активности ^{90}Sr и трития в ЛБК увеличились, а в ПБК уменьшились: в ЛБК – 6,4 и 400 Бк/л соответственно, в ПБК – 35,4 и 200 Бк/л [7]. Объемная активность ^{137}Cs осталась на уровне 2010 г. и составляла в ЛБК и в ПБК менее 0,4 Бк/л.

Таблица 2.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{51}Cr	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,11 \cdot 10^7$	$8,89 \cdot 10^6$	$+2,21 \cdot 10^6$
^{60}Co	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,28 \cdot 10^7$	$9,13 \cdot 10^6$	$+3,67 \cdot 10^6$
^{65}Zn	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	-
$^{89,90}\text{Sr}$	$1,85 \cdot 10^{10}$	$5,00 \cdot 10^8$	$7,45 \cdot 10^8$	$-2,45 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,78 \cdot 10^7$	$1,86 \cdot 10^7$	$-8,00 \cdot 10^5$
$^{103,106}\text{Ru}$	$6,66 \cdot 10^{10}$	$2,33 \cdot 10^8$	$2,18 \cdot 10^8$	$+1,50 \cdot 10^7$
^{125}Sb	$3,70 \cdot 10^{10}$	$8,99 \cdot 10^6$	$6,44 \cdot 10^6$	$+2,55 \cdot 10^6$
ΣI	$3,70 \cdot 10^{10}$	$3,50 \cdot 10^9$	$1,88 \cdot 10^8$	$+3,31 \cdot 10^9$
^{134}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,21 \cdot 10^7$	$1,42 \cdot 10^7$	$+5,79 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$9,24 \cdot 10^8$	$7,33 \cdot 10^8$	$+1,91 \cdot 10^8$
$^{141,144}\text{Ce}$	$2,96 \cdot 10^{11}$	$1,99 \cdot 10^7$	$1,78 \cdot 10^7$	$+2,10 \cdot 10^6$
$\Sigma\alpha$	$7,40 \cdot 10^9$	$4,6 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^8$	-
Сумма ИРГ	$3,52 \cdot 10^{15}$	$3,56 \cdot 10^{13}$	$3,78 \cdot 10^{13}$	$-2,20 \cdot 10^{12}$

Примечание: ΣI – сумма нуклидов йода;
 $\Sigma\alpha$ – сумма α -активных нуклидов.

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 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^3H	-	-	-	-
^{90}Sr	$2,45 \cdot 10^{12}$	$5,48 \cdot 10^{11}$	$6,93 \cdot 10^{11}$	$-1,45 \cdot 10^{11}$
^{137}Cs	-	-	-	-

Примечание: - - норматив не установлен.

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 областным Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды [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 зоне влияния с помощью марлевых конусов с экспозицией один месяц. Кроме того, в ЗН (в п. Озерск) объемная активность определялась еще с помощью одной стационарной воздухофильтрующей установки (ВФУ), на которой пробы отбирались с экспозицией 3–5 дней на фильтр ФПП-15 площадью 1 м^2 , и одной передвижной ВФУ, на которой пробы отбирались с экспозицией 3–6 часов на фильтр ФПП-15 площадью 1 м^2 ;
- определение радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность в 16 пунктах СЗЗ и в 27 – в зоне влияния путем отбора проб с месячной экспозицией методом тканевых (ФПП-15)

планшетов 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 (МЭД) в 5 пунктах в СЗЗ и в 12 пунктах 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»;
- периодическое определение объемной активности γ -излучающих радионуклидов и ⁹⁰Sr в воде в 21 пункте открытой гидрографической сети, трития в 14 пунктах, α -излучающих радионуклидов в 9 пунктах;
- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радиоизотопного состава и содержания радионуклидов в 114 скважинах и 1–3 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», ДКГ-02У «Арбитр», 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 2011 г. Уральским УГМС [13] проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (ежесуточно, с помощью ВФУ с использованием фильтра ФПП-15-1,5) с января по март 2011 г. – в двух пунктах, с апреля 2011 г. – в трех пунктах;
- за атмосферными выпадениями $\Sigma\beta$ радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 20 пунктах, из них выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr определялись в 14 пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 20 пунктах и на четырех постах (два – в Екатеринбурге, два – в Златоусте);
- за радиоактивным загрязнением воды рек ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в семи пунктах, тритием – в одном пункте ежемесячно;
- 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 фирмы «Ортес», низкофоновый α -, β -радиометра УМФ-2000, радиометра РУБ-01П. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб воды и осадков на содержание трития выполнялся в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДРГ-107Ц, ДБГ-01Н, ДБГ-04А, ДКГ-03Д «Гроч».



Рис. 2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО:
■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений с суточной экспозицией и наблюдения за γ -фоном;
Т – отбор проб атмосферных осадков;
⊕ – ПО «Маяк»;
⊗ – ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» 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» с помощью конусов в ЗН и в зоне влияния в 2011 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 в воздухе на 4–5 порядков, а плутония на 3 порядка ниже величины ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [10].

В 2011 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС [13] с января по декабрь в пп. Кыштым и Аргаяш, с апреля – в п. Новогорный. Среднемесячные и среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.5. Из данных табл. 2.5

видно, что в 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Кыштым была в 1,3 раза ниже уровня 2010 г. и находилась на уровне средневзвешенного значения на территории АТР ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Новогорный находилось на уровне 2010 г., а п. Аргаяш – в 1,2 раза выше уровня 2010 г. Среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялись от $6,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Аргаяш, март и октябрь) до $23,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Кыштым, февраль). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. Аргаяш 27–28 июня и составляла $120 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 16 раз выше фонового значения за предыдущий месяц ($7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.4

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПО «Маяк» в 2011 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	13	4	3	0,1
г. Озерск, пост № 2	14	2	7	0,2
п. Метлино	16	8	3	0,4
п. Новогорный	26	12	5	0,2
г. Касли	19	3	4	0,2
п. Красный Партизан	11	4	5	-
п. Б. Куяш	16	6	5	-
д. Т. Караболка	17	7	5	-
д. Сарыкульмяк	14	5	4	-
п. Башакуль	21	8	5	0,1
п. Худайбердинский	22	5	3	0,3
п. Аргаяш	42	9	6	-
г. Кыштым	22	8	6	0,2
п. Слюдорудник	16	-	4	-
Среднее по зоне наблюдения	19	6	5	0,2
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	10	-	3	-
с. Муслимово (р. Теча)	17	2	3	-
п. Кунашак (след 1967 г.)	17	5	7	-
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	15	4	4	-
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	10	2	4	0,2
ДОНАС, Бк/м ³		2,7	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$

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

Таблица 2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2011 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	2009 г.	
Новогорный	с	-	-	-	7,5	9,7	8,0	10,4	8,5	9,5	8,7	9,3	8,3	8,9	10,0	-	
	м	-	-	-	20,6	22,8	32,2	38,7	23,2	41,4	20,7	39,5	45,3				
Аргаяш	с	11,8	9,6	6,3	9,4	7,3	9,5	7,4	7,4	7,0	6,3	7,1	6,8	8,0	6,9	-	
	м	35,9	28,2	15,7	25,6	22,1	120,1	17,5	21,3	14,2	15,0	22,5	22,8				
Кыштым	с	19,8	23,3	15,3	13,1	8,5	11,5	7,7	9,5	12,8	10,6	7,9	11,7	12,7	15,9	15,8	
	м	58,5	80,9	43,5	47,5	23,7	80,8	16,1	24,5	30,6	38,2	21,7	33,2				
Среднее по 100-км зоне наблюдения:																	
		2011 г.	15,8	16,5	10,8	10,0	8,5	9,7	8,5	8,5	9,7	8,6	8,1	8,9	9,8		
		2010 г.	-	-	-	-	-	8,7	8,6	13,1	8,1	6,8	6,4	10,7		10,9	8,8

Примечание: -- отбор проб не проводился.

В табл. 2.6 приведены объемные активности отдельных радионуклидов в воздухе в этих же пунктах контроля. Данные по изотопам плутония приведены по результатам анализа проб, выполненного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Гамма-спектрометрический анализ проб из п. Кыштым по определению активности ^{137}Cs выполнялся в лаборатории Уральского УГМС (Челябинский ЦГМС).

Таблица 2.6

Объемные активности ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2011 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	Пункт наблюдения				
	Новогорный			Аргаяш	Кыштым
	^{137}Cs	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	^{137}Cs	^{137}Cs
Январь	-	-	-	3,8	н
Февраль	-	-	-	2,5	60
Март	-	-	-	9,1	н
Апрель	219	0,7	0,8	266	50
Май	238	2,7	3,7	13,9	60
Июнь	219	-	-	13,4	40
Июль	575	-	-	14,3	70
Август	362	1,3	3,6	13,2	48
Сентябрь	265	4,7	7,4	9,0	67
Октябрь	145	1,4	2,1	24,1	48
Ноябрь	380	1,8	4,0	21,6	н
Декабрь	14,1	1,0	0,9	6,3	н
Среднее:					
2011 г.	269	1,9	3,2	33,1	37
2010 г.	259	1,9	3,2	14,6	14,6
ДОО _{НАС} , Бк/м ³	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	27	27

Примечание: н – ниже предела обнаружения

В 2011 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs (см. табл. 2.6 [13]) в приземной атмосфере п. Новогорный осталась на уровне предыдущего года, а в пп. Аргаяш и Кыштым увеличилась в 2,3 и 2,5 раза соответственно по сравнению с 2010 г. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs п. Кыштым в 2011 г. по сравнению с 2010 г. увеличилась в 2,5 раза. Наибольшее содержание ^{137}Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорном – $575 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($54,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в п. Новогорном в 5 раз, а в пп. Аргаяш и Кыштым среднегодовая активность ^{137}Cs была ниже средневзвешенной по территории РФ. Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объемной активности ^{137}Cs в зоне влияния ПО «Маяк» было в 10,5 раза выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но более чем на 5 порядков ниже ДОО_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99 [10].

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2011 г. (см. табл. 2.6) остались на уровне 2010 г. и составляли: ^{238}Pu – $3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $^{239,240}\text{Pu}$ – $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные значения на 3 порядка ниже ДОО_{НАС} для этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [10]. Среднемесячная объемная активность ^{238}Pu в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в течение года изменялась в пределах от $0,8 \cdot 10^{-7}$ до $7,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $^{239,240}\text{Pu}$ – от $0,7 \cdot 10^{-7}$ до $4,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Максимальные среднемесячные значения данных изотопов в воздухе наблюдались в августе. Среднее за год отношение изотопов ^{238}Pu к $^{239,240}\text{Pu}$ в воздухе этого пункта в 2011 г. составляло примерно 1,7, в то время как характерное отношение объемных

активностей этих изотопов от глобального радиоактивного источника для Северного полушария составляет 0,03 [12].

Необходимо отметить, что значения объемной активности ^{137}Cs в приземной атмосфере ЗН ПО «Маяк», полученные в лаборатории Уральского УГМС, значительно ниже (более чем на порядок величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк», даже в одних и тех же населенных пунктах, что связано с различием в методах отбора проб атмосферных аэрозолей (использование конусов при отборе проб приводит к большой неопределенности при расчете объемной активности из-за отсутствия точных данных об объеме прошедшего через конуса воздуха).

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС [13] представлены в табл. 2.7. Там же для сравнения приведена $\Sigma\beta$ выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 2.7 видно, что среднегодовая величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г. (0,7 Бк/м²·сутки) осталась на уровне предыдущего года и была в 1,6 раза выше фонового значения для Уральского региона, но не превышала средневзвешенного значения по территории РФ (см. раздел 1.1, табл. 1.8). Значения $\Sigma\beta$ годовых выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2011 г. колебались в диапазоне от 117 Бк/м²·год (в г. Сысерть) до 332 Бк/м²·год (в п. Новогорный).

В табл. 2.8 приведены данные об атмосферных выпадениях ^{90}Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г. [13]. Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г. (15,2 Бк/м²·год) были в 3,5 раза выше уровня 2010 г. и в 9 раз выше регионального фона (1,7 Бк/м²·год). Наибольшие годовые выпадения ^{90}Sr отмечались в п. Худайбердинский (29,0 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ^{90}Sr в п. Худайбердинский в 2011 г. зарегистрированы во II квартале.

Годовые выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2011 г. [13] (см. табл. 2.9) колебались в диапазоне от 1,3 до 17,6 Бк/м²·год. Средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 4,7 Бк/м²·год, что находится на уровне последних трех лет [14, 15], и в 4 раза превышает региональные фоновые выпадения (1,2 Бк/м²·год). Стоит отметить, что региональные фоновые выпадения ^{137}Cs увеличились в 2 раза по сравнению с 2010 г. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г. – 17,6 Бк/м²·год – наблюдались, как и ранее, в п. Новогорный, что в 14,7 раза выше регионального фона в 2011 г. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный наблюдались в сентябре и составляли 3,0 Бк/м²·месяц при региональном фоновом уровне за этот месяц 0,07 Бк/м²·месяц.

В табл. 2.10 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [7] о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2011 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией. В 2011 г. выпадения радионуклидов в зоне влияния ПО «Маяк» уменьшились по сравнению с прошлым годом. Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr в ЗН ПО «Маяк» в 2011 г. наблюдались в д.Сарыкульмяк и п. Худайбердинский соответственно; изотопов плутония – в п. Худайбердинский и г.Кыштым. В зоне аварийного загрязнения территории максимальные годовые выпадения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs наблюдались в с. Муслумово, ^{90}Sr – в с. Булзи.

Поскольку ЦЗЛ ПО «Маяк» осуществляет контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с месячной экспозицией, количественные результаты этих измерений не могут быть сопоставлены с суточными измерениями, проводимыми Росгидрометом, из-за неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы).

Таблица 2.7

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2011 г., Бк/м²·сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м ² ·год		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Аргаяш	с	0,9	0,8	0,6	0,9	1,1	0,8	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	285	
	м	2,7	2,9	1,1	2,5	2,6	1,7	1,5	1,5	2,0	2,2	1,9	1,8			
Бродокалмак	с	0,7	0,7	1,0	0,8	0,8	1,1	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	0,6	0,8	296	
	м	1,8	1,6	1,8	2,5	2,7	2,4	1,6	2,0	1,8	2,3	1,8	1,9			
Верхний Уфалей	с	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,8	274	
	м	1,5	1,7	1,5	1,9	1,7	2,6	1,8	3,3	2,5	1,8	1,7	1,7			
Златоуст	с	0,9	0,7	0,5	0,8	0,7	1,0	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,5	0,7	266	
	м	2,1	1,5	1,4	2,2	1,5	2,7	1,9	1,4	1,7	1,7	1,4	1,4			
Ибрагимово	с	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,9	0,8	0,8	0,8	274	
	м	2,4	1,9	2,0	1,9	1,8	1,9	1,7	2,9	1,1	1,8	1,9	1,6			
Караболка	с	1,0	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8	299	
	м	2,2	1,7	2,1	1,8	2,2	1,6	2,3	2,8	1,7	1,7	1,8	1,7			
Касли	с	0,7	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	288	
	м	1,9	1,6	1,6	2,3	2,0	2,5	1,7	3,0	2,6	2,0	1,6	2,0			
Кыштым	с	1,0	0,8	1,0	0,8	1,1	0,8	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	310	
	м	2,5	2,2	1,9	1,8	2,4	2,4	1,8	3,0	1,8	1,9	1,9	1,5			
Малый Куяш	с	0,8	0,7	0,8	0,7	1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	274	
	м	2,1	2,3	1,7	2,3	2,7	1,8	2,2	1,7	2,1	2,1	2,0	1,9			
Метлино	с	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0	0,7	0,5	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	288	
	м	2,5	1,9	1,8	2,0	3,1	4,7	1,5	1,4	2,0	1,9	1,9	2,1			
Миасс	с	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	274	
	м	1,7	2,2	1,5	1,5	2,5	2,1	1,7	3,0	2,0	1,9	1,8	1,5			
Муслумово	с	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	285	
	м	1,8	1,9	1,5	1,9	2,8	2,9	1,5	2,9	1,7	2,1	2,0	1,5			
Новогорный	с	1,0	0,8	1,0	0,9	1,2	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	0,8	0,6	0,9	332	
	м	2,8	1,9	2,6	1,9	3,4	2,6	2,2	2,9	1,9	2,4	1,7	1,5			
Нязепетровск	с	0,9	0,7	0,7	0,7	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	1,0	0,8	0,8	0,8	288	
	м	2,8	1,4	2,1	1,5	2,4	3,1	1,8	1,9	2,1	3,1	2,1	1,5			
Рыбниковское	с	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	120	
	м	1,7	3,0	0,6	1,0	2,2	1,1	2,1	1,8	2,1	0,8	1,3	1,1			
Сысерть	с	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,4	0,4	0,3	0,1	0,3	0,3	117	
	м	0,7	1,4	0,8	1,4	1,8	2,7	3,3	3,1	1,6	2,3	0,7	1,0			
Тюбук	с	0,9	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	285	
	м	2,6	1,8	2,3	2,1	2,4	2,4	1,4	1,6	1,7	2,1	2,1	1,8			
Усть-Караболка	с	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	2,0	0,8	0,8	0,8	277	
	м	2,6	1,5	1,7	1,7	1,9	1,8	2,7	1,4	1,9	2,0	2,1	1,7			
Худайбердийский	с	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	307	
	м	1,7	1,8	2,3	1,7	2,5	4,6	1,7	2,1	1,7	1,8	1,9	1,6			
Челябинск – город	с	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	1,2	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7	1,0	0,8	296	
	м	2,4	1,9	2,0	2,0	2,3	3,8	1,9	2,5	1,7	2,1	1,8	1,7			
Среднее:																
2011 г.		0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	270
2010 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	274	
Фон для Уральского региона:																
2011 г.		0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	168	
2010 г.		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	171	

Таблица 2.8

**Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2011 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	0,5			0,8			2,4			1,5			1,3	15,5
Бродокалмак	0,6			1,6			0,9			1,8			1,2	14,6
Ибрагимово	0,8			0,7			0,7			2,1			1,1	13,2
Караболка	0,8			1,9			0,6			1,6			1,2	14,6
Касли	0,4			6,4			1,3			1,4			2,4	28,3
Кыштым	0,4			2,0			2,3			0,4			1,3	15,1
Малый Куяш	0,7			0,9			0,8			1,7			1,0	12,5
Метлино	0,2			2,0			1,1			2,2			1,4	16,6
Муслюмово	0,4			0,7			0,7			0,9			0,7	7,9
Новогорный*	0,8			1,4			2,8			0,8			1,5	17,6
Рыбниковское	0,5			0,4			0,6			1,2			0,7	8,0
Тюбук	1,2			0,8			0,8			1,5			1,1	13,1
Усть-Караболка	0,2			0,9			0,8			0,4			0,6	7,0
Худайбердинский	1,3			5,0			2,6			0,8			2,4	29,0
Среднее: 2011 г.	0,7			2,1			1,7			1,3			1,3	15,2
2010 г.	0,1			0,3			0,7			0,3			0,4	4,3
Фон для Уральского региона: 2011 г.	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	1,7
2010 г.	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	1,8

Примечание: * – данные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Таблица 2.9

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2011 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	н	н	0,5	0,5	н	0,5	н	0,5	0,5	н	0,4	н	0,2	2,9
Бродокалмак	н	н	0,4	н	0,5	н	н	0,5	0,5	н	н	0,5	0,2	2,4
Ибрагимово	н	н	0,5	0,6	0,5	0,5	н	0,7	н	н	н	н	0,2	2,8
Караболка	н	0,4	н	0,5	н	0,7	0,7	н	н	н	н	0,3	0,2	2,6
Касли	0,5	н	0,4	0,5	0,4	н	0,6	н	0,5	0,4	0,4	н	0,3	3,7
Кыштым	н	0,6	н	0,5	0,6	0,4	0,7	0,5	0,7	0,5	н	н	0,4	4,4
Малый Куяш	н	н	н	0,5	н	н	0,4	н	н	н	0,5	0,5	0,2	1,9
Метлино	0,7	0,5	0,5	н	0,5	н	н	0,5	н	0,4	0,5	0,6	0,3	4,1
Муслюмово	н	н	н	н	н	0,8	н	н	н	0,6	н	н	0,1	1,3
Новогорный	0,8	0,6	0,9	1,0	1,0	2,3	2,8	2,7	3,0	1,3	0,7	0,5	1,5	17,6
Рыбниковское	н	н	н	0,1	1,8	1,3	1,4	н	н	н	н	н	0,4	4,6
Тюбук	0,5	н	0,5	0,4	н	н	н	н	н	0,4	0,5	н	0,2	2,4
Усть-Караболка	0,5	н	0,4	н	0,5	0,8	1,1	0,4	0,5	н	0,4	н	0,4	4,7
Худайбердинский	н	н	0,5	0,7	0,8	0,7	3,5	1,0	0,8	0,7	0,8	0,3	0,8	9,8
Среднее: 2011 г.	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,4	4,7
2010 г.	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,9	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,4	5,0
Фон для Уральского региона: 2011 г.	н	н	н	0,3	н	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,0	н	0,1	1,2
2010 г.	0,0	н	н	0,1	0,1	0,3	н	0,0	н	н	н	н	0,1	0,6

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

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2011 г., Бк/м²-год
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	Σβ	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	95	50	40	2,1
г. Озерск, пост № 2	125	32	59	2,7
п. Новогорный	235	43	68	1,8
п. Метлино	135	44	71	1,9
г. Касли	138	39	62	1,9
п. Красный партизан	185	44	66	-
п. Б. Куяш	127	48	60	-
д. Т. Караболка	181	70	45	-
д. Сарькульмяк	159	48	86	-
п. Башакуль	110	27	52	3,2
п. Худайбердинский	257	87	53	3,3
г. Кыштым	124	57	53	3,3
п. Слюдорудник	195	-	84	-
Среднее по зоне наблюдения	159	49	61	2,5
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	111	46	45	-
с. Булзи (ВУРС)	179	69	59	-
с. Муслимово (р. Теча)	205	-	99	-
п. Кунашак (след 1967 г.)	165	32	45	-
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	165	49	62	-
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	103	25	45	2,1
Фоновый уровень по Уральскому региону**	256	2,2	1,2	-

Примечание: * – сумма α-излучающих изотопов плутония;
 ** – данные Уральского УГМС;
 - – измерения не производятся.

Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязненными, в основном ⁹⁰Sr, 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 ⁹⁰Sr прослеживается на всем протяжении рек Течи и Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исеть в р. Тобол и далее (см. раздел 5.2). В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом.

В 2011 г. Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжался многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами воды рек Течи и Исеть, в которые происходит поступление загрязненных фильтрационных вод, а также рек Караболки и Синары, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», и р. Мишеляк, протекающей по СЗЗ предприятия. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2.

Пробы воды Уральским УГМС в 2011 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно, из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка – Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2011 г. проводила отбор проб воды р. Течи в створах с. Муслимово (ежемесячно) и с. Затеченское (два раза в год), в р. Исеть – в двух пунктах (два раза в год), в р. Караболка – в нижнем бьефе болота Бугай (один раз в год) и в створе с. Татарская Караболка (ежеквартально). Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 2.11 и 2.12 соответственно, а из рек Караболка и Синара – в разделе 5.2, табл. 5.5, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание

^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и лаборатории ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун». Поэтому в табл. 2.11, 2.12 и 5.5 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк».



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

Таблица 2.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2011 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Муслюмово						Першинское		Затеченское		
	$^{90}\text{Sr}^*$	^{90}Sr	$^{137}\text{Cs}^*$	^{137}Cs	$^3\text{H}^*$	^3H	^{90}Sr	^{137}Cs	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$
Январь	13,0	19,6	< 0,4	0,3	230,0	264,0	8,0	н	-	-	-
Февраль	17,2	17,6	0,5	0,2	343,0	347,0	12,9	н	-	-	-
Март	11,9	14,4	< 0,4	0,2	380,0	376,0	14,4	0,0	-	-	-
Апрель	13,5	11,4	< 0,4	0,2	350,0	129,0	10,5	0,1	-	-	-
Май	9,6	11,0	< 0,4	0,2	190,0	174,0	10,5	0,0	-	-	-
Июнь	15,7	11,6	< 0,4	0,2	214,0	68,4	9,3	н	9,5	< 0,4	110,0
Июль	6,0	11,6	< 0,4	0,3	160,0	179,0	8,8	0,2	-	-	-
Август	11,5	9,7	< 0,4	0,2	160,0	178,0	7,2	0,1	-	-	-
Сентябрь	11,6	13,5	0,5	0,2	280,0	245,0	9,3	н	-	-	-
Октябрь	15,4	21,0	< 0,4	0,1	260,0	240,0	11,7	0,1	5,4	< 0,4	< 50
Ноябрь	13,7	18,1	0,4	0,1	180,0	182,0	11,2	0,1	-	-	-
Декабрь	15,3	21,9	< 0,4	0,5	350,0	228,0	15,4	0,1	-	-	-
Среднее:											
2011 г.	12,9	15,1	0,4	0,2	260,0	218,0	10,8	0,1	7,5	< 0,4	80,0
2010 г.	13,6	18,5	0,4	0,2	380,0	226,0	13,0	0,0	7,0	0,3	175,0
УВ [10]	4,9	4,9	11,0	11,0	7600,0	7600,0	4,9	11,0	4,9	11,0	7600,0

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

Из анализа приведенных в табл. 2.11 данных видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово, в 78 км от источника, в 2011 г. была на уровне 2010 г. и составляла 12,9 – 15,1 Бк/л, что в 3,2 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [10] и более чем в 3500 раз выше фонового уровня для рек России (4,2 мБк/л). Самые высокие среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время наблюдались в с. Муслюмово: 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, 1999–2003 и 2006–2009 гг. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr

в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л. Вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде в 2011 г. тоже возросло и составляло в п. Першинское 10,8 Бк/л, в с. Затеченское 7,5 Бк/л.

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде изменялась от 2,3 до 1,0 Бк/л (см. табл. 2.12). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ^{90}Sr в воде в 2011 г. составила 0,04 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть объемная активность ^{90}Sr в 2011 г. осталась на уровне 2010 г. и была в 2 – 7 раз ниже УВ по НРБ-99/2009.

Объемная активность ^{137}Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 2.11 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2011 г., как и ранее, наблюдалась в воде р. Течи в с. Муслюмово – 0,2 – 0,4 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 2011 г. в воде р. Течи у с. Муслюмово колебалась в течение года от 0,1 до 0,5 Бк/л (по данным Уральского УГМС) при среднегодовом значении 0,2 Бк/л, которое находится на уровне последних лет и в 50 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [10].

Таблица 2.12

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2011 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Далматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{90}\text{Sr}^*$	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
Январь	-	-	2,9	н	2,2	н	1,5	н
Февраль	-	-	3,1	н	1,7	н	1,0	н
Март	-	-	2,8	0,01	1,3	н	1,0	0,01
Апрель	-	-	0,5	0,01	1,1	0,050	1,0	0,03
Май	-	-	0,6	0,04	0,7	н	0,3	0,02
Июнь	<0,03	0,15	1,7	0,01	0,7	0,02	0,3	0,01
Июль	-	-	2,5	0,03	2,5	0,011	1,8	0,05
Август	-	-	2,6	0,04	1,0	0,021	0,6	0,03
Сентябрь	-	-	2,3	н	2,2	н	1,0	0,01
Октябрь	0,05	1,30	2,5	н	1,5	н	1,0	0,01
Ноябрь	-	-	3,4	н	2,8	0,039	1,2	н
Декабрь	-	-	2,7	н	1,6	н	1,5	0,03
Среднее:								
2011 г.	0,04	0,73	2,3	0,02	1,6	0,028	1,0	0,022
2010 г.	0,05	0,98	2,1	0,01	1,6	0,004	1,4	0,004

Примечание: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
 -- отбор проб не проводился;
 н – ниже предела обнаружения.

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк», показали 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 2011 г. превышала фоновый уровень в реках России (1,7 Бк/л) примерно в 128 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 260 Бк/л у с. Муслюмово до менее 80 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника (см. рис. 2.2).

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2011 г. приведены в табл. 2.13 [7]. Из табл. 2.13 видно, что объемная активность ^{90}Sr в водах этих озер в 2011 г. колебалась от менее 0,03 до 0,14 Бк/л, а объемная активность ^{137}Cs в водах всех озер была менее 0,2 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде озер в 35 и 55 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [10] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртяш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание ^{90}Sr в оз. Б. Акуля и в оз. Иртяш в 2011 г. было на 2 порядка ниже УВ, однако соответственно в 5,5 и 8 раз выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР, и в 15 и 23 раза выше, чем в озерах на территории ЕТР (см. раздел 1.1).

Таблица 2.13

Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2011 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Озеро	Объемная активность	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Силач	< 0,03	< 0,2
Сунгуль	< 0,03	< 0,2
Киреты	< 0,03	< 0,2
Б. Касли	< 0,03	< 0,2
М. Касли	< 0,03	< 0,2
Куташи	< 0,03	< 0,2
Иртяш	0,06	< 0,2
Б. Наного	0,04	< 0,2
М. Наного	0,14	< 0,2
Б. Акуля	0,04	< 0,2
Акакуль	< 0,03	< 0,2
Увильды	< 0,03	< 0,2
Улагач	0,04	< 0,2
УВ по НРБ-99/2009 [10]	4,9	11

В 2011 г. ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжала наблюдения за миграцией радиоактивных веществ в подземных водах в районе расположения водоемов В-9 (оз. Карачай), В-17 (оз. Старое Болото) и В-11 (см. рис. 2.2). Как и в предыдущие годы, в подземных водах было зафиксировано повышенное по сравнению с УВ для населения содержание ^{60}Co , ^{90}Sr и трития, что связано с поступлением в подземные водоносные горизонты техногенных растворов из водоемов В-9, В-17 и В-11 [7].

Результаты наблюдения [7] за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк в 2011 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, приведены в табл. 2.14. Из табл. 2.14 видно, что в 2011 г. объемная активность ^{137}Cs в воде р. Мишеляк оставалась на уровне 2010 г., ^{90}Sr и трития – в 1,3–2 раза уменьшилась. Содержание данных радионуклидов в воде р. Мишеляк ниже УВ по НРБ-99/2009.

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 ФГБУ «НПО «Гайфун». 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. Объемная активность трития

в осадках постепенно снижается. За последнее десятилетие в пп. Аргаяш и Новогорный она уменьшилась примерно в 3 раза. С увеличением расстояния от источника объемная активность трития в осадках быстро уменьшается. В 2011 г. усредненное содержание трития в осадках в п. Новогорный составило 46,6 Бк/л, что в 19 раз выше среднего значения по территории РФ (2,5 Бк/л) (см. раздел 1.1). Максимальная среднемесячная объемная активность трития в атмосферных осадках (см. табл. 2.16), зарегистрированная в феврале, составляла 186 Бк/л, что в 62 раза выше фонового уровня для данного региона (~ 3 Бк/л), обусловленного глобальным источником. Среднегодовая объемная активность трития в п. Аргаяш была в 3 раза выше среднего значения по территории РФ.

Таблица 2.14

Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2011 г.
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Точки наблюдения	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		⁹⁰ Sr	³ H	¹³⁷ Cs
М-1	I квартал	1,00	51	< 6,3
	II квартал	0,86	79	< 6,3
	III квартал	0,38	72	< 6,3
	IV квартал	0,29	100	< 6,3
	Среднее: 2011 г. 2010 г.	0,63 0,29	76 105	< 6,3 < 6,3
М-2	I квартал	1,70	170	< 6,3
	II квартал	0,14	< 50	< 6,3
	III квартал	0,08	83	< 6,3
	IV квартал	0,19	110	< 6,3
	Среднее: 2011 г. 2010 г.	0,53 0,70	103 100	< 6,3 < 6,3
М-3	I квартал	0,20	< 40	< 6,3
	II квартал	0,02	62	< 6,3
	III квартал	< 0,02	62	< 6,3
	IV квартал	0,13	72	< 6,3
	Среднее: 2011 г. 2010 г.	0,09 0,12	59 92	< 6,3 < 6,3
М-4	I квартал	0,55	130	< 6,3
	II квартал	0,20	100	< 6,3
	III квартал	0,22	110	< 6,3
	IV квартал	0,22	110	< 6,3
	Среднее: 2011 г. 2010 г.	0,30 0,27	113 222	< 6,3 < 6,3
УВ по НРБ-99/2009 [10]		4,9	7600	11

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			
	Метлино	Аргаяш	Новогорный	Касли
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
2009	-	-	35,0 ¹⁾	-
2010	11,4 ²⁾	4,8 ³⁾	39,1 ⁴⁾	-
2011	-	7,4	46,6	-

Примечание: - – отбор проб не проводился;

¹⁾ – данные за 6 месяцев;

²⁾ – данные за 8 месяцев;

³⁾ – данные за 4 месяца;

⁴⁾ – данные за 9 месяцев.

Таблица 2.16

Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г., Бк/л (данные НПО «Тайфун»)

Месяц	Новогорный, 7 км на Ю
Январь	42,7 ± 1,5
Февраль	186,1 ± 3,3
Март	36,3 ± 1,1
Апрель	27,2 ± 1,4
Май	10,3 ± 0,6
Июнь	41,8 ± 1,7
Июль	22,6 ± 1,3
Август	67,9 ± 2,1
Сентябрь	62,8 ± 1,8
Октябрь	23,3 ± 1,0
Ноябрь	34,8 ± 1,3
Декабрь	3,9 ± 0,6
Среднее за год	46,6

Снежный покров, растительность, почва

В марте 2011 г. в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в 10 пунктах – пробы растительности (трава). Результаты анализа этих проб на $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 2.17 [13].

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	
	02.03.11	10.03.10	02.03.11	10.03.10	29.08.11	26.08.10	29.08.11	26.08.10
Ибрагимово	44,3	14,3	0,9	2,7	601	196	2,4	2,5
Касли	60,4	27,5	1,2	1,8	512	239	6,5	2,1
Кыштым	50,3	30,7	1,2	1,8	395	292	2,5	1,4
ЛЭП-59	-	-	-	-	-	-	-	-
ЛЭП-60	37,8	15,9	1,0	0,8	395	292	0,8	1,3
Малый Куяш	46,3	20,7	1,1	1,8	380	202	1,4	4,4
Метлино	34,9	38,3	1,4	2,2	413	387	3,4	11,8
Новая Теча	38,7	25,8	1,2	3,1	652	188	2,8	2,9
Новогорный	60,7	22,0	3,1	1,8	837	533	38,7	72,7
Татыш	40,5	21,6	0,9	1,5	430	294	8,4	4,2
Худайбердинский	47,4	17,7	1,4	1,8	386	326	4,9	5,2
Среднее по зоне наблюдения	46,1	23,5	1,3	1,9	500	295	7,2	10,9

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ (см. табл. 2.17) [13] в 2011 г. увеличилась в 2 раза относительно уровня предыдущего года, а ^{137}Cs – уменьшилась в 1,5 раза. Изменения содержания $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в снежном покрове, по-видимому, связаны с динамикой выбросов радионуклидов на ПО «Маяк». Наибольшие плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (60,7 Бк/м²) и ^{137}Cs (3,1 Бк/м²) были зарегистрированы в п. Новогорный, превышающие среднее значение по зоне наблюдения в 1,3 и 4 раза соответственно.

По данным [13], (см. табл. 2.17), в 2011 г. удельная активность ^{137}Cs в пробах растительности (7,2 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ПО «Маяк», уменьшилась в 1,5 раза, а $\Sigma\beta$ (500 Бк/кг) в 1,7 раза увеличилась по сравнению с 2010 г. Наибольшая удельная $\Sigma\beta$ растительности (837 Бк/кг) и ^{137}Cs (38,7 Бк/кг) наблюдались в п. Новогорный, что соответственно в 1,7 и 5,4 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2011 г. [9] также проводила отбор проб снега, растительности и почвы в зоне влияния предприятия. По данным [9], значения удельной активности радионуклидов в снеговом покрове находятся на уровне предыдущих лет и не превышают для трития - 71 Бк/кг, для ^{90}Sr - 0,49 Бк/кг. Результаты анализа проб почвы и растительности приведены в табл. 2.18. В соответствии с результатами анализа, содержание радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах растительности в 2011 г. осталось на уровне 2010 г. и изменялось в диапазоне 30–160 Бк/кг и 32–86 Бк/кг соответственно. Наибольшая удельная активность ^{90}Sr наблюдалась в п. Красный партизан, ^{137}Cs – в п. Худайбердинский.

Таблица 2.18

Содержание основных дозообразующих радионуклидов в пробах почвы в слое 0-5 см и растительности в зоне влияния ПО «Маяк» (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт отбора проб	Почва, кБк/м ²						Растительность, Бк/кг			
	^{90}Sr		^{137}Cs		Pu*		^{90}Sr		^{137}Cs	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Зона наблюдения										
г. Озерск	2,5	2,9	1,4	5,3	0,68	0,90	40	18	78	26
г. Озерск, пост № 2	2,4	1,7	2,2	2,9	1,4	0,85	30	86	71	53
п. Новогорный	5,1	5,6	10,4	19,6	1,39	0,32	108	80	32	89
п. Метлино	1,2	2,0	1,1	25	0,22	0,22	109	15	65	28
г. Касли	5,1	5,3	3,6	1,3	0,22	0,80	30	129	45	33
п. Красный партизан	7,9	1,4	3,4	0,6	0,22	0,65	160	27	35	60
п. Б. Куяш	2,4	0,9	2,7	1,0	0,22	1,0	52	111	55	23
д. Т. Караболка	6,3	2,6	3,0	3,0	-	-	30	39	51	32
д. Сарыкульмяк	4,7	4,6	5,3	8,5	0,22	0,32	-	84	-	81
п. Башакуль	1,2	1,3	1,0	4,0	0,22	0,51	60	18	54	66
с. Калининское	3,7	3,5	4,9	9,0	-	-	-	112	-	103
п. Худайбердинский	2,3	1,9	12,1	4,2	0,40	0,22	105	156	86	102
п. Аргаяш	3,0	1,5	4,6	4,4	-	0,22	79	140	77	112
г. Кыштым	4,3	1,3	4,3	2,9	0,22	0,70	72	18	52	38
п. Слюдорудник	2	1,3	2	1,1	-	-	101	18	66	61
Среднее по зоне наблюдения	3,6	2,5	4,1	4,7	0,49	0,56	75	70	59	60
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»										
с. Багаряк (ВУРС)	3,5	1,8	1,6	1,4	-	-	20	81	49	94
с. Булзи (ВУРС)	3,2	1,4	2,8	2,5	-	-	42	101	57	64
с. Муслюмово (р. Теча)	2,5	3,1	1,9	2,1	-	-	26	22	27	27
с. Щелкун (ВУРС)	2,6	1,9	2,1	1,3	-	-	28	43	30	20
п. Кунашак (след 1967 г.)	4,0	2,7	7,5	1,0	-	-	47	33	62	61
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	3,2	2,2	3,2	1,7	-	-	33	56	45	53
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»										
г. В. Уфалей	2,2	1,2	2,5	3,0	0,22	0,22	17	18	17	15
Глобальный уровень	1,3		2,2		0,11		2,0		8,0	

Примечание: * – сумма нуклидов плутония;
 - – отбор проб не проводился.

Содержание радионуклидов ^{137}Cs и изотопов плутония в пробах почвы в 2011 г. осталось на уровне 2010 г., а уровень загрязнения почвы ^{90}Sr увеличился в 1,4 раза по сравнению с 2010 г. (табл. 2.18) [9]. Наибольшая плотность загрязнения почвы ^{90}Sr (7,9 кБк/м²) наблюдалась в 2011 г. в п. Красный партизан, ^{137}Cs (12,1 кБк/м²) - в п. Худайбердинский, изотопами плутония (1,39 кБк/м²) – в п. Новогорный. 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 выше радиационными авариями 1957 и 1967 годов. В населенных пунктах зоны влияния ЦЗЛ ПО «Маяк» регулярно проводится контроль за уровнями радиоактивного загрязнения производимой в частном секторе

продукции (молоко, картофель), результаты которого представлены в табл. 2.19 [7]. Содержание радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs) в основных продуктах питания местного производства (частный сектор) на 1–3 порядка ниже допустимых уровней удельной активности, установленных Санитарными правилами и нормами [16].

Таблица 2.19

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2011 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Молоко		Картофель	
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
п. Метлино	0,43	0,1	1,1	0,2
п. Новогорный	1,1	1,0	1,4	0,1
г. Озерск (пост № 2)	0,8	1,0	0,7	0,3
п. Башакуль	0,6	0,5	0,4	1,0
п. Худайбердинский	1,0	0,6	0,5	0,5
п. Аргаяш	0,1	0,2	1,2	2,0
г. Кыштым	0,5	0,3	1,8	3,6
СанПиН-01 [16]	25	100	40	120

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2011 г., по данным Уральского УГМС [13, 17], находились в пределах 9–13 мкР/ч (при среднем значении 11 мкР/ч) и не отличались от данных за последние несколько лет и естественного γ -фона для Уральского региона. Максимальные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч. По данным [7], среднегодовые значения МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовали уровню естественного γ -фона, изменяясь в диапазоне 9–14 мкР/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2011 г. составляла 0,04–0,24 мЗв/год [7].

Подводя итоги, можно сказать, что в 2011 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной. Содержание ^{90}Sr и трития в воде исследуемых рек осталось на уровне 2010 г. и значительно превышало фоновые уровни. Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (с. Муслумово) на 3 порядка превышала региональный фоновый уровень и была в 3,2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009; объемная активность ^{137}Cs и трития была на 1–2 порядка ниже УВ.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы п. Новогорный осталась на уровне предыдущего года, а в пп. Аргаяш и Кыштым увеличилась в 2,3 и 2,5 раза соответственно по сравнению с 2010 г. Наблюдаемые уровни загрязнения приземной атмосферы на 5–7 порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» заметно превышали уровни предыдущего года и фоновый уровень для Уральского региона: в 3,5 раза выше уровня 2010 г. и в 9 раз выше регионального фона. Годовые выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне наблюдения составили 4,7 Бк/м²·год, что находится на уровне последних трех лет, но в 4 раза превышает региональные фоновые выпадения (1,2 Бк/м²·год). Стоит отметить, что региональные фоновые выпадения ^{137}Cs увеличились в 2 раза по сравнению с 2010 г. Содержание трития в осадках в 3–19 раз превышало среднее значение по территории РФ.

Наблюдается загрязнение подземных вод радионуклидами и расширение ареала загрязнения.

2.3. Горно-химический комбинат

Горно-химический комбинат является Федеральным государственным унитарным предприятием в составе государственной корпорации «Росатом». ФГУП «ГХК» – уникальное предприятие с подземным расположением основных ядерных производств, не имеющее аналогов в мире. Предприятие расположено 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 [19]. СЗЗ комбината протяженностью 17 км вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму, представленную на рис. 2.3. В 30-км зоне наблюдения комбината проживают около 150 тыс. человек. Основная часть населения (примерно 130 тыс. человек) проживает в промышленных городах Железногорск и Сосновоборск. 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 Бальчук с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод) [19].

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 уран-графитовых реактора АД и АДЭ-1. В настоящее время реакторы АД и АДЭ-1 приведены в ядерно-безопасное состояние и находятся на стадии подготовки к длительной выдержке [20]. В соответствии с Соглашением 1997 г. между правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, АДЭ-2 остановлен 15 апреля 2010 года.

Радиохимический завод введен в эксплуатацию в 1964 г. для переработки облученных в промышленных реакторах урановых блоков с целью извлечения из них урана (для последующего использования при изготовлении исходного топлива для энергетических реакторов) и плутония (для подготовки ядерных боезарядов). Образующиеся при переработке облученного урана жидкие высокоактивные отходы хранятся в специальных емкостях из нержавеющей стали. Жидкие отходы средней и низкой активности закачиваются на подземное захоронение на полигон «Северный».

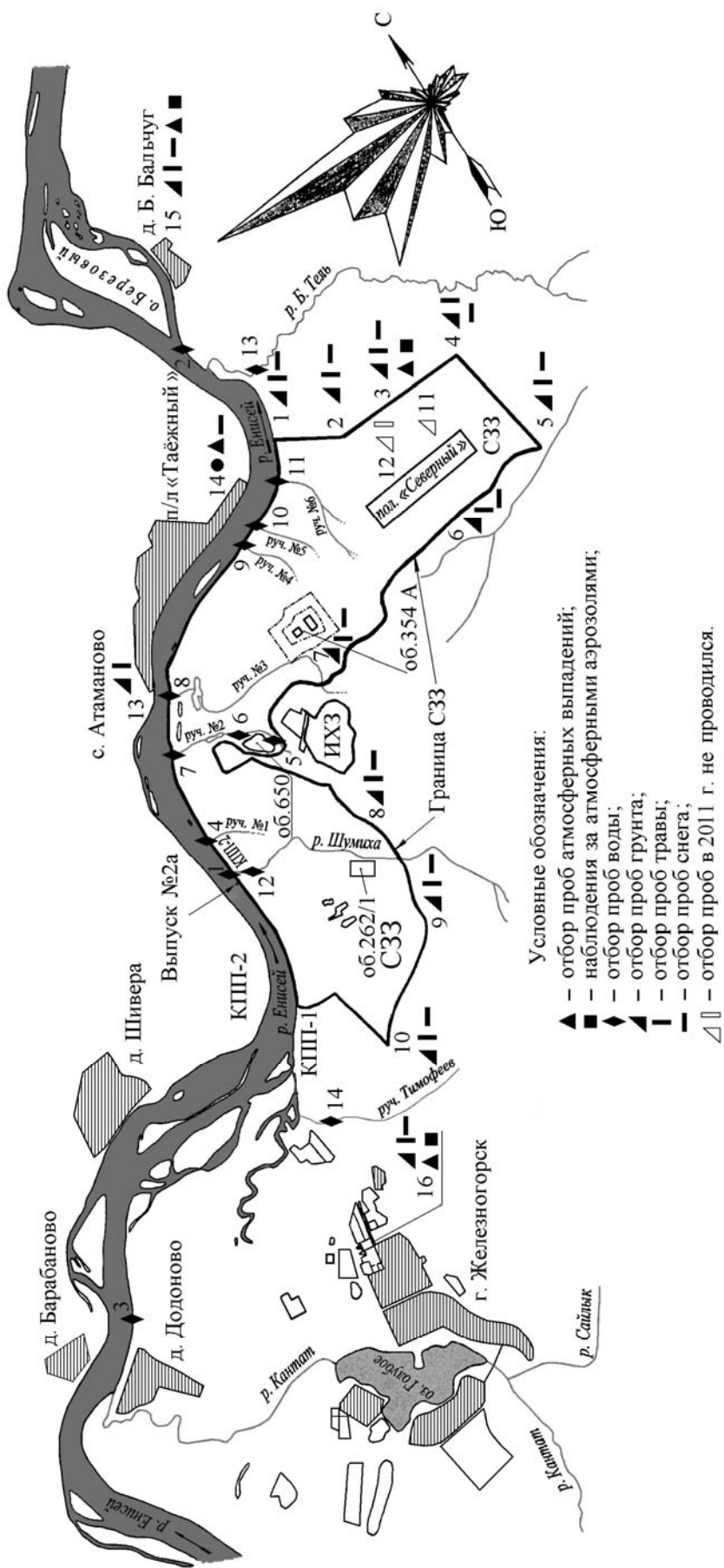


Рис. 2.3. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

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. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) различной активности захораниваются на полигоне «Северный». Твердые радиоактивные отходы (ТРО) 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, объем подземного пространства – около 11 000 м³. ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 180–280 м (ЖРО низкого уровня активности) и 350–550 м (ЖРО среднего уровня активности), изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности водоупорными породами. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты [21].

Запланированный ранее изотопно-химический завод РТ-2, предназначенный для приема, временной выдержки и последующей переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с атомных электростанций, окончательно не построен [19]. Первая очередь завода – комплекс «мокрого хранилища» ОЯТ со вспомогательными зданиями и сооружениями – принята в эксплуатацию в 1985 г. Первоначальная емкость хранилища составляла 6000 т. В настоящее время завершается реконструкция «мокрого хранилища» с увеличением его вместимости до 8600 т. В дальнейшем емкость хранилища планируют увеличить до 11 000 т. Это позволит продлить его эксплуатацию до 2020–2025 годов. В настоящее время на территории ГХК строится сухое хранилище ОЯТ на 33 тыс. тонн [19]. Поступающее с АЭС России, Украины и Болгарии ОЯТ пока только складывается 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. Система водоснабжения хранилища замкнутая, без сброса воды в окружающую среду [20].

Главный проект, над которым сейчас трудятся на ГХК – это строительство опытно-демонстрационного центра с современной технологией переработки ОЯТ, по существу, это будет мини-завод третьего поколения. Строительство мини-завода планируется завершить в 2015 г. На его базе после отработки процесса будет создан современный радиохимический завод производительностью до 1500 т в год. Кроме того, на комбинате в настоящее время прорабатываются варианты обращения с отработавшим ядерным топливом [19].

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территории СЗЗ и зоны наблюдения загрязнены радионуклидами. Основные причины загрязнения этих территорий следующие [19]:

- сброс радиоактивных отходов вод охлаждения двух прямоточных реакторов в р. Енисей;
- ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промышленной площадке комбината.

Согласно [23], в 2011 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. 2.20, в 2011 г. годовые выбросы в атмосферу большинства радионуклидов на ГХК уменьшились и составляли 0,3 % (сумма нуклидов Eu) – 6 % (^{134}Cs) от величины допустимых выбросов. Выбросы ^{60}Co , $^{103,106}\text{Ru}$, ^{134}Cs , сумма нуклидов Pu остались примерно на уровне 2010 года.

Таблица 2.20

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{32}P	$5,60 \cdot 10^{11}$	-	$2,22 \cdot 10^{10}$	$-2,22 \cdot 10^{10}$
^{46}Sc	$1,00 \cdot 10^7$	-	$4,00 \cdot 10^6$	$-4,00 \cdot 10^6$
^{51}Cr	$4,30 \cdot 10^{10}$	-	$3,10 \cdot 10^7$	$-3,10 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$3,00 \cdot 10^8$	-	$1,00 \cdot 10^6$	$-1,00 \cdot 10^6$
^{59}Fe	$1,00 \cdot 10^8$	-	$3,00 \cdot 10^6$	$-3,00 \cdot 10^6$
^{58}Co	$3,06 \cdot 10^9$	-	$1,20 \cdot 10^7$	$-1,20 \cdot 10^7$
^{60}Co	$3,08 \cdot 10^9$	$1,60 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	$-0,40 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$5,00 \cdot 10^8$	-	$5,00 \cdot 10^6$	$-5,00 \cdot 10^6$
$^{89,90}\text{Sr}$	$2,67 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^8$	$2,55 \cdot 10^8$	$-1,54 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,20 \cdot 10^9$	$3,69 \cdot 10^8$	$1,27 \cdot 10^8$	$+2,42 \cdot 10^8$
$^{103,106}\text{Ru}$	$8,28 \cdot 10^{10}$	$3,16 \cdot 10^8$	$3,47 \cdot 10^8$	$-0,31 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов I	$1,56 \cdot 10^{10}$	$3,99 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^9$	$-6,51 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$7,20 \cdot 10^7$	$4,20 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	$-0,80 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$6,21 \cdot 10^9$	$1,80 \cdot 10^8$	$3,40 \cdot 10^8$	$-1,60 \cdot 10^8$
$^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$	$5,00 \cdot 10^8$	-	$1,30 \cdot 10^7$	$-1,30 \cdot 10^7$
$^{141,144}\text{Ce}$	$7,12 \cdot 10^{10}$	$6,79 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^9$	$-3,71 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов Eu	$3,00 \cdot 10^8$	$8,00 \cdot 10^5$	$1,00 \cdot 10^6$	$-2,00 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов Pu	$1,39 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^7$	$+0,60 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$7,53 \cdot 10^{15}$	-	$5,93 \cdot 10^{14}$	$-5,93 \cdot 10^{14}$

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 [20]. Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 и 1961 гг. соответственно) являлись в течение более 40 лет основными источниками поступления радионуклидов в р. Енисей. 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 [19].

Сбросы всех радионуклидов в р. Енисей в 2011 г., представленные в табл. 2.21 [1], не превышали установленных нормативов и находились в пределах 0,1 % (сумма радионуклидов

Eu) – 4 % (^{89,90}Sr) от допустимых сбросов. Сбросы большинства радионуклидов в 2011 г. уменьшились. Сбросы ¹³⁷Cs остались практически на уровне 2010 г. Как видно из приведенной ниже таблицы, основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Таблица 2.21

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2010 г. по сравнению с 2009 г.
		2011 г.	2010 г.	
²⁴ Na	1,85·10 ¹⁴	-	1,23·10 ¹³	-1,23·10 ¹³
³² P	2,22·10 ¹³	-	3,52·10 ¹²	-3,52·10 ¹²
⁴⁶ Sc	3,70·10 ¹¹	-	2,15·10 ¹⁰	-2,15·10 ¹⁰
⁵¹ Cr	1,48·10 ¹³	-	2,57·10 ¹¹	-2,57·10 ¹¹
⁵⁴ Mn	1,48·10 ¹¹	-	1,21·10 ⁹	-1,21·10 ⁹
⁵⁸ Co	3,70·10 ¹¹	-	3,93·10 ⁹	-3,93·10 ⁹
⁵⁹ Fe	1,85·10 ¹¹	-	1,37·10 ¹⁰	-1,37·10 ¹⁰
⁶⁰ Co	3,74·10 ¹¹	9,11·10 ⁹	1,71·10 ¹⁰	-7,99·10 ⁹
⁶⁴ Cu	5,55·10 ¹²	-	7,23·10 ¹¹	-7,23·10 ¹¹
⁶⁵ Zn	3,70·10 ¹¹	-	1,21·10 ¹⁰	-1,21·10 ¹⁰
⁷⁶ As	5,55·10 ¹²	-	1,68·10 ¹¹	-1,68·10 ¹¹
^{89,90} Sr	8,14·10 ¹⁰	3,16·10 ¹⁰	6,10·10 ⁹	+2,55·10 ¹⁰
⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	7,40·10 ¹¹	1,16·10 ⁹	8,31·10 ⁹	-7,15·10 ⁹
¹⁰³ Ru+ ¹⁰⁶ Ru	5,74·10 ¹¹	3,18·10 ⁹	2,96·10 ¹⁰	-2,64·10 ¹⁰
¹²⁴ Sb	3,70·10 ¹¹	-	6,02·10 ⁸	-6,02·10 ⁸
Сумма нуклидов I	5,55·10 ¹¹	-	8,72·10 ⁹	-8,72·10 ⁹
¹³⁴ Cs	2,96·10 ¹⁰	1,36·10 ⁸	3,43·10 ⁸	-2,07·10 ⁸
¹³⁷ Cs	1,15·10 ¹¹	2,56·10 ¹⁰	1,49·10 ¹⁰	+1,07·10 ¹⁰
¹⁴⁰ Ba+ ¹⁴⁰ La	3,70·10 ¹¹	-	9,06·10 ⁹	-9,06·10 ⁹
¹⁴¹ Ce+ ¹⁴⁴ Ce	5,55·10 ¹¹	3,98·10 ⁹	8,11·10 ⁹	-4,13·10 ⁹
Сумма нуклидов Eu	2,22·10 ¹¹	2,33·10 ⁸	3,31·10 ⁹	-3,08·10 ⁹
²³⁹ Np	7,40·10 ¹²	-	8,25·10 ¹²	-8,25·10 ¹²

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК [20]. В 2011 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 пяти стационарных пунктах контроля, расположенных на расстоянии до 10 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с учетом розы ветров. Аэрозоли улавливали на аналитические фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с помощью ВФУ производительностью около 300 м³/ч;

- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, и в пунктах контроля глобального фона. Пробы отбирались с помощью металлических кювет, дно которых выстилалось марлевым планшетом. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы. Смена планшетов, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, производилась раз в неделю одновременно с заменой фильтров на ВФУ. В пунктах контроля глобального фона смена планшетов производилась один раз в месяц;

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

- содержание радионуклидов в снеге в 15 точках, две из которых фоновые;

- объемная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии

спецканализации; фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось в 17 км выше выпуска в районе д. Додоново;

– 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 часов).

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 2011 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения [22]:

– за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырех пунктах (рис. 2.4);

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



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

- ⊗ – ГХК;
- ⊕ – ЭХЗ;
- – 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 20 км;



Рис. 2.5. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

- за объемной активностью радионуклидов в воде р. Енисей и других рек 100-км зоны во время маршрутных обследований;
- 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 пяти маршрутам.

Измерения $\Sigma\beta$ в пробах производились на универсальных радиометрах РУБ-01П5 и РУБ-01П, γ -спектрометрический анализ – на спектрометре гамма-излучения на основе детектора из особо чистого германия GCD-30185 и сцинтилляционном гамма-спектрометре «Гамма-1С».

Приземная атмосфера

В табл. 2.22 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных [20] и суточных проб [19]. Из табл. 2.22 видно, что объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха уменьшается с увеличением расстояния от ГХК. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе на границе СЗЗ ГХК в 2011 г. [20] осталась практически на уровне 2010 г., в ЗН – увеличилась в 1,4 раза. Объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по территории Западной Сибири в 1,8 и 2,3 раза соответственно. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК, по данным Среднесибирского УГМС [19], среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $6 \cdot 10^{-5}$ до $76 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в пп. Большая Мурта и Сухобузимское в 2011 г. увеличилась в 2,2 и 1,5 раза соответственно. В п. Большая Мурта среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ превышало средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ по территории Западной Сибири в 1,6 раза. По сравнению с предыдущим годом среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Красноярска уменьшилась в 1,3 раза и была сравнима со средневзвешенным значением по территории Западной Сибири.

Таблица 2.22

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 2011 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра ГХК [20] (рис. 2.3) и Среднесибирского УГМС [19] (рис. 2.4))

Месяц		10 км на СВ, граница СЗЗ, т. 3*	9 км на ЮЗ, г. Железногорск, ЗН, т. 16*	60 км на ЮЗ, г. Красноярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобузимское	67 км на ССЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр
Январь	с	96	59	76	35	28	6
	м	168	134	164	275	133	23
Февраль	с	23	22	25	12	23	6
	м	31	34	118	28	57	16
Март	с	36	40	8	10	11	6
	м	48	60	19	36	28	25
Апрель	с	39	40	13	22	16	12
	м	68	57	28	48	51	27
Май	с	12	26	8	12	10	6
	м	12	37	20	36	29	18
Июнь	с	-	45	10	17	16	10
	м	-	62	18	42	32	27
Июль	с	-	27	6	7	9	6
	м	-	50	24	30	22	17
Август	с	-	21	8	8	11	3
	м	-	37	22	19	31	12
Сентябрь	с	23	29	7	11	36	6
	м	23	34	16	34	194	16
Октябрь	с	34	31	11	10	44	5
	м	47	42	33	29	153	20
Ноябрь	с	44	40	8	10	32	4
	м	70	61	30	22	104	13
Декабрь	с	27	41	11	49	57	11
	м	38	77	37	137	139	29
Среднее:							
2011 г.		28	35	16	17	24	7
2010 г.		25	25	21	11	11	7

Примечание: * – данные Радиоэкологического центра ГХК;
- - нет данных.

В 2011 г. в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано 26 случаев пятикратного превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем [19]. Наиболее высокое значение концентрации суммы бета-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на станции Сухобузимское 25–26 января 2011 года ($274,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В результате γ -спектрометрического анализа в пробе повышенной активности был обнаружен только природный ⁷Be.

Данные радиозотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН [20], представлены в табл. 2.23. Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99/2009 [10]. Из табл. 2.23 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 аппаратуры. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ увеличилась по сравнению с 2010 г. в 4,6 раза, в ЗН – в 6,4 раза, при этом содержание ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объемную активность ¹³⁷Cs: в СЗЗ – в 4,4 раза, в ЗН – в 1,4 раза. Объемная активность ^{239,240}Pu увеличилась в СЗЗ в 3,3 раза, в ЗН – в 2,5 раза и была на 4 порядка ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [10]. Объемная $\Sigma\alpha$ радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ увеличилась в 1,3 раза, в ЗН – в 1,1 раза по сравнению с 2010 годом.

Таблица 2.23

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

Радионуклид	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 2.3)				ДОО _{НАС} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3		9 км на юго-запад, г. Железногорск ЗН, т. 16		
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Со	< 10	< 10	< 10	< 10	11
⁹⁰ Сг	21	< 200	6	< 200	2,7
⁹⁵ Зг	< 20	< 20	< 20	< 20	23
⁹⁵ Нб	< 20	< 20	< 20	< 20	72
¹⁰³ Ру	< 20	< 20	< 20	< 20	46
¹⁰⁶ Ру	< 20	< 20	< 20	< 20	4,4
¹³¹ И	< 200	< 200	< 200	< 200	7,3
¹³⁷ Сс	201	44	64	10	27
¹⁴⁰ Ва	< 400	< 400	< 400	< 400	22
¹⁴¹ Се	< 60	< 60	< 60	< 60	33
¹⁴⁴ Се	< 60	< 60	< 60	< 60	3,3
^{239,240} Пу	1,3	0,4	3,2	1,3	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Σα	310	240	310	290	-
Σβ	2800	2500	3500	2500	-

В табл. 2.24 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 2.4), проведенного ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и Департаментом Росгидромета по Сибирскому федеральному округу [22].

Из табл. 2.24 видно, что содержание ¹³⁷Сс в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК, так же как и по территории Западной Сибири, постепенно уменьшается из года в год. Однако в 2011 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Сс во всех пунктах наблюдения значительно увеличилась по сравнению с 2010 г.: в п. Большая Мурта – в 24,7 раза, п. Сухобузимское – в 23,3 раза, п. Уяр – в 59,1 раза, в п. Красноярск – в 16 раз. По-видимому, такое увеличение связано с поступлением на территорию Красноярского края радиоактивного загрязнения после аварии на АЭС «Фукусима-1».

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Сс в пп. Уяр и Сухобузимское были практически на уровне средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($46,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в п. Большая Мурта величина среднегодовой объемной активности ¹³⁷Сс превышала указанное значение в 1,2 раза, в п. Красноярск – в 1,4 раза была меньше. Самая высокая среднеквартальная объемная активность ¹³⁷Сс наблюдалась в пробах, отобранных в II квартале в п. Большая Мурта ($204,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), максимальная среднегодовая объемная активность ¹³⁷Сс также наблюдалась в указанном пункте ($56,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Указанные величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99/2009 (ДОО_{НАС} = 27 Бк/м³) [10].

В 2011 г. в 100-км зоне ГХК среднегодовая объемная активность ⁹⁰Сг (табл. 2.24) изменялась в пределах от $0,4 \cdot 10^{-7}$ до $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и находилась на уровне или несколько выше средневзвешенного

значения по территории Западной Сибири ($1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), что на 7 порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ($DOA_{НАС.} = 2,7$ Бк/м³) [10].

Таблица 2.24

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2007–2011 гг., 10⁻⁷ Бк/м³
(данные НПО «Тайфун» и Департамента Росгидромета по Сибирскому федеральному округу)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
¹³⁷Cs							
Большая Мурта	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
	2009	4,0	2,2	2,3	2,7	2,8	3,3
	2010	2,8	1,9	2,4	2,0	2,3	3,4
	2011	14,3	204,7	4,0	3,6	56,7	46,1
Красноярск (опытное поле)	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
	2009	1,0	0,2	0,3	1,1	0,7	3,3
	2010	2,0	1,3	3,2	1,9	2,1	3,4
	2011	н	119,5	0,4	13,4	33,6	46,1
Сухобузимское	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
	2009	2,5	1,6	2,3	2,5	2,2	3,3
	2010	2,0	2,4	2,4	1,3	2,0	3,4
	2011	9,0	170,8	3,8	2,2	46,5	46,1
Уяр	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
	2009	0,6	1,3	1,5	0,7	1,0	3,3
	2010	0,4	0,4	1,4	0,7	0,7	3,4
	2011	15,2	146,7	2,3	1,4	41,4	46,1
⁹⁰Sr							
Большая Мурта	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
	2009	1,4	3,4	2,3	1,1	2,1	2,2
	2010	1,6	1,7	1,1	1,0	1,4	1,3
	2011	0,7	2,7	1,0	1,0	1,4	1,4
Красноярск (опытное поле)	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
	2009	2,3	3,0	2,1	1,8	2,3	2,2
	2010	2,5	1,1	3,6	1,7	2,2	1,3
	2011	2,6	2,6	2,3	2,1	2,4	1,4
Сухобузимское	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
	2009	1,2	3,1	1,6	0,9	1,7	2,2
	2010	1,2	2,9	2,8	1,6	2,1	1,3
	2011	1,3	2,8	4,2	1,6	2,5	1,4
Уяр	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
	2009	0,3	0,6	0,8	0,6	0,6	2,2
	2010	0,6	0,5	0,9	0,5	0,6	1,3
	2011	0,7	1,6	1,2	0,4	1,0	1,4

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV кварталы 2007 г. [15].

Радиоактивные выпадения

В 2011 г. Радиоэкологическим центром ГХК [20] 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 планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы). Однако необходимо отметить, что, согласно данным Радиозоэкологического центра ГХК [20], $\Sigma\beta$ выпадений во всех пунктах наблюдения увеличилась в 1,2–1,5 раза. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г., как и ранее, наблюдались в 15 км на северо-восток от ГХК (с. Б. Бальчуг) (рис. 2.3) и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ^{137}Cs . В 2011 г. выпадения ^{137}Cs в северо-восточном направлении от ГХК в СЗЗ и ЗН остались практически на уровне 2010 г., в юго-западном направлении от ГХК (г. Железногорск) уменьшились в 1,2 раза, в п. Емельяново (фон) – в 1,3 раза, в с. Атаманово и д. Сухая (фон) увеличились в 1,3 и 1,2 раза соответственно. Выпадения ^{137}Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2011 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах [19]. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 2.4. Среднемесячные и максимальные за каждый месяц суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ГХК приведены в табл. 2.25.

Таблица 2.25

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2011 г., Бк/м²·сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
Большая Мурта	с	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	1,0	0,7	0,9
	м	5,8	2,0	1,3	2,7	1,4	2,7	1,4	2,1	3,2	4,1	1,6	7,1		
Дзержинское	с	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	1,5	0,8	0,6	1,9	0,8	0,8
	м	1,7	1,9	1,2	2,1	4,9	2,9	1,1	1,6	8,2	2,3	1,8	15,8		
Красноярск (опытное поле)	с	0,9	0,5	0,4	1,0	0,7	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	0,9	0,7	0,7	0,5
	м	11,8	1,8	1,0	7,3	1,9	2,0	1,7	1,2	1,5	2,0	6,1	2,4		
Солянка	с	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7
	м	2,7	2,4	3,3	1,4	1,3	1,3	3,9	2,1	1,5	2,4	5,3	2,6		
Сухобузимское	с	3,5	1,1	0,7	0,9	0,5	0,9	0,7	0,7	0,5	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0
	м	21,0	3,5	2,4	3,3	2,1	2,0	3,8	2,6	0,8	3,2	5,2	4,0		
Уяр	с	1,1	1,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8
	м	2,5	7,8	1,7	1,7	1,5	2,5	1,4	2,0	5,6	2,7	1,3	3,3		
Шалинское	с	0,5	0,7	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,6	0,6	0,7
	м	1,4	2,1	2,0	1,3	2,0	1,5	1,3	1,3	2,0	2,5	1,1	1,4		
Среднее по 100-км зоне:	2011 г.	1,1	0,8	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	1,0	0,8	
	2010 г.	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	1,1		0,8

Из табл. 2.25 видно, что средняя по 100-км зоне ГХК $\Sigma\beta$ выпадений осталась на уровне 2010 г. и была в 1,6 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири (1,3 Бк/м²·сутки), однако среднемесячные значения для некоторых пунктов в отдельные месяцы были несколько выше фоновых значений (табл. 2.25). Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,5–1,1 Бк/м²·сутки. В 2011 г. в 100-км зоне комбината было зарегистрировано 7 случаев десятикратного превышения плотности суточных радиоактивных выпадений над среднесуточной (фоновой) плотностью (ст. Сухобузимское 8–9 января; ст. Красноярск (опытное поле) 18–19 января, 2–3 апреля; ст. Дзержинское 23–24 сентября, 17–18 декабря, 19–20 декабря; ст. Большая Мурта 23–24 декабря).

Почва, растительность

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2011 г. производился Радиозоологическим центром ГХК [20] с помощью специального керна с фиксированной площадью отбора. На каждом участке контроля отбиралось по две параллельных 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 [20] осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор проб почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельных 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. 2.26 приведены результаты радиоизотопного анализа [20] отобранных проб почвы и травы на содержание ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 2.26 видно, что плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2011 г. составляла от 0,8 до 3,3 кБк/м². Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,1–1,7 кБк/м². Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от < 0,4 до 9,3 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках < 0,4–0,72 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в точках отбора проб (9–14 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного γ -фона.

Таблица 2.26

Содержание ^{137}Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2011 г. (данные Радиозоологического 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	Трава, Бк/кг в.-с.	Почва, кБк/м ²	Трава, Бк/м ²	
Санитарно-защитная зона					
9,5 км на северо-восток, т. 1	31±4	0,72±0,16	1,9±0,2	0,30±0,06	10±0,02
9 км на северо-восток, т. 2	59±7	1,20±0,20	3,3±0,4	0,10±0,02	11±0,03
10 км на северо-восток, т. 3	22±3	< 0,4	1,6±0,2	< 0,05	10±0,02
11 км на северо-восток, т. 4	13±2	9,3±1,2	1,2±0,2	1,24±0,17	11±0,03
10,5 км на северо-восток, т. 5	28±3	4,3±0,7	2,3±0,3	0,34±0,05	13±0,03
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	14±2	6,8±0,9	1,2±0,2	0,57±0,07	14±0,03
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	15±2	1,3±0,2	1,0±0,1	0,18±0,03	14±0,03
1 км на северо-восток, т. 8	8,3±1,2	0,76±0,17	0,8±0,1	0,15±0,03	11±0,03
3 км на юг, т. 9	18±2	1,3±0,2	1,0±0,1	0,28±0,05	10±0,02
4 км на юго-запад, т. 10	13±2	0,62±0,13	0,9±0,1	0,08±0,02	13±0,03
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	26±3	1,1±0,2	2,7±0,3	0,20±0,03	9±0,02
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	24±3	1,4±0,3	1,9±0,2	0,14±0,03	11±0,03
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	24±3	< 0,4	1,3±0,2	< 0,05	9±0,02
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	25±3	< 0,4	1,7±0,2	< 0,05	10±0,02
73 км на запад, д. Крутая	16±2	0,72±0,18	1,1±0,1	0,09±0,02	9±0,02

В 2011 г. Среднесибирское УГМС [19] 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 август в 131 точке по пяти маршрутам. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

Результаты анализа проб почвы [19] приведены в табл. 2.27. Согласно этим данным, во всех пробах почвы был зарегистрирован ^{137}Cs ; кроме того, в пробах отобранных в населенных пунктах Павловщина, Большие Пруды, Хлоптуново были обнаружены и другие техногенные радионуклиды (табл. 2.27). В пробе почвы, отобранной недалеко от берега р. Енисей возле д. Павловщина (целинный участок местности, затопляемый во время весенних паводков) плотность загрязнения ^{137}Cs составила $4,0 \text{ кБк/м}^2$ ($108,2 \text{ мКи/км}^2$) и превысила более чем в 2 раза фоновый уровень загрязнения для территории России (не более $1,9 \text{ кБк/м}^2$ ($51,4 \text{ мКи/км}^2$)).

Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2011 г. отбирались Радиоэкологическим центром ГХК [20] в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 1 по 18 марта. Места отбора проб выбирались с учетом возможного загрязнения снежного покрова в результате ветрового выноса радионуклидов из открытых хранилищ радиоактивных отходов, а также за счет газоаэрозольных выбросов из вентиляционных труб ГХК. В каждой точке контроля отбирались по две параллельных пробы с площади от $0,21$ до $1,0 \text{ м}^2$ на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от $19,0$ до $107,1 \text{ кг}$ 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. 2.28, 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. 2.28 видно, что максимальное значение плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (49 Бк/м^2) было зарегистрировано в т. 5, расположенной в СЗЗ в 8 км на северо-восток от ГХК. Более высокая по сравнению с «фоновыми» плотность загрязнения снега ^{137}Cs наблюдалась, как и ранее, в соответствии с розой ветров в северо-восточном направлении в точках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (см. табл. 2.28 и рис. 2.3). В остальных точках плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК была в основном на уровне или незначительно превышала фоновую.

В 2011 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС [19] были отобраны 12 проб снега в период с 17 февраля по 16 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.

Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2011 г.
(данные Среднесибирского УГМС)

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				Удельная активность, Бк/кг	Плотность загрязнения, кБк/м ²
Атаманово	13.07	0,354	⁴⁰ K	326,0	-
			²²⁶ Ra	14,6	-
			²³² Th	17,2	-
			¹³⁷ Cs	28,5	1,66
Барабаново	03.08	0,292	⁴⁰ K	410,0	-
			²²⁶ Ra	16,5	-
			²³² Th	19,2	-
			¹³⁷ Cs	2,9	0,14
Большой Бальчуг	22.06	0,333	⁴⁰ K	451,0	-
			²²⁶ Ra	13,1	-
			²³² Th	16,7	-
			¹³⁷ Cs	4,8	0,26
Большие Пруды	03.08	0,305	⁴⁰ K	397,0	-
			²²⁶ Ra	17,6	-
			²³² Th	28,1	-
			¹³⁷ Cs	11,5	0,43
			¹⁰⁶ Ru	3,1	0,12
Додоново	22.06	0,401	⁴⁰ K	442,2	-
			²²⁶ Ra	16,3	-
			²³² Th	21,1	-
			¹³⁷ Cs	3,4	0,31
Кононово	13.07	0,382	⁴⁰ K	394,0	-
			²²⁶ Ra	18,3	-
			²³² Th	21,1	-
			¹³⁷ Cs	3,3	0,18
Мингуль	13.07	0,249	⁴⁰ K	439,8	-
			²²⁶ Ra	20,9	-
			²³² Th	27,2	-
			¹³⁷ Cs	2,4	0,08
Новый Путь	12.05	0,513	⁴⁰ K	423,1	-
			²²⁶ Ra	18,7	-
			²³² Th	20,0	-
			¹³⁷ Cs	4,4	0,20
Павловщина	13.07	0,462	⁴⁰ K	380,0	-
			²²⁶ Ra	14,8	-
			²³² Th	19,3	-
			¹³⁷ Cs	48,9	4,00
			¹⁵² Eu	10,0	0,82
			¹⁵⁴ Eu	1,3	0,11
			⁶⁰ Co	3,5	0,29
¹⁰⁶ Ru	7,4	0,61			
Таргат	12.05	0,247	⁴⁰ K	451,9	-
			²²⁶ Ra	20,6	-
			²³² Th	24,9	-
			¹³⁷ Cs	6,3	0,33
Толстомысово	08.06	0,287	⁴⁰ K	508,6	-
			²²⁶ Ra	8,1	-
			²³² Th	13,8	-
			¹³⁷ Cs	3,5	0,20

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				Удельная активность, Бк/кг	Плотность загрязнения, кБк/м ²
Хлоптуново	13.07	0,219	⁴⁰ K	419,9	-
			²²⁶ Ra	20,0	-
			²³² Th	14,4	-
			¹³⁷ Cs	22,4	1,34
			⁶⁵ Zn	6,6	0,40
			¹⁵² Eu	2,0	0,12
Шивера	03.08	0,233	⁴⁰ K	370,8	-
			²²⁶ Ra	21,3	-
			²³² Th	20,6	-
			¹³⁷ Cs	0,9	0,06
Красноярск (опытное поле) – фоновая точка	25.08	0,312	⁴⁰ K	431,8	-
			²²⁶ Ra	21,7	-
			²³² Th	27,3	-
			¹³⁷ Cs	20,5	0,77

Примечание: - - нет данных.

Таблица 2.28

**Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2011 г.
(данные Радиозоологического 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	0,41±0,07	4,4±0,9	47±8	0,51±0,10
9 км на северо-восток, т. 2	0,25±0,04	6,0±1,1	17±3	0,43±0,08
10 км на северо-восток, т. 3	0,26±0,04	6,6±1,2	42±7	1,10±0,20
11 км на северо-восток, т. 4	< 1,0	8,5±1,5	< 10	0,84±0,15
8 км на северо-восток, т. 5	0,44±0,07	3,8±0,9	49±8	0,42±0,08
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,36±0,06	9,3±1,6	29±5	0,76±0,13
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,19±0,04	4,8±1,0	27±5	0,66±0,14
1 км на северо-восток, т. 8	0,17±0,03	2,7±0,6	13±2	0,21±0,05
3 км на юг, т. 9	0,24±0,04	1,8±0,5	25±4	0,18±0,05
4 км на юго-запад, т. 10	0,17±0,03	2,5±0,6	15±3	0,22±0,05
Зона наблюдения				
8 км на север, пл «Таежный», т. 14	0,25±0,06	< 1,0	20±5	< 0,1
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,25±0,04	4,4±0,9	22±4	0,38±0,08
9 км на запад, г. Железногорск, т. 16	0,15±0,03	1,5±0,4	12±3	0,11±0,03
Контрольные точки				
70 км на запад, п. Емельяново	0,32±0,05	1,4±0,3	48±8	0,21±0,05
72 км на запад, д. Сухая	0,20±0,03	1,4±0,3	20±3	0,14±0,03

Результаты анализа, приведенные в табл. 2.29, показали, что плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в 2011 г. изменялась от 15,5 Бк/м² (д. Новый Путь, д. Шивера) до 106,9 Бк/м² (д. Кононово). В пробах, отобранных в населенных пунктах Большой Бальчуг, Додоново, Красноярск (опытное поле) плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ остались на уровне 2010 г., в населенных пунктах Большие пруды, Кононово, Хлоптуново значения увеличились примерно в 1,3 – 4,1 раза, в остальных пунктах значения уменьшились примерно в 1,8–4,1 раза. Техногенных γ -излучающих радионуклидов в пробах снега обнаружено не было.

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2011 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	17.02	0,39	нпи	39,5	нпи
Барабаново	24.02	1,41	нпи	61,1	нпи
Большой Бальчуг	16.03	0,38	нпи	34,4	нпи
Большие Пруды	24.02	0,66	нпи	73,6	нпи
Додоново	16.03	0,36	нпи	21,9	нпи
Кононово	17.02	0,92	нпи	106,9	нпи
Мингуль	17.02	0,39	нпи	35,8	нпи
Новый Путь	11.03	0,17	нпи	15,5	нпи
Тартат	11.03	0,39	нпи	18,5	нпи
Хлоптуново	17.02	0,44	нпи	62,7	нпи
Шивера	24.02	0,26	нпи	15,5	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	03.03	0,51	нпи	47,3	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозоологическим центром [20] 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. Большой 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 течение 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. 2.30, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99/2009 [10].

Из табл. 2.30 видно, что ниже выпуска сбросных вод ГХК в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили ⁹⁰Sr ($T_{1/2} = 28$ лет), ¹³⁷Cs ($T_{1/2} = 30$ лет) и ³²P ($T_{1/2} = 14$ суток). По сравнению с 2010 г. содержание ⁹⁰Sr в воде в 250 м ниже сброса уменьшилось в 1,5 раза, содержание ¹³⁷Cs увеличилось в 2,8 раза, после остановки реактора анализ проб воды на содержание ³²P в данном месте не проводился. В 10 км ниже сброса содержание ¹³⁷Cs в воде уменьшилось в 1,8 раза, ⁹⁰Sr – увеличилось в 1,3 раза. Анализ проб воды на содержание ³²P в данном месте также не проводился. С увеличением расстояния от места сброса сточных вод объемные активности радионуклидов в воде уменьшаются. Так в 10 км ниже выпуска сбросных вод содержание ⁹⁰Sr в воде в 2,9 раза меньше, чем в 250 м ниже места сброса, наличие остальных радионуклидов также еще прослеживается. Концентрации всех обнаруженных радионуклидов на 3–7 порядков ниже УВ по НРБ-96 [23] и НРБ-99/2009 [10].

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 2009 г. в п. Широкий Лог – с мая

по сентябрь, в п. Бор – с мая по октябрь, в п. Туруханск – с июня по октябрь) и высылаются в ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун» 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 прамоточных реакторов, на всех створах в воде регистрировался только ^{137}Cs . Во всех пробах, отобранных в п. Широкий Лог с мая по октябрь, объемная активность ^{137}Cs изменялась от $< 0,22$ мБк/л до $< 0,46$ мБк/л.

Таблица 2.30

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2011 г., Бк/л
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт контроля (рис. 2.3)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [10]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б. Бальчуг), т. 2	
^{24}Na	-	-	2900**
^{32}P	-	-	57
^{46}Sc	$< 0,01^*$	$< 0,002^*$	91
^{51}Cr	$< 0,3^*$	$< 0,02^*$	3600
^{54}Mn	$< 0,001^*$	$< 0,002^*$	193
^{59}Fe	$< 0,01^*$	$< 0,002^*$	76
^{58}Co	$< 0,001^*$	$< 0,001^*$	190
^{60}Co	$< 0,001$	$< 0,001$	40
^{65}Zn	$< 0,01^*$	$< 0,001^*$	35
^{76}As	-	-	86
^{90}Sr	$0,0097 \pm 0,0014$	$0,0033 \pm 0,0005$	4,9
^{95}Zr	$< 0,005^*$	$< 0,001^*$	140
^{95}Nb	$< 0,005^*$	$< 0,001^*$	240
^{103}Ru	$< 0,003^*$	$< 0,0005^*$	190
^{106}Ru	$< 0,003^*$	$< 0,001^*$	20
^{131}I	-	-	6,2
^{134}Cs	$< 0,0001^*$	$< 0,00003^*$	7,2
^{137}Cs	$0,0028 \pm 0,0005$	$< 0,001^*$	11
^{140}Ba	$< 0,02^*$	$< 0,002^*$	53
^{141}Ce	$< 0,006^*$	$< 0,001^*$	190
^{144}Ce	$< 0,006^*$	$< 0,001^*$	26
^{152}Eu	$< 0,001^*$	$< 0,0003^*$	98
^{154}Eu	$< 0,0003^*$	$< 0,00004^*$	69
^{239}Np	-	-	170

Примечание: фоновые объемные активности в 2011 г. для ^{90}Sr – 3,1 мБк/л, для ^{137}Cs – < 1 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново) [20];

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

** – ДУА_{НАС} по НРБ-96 [23], т.к. уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [10] для ^{24}Na не нормируется;

- - после остановки реактора анализ проб воды на короткоживущие радионуклиды не проводился.

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 . Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2011 г., по данным Западно-Сибирского УГМС [22], была практически на уровне 2010 г. (5,1 мБк/л) и составила 5,3 мБк/л, что выше уровня средней объемной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (4,3 мБк/л). Среднегодовая объемная активность ^3H в пробах воды, по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун», составляла 2,3 Бк/л, что несколько ниже уровня 2010 г. (2,7 Бк/л).

В 2011 г., как и в предыдущие годы, пробы воды отбирались Среднесибирским УГМС [19] во время маршрутных обследований в период с 27 апреля по 22 июня 2011 года. Вода отбиралась в реках возле населенных пунктов, где возможно обнаружение радионуклидов техногенного характера

(Атаманово, Большой Бальчуг, Подпорог, Додоново, Кононово, Хлоптуново, Павловщина). «Фоновая» проба воды была отобрана в р. Енисей возле речного вокзала г. Красноярск. Объем пробы составлял 20 л. Для концентрирования радиоактивности пробы воды перед измерением $\Sigma\beta$ выпаривались до объема 1 л, а перед проведением γ -спектрометрического анализа – до сухого остатка, и объединялись с зольными остатками фильтров, используемых для фильтрации воды. По сравнению с предыдущим годом [18] в 2011 г. объемная $\Sigma\beta$ воды (см. табл. 2.31) в пп. Кононово, Большой Бальчуг (р. Енисей), Большой Бальчуг (р. Большая Тель) уменьшилась в 1,2, 1,2 и 1,1 раза соответственно, в остальных пунктах $\Sigma\beta$ увеличилась примерно в 1,2 – 1,8 раза, в р. Кан (д. Подпорог) превысила контрольный уровень по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [10] в 1,4 раза. Объемная $\Sigma\beta$ воды в р. Кан (д. Подпорог), р. Енисей (д. Павловщина), р. Большая Тель (д. Большой Бальчуг) в 2,1, 1,3, 1,7 раза, соответственно превышала значение в фоновой точке. Гамма-излучающие техногенные радионуклиды в пробах обнаружены не были [19].

Таблица 2.31

Объемная $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2011 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, с. Кононово	27.04	13	12	0,59 (0,68)
р. Енисей, д. Павловщина	27.04	15	11	0,87 (0,49)
р. Енисей, с. Атаманово	27.04	14	12	0,54 (0,43)
р. Енисей, д. Хлоптуново	27.04	13	12	0,57 (0,43)
р. Кан, д. Подпорог	27.04	-	-	1,36 (1,11)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	22.06	12	12	0,62 (0,76)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	22.06	14	11	1,09 (1,22)
р. Енисей, д. Додоново	22.06	13	14	0,59 (0,44)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	12.05	13	10	0,65 (0,51)

Примечание: в скобках приведены данные за 2010 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 [20] осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 2.3). В 2011 г. отбор проб производился с мая по октябрь. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 2.32.

Таблица 2.32

Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2011 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	0,008	<0,005				<0,001	0,08	<0,2
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,001	0,009		<0,001			0,077	<0,5
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,001	0,075		0,0055			<0,2	<1,0
ручей № 2, устье, т. 7	<0,001	0,11		<0,001	<0,005	<0,001	0,036	<0,3
ручей № 3, устье, т. 8	0,07	0,15	<0,003	0,016		<0,001	<0,02	
ручей № 4, устье, т. 9	<0,001	0,008						
ручей № 5, устье, т. 10	0,003	0,008		0,008				
ручей № 6, устье, т. 11	0,003	0,012						
р. Шумиха, устье, т. 12	0,021	0,22				<0,001	<0,02	0,27
р. Б. Тель, т. 13	<0,001	0,014						
ручей Тимофеев, устье, т. 14						<0,001	<0,1	
УВ по НРБ-99/2009 [10]	11	4,9	190	40	20	0,55	0,2	1

Из табл. 2.32 видно, что в 2011 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [10] (данные приведены в [20] 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 ^{46}Sc ($<0,001$ Бк/л), ^{51}Cr ($<0,20$ Бк/л), ^{59}Fe ($<0,01$ Бк/л). Повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 2.30, примечание) выявлено в воде почти всех ручьев. Как и ранее, максимальная объемная активность ^{90}Sr (0,22 Бк/л) имела место в устье р. Шумихи (т. 12), а ^{137}Cs (0,07 Бк/л) – в устье ручья № 3 (т. 8), однако они были соответственно в 22 и 157 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [10]. Максимальное содержание ^{137}Cs в пробах воды более чем на порядок, а ^{90}Sr – на 2 порядка превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Контроль радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСКРО [20]. По данным Радиоэкологического центра ГХК, в 2011 г. среднегодовое значение МЭД составило 11 мкР/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 10 до 14 мкР/ч, что соответствует γ -фону Западно-Сибирского региона. Максимальное значение МЭД (18 мкР/ч), по данным АСКРО, наблюдалось в октябре.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС [19]. Значения МЭД в 2011 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, находились в пределах колебаний естественного радиоактивного γ -фона и не превышали установленного для перехода на оперативный радиационный контроль значения (30 мкР/ч).

Таким образом, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2011 г. оставалась стабильной. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности, измеряемая в пунктах контроля 100-км зоны комбината, в основном соответствовала естественному γ -фону. Однако в воздухе приземного слоя атмосферы ЗН ГХК и в воде р. Енисей ниже выпуска сточных вод комбината наблюдается широкий спектр техногенных радионуклидов, отсутствующих в составе глобального фона. Объемная активность ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН комбината находилась практически на уровне средневзвешенного значения для территории Западной Сибири. В устьях некоторых ручьев и рек, протекающих в СЗЗ и впадающих в р. Енисей, содержание ^{137}Cs в воде более чем на порядок, а ^{90}Sr – на 2 порядка превышают фоновый уровень в р. Енисей. И хотя содержание радионуклидов в этих средах существенно ниже допустимых уровней по НРБ-99/2009, радиационная обстановка вокруг ГХК требует постоянного контроля.

2.4. Сибирский химический комбинат

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

СХК был создан около 60 лет назад и является крупнейшим в России и мире предприятием ядерно-топливного цикла. Основной задачей СХК многие годы было получение для оборонных целей и атомной энергетики обогащенного ^{235}U и ^{239}Pu , регенерация топлива промышленных реакторов, наработка делящихся материалов в разной форме, а также выработка для народного хозяйства

электрической и тепловой энергии. В состав СХК входят семь заводов, ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт, а также 20 вспомогательных подразделений [24]. Подробное описание производств СХК приведено в [18].

Общая площадь санитарно-защитной зоны СХК составляет 192 км^2 с протяженностью границы по периметру 68 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 1560 км^2 с протяженностью границы по периметру 240 км, в т.ч. вдоль русла рек Томь и Обь – 75 км [24]. В СЗЗ СХК находятся населенные пункты: г. Северск и д. Чернильшиково. 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 [26].

Воздействие СХК на природную среду многокомпонентно и усиливается за счет совместного воздействия радиоактивных и химических веществ. Производственная деятельность СХК сопровождается образованием большого количества низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. Подробное описание обращения с радиоактивными отходами на СХК приведено в [18].

За период деятельности комбината произошло более 30 аварийных инцидентов, причем пять из них, включая аварию, произошедшую 6 апреля 1993 г., в результате которой образовался узкий радиоактивный след, простирающийся в северо-восточном направлении от СХК до 35 км, обусловленный ^{106}Ru , ^{103}Ru , ^{95}Nb , ^{95}Zn [27,28], относятся к третьему уровню по Международной шкале оценки событий на атомных станциях и классифицируются как серьезные нарушения. В 2011 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината [25].

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят: ^{90}Sr , ^{131}I , α -, β -активные радионуклиды. По данным [1], в 2011 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли (см. табл. 2.33) 5,6 % (для $^{89,90}\text{Sr}$) и 43,2 % (для суммы α -активных радионуклидов) от допустимых выбросов. В 2011 г. выбросы $\Sigma\beta$ увеличились в 4,7 раза; выбросы $^{89,90}\text{Sr}$ уменьшились в 1,1 раза; выбросы α -активных радионуклидов увеличились в 1,2 раза по сравнению с 2010 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. Ромашка в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1. Вода из реакторов непрерывно попадала в водохранилище ВХ1. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашка и далее в р. Томь в районе д. Чернильшиково (Чернильшиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к значительному накоплению радионуклидов в донных отложениях и биоте, а также в прибрежной (затопляемой) части местности.

В связи с остановкой в 2008 г. последних реакторов радионуклиды в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, в 2011, как и в 2010 г., зарегистрированы не были [1].

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
$^{89,90}\text{Sr}$	$5,18 \cdot 10^9$	$2,92 \cdot 10^8$	$3,11 \cdot 10^8$	$-0,19 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов I	$3,64 \cdot 10^{11}$	-	-	-
$\Sigma\alpha$	$6,81 \cdot 10^9$	$2,94 \cdot 10^9$	$2,56 \cdot 10^9$	$+0,38 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$6,88 \cdot 10^{11}$	$4,85 \cdot 10^{10}$	$1,04 \cdot 10^{10}$	$+3,81 \cdot 10^{10}$

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

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляется Департаментом Росгидромета по Сибирскому федеральному округу. Вокруг комбината выделены две зоны радиационного контроля: первая – ближняя с радиусом 30 км, вторая – в пределах 100 км (включает часть Кемеровской, Новосибирской и Томской областей) (рис. 2.6).

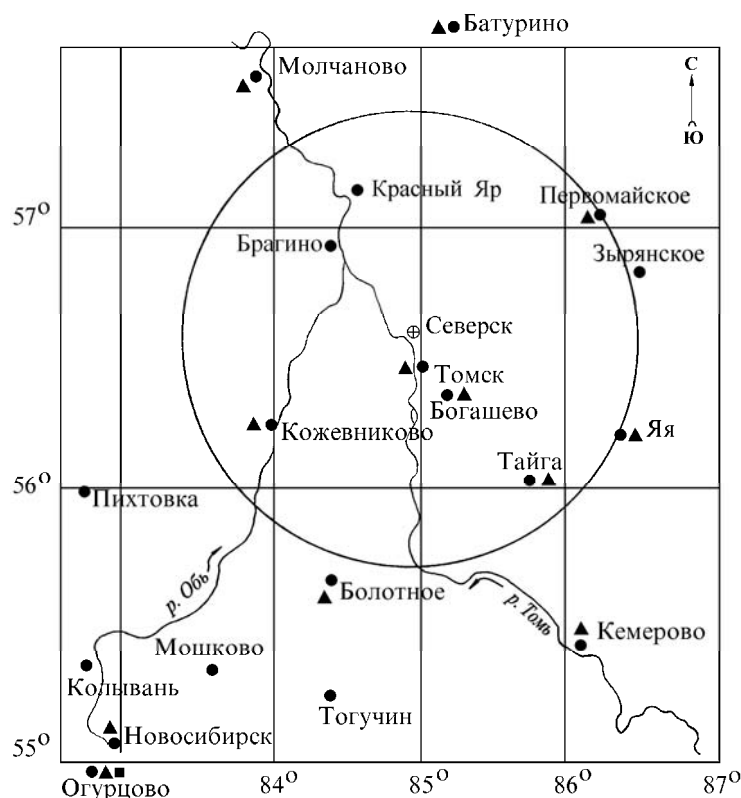


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ⊕ – СХК

В 2011 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [25]:

- радиоактивность атмосферных выпадений, которая определялась путем отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на 11 станциях СНЛК, расположенных в 100-км зоне СХК, а на 2 станциях СНЛК – вне 100-км зоны СХК;

– 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- и 100-км зонах СХК;

– мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности во время маршрутных обследований, а также в 100-км зоне влияния СХК на 11 станциях СНЛК, 4 постах наблюдений за загрязнением в г. Томске и 20 постах АСКРО Томской области, а также на 4 станциях СНЛК за 100-км зоной влияния СХК.

Суммарная β -активность в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью β -радиометра РУБ-01П. Для γ -спектрометрического 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-03Д «Дрозд», ДКГ-02У «Арбитр», датчики АСКРО.

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 2011 г., а также данные для сравнения за 2006–2010 гг., приведены в табл. 2.34. Из табл. 2.34 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ аэрозолей в приземном слое атмосферы в г. Колпашево за последние 5 лет снизилась более чем в 2 раза и в 2011 г. составила $5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня 2010 г., равного $5,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная и среднемесячная объемные $\Sigma\beta$ наблюдались в апреле – $22,3 \cdot 10^{-5}$ и $8,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Случаев повышенной объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе (превышение в 5 и более раз фонового уровня за предыдущий месяц) в г. Колпашево в 2011 г. не наблюдалось.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе в г. Колпашево в 2011 г. составила $8,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 20,3 раза выше значения 2010 г. ($0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) (см. табл. 2.34). Такой скачок связан с поступлением на территорию Томской области радионуклидов в результате аварии на АЭС «Фукусима-1».

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2011 г. (см. табл. 2.34) составила $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,25 раза выше результата в 2010 г. ($0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона ($1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные наблюдений за $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (пп. Александровская, Батурино, Колпашево, Молчаново) приведены в табл. 2.35 [25].

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	
$\Sigma\beta, 10^{-5}$													
2006	29	30	13	8	10	10	9	4	7	6	8	7	11,7
2007	13	9	8	9	5	5	7	2	2	2	4	6	5,9
2008	6	5	3	5	5	3	4	5	5	2	2	2*	3,9*
2009	2	3	2	2	2	4	3	4	4	6	8	3	3,5
2010	***	8	11	5	5	4	4	4	5	6	4	6	5,5
2011	4	5	5	8	5	5	4	3	3	2	3	5	5
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2006	0,6			0,9			0,8			0,7			0,8
2007	0,5			0,5			0,4			0,6			0,5
2008	0,3			0,7			0,4			0,4			0,4
2009	0,2			0,4			0,4			0,6			0,4
2010	0,3			0,3			0,5			0,4			0,4
2011	0,7			0,5			0,4			0,5			0,5
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2006	2,8			2,5			2,2			1,1			2,2
2007	2,5			-			-			-			-
2008	н			н			н			1,1*			0,5
2009	1,7			н			н			4,1			1,5
2010	н			н			1,6			н			0,4
2011	4,1			28,2			н			н			8,1

Примечание: * – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 г.;
 ** – оценка «сверху»;
 *** – пробы не отбирались;
 н – ниже предела обнаружения;
 - – γ -спектрометрическая установка не работала.

Из табл. 2.35 видно, что в 2011 г. $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне практически не отличалась от выпадений вне этой зоны. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне СХК в 2011 г. оставались на уровне 2010 г. и в 1,6 раза превышали средневзвешенное значение $\Sigma\beta$ выпадений по территории Западной Сибири (0,9 Бк/м²·сутки). Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе поста Самусь в июне 2011 г. и составляла 14,5 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная $\Sigma\beta$ выпадений, равная 8,2 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована на станции М-II Тайга (Кемеровская область) в июле 2011 г. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений (11,3 Бк/м²·сутки) была зафиксирована на станции ЗГМО-II Колпашевская в апреле 2011 г. Случаев превышения фонового значения за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2011 г. в районе размещения СХК зарегистрировано не было.

Выпадения ^{90}Sr из атмосферы [25] в ближней 12-км зоне СХК (пп. Зоркальцево, Козюлино, Наумовка, Самусь, Светлый) в 2011 г. составили 1,37 Бк/м²·год и в 1,5 раза превышали уровень 2010 г. (0,91 Бк/м²·год).

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в районе размещения СХК в 2011 г., Бк/м²-сутки

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
В 30-км зоне															
АМСГ-I (Томск)	с	1,3	1,5	1,4	1,8	1,5	1,1	1,3	1,3	1,1	1,3	1,1	1,3	1,3	1,4
ВСФ МА	м	4,1	3,2	4,0	5,7	4,7	2,8	4,3	3,0	4,4	4,1	2,4	3,5	5,7	4,2
Росгидромета															
М-II (Томск)	с	1,1	1,4	1,2	1,6	1,5	1,2	1,4	1,0	1,5	1,0	1,6	1,3	1,3	1,3
	м	3,0	3,3	3,3	4,5	5,3	4,0	4,3	2,0	4,3	2,6	4,8	3,0	5,3	4,1
Зоркальцево	с	1,0	1,8	1,1	1,3	1,1	1,1	1,4	1,5	1,5	1,4	1,0	1,7	1,3	1,4
	м	3,4	3,8	2,2	3,1	2,7	2,7	4,5	4,0	4,0	3,0	2,1	4,1	4,5	4,4
Козюлино	с	1,2	1,6	1,3	1,5	1,2	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,7	1,4	1,3
	м	3,0	3,4	3,6	4,5	4,3	4,4	3,5	3,9	3,2	4,2	4,4	4,7	4,5	4,2
Наумовка	с	1,3	1,2	1,0	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5	1,0	1,3	1,4	1,7	1,4	1,3
	м	3,1	3,6	3,4	3,7	3,7	3,5	5,4	5,1	3,8	3,8	3,6	3,0	5,4	4,3
Самусь	с	1,0	1,5	1,3	1,2	1,5	1,8	1,5	1,1	1,2	1,3	1,2	1,5	1,3	1,2
	м	2,8	3,5	3,5	2,9	4,7	14,5	4,4	3,1	2,8	3,9	3,7	4,9	14,5	3,9
Светлый	с	1,1	1,2	1,2	1,1	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	1,1	1,5	1,3	1,2	1,2
	м	2,3	2,7	2,3	3,0	3,7	4,5	3,7	3,7	3,8	3,2	3,7	3,5	4,5	4,6
Среднее по 30-км зоне:															
	2011 г.	1,1	1,5	1,2	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,3	
	2010 г.	1,4	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,1	1,3	1,2	1,4	1,2	1,3		1,3
В 100-км зоне															
Болотное*	с	1,1	1,6	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	1,2	1,5	1,3	1,3	1,5
	м	2,8	3,6	3,7	3,1	4,7	4,3	3,7	2,7	4,1	3,1	3,5	5,1	5,1	5,2
Кожевниково	с	1,1	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5
	м	2,5	3,5	2,8	3,6	3,5	4,4	6,7	3,1	4,7	3,4	3,6	2,6	6,7	4,2
Первомайское	с	1,4	1,8	1,2	1,6	1,6	1,0	1,7	1,5	1,5	1,1	1,3	1,7	1,4	1,4
	м	3,9	3,7	3,8	5,6	3,5	3,3	3,7	4,1	3,5	3,8	3,3	3,5	5,6	5,4
Тайга*	с	1,1	1,5	1,2	1,9	1,7	1,5	2,0	1,4	1,4	1,0	1,1	1,7	1,5	1,4
	м	3,2	3,3	3,1	4,7	4,9	6,0	8,2	3,1	3,5	2,4	3,5	4,2	8,2	5,2
Яя*	с	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,4	1,2	1,7	1,4	1,4	1,0	1,5	1,4	1,3
	м	3,2	3,8	3,6	4,0	4,0	3,7	8,0	4,8	4,9	3,9	3,2	3,3	8,0	4,9
Среднее по 100-км зоне:															
	2011 г.	1,2	1,5	1,3	1,6	1,5	1,4	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	1,5	1,4	
	2010 г.	1,3	1,7	1,5	1,4	1,4	1,2	1,3	1,2	1,4	1,5	1,3	1,3		1,4
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	1,3	1,1	1,1	1,4	1,4	0,9	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3
	м	3,3	3,8	3,6	4,8	2,8	3,7	4,8	2,7	2,8	4,2	3,5	3,9	4,8	4,7
Батурино	с	1,7	1,5	1,3	1,7	1,5	1,3	1,5	1,3	1,4	1,0	1,1	1,4	1,4	1,4
	м	3,6	3,3	3,5	3,9	4,7	5,9	3,9	3,9	4,3	2,4	2,2	3,5	5,9	4,8
Колпашево	с	1,3	1,3	1,5	1,8	2,0	1,7	1,4	1,3	1,6	1,2	1,5	1,5	1,5	1,4
	м	5,0	3,4	3,5	11,3	4,4	9,1	2,7	4,1	4,6	2,4	3,2	3,3	11,3	5,2
Молчаново	с	1,2	1,8	1,2	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,3	1,4	1,2	1,6	1,4	1,4
	м	4,5	3,8	2,9	4,9	3,6	3,6	4,4	5,0	2,9	3,6	3,2	3,7	5,0	4,6
Среднее вне 100-км зоны:															
	2011 г.	1,4	1,4	1,3	1,6	1,6	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	
	2010 г.	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2		1,4

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

На территории Томской области в 100-км зоне наблюдения СХК загрязнение выпадений из атмосферы ⁹⁰Sr за первые три квартала 2011 г. увеличился в 1,1 раза (0,68 Бк/м²) по сравнению с 2010 г. (0,61 Бк/м²). На территории Кемеровской области в 100-км зоне наблюдения РОО СХК за 2011 г. загрязнение выпадений ⁹⁰Sr не изменилось по сравнению с 2010 г. На территории Новосибирской области в 2011 г. в 100-км зоне наблюдения РОО СХК количество ⁹⁰Sr в пробах выпадений увеличилось в 1,4 раза (1,13 Бк/м²-год) по сравнению с 2010 г. (0,81 Бк/м²-год).

Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 12-км зоне СХК в 2011 г. уменьшились в 1,7 раза по сравнению с 2010 г. Во II квартале 2011 г. в этой зоне впервые за многие годы был зарегистрирован ¹³⁴Cs

(0,60 Бк/м²·квартал), появление которого обусловлено аварией на АЭС «Фукусима-1». В 100-км зоне наблюдения СХК на территории Томской области загрязнение выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs за 2011 г. снизилось в 1,9 раза по сравнению с 2010 г. Во II квартале 2011 г. зарегистрированы изотопы ¹³⁴Cs (0,46 Бк/м²·квартал), появление которых также обусловлено переносом от аварии на АЭС «Фукусима-1».

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2011 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [25]. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 2.36), 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 в 2011 г. (27 Бк/кг) наблюдалось в пробе, отобранной в д. Георгиевка, расположенной в зоне следа в 16 км от места аварии 1993 г. [30]. В остальных точках отбора удельная активность ¹³⁷Cs в почве находилась на фоновом уровне (до 10 Бк/кг). Содержание естественных радионуклидов в почве фоновое.

Таблица 2.36

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2011 г.

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs
д. Георгиевка	8	7	11	8	27
д. Наумовка	13	12	29	24	9
п. Светлый	9	10	24	27	5
Спутник	10	9	24	21	2
Зоркальцево	9	9	27	17	8
Козюлино	8	8	21	21	7
Самусь	9	8	14	15	3
Шоссе «Томск – Самусь», 28,5 км	12	8	25	26	1
Поворот на Наумовку	12	6	28	25	2

Отбор проб почвы и донных отложений проводился в СЗЗ СХК в районе р. Ромашка и Чернильщикова протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашка (см. рис. 2.7). 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 [25]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 2.37.

Из табл. 2.37 видно, что в 2011 г. в поверхностном слое донных отложений и почве поймы, наряду с естественными радионуклидами, присутствуют, как и в предыдущие годы, долгоживущие γ -излучающие радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в составе глобального фона: ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs и ¹⁵²Eu. Однако в отличие от предыдущих лет в почве и донных отложениях уже не наблюдаются короткоживущие радионуклиды, такие как ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn и ¹⁰³Ru, которые регистрировались еще в 2009 г., что подтверждает отсутствие сбросов радионуклидов на СХК в поверхностные воды. По мере удаления от устья р. Ромашка наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. В 2011г. в почве на берегу р. Ромашка содержание ¹³⁷Cs было в несколько раз больше по сравнению с 2010 г. Одной из возможных причин

может быть то, что во время осеннего половодья 2010 г. произошло вторичное загрязнение за счет выноса водами части радионуклидов с территории СХК.



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

- – отбор проб воды;
- △ – отбор проб почвы, растительности и донных отложений.

Таблица 2.37

Мощность дозы (мкР/ч) в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы (Бк/кг) и донных отложений (Бк/кг в.-с.) в СЗЗ СХК в 2011 г. (рис. 2.7)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Чернильщиковская протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
⁶⁰ Co	-	100	-	-
¹³⁷ Cs	1060	19	4	-
¹⁵² Eu	-	9	-	-
¹⁵⁴ Eu	-	2	-	-
⁴⁰ K	-	320	-	480
²²⁶ Ra	40	10	8	14
²³² Th	38	11	11	32
МЭД	25	8	10	4
	13	9	7	6

Примечание: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м; н – ниже предела обнаружения; -- данных в отчете [25] не представлено.

В марте – апреле 2010 г. в 16 точках 30-км зоны СХК и на 4 станциях вне 30-км зоны СХК был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период [25]. Отбор проб производился в соответствии с [29] на всю глубину снежного покрова с измеренной площади с таким расчетом, чтобы объем талой воды был не менее 10 л. Анализ всех проб снега в 2011 г. не выявил значимых количеств радиоактивных веществ, за исключением пробы п. Светлый, где на уровне шумов обнаружен ¹³¹I (менее 1,6 Бк/кг), в остальных пробах техногенные радионуклиды не обнаружены [25].

Перед отбором проб объектов окружающей среды (снега, почвы, донных отложений) в местах отбора проб измерялись уровни МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности. Значения МЭД при отборе проб снега в целом находились на уровне глобального фона, изменяясь в диапазоне 6–13 мкР/ч. При отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 2.36 и 2.37) МЭД изменялась в пределах 6–13 мкР/ч, за исключением т. 1 отбора проб почвы у р. Ромашка, значение МЭД на высоте 3–4 см в которой составило 25 мкР/ч.

Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2011 г. [25], по данным АСКРО и сети СНЛК, колебались в пределах от 8 до 13 мкР/ч. Максимальные значения МЭД в 30-км зоне наблюдения СХК не превышали 14 мкР/ч.

На территории Томского государственного политехнического университета расположен учебный реактор «Спутник» [25]. Включение реактора производится один раз в неделю для учебных целей и выполнения договорных научно-исследовательских работ. На крыше корпуса, где размещен реактор, смонтирован пост № 13 АСКРО, постоянно контролирующей мощность дозы γ -излучения. Как показали результаты мониторинга, в 2010 г. МЭД на контролируемой территории учебного реактора не превышала фоновую – 14 мкР/ч.

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2011 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора и анализа проб воды в точках [25] (см. рис. 2.7):

- т. 1 – р. Томь, выше СХК (район 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. Ромашка 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 точках отбора в пробах воды в 2011 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МЭД в точках наблюдения колебалась от 6 до 16 мкР/ч.

В целом, радиационная обстановка в районе СХК в 2011 г. оставалась стабильной. Выбросы СХК в атмосферу заметного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды не оказали. Неравномерное содержание ^{137}Cs в почве в зоне наблюдения СХК обусловлено многолетней деятельностью комбината (плановыми и аварийными выбросами). После остановки последнего реактора 5 июня 2008 г. в ближней зоне наблюдения СХК в пресной воде поверхностных водоемов значимых количеств радиоактивных веществ не обнаружено. Содержание долгоживущих техногенных радионуклидов в донных отложениях и почве поймы р. Ромашка будет постепенно уменьшаться в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. В конце I и в течение всего II кварталов 2011 г. после землетрясения в Японии и аварии на АЭС «Фукусима-1» в пробах аэрозолей на территории г. Колпашево Томской области были обнаружены короткоживущие техногенные радионуклиды ^{131}I , ^{134}Cs и ^{136}Cs , поступившие в результате глобального перемещения загрязненных воздушных масс по территории Сибири. Содержание ^{137}Cs в объединенной пробе аэрозолей за второй квартал 2011 г. повысилось в 6,8 раза – до $0,282\text{E}-5 \text{ Бк/м}^3$ по сравнению с

концентрацией в I квартале ($0,041E-5$ Бк/м³). В 2011 г. на территории Томской области не зарегистрированы случаи высокого загрязнения – превышения фонового значения $\Sigma\beta$ суточных аэрозолей за предыдущий месяц в 5 и более раз. Экстремально высокое загрязнение радиоактивных аэрозолей в 2011 г. не обнаружено ни в 100-км зоне наблюдения РОО СХК, ни на остальной территории Томской области. Однако с учетом планов дальнейшего развития СХК, связанных, в первую очередь, со строительством Северской АЭС, а также с расширением производства, вероятность радиоактивного загрязнения как плановыми, так и аварийными выбросами на территории Томской области в ближайшем будущем сохранится.

2.5. Новосибирский завод химконцентратов

Предприятие ядерного топливного 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 5,3 км к северо-востоку от НЗХК расположено хранилище РАО (хвостохранилище) [30], содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 г. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м³ [30]. 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 НЗХК [31]. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, размеры которой меняются до 1000 м от границы территории промплощадки [31]. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1000 м, в пределах которой проходят железная дорога и автомагистраль. С территории хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т.д.)). Поступление ²²²Rn в атмосферу происходит в основном с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) НЗХК 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 [32]. Согласно [1], выбросы суммы нуклидов урана в атмосферу на НЗХК были близки к величине допустимого выброса и в 2011 г. составили $3,82 \cdot 10^9$ Бк/год при допустимом выбросе $3,96 \cdot 10^9$ Бк/год.

Источником технической и хозяйственной воды на НЗХК является р. Обь. До 01.02.2006 г. р. Обь являлась также и приемником сточных вод НЗХК [31]. В настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производит. Однако на хвостохранилище имеются три водоема-отстойника (секции), где под слоем воды хранятся радиоактивные отходы. Водоемы-отстойники предназначены для разделения РАО на твердую и жидкую фазы и являются частью технологического процесса обезвреживания и дезактивации РАО [31]. 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 А.Г. Устюгова строительство третьей секции отстойника «заморожено» на 5–10 лет, а на второй секции укреплена дамба [31]. 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 [31].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 01.01.2011 г. было загрязнено 0,291 км² почвы [1]. В 2011 г. было выявлено 0,132 км² новых участков загрязненных территорий. Также было реабилитировано 0,002 км² земель. В результате на 01.01.2012 г. на НЗХК было загрязнено 0,421 км² почвы [1]. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 2.

Контроль радиационной обстановки в зоне радиусом 100 км вокруг НЗХК проводится подразделениями Департамента Росгидромета по СФО [33,35]. Основное внимание уделяется территории вблизи предприятия (в радиусе 5–7 км).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2011 г. был организован следующим образом [31]:

- 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 двух пунктах (рис. 2.8) путем отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов;

- определялось содержание трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в п. Огурцово;

- в мае, июле и сентябре определялось содержание радионуклидов в воде и в донных отложениях ручья Пашенский и оз. Круглое (рис. 2.9);

- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.9);

- на шести станциях 100-км зоны (на пяти станциях в каждый момент времени) (пп. Колывань, Коченево, Чулым, Огурцово, аэропорт «Новосибирск-Северный» с 01.01.2011 до 01.05.2011 г. и аэродром Новосибирск-Ельцовка-2 с 01.05.2011 г. по 31.12.2011 г.) и дополнительно на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки) измерялась мощность экспозиционной дозы γ -излучения;



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.

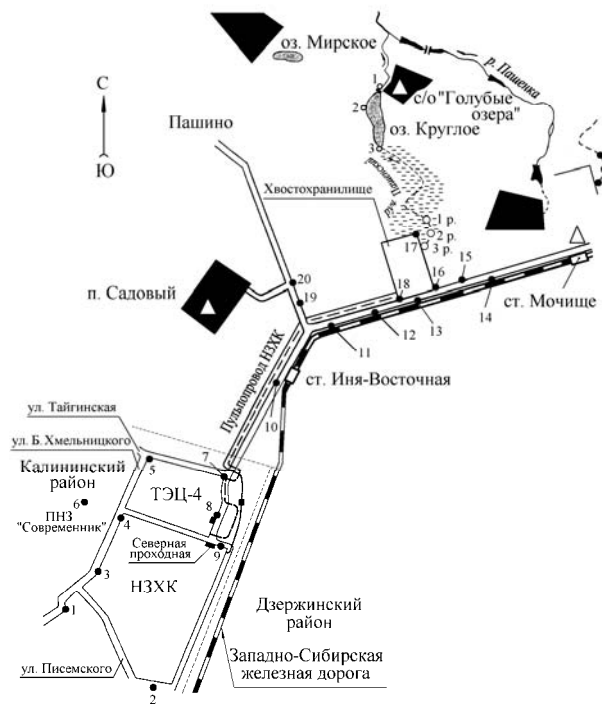


Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

– в 20 контрольных точках 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК 12 раз в течение года во время маршрутных обследований измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега (рис. 2.9);

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

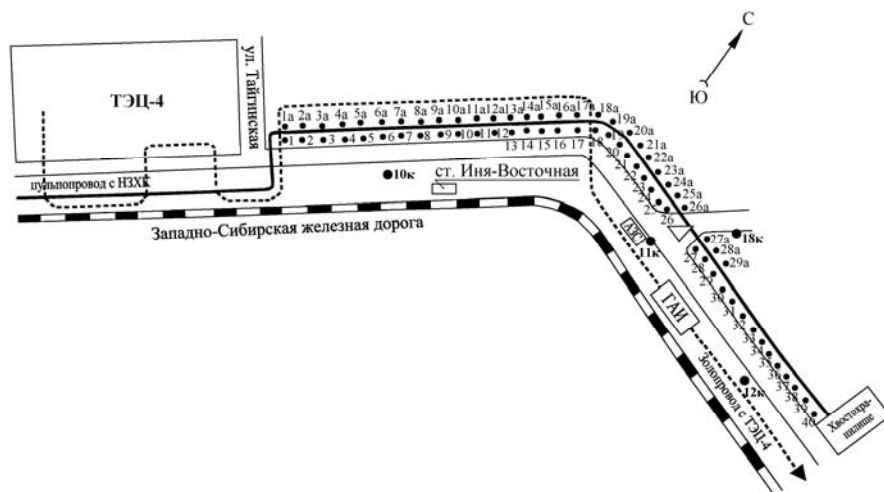


Рис. 2.10. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- – дорога с асфальтированным покрытием;
- 10к, 11к, 12к, 18к – контрольные точки измерения γ -фона в контролируемой зоне НЗХК;
- 1–40, 1а–29а – точки измерения γ -фона вдоль пульпопровода НЗХК.

Для измерения $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей, выпадений и воды использовались радиометры РУБ-01П с датчиками БДЖБ-05П1 и БДЖБ-06П. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью полупроводниковых γ -спектрометров «Прогресс-310» и «Ortec» с детектором GEM-30, 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.

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. 2.38. Из табл. 2.38 видно, что среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово в 2011 г. колебалась в диапазоне $(7,1–36) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 2011 г. была в 1,24 раза ниже уровня 2010 г., в 1,3 раза превышала среднюю по Западно-Сибирскому региону ($15 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ ($92 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалось в июне. В 2011 г. в п. Огурцово было зарегистрировано 3 случая превышения среднесуточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой в 5 и более раз: 07.04–08.04, 08.04–09.04 и 12.04–13.04.2011 г. По результатам γ -спектрометрического анализа в пробах обнаружены ^{137}Cs с объемными активностями от $6,2 \cdot 10^{-5}$ до $37,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а также ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{131}I и ^{132}I с объемными активностями, на несколько порядков меньшими их ДОА_{НАС}. в воздухе [10].

Таблица 2.38

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемная $\Sigma\beta$ (q , 10⁻⁵ Бк/м³) в атмосфере в 100-км зоне вокруг НЗХК (данные Департамента Росгидромета по СФО)

Месяц		Новосибирск		Огурцово			
		Р		Р		q	
		2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Январь	с	1,7	1,1	1,1	1,4	12	39
	м	5,9	2,7	4,0	12,9	40	106
Февраль	с	1,7	1,8	1,3	2,9	9,0	40
	м	7,9	4,0	2,5	14	39	273
Март	с	1,6	1,6	1,6	1,4	7,1	21
	м	5,8	5,0	8,8	5,5	18	66
Апрель	с	2,2	1,4	1,5	1,8	16	29
	м	6,2	5,4	4,2	7,6	56	96
Май	с	2,1	1,5	1,2	1,0	36	32
	м	6,9	4,0	4,2	6,2	78	187
Июнь	с	1,2	1,4	1,2	1,6	39	37
	м	4,2	4,4	3,7	4,4	92	123
Июль	с	1,3	1,2	1,4	1,6	26	29
	м	3,7	3,0	6,6	5,7	63	94
Август	с	1,1	1,5	1,1	1,2	18	28
	м	4,8	3,5	3,2	5,2	71	100
Сентябрь	с	2,0	1,2	1,4	1,3	33	30
	м	8,5	4,1	4,2	4,2	89	168
Октябрь	с	1,4	1,6	1,6	1,6	13	9,4
	м	6,4	4,6	4,3	4,4	52	36
Ноябрь	с	1,5	1,7	1,1	1,4	16	8,3
	м	4,9	4,5	9,5	4,6	44	47
Декабрь	с	1,4	1,2	2,0	1,7	12	8,1
	м	12,0	3,4	8,6	5,2	39	30
Среднее: Бк/м ² -сутки 10 ⁻⁵ Бк/м ³		1,6	1,4	1,4	1,6	20	26
Сумма: Бк/м ² -год		580	511	504	584		
Среднее по Зап.-Сиб. региону: Бк/м ² -год 10 ⁻⁵ Бк/м ³		475	471	475	471	15	17

Примечание: в п. Огурцово не было отбора 47 суточных проб аэрозолей с 21.07 по 11.08.2011 г. и с 03.11 по 25.11.2011 г. из-за ремонта двигателя ВФУ.

Атмосферные выпадения радионуклидов в 2011 г. измерялись в пп. Огурцово, Болотное и Новосибирск (аэропорт «Новосибирск-Северный» с 01.01.2011 до 01.05.2011 г. и аэродром Новосибирск-Ельцовка-2 с 01.05 по 31.12.2011 г.) [31]. Результаты измерения $\Sigma\beta$ выпадений приведены в табл. 2.38. Из табл. 2.38 видно, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны НЗХК в 2011 г. превышают средневзвешенное значение по Западно-Сибирскому региону (475 Бк/м²-год) на 22 % в п. Новосибирск и на 6 % в п. Огурцово. При этом $\Sigma\beta$ выпадений в п. Огурцово уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с 2010 г., а в п. Новосибирск – увеличилась на 7 % по сравнению с 2010 г. Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2011 г. зафиксировано не было.

Выпадения ¹³⁷Cs были зарегистрированы в марте (1,54 Бк/м²), мае (0,52 Бк/м²) и июне (0,95 Бк/м²). В остальные месяцы содержание ¹³⁷Cs было ниже предела обнаружения. За год выпадения составили 3 Бк/м²-год. Выпадения ¹³⁴Cs были зарегистрированы в апреле (0,43 Бк/м²) и мае (0,34 Бк/м²). В остальные месяцы содержание ¹³⁴Cs было ниже предела обнаружения. За год выпадения составили 0,77 Бк/м²-год. В 2010 г. содержание ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs в выпадениях было ниже предела обнаружения. Выпадения ⁹⁰Sr в 100-км зонах РОО Новосибирской области (кроме НЗХК,

в Новосибирской области также расположен ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»), результаты обследования которого приводятся в разделе 3.7) в 2011 г. составили 0,86 Бк/м²·год [31], что на 6 % выше, чем в 2010 г.

В 2011 г. радионуклидный состав и объемная активность γ -излучающих радионуклидов, а также ⁹⁰Sr, определялись в приземном слое атмосферы п. Огурцово. Из техногенных γ -излучающих радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовал ¹³⁷Cs. Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в 2007–2011 гг. в приземной атмосфере п. Огурцово представлены в табл. 2.39. В 2011 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs была в 25,2 раза выше уровня 2010 года и в 1,26 раза выше фоновой по Западно-Сибирскому региону, а среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 1,7 раза выше уровня 2010 г. и в 2,6 раза выше фонового значения для территории Западной Сибири. Из табл. 2.39 видно, что объемная активность ¹³⁷Cs во II квартале увеличилась в 66 раз в результате поступления радионуклидов после аварии на АЭС «Фукусима-1».

Таблица 2.39

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2007–2011 гг., 10⁻⁷ Бк/м³ (данные НПО «Тайфун» и Департамента Росгидромета по СФО)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
¹³⁷Cs							
Огурцово	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
	2009	3,3	3,1	3,0	0,9	2,6	3,3
	2010	1,2	2,7	4,0	1,3	2,3	3,4
	2011	3,4	225	4,1	н	58,1	46
⁹⁰Sr							
Огурцово	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
	2009	1,2	4,1	4,5	1,1	2,7	2,2
	2010	1,3	2,7	2,9	1,6	2,1	1,3
	2011	-	4,8	3,8	2,2	3,6	1,4

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV кварталы 2007 г. [15].

Снег, 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 в ближней зоне НЗХК в 2011 г. составляло 210 Бк/м² (при максимальном – 487 Бк/м² в т. 20) [31], что в 3,8 раза выше среднего значения 2010 г. Уровень загрязнения снега $\Sigma\beta$ не превышал уровня выпадений из атмосферы за период накопления снежного покрова. Значения МЭД в точках отбора проб снега в 5-км зоне НЗХК на высоте 3–4 см и 1 м изменялись от 6 до 22 мкР/ч [31].

МЭД в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2011 г. измерялась во время маршрутных обследований каждый месяц на высоте 1 м от поверхности земли. В течение года значения МЭД вокруг

предприятия НЗХК (точки 1–9, рис. 2.9) изменялись в пределах 7–28 мкР/ч, вдоль пульпопровода (точки 10–12) – от 6 до 19 мкР/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13–20) – от 6 до 21 мкР/ч [31].

Во время маршрутной γ -съемки вдоль пульпопровода (точки 1–40 и 1а–29а с обеих сторон вдоль пульпопровода, рис. 2.10) в 2011 г. 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 [31]. Результаты γ -съемки показали, что мощность дозы γ -излучения вдоль пульпопровода изменялась в пределах от 6 до 20 мкР/ч. Максимальные значения МЭД измерены в т. 7а и т. 40 пульпопровода.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2011 г. изменялись от 8 до 14 мкР/ч [31] и находились в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в пп. Искитим (в апреле) и Коченево (в октябре), не превышали 21 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 Департамента Росгидромета по СФО.

В 2011 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (точки 1р, 2р и 3р, рис. 2.9) и в озере (точки 1–3, рис. 2.9) проводился в мае, июле и сентябре. В местах отбора проб воды в сентябре производился отбор проб донных отложений. Результаты измерения содержания радионуклидов в воде и донных отложениях в озере и ручье в 2011 г. представлены в табл. 2.40. Из табл. 2.40 видно, что среднее значение объемной $\Sigma\beta$ в исследуемых водоемах в 2011 г. осталось на уровне прошлого года и составляло 0,77 Бк/л. Объемные $\Sigma\beta$ в воде озера и руч. Пашенский не превышали контрольную величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [10] для питьевой воды.

Содержание ^{137}Cs и ^{226}Ra в донных отложениях исследуемых водоемов в 2011 г. увеличилось в 3,2 и 1,4 раза соответственно. При этом содержание ^{226}Ra в пробах донных отложений ручья в среднем в 2 раза ниже, чем озера. МЭД в местах отбора проб (см. табл. 2.40) на высоте 1 м от поверхности в среднем составляла 11 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 2011 г. составляла в среднем 0,28 Бк/л [31], что подтверждает безопасность питьевой воды для населения согласно НРБ-99/2009 [10].

Содержание трития в атмосферных осадках в п. Огурцово определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2011 г. среднегодовая объемная активность трития составила 3,38 Бк/л, что в 1,25 раза выше уровня 2010 г. и превышает среднее значение для территории РФ (2,5 Бк/л), но меньше УВ по содержанию трития в воде (7600 Бк/л) [10].

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2011 г. радиационная обстановка в районе расположения НЗХК практически не изменилась. Из-за поступления радионуклидов в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» во II квартале наблюдалось повышение значений объемной активности ^{137}Cs в воздухе.

Таблица 2.40

Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л) и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое (точки 1–3) и руч. Пашенский (точки 1р–3р) в 2011 г., МЭД в точках отбора проб (рис. 2.9) (данные Департамента Росгидромета по СФО)

Точки отбора проб	МЭД, мкР/ч, на высоте		Вода ¹ Σβ	Донные отложения			
	3–4 см	1 м		²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
т. 1	10	10	0,93	27	75	21	379
т. 2	10	10	0,37	19	51	10	173
т. 3	10	10	1,00	26	60	18	361
т. 1р	13	12	0,89	29	26	2	454
т. 2р	12	11	0,59	30	26	н	488
т. 3р	12	11	0,84	28	25	4	510
Среднее: 2011 г.	11	11	0,77	27	46	10	394
2010 г.	12	11	0,79	28	34	3	483
2009 г.	10	9	0,82	32	129	5	397
2008 г.	18	17	0,68	21	47	32	-
2007 г.*	12	13	1,30	-	-	-	-
2006 г.	13	14	0,95	25	75	13	-
2005 г.	14	14	1,45	28	26	13	-

Примечание: ¹ – проведен радиометрический анализ жидкой и твердой фракции проб воды;

н – ниже предела обнаружения;

- – измерения и/или отбор проб не проводились;

* – отбор проб проводился только 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 НЗХК и Машиностроительный завод (г. Электросталь Московской обл.), на которых изготавливаются тепловыделяющие элементы, используемые в качестве топлива на АЭС.

ППГХО – крупнейшее многоотраслевое горнодобывающее предприятие, осуществляющее деятельность в следующих направлениях:

- подземная добыча урановых руд;
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-оксида урана;
- добыча бурого угля;
- выработка серной кислоты для перерабатывающего производства;
- добыча артезианской воды для питьевого водоснабжения всей промплощадки и города;
- ремонтно-механическое обслуживание основного производства;
- выработка электрической энергии и коммунально-бытовое обеспечение промышленных и городских потребителей электроэнергией, водой и теплом.

Основными объектами ППГХО, оказывающими воздействие на окружающую среду, являются ТЭЦ, гидрометаллургический завод (ГМЗ) с серноокислотным цехом (СКЦ) и Урановое горно-рудное управление (УГРУ) [36].

ППГХО расположено рядом с п. Октябрьский в юго-восточной части Забайкальского края 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 2011 г. и для сравнения в 2010 г., по данным [1, 36], представлены в табл. 2.41. 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 [36].

Таблица 2.41

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{40}K	$8,90 \cdot 10^9$	$2,83 \cdot 10^9$	$3,77 \cdot 10^9$	$-9,40 \cdot 10^8$
^{218}Po	$8,44 \cdot 10^{14}$	$1,73 \cdot 10^{13}$	$1,70 \cdot 10^{13}$	$+3,00 \cdot 10^{11}$
^{214}Pb	$2,79 \cdot 10^{14}$	$9,02 \cdot 10^{13}$	$8,85 \cdot 10^{13}$	$+1,70 \cdot 10^{12}$
^{214}Bi	$7,20 \cdot 10^{13}$	$6,59 \cdot 10^{13}$	$6,47 \cdot 10^{13}$	$+1,20 \cdot 10^{12}$
^{222}Rn	$8,51 \cdot 10^{14}$	$3,88 \cdot 10^{14}$	$3,31 \cdot 10^{14}$	$+5,70 \cdot 10^{13}$
^{232}Th	$1,92 \cdot 10^9$	$5,50 \cdot 10^8$	$7,67 \cdot 10^8$	$-2,70 \cdot 10^8$
ДЖН	$1,75 \cdot 10^{11}$	$8,81 \cdot 10^9$	$9,39 \cdot 10^9$	$-5,80 \cdot 10^8$

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

Из табл. 2.41 видно, что в 2011 г. выбросы большинства радионуклидов на ППГХО остались примерно на уровне 2010 г. При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых и составляли от 2 % (для ^{218}Po) до 90 % (для ^{214}Bi) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2010 г. составила $5,01 \cdot 10^{14}$ 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 [36]. Взаимное проникновение шахтных вод и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объем сбросных вод в систему Умыкейских озер в 2011 г. составил $1,26 \cdot 10^4 \text{ м}^3$ [36]. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2010–2011 гг. представлена в табл. 2.42 [1, 36].

По данным табл. 2.42, в 2011 г. сбросы ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po и ^{230}Th остались примерно на уровне прошлого года. Сбросы урана не превышали величину допустимого сброса. Согласно [1], радионуклиды ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra и ^{230}Th сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов допустимых

сбросов. Объемная активность урана, ^{230}Th и ^{226}Ra в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО [36], в 1,8–10 раз ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [10]. Объемная активность ^{210}Po и ^{210}Pb в сбросных водах остается выше УВ для питьевой воды в среднем в 1,1 раза, но не превышает десятикратной величины УВ для водоемов технической воды [36]. Наличие повышенной активности ^{210}Po и ^{210}Pb в стоках связано с повышенными уровнями активности этих радионуклидов в воде, что характерно для данной местности.

Таблица 2.42

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс, Бк	Фактический сброс, Бк		Объемная активность радионуклидов в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ по НРБ-99/2009 [10], Бк/л
		2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
^{210}Pb	-	$2,68 \cdot 10^9$	$2,70 \cdot 10^9$	0,21	0,21	0,20
^{210}Po	-	$1,55 \cdot 10^9$	$1,60 \cdot 10^9$	0,12	0,12	0,11
^{226}Ra	-	$5,87 \cdot 10^8$	$7,7 \cdot 10^8$	0,05	0,06	0,49
^{230}Th	-	$4,64 \cdot 10^9$	$3,46 \cdot 10^9$	0,37	0,27	0,65
Сумма нуклидов U	$2,59 \cdot 10^{10}$	$2,13 \cdot 10^{10}$	$2,23 \cdot 10^{10}$	1,69	1,75	3,0

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах [37]. 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.

Перечень, объем и активность образующихся радиоактивных отходов приведены в табл. 2.43 [36].

Таблица 2.43

Обращение и характеристика РАО на ППГХО в 2011 г.

Перечень образуемых РАО	Место складирования РАО	Транспортирование РАО	Объем образования и размещения РАО		
			Количество	α -активность, Бк	β -активность, Бк
«Хвосты» гидрометаллургической переработки урановых руд, низкоактивные РАО	В хвостохранилищах ГМЗ «Верхнее» и «Среднее»	Принудительно, насосом по пульпопроводу	$1,27 \cdot 10^6$ т	$9,44 \cdot 10^{13}$	$2,94 \cdot 10^{13}$
Радиоактивный лом черных металлов	В хвостохранилище ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$1,17 \cdot 10^3$ т	$5,72 \cdot 10^{10}$	$3,28 \cdot 10^{10}$
Закрытые источники ионизирующих излучений, выведенные из эксплуатации	В спецхранилище ЦЛ КИПиА	Спецавтотранспорт	0	0	0

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

рудной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды [36].

Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [1, 36], по состоянию на 31.12.2011 г. по сравнению с 2010 годом увеличились на 0,698 км² и составляли 8,973 км². Это связано с расширением хранилища радиоактивных отходов – хвостохранилища «Среднее» – и размещением в нем основной массы РАО текущей переработки ГМЗ, что естественным образом увеличило сумму площадей загрязненных территорий. 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 [36]. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ППГХО приведены в Приложении 2.

Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ППГХО осуществляется силами ППГХО [36]. 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.

Содержание α -активных радионуклидов в приземной атмосфере г. Краснокаменска, по данным ППГХО, показал, что среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда в воздухе в 2011 г. находилась в пределах средних многолетних значений [36].

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 [39], расположение которых показано на рис. 2.11. Выпадения $\Sigma\beta$, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны [38] приведены в табл. 2.44.



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

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – ППГХО.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2011 г., Бк/м²-сутки (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому региону	
		ст. Доно	п. Забайкальск	с. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2011 г.	2010 г.
Январь	с	2,0	1,5	1,9	2,9	1,9	2,1	2,5
	м	6,0	3,5	6,8	6,3	6,0		
Февраль	с	1,8	1,3	2,4	1,4	1,7	1,8	2,4
	м	4,5	3,4	5,1	3,7	4,6		
Март	с	1,4	1,6	1,4	1,7	1,7	1,5	2,4
	м	3,0	5,5	3,6	3,2	4,2		
Апрель	с	1,6	1,8	1,9	1,9	2,1	1,7	2,1
	м	5,0	5,3	5,7	5,2	4,1		
Май	с	1,9	1,9	1,8	2,3	2,1	2,0	2,1
	м	4,4	5,1	4,4	4,7	5,1		
Июнь	с	2,0	2,3	1,8	2,6	2,3	2,2	2,1
	м	5,4	5,7	3,9	4,5	4,4		
Июль	с	2,2	1,8	2,1	2,0	2,2	2,1	2,2
	м	5,1	5,4	5,3	4,0	5,1		
Август	с	1,6	1,9	2,1	2,6	1,7	1,8	2,2
	м	4,4	3,5	4,8	8,3	5,0		
Сентябрь	с	1,4	1,9	2,0	1,7	1,2	1,7	2,3
	м	6,2	7,5	5,4	5,6	4,1		
Октябрь	с	2,5	2,1	0,8	1,4	1,8	1,4	2,1
	м	6,1	5,8	2,9	2,5	7,0		
Ноябрь	с	1,2	1,7	1,5	2,1	1,9	1,4	2,0
	м	2,8	3,8	3,6	3,5	6,4		
Декабрь	с	1,7	1,7	1,1	1,6	1,6	1,2	1,9
	м	3,4	4,4	3,9	3,2	2,8		
Среднее за год		1,8	1,8	1,7	2,0	1,9	1,7	2,2
Сумма, Бк/м ² -год:								
2011 г.		657	657	621	730	694	621	
2010 г.		803	876	986	840	840		803
МЭД, мкР/ч:	с	15	13	15	17	15	14	14
	м	19	18	21	24	21		

Как видно из табл. 2.44, среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ППГХО в 2011 г. уменьшились во всех пунктах в 1,2–1,6 раза и колебались от 1,7 Бк/м²-сутки (п. Кайластуй) до 2,0 Бк/м²-сутки (г. Краснокаменск). Максимальная величина суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений (8,3 Бк/м²-сутки) была зарегистрирована в п. Краснокаменск в августе. Усредненная по 100-км зоне ППГХО $\Sigma\beta$ годовых выпадений в 2011 г. (1,8 Бк/м²-сутки) была примерно на уровне средних значений по Забайкальскому региону и в 1,4 раза выше средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири (см. раздел 1.1, табл. 1.8), что характерно для всего Забайкальского края.

В табл. 2.45 приводятся данные ППГХО [36] об эффективной объемной активности радионуклидов в 2010–2011 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуй и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Перечисленные в табл. 2.45 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. 2.45 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-99/2009 [10],

вода из этих водоемов классифицируется как техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено [36]. Эффективная объемная активность радионуклидов, согласно приведенным в табл. 2.45 данным, в резервном водохранилище, системе Умыкейских озер и озере Ланцово изменилась незначительно, а в карьере ПГС-2 уменьшилась в 1,3 раза.

Таблица 2.45

**Эффективная объемная активность радионуклидов
в воде открытых водоемов в районе ППГХО в 2010–2011 гг.
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\Sigma(A_i/УВ_i)$	
	2011 г.	2010 г.
Система Умыкейских озер	4,62	4,75
Резервное водохранилище	3,78	3,35
Карьер ПГС-2	4,53	5,76
Оз. Ланцово	3,45	3,95

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

В 2011 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находилось 34 скважины, расположенные в районах огаркохранилища серноокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО [36], в скважине № 2, расположенной на промплощадке в 10 м от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного ^{238}U , ^{230}Th , ^{210}Po и ^{210}Pb в 245, 1,1, 2,4 и 3 раза соответственно. Это связано с локальным загрязнением под зданием в радиусе до 30 м от наблюдательной скважины; ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет [36]. В скважине № 7 содержание ^{238}U , ^{210}Po и ^{210}Pb превышало УВ в 87, 2,5 и 1,8 раза соответственно. В скважине № 8, расположенной в 30 м от склада кислот ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для ^{210}Po в 1,8 раза и ^{238}U в 2,4 раза соответственно. В остальных наблюдательных скважинах содержание ^{238}U , ^{210}Po и ^{210}Pb было ниже установленных НРБ-99/2009 [10] нормативов.

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС [38] среднемесячные значения МЭД на шести пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2011 г. колебались в диапазоне 11–18 мкР/ч. Максимальное суточное значение МЭД – 24 мкР/ч – было отмечено в п. Краснокаменск в августе. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2011 г. составило 14 мкР/ч, что находится на уровне 2010 г. и соответствует фоновому значению для территории Забайкалья (см. табл. 2.44).

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. Чите. В 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.46 [38]) составила $12,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,2 раза выше уровня 2010 г. и в 1,6 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири. Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ – $70,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась 19–20 октября и превышала фоновый уровень предыдущего месяца в 5,5 раза. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе г. Читы в 2007–2011 гг. приведены в табл. 2.46 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной

лаборатории Приморского УГМС [39]). В 2011 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs ($22 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) существенно повысилась по сравнению с 2010 г. (в 10 раз), но была в 3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($66,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2011 г. находилась на уровне 2010 г. и составила $0,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,4 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ($1,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.46

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2007–2011 гг., Бк/м³
(данные Забайкальского УГМС [38], Приморского УГМС [39])

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	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
	2009	1,0	3,5	1,0	1,0	1,6	1,9
	2010	1,9	1,3	4,5	н	2,2	2,1
	2011	11,0	73,7	н	2,6	22	66,9
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$							
Чита	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
	2009	0,8	1,8	0,5	0,4	0,9	1,5
	2010	0,8	0,5	0,5	0,4	0,6	1,2
	2011	0,6	0,7	0,5	1,0	0,7	1,7
$\Sigma\beta, 10^{-5}$							
Чита	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
	2009	10,4	21,4	12,1	15,1	15,1	17,5
	2010	10,2	11,6	12,3	10,6	11,2	17,2
	2011	8,5	13,4	14,8	15,0	12,9	21,0

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

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 нормативов по НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

2.7. Ангарский электролизный химический комбинат

ОАО «Ангарский электролизный 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 [40].

АЭХК расположен на Юге Восточной Сибири на р. Ангаре в 100 км западнее оз. Байкал, на расстоянии 40 км от г. Иркутска вниз по течению р. Ангары и в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживают около 239 тыс. человек.

По метеорологическим данным [41], в 2011 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: юго-восточные – 20 %, восточные – 19 %. Наибольшая повторяемость юго-восточного ветра приходилась на февраль и ноябрь – 28 %, восточного – на февраль – 29 %.

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу [40]. В 2011 г. выбросы α -активных радионуклидов в атмосферу на АЭХК выросли в 1,1 раза по сравнению с 2010 г. и составили $5,93 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $1,65 \cdot 10^{14}$ Бк/год [1].

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности твердые радиоактивные отходы (твердые технологические урансодержащие продукты, не подлежащие к дальнейшему использованию, с содержанием общего урана менее 2 % массы для сублиматного завода и менее 1,2 % массы для разделительного завода, а также нетехнологические материалы и изделия, загрязненные радионуклидами или содержащие их и превышающие минимальные значения удельной и суммарной активности, установленные НРБ-99/2009) захораниваются в могильники траншейного или бункерного типа, приповерхностные могильники, а также в приземные 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-99/2009 [10], и нейтрализации направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК [40]. Сброс сточных технологических вод в гидрографическую сеть комбинат не производит.

Приемником нетехнологических вод (промливневой канализации) служит р. Ангара. Сточные воды на АЭХК в основном образуются после использования свежей технической воды для охлаждения оборудования. Эта вода забирается из Ангары и проходит через производство, не вступая в контакт ни с ураном, ни с вредными химическими веществами. Основной объем сточных вод комбината формируется за счет промышленных нормативно-чистых вод, отводимых после охлаждения теплообменных установок разделительного завода в реки Малая Еловка и Ангара [40].

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 [40]. Поэтому в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [11] АЭХК отнесен к объектам третьей категории по степени потенциальной радиационной опасности и не имеет зоны наблюдения, а граница СЗЗ установлена по периметру промплощадки комбината.

Радиационный контроль на территории АЭХК проводится отделом радиационной безопасности комбината. 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 с помощью АСКРО.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2011 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения [41] (рис. 2.12):

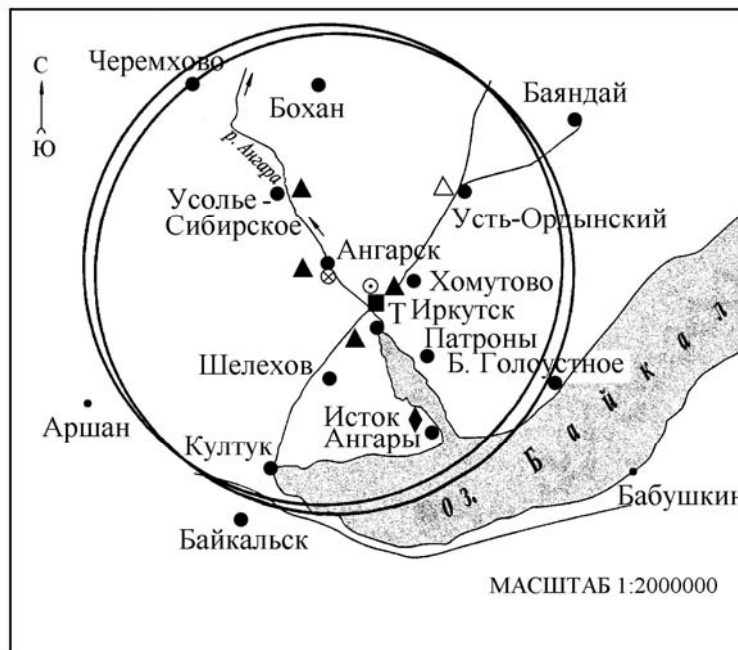


Рис. 2.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРВ:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ◆ – отбор проб воды;
- ⊙ – ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»);
- ⊗ – АЭХК.

– 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;

– за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах;

– за объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Иркутск;

– за содержанием ^{90}Sr в Иркутском водохранилище на одной станции;

– за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;

– за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения на 13 метеостанциях, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П5, РКБ 4-1еМ. Радионуклидный состав проб определялся на полупроводниковом γ -спектрометре «Прогресс» в Департаменте Росгидромета по СФО. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось

радиохимическим методом также в Департаменте Росгидромета по СФО. Анализ проб на содержание трития проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2011 г., по данным Иркутского УГМС [41] (табл. 2.47), составила $40 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше аналогичного значения 2010 г. и в 1,9 раза выше среднего значения по Югу Восточной Сибири в 2011 г. ($21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.47

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 2011 г. (данные Иркутского УГМС)

Месяц		Ангарск	Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	3,5	1,6	42	4,1	3,7	2,8	2,7
	м	10,4	5,1	83	12,5	8,4	8,0	7,8
Февраль	с	2,6	2,6	74	3,1	2,5	3,2	2,4
	м	7,7	8,1	138	6,9	10,8	9,2	7,4
Март	с	5,0	1,6	38	2,9	4,5	3,0	2,7
	м	12,1	4,4	82	7,3	12,2	10,1	9,9
Апрель	с	3,1	1,7	32	2,5	2,2	3,1	3,6
	м	7,1	4,8	82	8,2	7,4	9,1	9,1
Май	с	1,6	1,5	27	2,2	2,1	1,5	2,0
	м	3,4	11,7	84	11,6	10,2	5,9	5,7
Июнь	с	1,7	2,0	30	1,3	1,2	1,8	1,9
	м	7,3	5,0	78	3,4	4,9	4,6	6,4
Июль	с	1,6	1,6	21	1,4	2,5	1,0	1,5
	м	6,1	4,3	48	6,2	7,1	2,8	5,0
Август	с	2,7	2,1	19	2,4	2,8	2,8	2,8
	м	6,1	6,6	49	5,7	9,7	7,9	7,9
Сентябрь	с	2,4	1,6	34	3,6	2,8	3,7	3,2
	м	4,9	4,5	85	7,5	8,1	11,5	8,3
Октябрь	с	3,0	2,3	46	3,1	5,2	2,2	2,3
	м	8,6	5,0	91	8,4	13,0	8,8	7,4
Ноябрь	с	4,1	1,9	55	3,5	3,0	3,7	3,0
	м	12,6	6,4	211	8,1	7,0	13,1	8,1
Декабрь	с	1,4	2,1	65	2,0	3,3	2,7	3,4
	м	5,0	5,3	165	5,6	13,0	8,9	12,0
Среднее:								
2011 г.		2,7	1,9	40	2,7	3,0	2,6	2,6
2010 г.		3,1	2,0	28	3,0	3,2	3,1	3,2
Сумма, Бк/м ² ·год:								
2011 г.		992	685		976	1092	949	956
2010 г.		1111	737		1178	1157	1105	1160

Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $19 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) до $74 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2011 г. наблюдалась 18 ноября – $211 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная – $1,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – 30 августа. По результатам анализа можно сделать вывод, что уровень радиоактивного загрязнения приземной атмосферы находился в пределах нормы.

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Иркутска в 2007–2011 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы представлены в табл. 2.48.

Согласно табл. 2.48, в 2011 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске увеличилась в 50 раз по сравнению с уровнем 2010 г. и составила $1,25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,86 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($6,7 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³). Из табл. 2.48 видно, что объемная активность ^{137}Cs увеличилась во II квартале в 2,5 раза. Причина этого – поступление радионуклидов в результате аварии на АЭС «Фукусима-1», произошедшей в марте 2011 г. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Иркутске в 2011 г. составляла $4,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что выше уровня 2010 г. в 1,2 раза и в 2,5 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($1,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на несколько порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [10].

Таблица 2.48

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске в 2007–2011 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	2007	н	-	-	-	-	3,6
	2008	н	6,0	н	н	2,3*	2,5
	2009	4,9	н	1,7	1,6	2,3*	1,9
	2010	4,0	1,4	2,8	1,7	2,5	2,1
	2011	138	345	6,1	12,5	125	66,9
^{90}Sr							
Иркутск	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
	2009	2,8	3,6	3,9	5,4	3,9	1,5
	2010	2,8	4,6	3,3	3,2	3,5	1,2
	2011	3,6	3,9	5,2	4,4	4,3	1,7

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 [15].

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне АЭХК в 2011 г. [41] (см. табл. 2.47) остались примерно на уровне 2010 г., изменяясь в пределах от 1,9 до 3,0 Бк/м²·сутки, что находится на уровне $\Sigma\beta$ выпадений в среднем по Иркутской области в 2011 г. (2,6 Бк/м²·сутки). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 3 ноября в п. Хомутово и составило 13,1 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2011 г. составили 1501 Бк/м². Наибольшее значение выпадений трития наблюдалось в июле – 455 Бк/м². Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,73 Бк/л (в ноябре) до 4,60 Бк/л (в июне). Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 2011 г. в г. Иркутске составила 3,24 Бк/л (табл. 2.49), что в целом находится на уровне прошлых лет, но превышает среднее значение для территории РФ (2,52 Бк/л).

Таблица 2.49

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

Год	2007	2008	2009	2010	2011
^3H	3,2	3,6	3,2	2,9	3,2

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде в 2011 г. составила 4,9 мБк/л, что на 7 % выше, чем в 2010 г. (4,6 мБк/л) и на 14 % выше средней объемной активности ^{90}Sr в реках АТР (4,3 мБк/л).

В 2011 г. группой оперативного контроля Иркутского УГМС [41] 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 значение (18 мкР/ч) было отмечено в марте, мае, июне, августе в отдельных точках отбора 20-км зоны АЭХК.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 10 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 19 сентября – пробы растительности и почвы. Результаты измерения $\Sigma\beta$ проб приведены в табл. 2.50.

Таблица 2.50

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

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	10.03.11	02.03.10	19.09.11	30.08.10	19.09.11	30.08.10
16 км дороги на д. Б. Елань	8,7	4,9	98	648	12,5	3,6
7 км –”–	7,8	2,5	366	102	4,0	3,2
2 км –”–	20,0	3,1	103	345	12,2	2,7
1 км дороги на д. Савватеевка	11,3	10,6	432	254	4,1	1,2
д. Савватеевка	1,8	2,5	226	604	7,2	2,8
2 км дороги на д. Одинск	6,7	6,9	132	263	4,8	1,5
2 км Московского тракта	25,7	1,4	314	168	10,1	1,4
4 км дороги на г. Иркутск	20,5	13,3	136	164	11,4	6,6
п. Мегет	17,7	6,3	297	635	11,7	2,7
Среднее в 20-км зоне	12,7	5,7	225	354	9,50	2,86
Фоновая точка	5,7	3,1	144	143	17,4	2,4

По сравнению с 2010 г. радиоактивное загрязнение снежного покрова в районе АЭХК увеличилось в 2,2 раза. Максимальный уровень загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова (25,7 Бк/м²) был зарегистрирован на 2-м км Московского тракта, что в 4,5 раза выше уровня в фоновой точке (5,7 Бк/м²). Средний уровень содержания радиоактивных веществ ($\Sigma\beta$) в растительности района АЭХК в 2011 г. увеличился в 3,3 раза по сравнению с 2010 г. Максимальная плотность загрязнения $\Sigma\beta$ травяного покрова была зарегистрирована на 16-м км дороги на д. Большая Елань и составила 12,5 Бк/м², что в 1,4 раза ниже значения в фоновой точке (17,4 Бк/м²). В почве максимальная $\Sigma\beta$ отмечалась на 1-м км дороги на д. Савватеевка и достигала 431,9 Бк/м², что в 3 раза выше значения в фоновой точке (144,4 Бк/м²). Среднее загрязнение $\Sigma\beta$ почвы в районе АЭХК в 2011 г. уменьшилось в 1,6 раза по сравнению с 2010 годом.

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2011 г. [41], рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях (рис. 2.12), составляли 9–20 мкР/ч. Максимальные суточные значения МЭД достигали 21 мкР/ч (3 ноября в Хомутово).

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг АЭХК в 2011 г. оставалась стабильной. Из-за поступления радионуклидов в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» во II квартале наблюдалось повышение значений объемной активности ^{137}Cs в воздухе.

Список литературы к разделу 2

1. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Розанова Н.С., Старкова М.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» в 2011 году. – М.: ФГУП РосРАО, 2011.
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., Иванов И.А., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2011 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2012.
8. 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.
9. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Стукалов П.М. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2005 году. Отчет. – Озерск: ФГУП ПО «Маяк», 2006.
10. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
11. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
12. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
13. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Смирнова Ю.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2011 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2012.
14. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
15. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 286 с.

16. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
17. Осинцева Т.Н., Голубцова И.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2011 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2011.
18. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2010 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2011. – 315 с.
19. Славская Л.А., Козлова Н.Н. Отчет Среднесибирского УГМС по контролю за радиоактивным загрязнением окружающей среды на территории 100-км зоны Красноярского ГХК в 2010 году. – Красноярск: Среднесибирское УГМС, 2011.
20. Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю. Справка о радиологической обстановке в районе размещения ГХК за 2010 год. – Железногорск: ФГУП «ГХК», 2011.
21. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
22. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2010 году. Ежегодник. – Новосибирск: Департамент Росгидромета по Сибирскому федеральному округу, 2011.
23. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054–96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
24. Годовой отчет ОАО «СХК» за 2008 год. – Северск: ОАО «СХК», 2009.
25. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И., Чагина Н.Д. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории Томской области в 2011 г. Ежегодник. – Новосибирск: Департамент Росгидромета по Сибирскому федеральному округу, 2012.
26. 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.
27. Вакуловский С.М., Шершаков В.М., Бородин Р.В., Возженников О.И., Газиев Я.И., Косых В.С., Махонько К.П., Чумичев В.Б. Анализ и прогноз радиационной обстановки в районе аварии на Сибирском химическом комбинате / Под ред. А.Ф. Цыб // Радиация и риск. – Обнинск: НПО Тайфун». – 1993. – Вып. 3 (прил. 2). – 48 с.
28. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М.: ФГУП «ВНИИХТ», 2005.
29. Методические указания по отбору проб снега на метеорологических станциях Росгидромета.
30. 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.
31. Чирков В.А., Котова О.П., Власова О.В., Чебыкина О.С. Радиационная обстановка на территории Новосибирской области в 2011 году. Ежегодник. – Новосибирск: Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Сибирскому федеральному округу, 2012.

32. Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2002 году. Доклад / Под ред. А.И. Петрик. – Новосибирск, 2003.
33. Севостьянов П.Ф., Вирхобский Н.В., Чирков В.А., Котова О.П. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Департамента Росгидромета по Сибирскому федеральному округу в 2011 году. – Новосибирск, 2012.
34. Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2010 году. – М.: ФГУП РосРАО, 2011.
35. Севостьянов П.Ф., Вирхобский Н.Ф. и др. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории Сибирского региона в 2011 году. – Новосибирск, 2012.
36. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его по итогам 2011 года. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2012.
37. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его по итогам 2009 года. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2010.
38. Журавлева Ю.А., Никифорова Г.И., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2011 год. – Чита: Забайкальское УГМС, 2012.
39. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории Дальневосточного региона в 2011 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2012.
40. Козлов А.А. Информация о радиационной обстановке в районе АЭХК в 2009 г. – Ангарск: ОАО «АЭХК», 2010.
41. Проховник Л.В., Кудринская Г.Б., Андриевская А.В. и др. Радиационная обстановка на территории Иркутской области за 2011 г. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2012.

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») и ОАО «ЦС «Звездочка» (далее – ЦС «Звездочка»). На этих РОО осуществляется строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник «Миронова Гора», находящийся в ведении «Севмаш»), проводится отстой и частичная утилизация атомных подводных лодок.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска осуществляет Северное УГМС (Архангельский ЦГМС-Р), а в СЗЗ и ЗН РОО – объектовые службы радиационной безопасности. В 2011 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 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) 6 раз в год, 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;

– содержания радионуклидов в пробах почвы, отобранных на шести станциях в летний период (рис. 3.1);

– содержания радионуклидов в почве и растительности в 25 точках и в снежном покрове в 21 точке во время маршрутных обследований в 30-км зоне РОО (рис. 3.2);

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

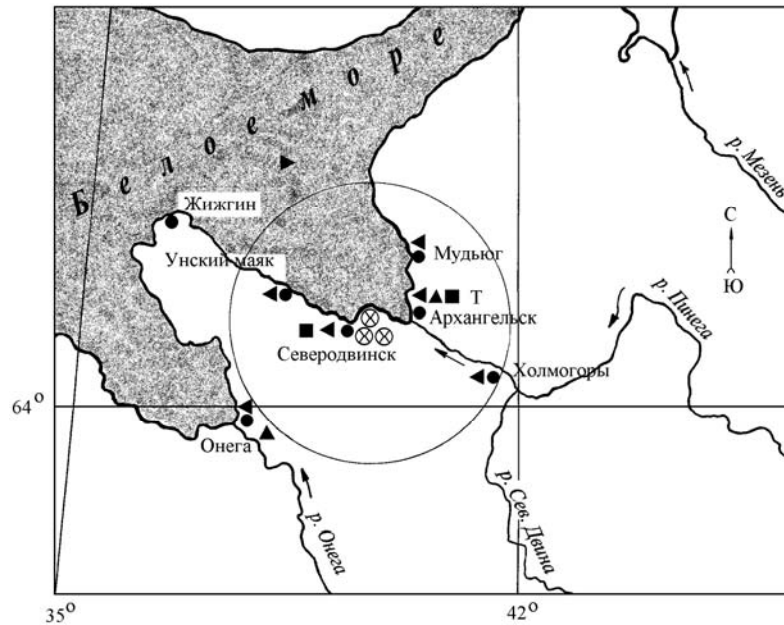


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ◄ – отбор проб снега и почвы;
- ⊗ – радиационно опасные объекты.

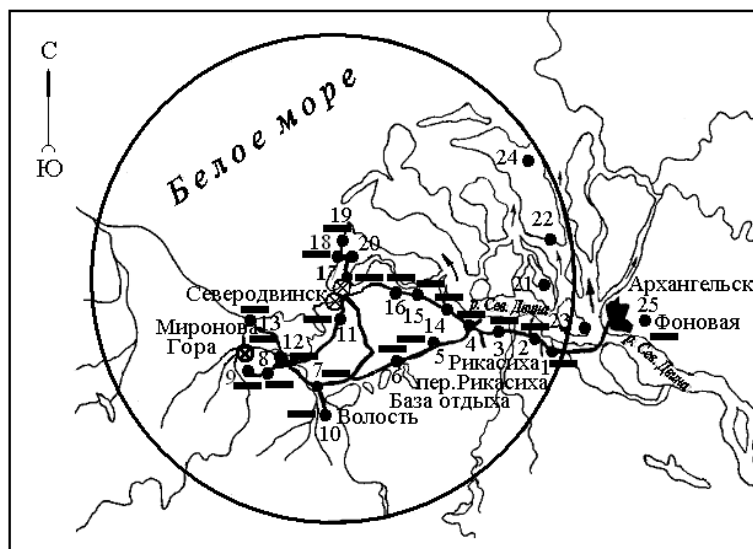


Рис. 3.2. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

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

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

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной $\Sigma\beta$ активности в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2011 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что в 2011 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(3,2-8,4)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(1,5-8,6)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $4,9\cdot 10^{-5}$ и $4,3\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Эти значения не превышали средней величины по региону ($6,7\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышений объемных активностей долгоживущих радионуклидов над фоновыми в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2011 г. 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 2011 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,6	5,0	1,3	8,6	1,0	11,3
	м	5,7	10,2	6,5	45,7	12,1	97,0
Февраль	с	3,0	4,7	0,8	6,0	1,2	8,9
	м	8,3	8,4	2,4	19,6	10,9	142,6
Март	с	1,5	4,5	0,6	4,2	0,8	6,4
	м	4,6	11,2	2,4	10,6	8,3	30,5
Апрель	с	1,0	8,4	0,6	8,2	0,7	9,3
	м	4,8	25,5	2,2	34,9	5,4	63,7
Май	с	0,9	4,6	0,5	5,0	0,7	6,4
	м	3,1	9,3	2,1	9,3	7,2	42,1
Июнь	с	0,7	5,3	0,7	3,4	0,5	5,3
	м	3,2	9,0	4,8	20,7	4,8	20,7
Июль	с	0,7	6,5	0,7	2,6	0,6	6,0
	м	3,3	14,2	2,3	10,1	4,8	90,6
Август	с	0,5	4,8	0,6	1,5	0,6	4,8
	м	4,5	9,4	2,2	4,1	5,1	32,0
Сентябрь	с	0,4	4,3	0,7	0,8	0,5	5,0
	м	1,8	11,2	3,2	2,2	3,4	56,1
Октябрь	с	0,6	3,2	0,6	-	0,6	5,6
	м	3,5	8,1	2,9	-	4,6	95,2
Ноябрь	с	0,5	3,9	1,1	3,0	0,7	4,7
	м	1,9	10,7	3,3	3,9	5,1	64,3
Декабрь	с	0,7	3,7	1,0	4,3	0,9	7,3
	м	2,0	9,0	4,2	14,8	7,0	141,3
Среднее:	2011 г.	1,0	4,9	0,8	4,3	0,7	6,7
	2010 г.	0,8	5,6	0,8	6,3	0,7	8,0

Примечание: - – данные отсутствуют (не работала ВФУ).

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2011 г., а также динамика изменения этих величин за период 2007–2011 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 2011 г. составила: в г. Архангельске – $8,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $21,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске во II квартале – $80,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ [1]. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2011 г. в г. Северодвинске были в 2,6 раза выше, чем в г. Архангельске и в 2,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Средняя объемная активность ^{137}Cs по кварталам обнаруживает увеличение примерно в 3 раза в I квартале 2011 г. по сравнению с соответствующим периодом 2010 г. и в 7,4–10 раз – во II квартале. В результате этого роста средняя за год объемная активность ^{137}Cs в г. Северодвинске выросла в 6,8 раза по сравнению с прошлым годом, а в Архангельске – в 2,5 раза (табл. 3.2). Такое увеличение значений объемной активности ^{137}Cs связано с прохождением аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» в конце марта – первой половине апреля 2011 г. по территории Северного УГМС. Средняя за год объемная ^{137}Cs в 2011 г. за счет аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» увеличилась на порядок с $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2010 г. до $27,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2011 г. Еще больше увеличилась средневзвешенная объемная активность ^{137}Cs по территории Севера ЕТР – с $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2010 г. до $52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2011 году.

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 «Гайфун» 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	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
	2009	2,3	1,8	2,5	0,6	1,8	2,3
	2010	2,4	2,7	5,3	2,6	3,3	4,0
	2011	8,0	20,0	1,0	3,9	8,2	52,9
Северодвинск	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
	2009	1,0	0,8	3,4	3,7	2,2	2,3
	2010	0,8	8,0	2,7	1,3	3,2	4,0
	2011	2,2	80,0	3,8	0,5	21,6	52,9
$^{90}\text{Sr}^{**}$							
Архангельск	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
	2009	2,5	2,5	2,6	1,9	2,4	0,9
	2010	4,5	2,3	1,8	1,7	2,6	1,0
	2011	3,9	2,3	1,8	2,7	2,7	1,0
Северодвинск	2007	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,9
	2008	0,4	0,7	0,3	0,2	0,4	0,9
	2009	0,5	1,0	0,5	0,3	0,6	0,9
	2010	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0
	2011	0,4	0,4	0,4	0,9	0,5	1,0

Примечание: * – данные Северного УГМС;
** – данные НПО «Гайфун».

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Архангельске и Северодвинске в 2011 г. составляла соответственно $2,7 \cdot 10^{-7}$ и $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно соответствует уровню 2010 г. – 2,6 и $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно при средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Севера ЕТР, равной $0,95 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В среднем в г. Архангельске в 2011 г. объемная активность ^{90}Sr была в 5,2 раза выше, чем в г. Северодвинске, и в 2,8 раза выше фоновой для Севера ЕТР. Указанные значения объемных активностей в этих двух пунктах были на 6–7 порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009 [2].

Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ активности суточных выпадений на подстилающую поверхность в 100-км зоне РОО по наблюдениям в г. Архангельске в первой половине 2011 г. (табл. 3.1) были в 1,3–2,5 раза выше среднемесячных величин по Северному УГМС за соответствующий период, а во второй половине – были несколько ниже их. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ активности радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) не отмечалось.

Сумма годовых выпадений ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС в 2011 г. возросла в сравнении с предыдущим годом в 5 раз и составила 1,57 Бк/м²·год. Эта величина совпадает с средневзвешенной величиной выпадений ^{137}Cs по территории Севера ЕТР в 2011 г. (раздел 1.1).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2011 г. составили 1,23 кБк/м² при годовом количестве осадков 700 мм. Месячные выпадения трития изменялись от 14,9 Бк/м²·месяц (апрель) до 381,6 Бк/м²·месяц (июль). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2010 г. изменялась в диапазоне от 0,59 до 4,8 Бк/л при среднегодовом значении 2,00 Бк/л, что не превышает фоновую активность (2,5 Бк/л) для территории России.

По данным ежедневных измерений [1] среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения в шести пунктах, расположенных в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска, в течение всего года соответствовали естественному фону и колебались в пределах 8–15 мкР/ч и в среднем за 2011 г. составили 11 мкР/ч.

Вода, донные отложения

Содержание ^{90}Sr в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», представлено в табл. 3.3. Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности ^{90}Sr в реках ЕТР. Из приведенных в табл. 3.3 данных видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в Северной Двине и Онеге в 2011 г. несколько уменьшились. В Северной Двине среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила 4,9 мБк/л и была в 1,3 раза выше среднего значения для рек ЕТР, в Онеге – 4,0 мБк/л и незначительно превышала среднее значение для рек ЕТР, однако эти значения более чем на 3 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Объемная активность трития в р. Северная Двина мало изменяется от года к году (табл. 3.4) и не превышает среднюю объемную активность данного радионуклида для рек России (1,7 Бк/л). Последние 3 года, включая 2011 г., она сохраняется практически на одном уровне – 1,6 Бк/л.

Средняя объемная активность ^{90}Sr в водах рек Северная Двина и Онега по сравнению с прошлым годом снизилась и составила 4,52 мБк/л, что в 1106 раз ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения ($^{90}\text{Sr} = 4,9$ Бк/л).

Средняя концентрация ^{90}Sr в водах Белого моря в 2011 г. ниже прошлогоднего значения и составила 2,9 мБк/л против 3,5 мБк/л в 2010 г.

Таблица 3.3

**Объемная активность ⁹⁰Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны
вокруг РОО г. Северодвинска в 2011 г., мБк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	14.03	5,2
	21.04	4,3
	16.05	3,7
	02.06	4,9
	28.07	7,4
	27.10	4,1
Среднее:	2011 г.	4,9
	2010 г.	5,2
р. Онега (п. Порог)	05.02	4,7
	11.04	4,0
	08.05	2,3
	04.06	4,4
	09.08	4,3
	07.10	4,0
Среднее:	2011 г.	4,0
	2010 г.	4,5
Среднее по ЕТР:	2011 г.	3,7
	2010 г.	4,2

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	2009	2010	2011
³ H	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,6

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ⁹⁰Sr в 2011 г. проводился на пяти гидрологических станциях (географические координаты точек отбора проб см. в табл. 3.5). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в Белом море (табл. 3.5) в 2011 г. снизилась по сравнению с 2010 г. в 1,3 раза и составляла 2,6 мБк/л. Пространственное распределение ⁹⁰Sr в поверхностных водах моря неоднородное, изменение значений объемной активности наблюдалось в пределах 1,3–5,4 мБк/л.

Таблица 3.5

Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Белого моря в 2010–2011 гг., мБк/л

Координаты места отбора проб	2011 г.		2010 г.	
	Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
64°44' с.ш., 39°24' в.д.	10.06	1,8	03.07	4,8
64°00' с.ш., 37°40' в.д.	04.06	3,1	06.07	5,3
66°40' с.ш., 33°22' в.д.	05.06	1,8	-	-
66°08' с.ш., 40°20' в.д.	10.06	1,3	06.11	1,8
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	06.06 (поверхностный слой)	2,1	29.06	2,6
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	06.06 (придонный)	5,4	29.06	2,9
Среднее за год		2,6		3,5

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Радионуклидный анализ проб поверхностного слоя донных отложений, отбираемых Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, производится в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Расположение точек отбора проб донных отложений

в районе Северодвинска приведено на рис. 3.1. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях в точках отбора проб в 2011 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 2011 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.	11.06	10	7,1±0,8
2	64°41'04" с.ш., 39°38'05" в.д.	11.06	10	8,1±0,6
3	64°44'03" с.ш., 39°35'06" в.д.	11.06	12	<0,2
4	64°44'03" с.ш., 39°38'06" в.д.	11.06	12	3,4±0,6
5	64°42'08" с.ш., 39°35'00" в.д.	11.06	12	2,8±0,8
6	64°41'01" с.ш., 39°31'06" в.д.	11.06	11	1,8±0,7
7	64°40'00" с.ш., 39°29'00" в.д.	11.06	12	2,7±0,9
8	64°38'01" с.ш., 39°25'00" в.д.	11.06	8	1,7±0,5
9	64°36'08" с.ш., 39°28'00" в.д.	11.06	8	3,4±0,8
10	64°38'09" с.ш., 39°32'00" в.д.	11.06	10	7,6±0,9
Среднее				3,9±0,7

Из приведенных в табл. 3.6 данных видно, что ^{137}Cs в донных отложениях распределен неравномерно, максимальное содержание ^{137}Cs – 8,1 Бк/кг, а минимальное – ниже порога обнаружения (<0,2 Бк/кг). Однако средняя удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях, измеряемая с 1994 г., имеет тенденцию к уменьшению (табл. 3.7). В 2011 г. среднее содержание ^{137}Cs в пробах по сравнению с 1994–1997 гг. уменьшилось в 2,6 раза, по сравнению с 2010 г. уменьшилось в 1,1 раза. Наблюдаемые в настоящее время уровни загрязнения донных отложений ^{137}Cs характерны для глобального источника загрязнения, из чего следует, что деятельность РОО в районе Северодвинска не увеличивает уровень загрязнения γ -излучателями донных отложений прилегающей акватории Двинского залива Белого моря.

Таблица 3.7

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

Год	1994–1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
^{137}Cs	10,0	10,9	6,6	8,6	5,9	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4	5,7	4,3	3,9

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Почва, растительность

В 2011 г. Северным УГМС [1] проводились маршрутные обследования 30-км зоны вокруг РОО посредством γ -съемки местности в летний период с отбором проб растительности и почвы и в зимний период с отбором проб снега. Гамма-съемка местности производилась по 5 маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км. Точки отбора проб почвы, растительности и снега представлены на рис. 3.2. Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 26 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубине 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 10 см от поверхности почвы. Данные измерений представлены в табл. 3.8.

Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2011 г., Бк/кг (данные Северного УГМС)

Место отбора пробы (рис. 3.2)	МЭД, мкР/ч на высоте		Почва				Растительность				
	1 м	10 см	¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	Σβ
т. 1 – Малое Тайнокурье	12	11	<3	<8	<7	170	<3	<8	<7	999	191
т. 2 – Цигломень	10	11	<3	<8	<7	159	<3	<8	<7	337	150
т. 3 – Лайский Док	9	10	<3	<8	<7	189	<3	16	14,4	436	216
т. 4 – Рикасиха	11	10	<3	11,1	12,5	245	4,9	<8	<7	611	248
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	7	9	<3	<8	<7	297	11,1	<8	<7	515	171
т. 6 – база отдыха	9	8	<3	8,0	7,4	287	3,3	<8	<7	1096	305
т. 7 – Урочище Конецбор	11	9	3,9	16,9	11,9	471	<3	<8	<7	583	255
т. 8 – Миронова Гора	11	11	4,7	<8	<7	339	<3	<8	<7	717	196
т. 9 – у р. Солза	9	8	<3	11,2	9,9	419	3,8	<8	<7	522	139
т. 10 – волость	11	10	6,9	17,6	17,3	516	<3	<8	<7	648	227
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	9	9	12,6	<8	10,2	391	<3	<8	16,1	613	150
т. 12 – после Мироновой Горы	8	10	<3	13,3	<7	378	4,0	<8	<7	464	273
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	7	8	<3	<8	<7	<40	9,8	8,5	<7	563	123
т. 14 – дачи	8	9	<3	<8	9,3	283	<3	<8	<7	824	139
т. 15 – садовые участки	10	8	38,8	9,7	11,8	245	7,0	<8	<7	964	232
т. 16 – заправка	9	8	<3	<8	12,6	168	<3	<8	<7	470	125
т. 17 – гаражи	10	10	<3	<8	10,1	337	<3	<8	<7	705	96
т. 18 – обелиск	9	7	<3	<8	14,3	167	5,5	<8	9,1	323	243
т. 19 – военная часть	9	10	5,9	<8	8,4	183	23,7	<8	<7	870	223
т. 20 – развилка к р. Ягорка	9	8	<3	<8	<7	254	<3	<8	<7	641	132
т. 21 – о. Андрианов	9	9	6,2	8,7	<7	250	<3	<8	<7	278	57
т. 22 – о. Тиноватик	10	10	<3	15,5	17,0	479	<3	<8	<7	336	71
т. 23 – о. Кего	11	10	<3	<8	9,0	294	<3	<8	<7	276	55
т. 24 – о. Никольский	14	11	<3	11,0	12,0	352	<3	<8	<7	458	109
т. 25 – фон М2 Архангельск	13	12	12,5	13,1	12,5	363	<3	8,5	<7	838	173
Аэрологическая	0,11	0,11	<3	<8	<7	181	<3	<8	<7	526	207

Из табл. 3.8 видно, что удельная активность ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения составляла в почве от предела обнаружения до 38,8 Бк/кг (т. 15), в растительности – от предела обнаружения до 23,7 Бк/кг (т. 19). Максимальное значение плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs (78 Бк/м²) [1] наблюдалось в т. 15 «Садовые участки». В остальных точках плотность загрязнения была меньше 62 Бк/м² и не превышала глобальных уровней загрязнения почвы ¹³⁷Cs на территории России. Содержание ²³²Th, ²²⁶Ra и ⁴⁰K в почве было на фоновом уровне.

Удельная Σβ в пробах растительности (табл. 3.8) изменялась в интервале от 55 до 302 Бк/кг и была обусловлена в основном содержанием природного ⁴⁰K. Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что в 17 из 25 проб удельная активность ¹³⁷Cs была ниже предела обнаружения. Максимальное значение (23,7 Бк/кг) удельной активности ¹³⁷Cs наблюдалось в точке 19 (рис. 3.2). В районе хранилища ТРО «Миронова Гора» удельная активность ¹³⁷Cs была ниже предела обнаружения. Средние по зоне наблюдения значения удельных активностей радионуклидов ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K мало отличались от прошлогодних. Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 7 до 14 мкР/ч [1], что соответствует уровням естественного γ-фона.

Отбор проб снега проводился [1] в марте перед началом весеннего снеготаяния. В 2011 г. была отобрана 21 проба снега в точках с устойчивым снежным покровом. Значения МЭД, измеренные

в точках отбора проб, колебались в пределах от 6 до 11 мкР/ч. Объемная $\Sigma\beta$ активность талой воды изменялась от 0,09 Бк/л (т. 3, 8, 17, рис. 3.2) до 0,4 Бк/л (т. 12, 13). Максимальная плотность загрязнения снега бета-активными радионуклидами наблюдалась также в т. 12, 13, где $\Sigma\beta$ активность составляла 19–21 Бк/м², минимальная наблюдалась в т. 17 – 4,3 Бк/м². По результатам γ -спектрометрического анализа техногенных радионуклидов в пробах не обнаружено.

В 2011 г. на шести станциях (Архангельск, Мудьюг, Онега, Северодвинск, Унский маяк, Холмогоры), находящихся в 100-км зоне РОО г. Северодвинска, на изотопный анализ были отобраны 6 проб почвы (рис. 3.1). Гамма-спектрометрический анализ показал, что содержание ¹³⁷Cs в 5 пробах находилось в пределах от 0,06 до 3,14 Бк/кг, что не превышает уровней глобального фона. В пробе, отобранной в точке «Унский маяк», содержание ¹³⁷Cs было ниже порога обнаружения. Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs во всех точках наблюдения не превышала значений прошлого года и была ниже фонового уровня для территории России (1,9 кБк/м²). Содержание природных радионуклидов ²³²Th, ²²⁶Ra, ⁴⁰K в почве в точках отбора также не превышала фонового уровня для территории РФ. Наиболее высокие значения были отмечены в фоновой точке (М-2 Архангельск). Только в одной точке (Онега) содержание ⁴⁰K было несколько выше, чем в фоновой – 420 против 363 Бк/кг.

Среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска [1] в течение всего 2011 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах 10–13 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН «Севмаш» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия. В 2011 г. ОЯРБ «Севмаш» [1] 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 ВФУ. 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 один месяц;
- объемной $\Sigma\beta$ в морской воде (по акватории предприятия) и в водорослях;
- удельной $\Sigma\beta$ в почве. Слой почвы отбирался 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 2011 г. приведены в табл. 3.9 [1].

Как видно из табл. 3.9, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы в СЗЗ «Севмаш» в 2011 г. была немного выше, чем в 2010 г., и в 2–10,1 раза превышала среднюю объемную $\Sigma\beta$ активность в приземной атмосфере по Северному УГМС ($8,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ активность в воздухе ($87 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась, как и в предыдущие годы, в СЗЗ в районе первой набережной и была в 2,9–5,1 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 ^{137}Cs и ^{60}Co составляла $5,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а для ^{90}Sr – $0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ [1]. $\Sigma\beta$ активность выпадений в СЗЗ и ЗН в 2011 г. была в 1,5 раза меньше, чем в 2010 г., за исключением т. Первая набережная, где она увеличилась в 1,2 раза, до $71 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Удельная $\Sigma\beta$ активность проб почвы в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2011 г. (табл. 3.9), по данным ОЯРБ предприятия, находилась практически на уровне ряда предыдущих лет, а проб растительности в ЗН и водорослей в СЗЗ уменьшилась в 1,05–1,6 и 1,2 раза соответственно.

Таблица 3.9

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения «Севмаш» в 2011 г. (данные ОЯРБ «Севмаш»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2011 г.	2011 г.
Атмосферные аэрозоли, 10^{-5} Бк/м³					
СЗЗ (р-н цеха 9-го предприятия)	17	16	< 5,0	< 0,5	< 5,0
СЗЗ (первая набережная)	87	71	< 5,0	< 0,5	< 5,0
ЗН (город, р-н цеха 19-го предприятия)	30	18	< 5,0	< 0,5	< 5,0
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год					
СЗЗ (р-н цеха 9-го предприятия)	130	191	-	-	-
СЗЗ (первая набережная)	71	57	-	-	-
ЗН (город, р-н цеха 19-го предприятия)	81	129	-	-	-
Почва, Бк/кг					
СЗЗ	Среднее	368	-	-	-
ЗН		409	-	-	-
Растительность, Бк/кг					
СЗЗ (береза, напротив здания ПКБ)	288	296	-	-	-
ЗН (береза в городе, территория цеха 19-го предприятия)	248	269	-	-	-
ЗН (тополь напротив ПКБ)	457	527	-	-	-
ЗН (тополь напротив поликлиники предприятия)	361	588	-	-	-
Водоросли и гидробионты, Бк/кг					
СЗЗ (морские черви)	-	-	-	-	-
СЗЗ (водоросли)	820	987	-	-	-

Примечание: -- нет данных.

Максимальное значение объемной $\Sigma\beta$ активности в морской воде акватории «Севмаш» в 2011 г. [1] составляло 10,4 Бк/л, минимальное – 1,5 Бк/л, среднее – 4,8 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 порога обнаружения. Пробы воды из рек Солза, Ширшима, Россоха показали, что удельная $\Sigma\beta$ активность составляла 0,1–0,3 Бк/кг, техногенные радионуклиды не обнаружены.

Мощность дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН предприятия «Севмаш» [1] колебалась в пределах естественного фона от 7 до 15 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в ЗН головной организации ЦС «Звездочка» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия. В 2011 г. ОЯРБ ЦС «Звездочка» [1] проводился радиационный контроль окружающей среды в ЗН путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы. Пробы отбирались непрерывно в одной точке с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в одной точке с экспозицией один месяц;
- содержания γ -излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря один раз в год;

– содержания радионуклидов в морской воде в точке отбора донных отложений один раз в год в летний период;

– содержания радионуклидов в почве в трех точках;

– мощности экспозиционной дозы γ -излучения. В ЗН контролировались пешеходные магистрали.

В табл. 3.10 представлены данные о радиоактивном загрязнении объектов окружающей среды в ЗН ЦС «Звездочка». Как видно из табл. 3.10, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2011 г. составляла $18,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в 2,8 раза превышала среднюю объемную $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере по Северному УГМС ($6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Из техногенных радионуклидов в воздухе ЗН ЦС «Звездочка» присутствовали ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co. Объемные активности этих радионуклидов были на 7–8 порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.10

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звездочка» в 2011 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звездочка»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co
Атмосферные аэрозоли, 10⁻⁷ Бк/м³				
ЗН	1886	≤ 120	≤ 20	≤ 0,75
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год				
ЗН	8,4	0,15	0,56	0,22
Почва, кБк/м²				
Пр. Бутомы	23	0,35	≤ 0,084	≤ 0,011
Ул. Макаренко	26	0,5	≤ 0,11	≤ 0,011
Район мемориала	2,5	0,72	≤ 0,065	≤ 0,01
Донные отложения, Бк/кг				
ЗН	290	0,79	≤ 1,8	≤ 0,18
Морская вода, мБк/л				
ЗН	7600	16	≤ 15	≤ 2,5

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в ЗН не превышала фонового уровня. Объемная активность ¹³⁷Cs в воде Двинского залива Белого моря была 16 мБк/л, ⁹⁰Sr – менее 15 мБк/л, ⁶⁰Co – менее 2,5 мБк/л, что на 2–4 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Мощность дозы γ -излучения в ЗН предприятия в среднем за год составила 12 мкР/ч [1].

Таким образом, из приведенных данных следует, что влияние РОО г. Северодвинска на радиационную обстановку в 100-км зоне за пределами СЗЗ выражается в присутствии в приземном слое атмосферы и атмосферных выпадениях зоны наблюдения РОО ⁶⁰Co (0,22 Бк/м²), отсутствующего в составе глобального фона. Объемная активность ⁶⁰Co в воздухе на 8 порядков ниже норматива, установленного НРБ-99/2009.

3.2. РОО на территории Мурманской области

Радиационная обстановка в Мурманской области определяется деятельностью ядерного технологического комплекса гражданского и военного назначения. На территории Мурманской области расположены:

– Кольская АЭС (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 ФГУП «Атомфлот» (далее – РТП «Атомфлот»), обслуживающее атомный ледокольный флот, имеющее в своем составе комплекс по переработке РАО и производства по обращению с РАО и ОЯТ;

– Северный флот имеет в своем составе 17 войсковых частей, где проводятся работы с РАО и ОЯТ, 3 судоремонтных завода, на которых осуществляется весь комплекс по обслуживанию и ремонту ядерных реакторов, утилизации АПЛ (более 100 реакторов). Основные производства по обслуживанию АПЛ находятся в шести закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО) Мурманской области (Полярный, Снежногорск, Скалистый, Островной, Заозерск, Заполярный);

– ФГУП «СевРАО» (Росатом РФ) имеет две береговых базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ: в ЗАТО г. Заозерск (филиал № 1 в губе Андреева) и ЗАТО г. Островной (филиал № 2, п. Гремиха);

– Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Мурманский спецкомбинат «Радон»), осуществляющий хранение ТРО, в том числе источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества от предприятий Архангельской и Мурманской областей, в настоящее время закрыт, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;

– ОАО «Мурманский судоремонтный завод», осуществляющий ремонт судов с ядерными установками;

– 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, сбор, временное хранение твердых и жидких РАО.

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 хранятся 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.

РТП «Атомфлот» является высокотехнологичным предприятием по техобслуживанию и ремонту атомных ледоколов и судов вспомогательного флота, расположен в 2 км от северной границы г. Мурманска и занимает площадь 0,17 км². Основными задачами технологического специализированного ремонтного комплекса (ТСРК) «Атомфлота» являются ремонт и технологическое обслуживание ядерной энергетической установки, в том числе участие в перегрузке ядерного топлива атомных ледоколов, а также прием, хранение, переработка, транспортировка твердых и жидких радиоактивных отходов. Одно из новых направлений ТСРК – временное хранение облученного ядерного топлива. В настоящее время в составе атомного ледокольного флота России находятся шесть ледоколов и один лихтеровоз. В табл. 3.11 приводятся сбросы радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую сеть. Из табл. 3.11 видно, что сбросы радионуклидов на

РТП «Атомфлот» в 2011 г. превышали допустимые величины для ^{60}Co , ^{137}Cs , $^{89,90}\text{Sr}$ и суммы нуклидов европия [3]. Суммарная активность сбросов определяется ^{137}Cs , $^{89,90}\text{Sr}$ и ^{60}Co . В 2011 г. сбросы всех радионуклидов увеличились на 1–3 порядка.

Таблица 3.11

**Сброс радионуклидов со сточными водами
в открытую гидрографическую сеть РТП «Атомфлот», Бк
(данные ОАО «ВНИИХТ»)**

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011	2010 г.	
^{60}Co	$2,94 \cdot 10^5$	$9,10 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^3$	$+9,09 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$5,25 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$	$3,42 \cdot 10^1$	$+1,97 \cdot 10^3$
^{137}Cs	$3,95 \cdot 10^5$	$1,31 \cdot 10^7$	$3,53 \cdot 10^4$	$+13,07 \cdot 10^6$
$^{89,90}\text{Sr}$	$1,2 \cdot 10^5$	$8,10 \cdot 10^6$	$1,53 \cdot 10^4$	$+8,08 \cdot 10^6$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$4,11 \cdot 10^6$	$3,00 \cdot 10^3$	$1,01 \cdot 10^2$	$+2,9 \cdot 10^3$
$^{152}\text{Eu} + ^{154}\text{Eu} + ^{155}\text{Eu}$	$3,56 \cdot 10^5$	$3,76 \cdot 10^5$	$3,56 \cdot 10^2$	$+3,76 \cdot 10^5$

В 2011 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС [4] на 37 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 с суточной экспозицией фильтров;
- 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 в г. Мурманске;
- один пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr в п. Териберка;
- два пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания ^{90}Sr в 100-км зоне Кольской АЭС;
- 34 пункта измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МЭД контролировалась с помощью 29 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 [4]. Радионуклидный анализ проб выпадений и аэрозолей проводился с помощью γ -спектрометрической установки «Canberra S100».

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» подробно обсуждается в разделах 4.5 и 3.7 данного Ежегодника.

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся три основных пункта по измерению МЭД

(Мурманск, Ура-Губа, Полярное) и 15 дополнительных, три пункта контроля за радиоактивными выпадениями (Мурманск, Печенга, Полярное) и один пункт контроля за объемной активностью радиоактивных аэрозолей (Мурманск).

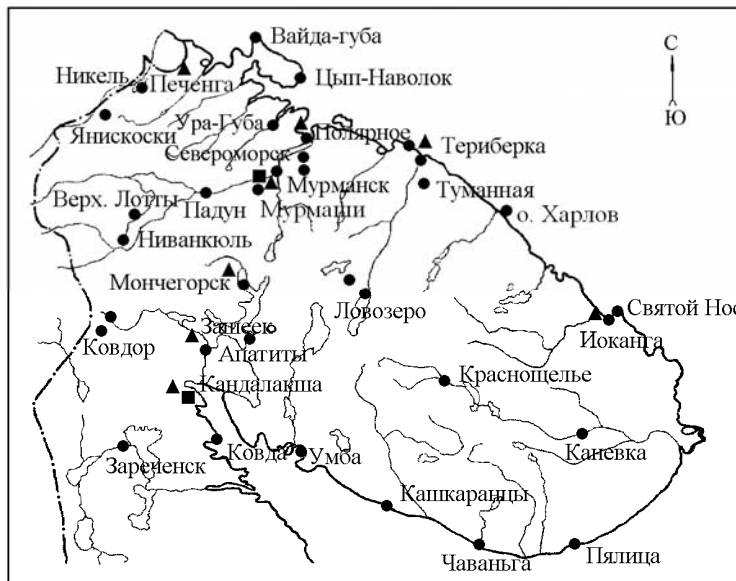


Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

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

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Мурманске представлены в табл. 3.12 [4]. Из табл. 3.12 видно, что среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в г. Мурманске в 2011 г. было в 1,3 раза ниже уровня предыдущего года и составляло $3,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 2,1 раза ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья в 2011 г. ($6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась от $1,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) до $9,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). В 2011 г. случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз не наблюдалось.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова (см. табл. 3.12) были в 1,3–1,4 раза выше, чем в 2010 г. Выпадения $\Sigma\beta$ в пп. Печенга и Полярное в 2011 г. в 1,6 и 1,9 раза превышали выпадения $\Sigma\beta$ в г. Мурманске и в 2,7 и 3,2 раза средневзвешенное значение для территории Заполярья ($1,0$ Бк/м²·сутки). Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах находились в пределах от $0,9$ Бк/м²·сутки (в июне в г. Мурманске) до $4,7$ Бк/м²·сутки (в феврале в п. Полярном). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений ($19,4$ Бк/м²·сутки) в 2011 г. наблюдалось в сентябре в п. Полярном. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2012 г. в этих пунктах не отмечалось.

Таблица 3.12

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 2011 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	3,9	1,5	1,1	5,6
	м	15,4	4,7	2,1	17,2
Февраль	с	4,7	4,6	1,0	9,3
	м	12,3	11,5	1,8	17,9
Март	с	2,4	2,9	1,3	3,3
	м	6,0	9,6	5,8	6,9
Апрель	с	2,0	1,6	1,5	2,4
	м	8,2	3,9	5,8	7,9
Май	с	1,9	2,2	1,0	2,1
	м	5,8	9,0	2,4	3,9
Июнь	с	1,9	1,9	0,9	2,4
	м	8,2	5,2	1,8	4,7
Июль	с	4,5	2,4	1,9	2,1
	м	9,7	6,0	8,5	4,9
Август	с	3,7	2,7	2,9	1,9
	м	10,9	10,0	8,4	5,7
Сентябрь	с	4,2	2,8	1,7	2,3
	м	19,4	7,5	7,6	4,7
Октябрь	с	4,0	4,7	1,6	2,4
	м	13,1	23,9	6,5	5,1
Ноябрь	с	3,1	2,6	2,0	2,3
	м	11,6	10,7	6,8	5,3
Декабрь	с	2,7	-	1,6	2,8
	м	6,1	-	6,8	6,7
Среднее:	2011 г.	3,3	3,3	2,7	1,5
	2010 г.	2,3	2,3	1,9	1,2

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2007–2011 гг. представлена в табл. 3.13.

Таблица 3.13

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
¹³⁷Cs							
Мурманск	2007	1,0	0,4	0,4	0,4	6,6	1,2
	2008	0,7	0,3	0,3	1,9	0,8	0,9
	2009	0,7	0,9	0,3	0,3	0,6	1,1
	2010	0,6	0,3	0,2	0,4	0,4	0,9
	2011	26,8	15,0	0,5	н/д	14,1	21,2
⁹⁰Sr							
Мурманск	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
	2009	0,03	н/д	0,05	0,03	0,04	0,29
	2010	0,07	0,04	0,02	0,03	0,04	0,25
	2011	0,12	0,07	0,03	н/д	0,073	0,29

Примечание: н/д – нет данных.

Как видно из табл. 3.13, среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2011 г. увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 35 раз и составила

$14,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr увеличилась в 1,8 раза по сравнению с 2010 годом и составила $0,07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs были ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья в 3,9 и 1,5 раза ($0,29 \cdot 10^{-7}$ и $21,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно). В целом, за последние пять лет объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в этом регионе постепенно уменьшается, однако из-за аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году показатели объемной активности цезия резко увеличились.

Выпадения ¹³⁷Cs в 2011 г. в Мурманске и в н.п. Печенга, Полярное, Териберка, Йоканьга в среднем составляли 1,12 Бк/м²·год [4], что в 3,5 раза выше значения 2010 г. (0,32 Бк/м²·год) [4].

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2011 г. производился Мурманским УГМС в п. Териберка четыре раза в год. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 3.14. Из табл. 3.14 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в пробах воды Баренцева моря в 2011 г. колебалась от 1,44 до 2,20 мБк/л при среднем значении 1,7 мБк/л, что находится на уровне значений последних пяти лет [5–7].

Таблица 3.14

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.
15.03.11	1,74
19.05.11	2,20
21.07.11	1,48
06.12.11	1,44
Среднее:	
2011 г.	1,72
2010 г.	1,80

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2011 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,8 Бк/л (в мае) до 3,5 Бк/л (в апреле). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2011 г. возросло по сравнению с 2010 г в 1,4 раза и составило 1,9 Бк/л, что в 1,3 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2011 г. (2,5 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2011 г. мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в пп. Полярное, Мурманск и Ура-Губа не отличались от уровней естественного γ -фона и изменялись от 5,0 мкР/ч (в г. Мурманске) до 10,1 мкР/ч (в п. Ура-губа) [4]. Максимальные значения МЭД не превышали 13 мкР/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2011 г. практически не изменилась по сравнению с 2010 г.

3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО [8]:

– ОАО «ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова» (ОКБМ) образовано в 1947 г. в г. Н. Новгород для создания оборудования для атомной промышленности. С конца 1940-х гг. ОКБМ 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;

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

– 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;

– ОАО «Чепецкий механический завод» (ЧМЗ) образован в 1946 г. в г. Глазове Удмуртской Республики. 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 [3], в процессе работы РФЯЦ-ВНИИЭФ в воздух выбрасываются ^{210}Po , изотопы плутония и урана. В 2011 г. выбросы ^{210}Po увеличились в 1,9 раза и составили $6,44 \cdot 10^3$ Бк/год (0,16 % от допустимых выбросов), изотопы плутония составляли $1,32 \cdot 10^5$ Бк/год (17,8 % от допустимых выбросов), что меньше в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом. В сбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана и тритий [3]. В 2010 г. сбросы изотопов урана уменьшились по сравнению с предыдущим годом в 2,5 раза и составили $1,77 \cdot 10^7$ Бк (0,29 % от допустимых сбросов). Данные по сбросам трития в 2011 г. в [8] не приводятся.

Газоаэрозольные выбросы ЧМЗ содержат изотопы урана, тория, ^{226}Ra и ^{40}K [3]. В 2011 г. выбросы ^{226}Ra ($3,77 \cdot 10^7$ Бк/год), нуклидов урана ($4,85 \cdot 10^8$ Бк/год) и изотопов тория ($9,34 \cdot 10^7$ Бк/год) уменьшились в 1,1; 1,0 и 4,2 раза соответственно, ^{40}K ($2,32 \cdot 10^8$ Бк/год) увеличились в 1,3 раза. При этом выбросы ^{226}Ra составили 13,4 % от допустимых выбросов, суммы изотопов урана – 10 %, ^{40}K – 8,3 %, суммы нуклидов тория – 12,2 %. Сбросы ЧМЗ в 2011 г. не регистрировались [3].

Радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО проводит Верхне-Волжское УГМС [8].

В 2011 г. в 100-км зоне ОКБМ Верхне-Волжским УГМС проводились наблюдения за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – на девяти станциях (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Ройка, Семенов, Н. Новгород (две станции)), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (п. Городец). Пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках практически совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».

Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах ОКБМ и ПЗРО приведено на рис. 3.4. Обсуждение радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» приведено в разделе 3.7 вместе с другими ПЗРО.

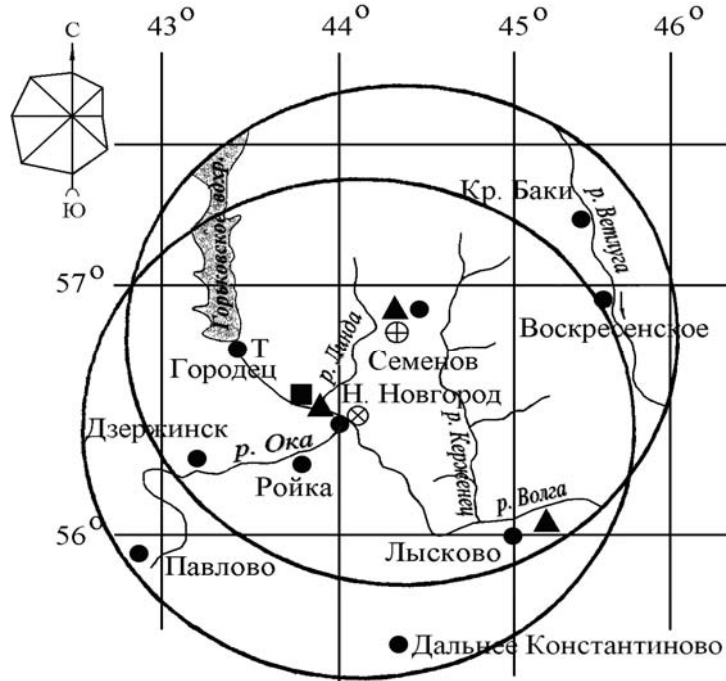


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

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

В 100-км зоне РОО г. Сарова 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 ЧМЗ проводились наблюдения за выпадениями в одном пункте (Глазов) и за МЭД в четырех пунктах (Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки).

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 типа РУБ-01П. Гамма-спектрометрические анализы проб аэрозолей и выпадений для определения активности техногенных и природных гамма-излучающих радионуклидов проводились 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. 3.15.

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 2011 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	2,3	24,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6
	м	8,3	195	3,1	3,1	7,6	3,8	4,0	3,4
Февраль	с	1,7	14,7	1,2	1,0	1,4	1,2	1,3	1,9
	м	13,7	31,2	5,5	5,0	4,4	2,6	6,7	14,7
Март	с	0,9	10,3	1,3	0,9	0,9	0,6	0,7	0,7
	м	3,7	63,9	5,3	5,5	3,3	1,5	2,3	1,9
Апрель	с	1,3	18,2	0,8	1,3	0,6	0,7	0,7	0,8
	м	7,3	48,8	2,7	7,7	2,6	2,8	1,6	1,8
Май	с	1,1	9,7	1,1	0,8	0,7	0,7	0,8	1,7
	м	5,1	30,5	6,5	1,5	1,3	1,5	4,6	6,4
Июнь	с	1,6	10,4	1,2	1,0	0,8	1,1	1,2	1,1
	м	3,6	33,7	5,5	2,6	1,9	4,7	7,0	9,0
Июль	с	1,7	16,5	1,9	2,0	1,1	1,1	1,6	1,4
	м	5,0	40,6	10,5	6,8	4,4	3,0	7,9	5,4
Август	с	1,8	18,7	1,5	1,3	1,4	1,4	1,3	1,5
	м	3,6	70,3	2,3	2,2	2,7	2,4	2,4	2,2
Сентябрь	с	1,8	11,5	1,3	1,3	1,4	1,7	1,7	1,5
	м	5,4	25,9	2,5	2,5	2,6	7,3	7,2	4,2
Октябрь	с	2,0	9,8	1,3	1,2	1,3	1,3	1,6	1,3
	м	2,3	30,1	4,1	2,7	5,2	3,4	4,6	2,8
Ноябрь	с	1,2	10,6	1,2	1,4	1,6	1,1	1,3	1,5
	м	2,9	24,7	5,6	4,1	8,0	2,3	3,3	5,8
Декабрь	с	1,9	16,2	1,0	1,2	1,4	1,0	1,2	1,3
	м	10,1	44,5	2,4	2,2	5,3	2,3	3,0	3,1
Среднее:	2011 г.	1,7	14,3	1,3	1,2	1,4	1,1	1,2	1,2
	2010 г.	1,3	15,4	1,4	1,4	1,4	1,7	1,5	1,5
Сумма, Бк/м ² ·год:	2011 г.	552		460	448	491	398	451	422
	2010 г.	603		496	523	493	623	569	565

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объемная Σβ в воздухе г. Н. Новгород в 2011 г. (табл. 3.15) [8] изменялась от $9,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в мае) до $24,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в январе) при среднегодовом значении $14,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже, чем в 2010 г., и не превышает средневзвешенное значение по территории Центра ЕТР в 2011 г. – $18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. раздел 1.1, табл. 1.1). В 2011 г. в г. Н. Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объемной Σβ над фоновым уровнем в 5 и более раз.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2007–2011 гг. представлены в табл. 3.16. Из табл. 3.16 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе Н. Новгорода в 2011 г. составляла $36,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 10 раз выше, чем в 2010 г., такое различие может объясняться аварией на АЭС «Фукусима-1» (Япония) в марте 2011 г., но в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2011 г. составляла $0,30 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,6 раза ниже, чем в 2010 г., но в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,58 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднемесячные значения Σβ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2011 г. (см. табл. 3.15) [8] варьировали в диапазоне от 0,8 до 2,3 Бк/м²-сутки. Среднегодовые значения Σβ выпадений в пунктах наблюдения составили 1,2–1,7 Бк/м²-сутки, что находится на уровне фонового значения для Верхне-Волжского УГМС (1,5 Бк/м²-сутки). Случаев превышения суточных значений Σβ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2011 г. не наблюдалось.

Таблица 3.16

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Н. Новгород	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
	2009	2,0	2,3	1,9	1,6	2,0	5,6
	2010	1,1	5,6	6,5	1,5	3,7	7,0
	2011	40,0	104	1,6	1,7	36,8	52,9
^{90}Sr							
Н. Новгород	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
	2009	0,34	0,54	0,35	0,17	0,35	0,72
	2010	0,21	0,73	0,80	0,20	0,48	0,94
	2011	0,22	0,39	0,39	0,18	0,30	0,58

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2011 г. составляла 2,4 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 0,6 Бк/л (в феврале) до 4,3 Бк/л (в июле). Содержание трития в осадках увеличилось по сравнению с 2010 г. (см. табл. 3.17) и не превышало среднего значения по стране (см. раздел 1.1, табл. 1.10).

Таблица 3.17

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

Год	2007	2008	2009	2010	2011
^3H	2,2	2,3	2,4	1,8	2,4

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ОКБМ в 2010 г. колебались в диапазоне от 9 до 14 мкР/ч [9], среднемесячные – от 8 до 14 мкР/ч [8], что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч.

РОО г. Сарова

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова (пп. Лукоянов, Выкса, Арзамас) в 2011 г. составили 1,1–1,2 Бк/м²·сутки (см. табл. 3.15) [8], что ниже, чем в 2010 г., и находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому УГМС (1,5 Бк/м²·сутки).

Среднемесячные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдений в 100-км зоне РОО г. Сарова изменялись в пределах 0,6–1,7 Бк/м²·сутки. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2011 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова (пп. Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников) в 2011 г. составляли 9–11 мкР/ч [8], среднемесячные – 8–12 мкР/ч [8]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч.

ОАО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО ЧМЗ (г. Глазов) в 2011 г. изменялась в диапазоне 0,7–1,9 Бк/м²·сутки при среднегодовом значении 1,4 Бк/м²·сутки

(см. табл. 3.15) [8], что в 1,1 раза ниже уровня 2010 г., но не превышает уровень фоновых значений 2011 г. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2011 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ЧМЗ в 2011 г. составляли 11–12 мкР/ч [8], среднемесячные – 8–13 мкР/ч [8]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

Годовые выпадения ^{137}Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2011 г. составляли 2,76 Бк/м²·год, что в 13 раз выше уровня 2010 г. (0,21 Бк/м²·год) и в 1,8 раза выше средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,54 Бк/м²·год), что объясняется аварией на АЭС «Фукусима-1» (Япония).

Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в 2011 г. в 100-км зонах РОО (см. табл. 3.15–3.17) было на уровне фоновых значений для Центра ЕТР или незначительно выше, можно сделать вывод, что влияния 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 [10].

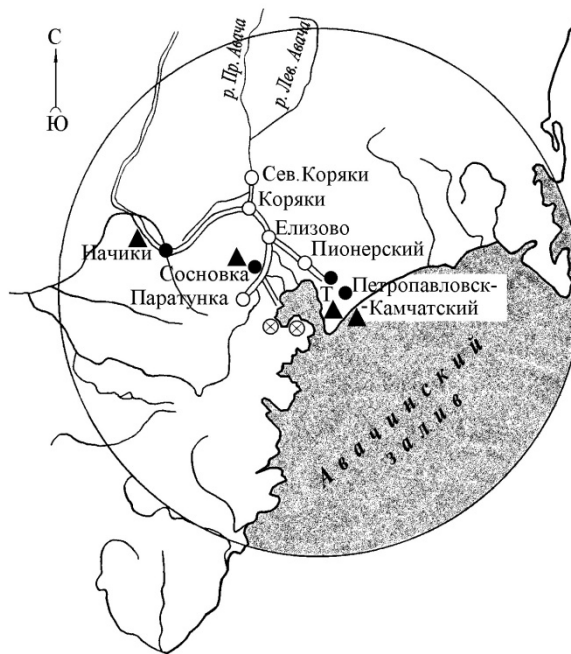


Рис. 3.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

- – 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 2011 г. был организован Камчатским УГМС следующим образом [10]:

– 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 $\Sigma\beta$ Камчатским УГМС [10], γ -спектрометрический анализ объединенных квартальных проб выпадений осуществлялся Приморским УГМС [11]. Содержание ^{90}Sr в пробах воды определялось радиохимическим методом в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб осадков на содержание трития выполнялся с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220» в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2011 г. представлены в табл. 3.18 [10]. Из табл. 3.18 видно, что среднемесячные суточные величины $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2011 г. изменялись от 0,55 до 1,85 Бк/м²-сутки. Самое высокое суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений наблюдалось в п. Начинки в июле (7,84 Бк/м²-сутки) и было в 8 раз выше фонового уровня по Камчатской области. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне в 2011 г., как и в целом по Камчатской области, незначительно уменьшилось и было в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,2 Бк/м²-сутки).

Сумма годовых выпадений ^{137}Cs по Камчатской области в 2011 г. составила 1,03 Бк/м²-год, что в 1,7 раза выше средневзвешенного значения по АТР (0,62 Бк/м²-год).

Другие объекты окружающей среды

Объемная активность ^{90}Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2011 г. менялась в диапазоне от 2,0 мБк/л (в феврале) до 0,5 мБк/л (в сентябре). Среднегодовая объемная активность составила 1,2 мБк/л. Как следует из табл. 1.13 (см. раздел 1.1), среднегодовое содержание ^{90}Sr в водах Авачинской губы было ниже среднегодовых значений этого радионуклида, регистрируемых на протяжении 10 предыдущих лет (за исключением 2010 г.).

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском, по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2011 г. изменялась в диапазоне от 0,1 Бк/л (в октябре) до 3,2 Бк/л (в июне). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,8 Бк/л, что в 1,4 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ в 2011 г. (2,5 Бк/л).

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2011 г., Бк/м²-сутки (данные Камчатского УГМС)

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне		Среднее по области	
						2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Январь	с	0,5	0,9	1,1	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9
	м	0,9	2,0	2,3	3,6				
Февраль	с	0,7	0,6	1,0	0,8	0,8	1,2	0,8	1,0
	м	2,2	1,2	3,8	3,3				
Март	с	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	1,0
	м	1,9	1,1	2,3	2,7				
Апрель	с	-	-	-	-	-	0,9	1,0	1,0
	м	-	-	-	-				
Май	с	1,9	0,8	1,2	0,7	1,1	1,3	0,9	1,2
	м	5,2	1,6	4,0	1,7				
Июнь	с	0,6	1,4	1,2	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8
	м	1,3	4,5	4,8	2,6				
Июль	с	0,7	0,9	1,5	1,5	1,1	0,6	0,9	0,5
	м	1,3	4,0	6,3	7,8				
Август	с	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	0,7	1,0	0,9
	м	2,3	2,3	2,2	2,6				
Сентябрь	с	0,6	1,2	1,0	1,1	1,0	0,8	0,9	0,9
	м	1,1	3,7	3,8	4,4				
Октябрь	с	0,7	1,2	1,1	1,5	1,1	0,8	1,1	0,8
	м	2,0	4,3	3,0	4,6				
Ноябрь	с	0,7	0,9	0,9	1,3	1,0	0,7	1,0	0,6
	м	2,9	2,2	2,1	3,8				
Декабрь	с	0,8	1,3	1,9	1,2	1,3	0,6	1,3	0,7
	м	3,1	3,8	6,2	3,6				
Среднее, Бк/м ² -сутки:									
2011 г.		0,8	1,0	1,1	1,1	1,0		1,0	1,0
2010 г.		0,8	1,1	1,2	1,1		1,0		
Сумма, Бк/м ² -год:									
2011 г.		285	350	412	398	365		358	
2010 г.		273	408	420	415		380		392

Радиационный фон на местности

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2011 г. [10] не превышали 14 мкР/ч (п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 8,2 до 10,6 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

ОАО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (далее – НИИАР), филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом», 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 [12].

В настоящее время НИИАР является основным российским экспериментальным комплексом гражданской атомной энергетики и имеет для этого:

- шесть исследовательских атомных реакторов;
- крупнейший в Европе комплекс для послереакторных исследований элементов активных зон промышленных реакторов;
- комплекс установок для НИОКР в области ядерного топливного цикла;
- радиохимический комплекс;
- комплекс по обращению с радиоактивными отходами.

Основными источниками поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду на НИИАР являются газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу из производственных помещений института и жидкие сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2011 г. на НИИАР представлены в табл. 3.19 [3]. Из табл. 3.19 видно, что в 2011 г. выбросы ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{75}Se , ^{76}As , ^{124}Sb , $^{141,144}\text{Ce}$, суммы нуклидов йода, плутония, урана и ИРГ увеличились в 1,02–11,7 раза; выбросы ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{88}Rb , ^{89}Rb , ^{125}Sb , ^{132}Te , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{139}Ba , ^{203}Hg , $^{89,90}\text{Sr}$, $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$, $^{99}\text{Mo}+^{99\text{m}}\text{Te}$, $^{103,106}\text{Ru}$, ^{244}Cm , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ и суммы нуклидов европия и тория уменьшились в 1,03 – 2,23 раза.

Таблица 3.19

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011	2010 г.	
^{51}Cr	$2,00 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^7$	$+0,22 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$1,20 \cdot 10^8$	$5,09 \cdot 10^7$	$4,97 \cdot 10^7$	$+0,12 \cdot 10^7$
^{58}Co	$3,60 \cdot 10^7$	$2,06 \cdot 10^7$	$1,38 \cdot 10^7$	$+0,68 \cdot 10^7$
^{60}Co	$1,20 \cdot 10^8$	$6,72 \cdot 10^7$	$7,29 \cdot 10^7$	$-0,57 \cdot 10^7$
^{59}Fe	$6,20 \cdot 10^7$	$1,72 \cdot 10^7$	$4,76 \cdot 10^6$	$+1,244 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$1,40 \cdot 10^8$	$5,40 \cdot 10^7$	$6,38 \cdot 10^7$	$-0,98 \cdot 10^7$
^{75}Se	$3,50 \cdot 10^9$	$2,25 \cdot 10^7$	$1,65 \cdot 10^7$	$+0,6 \cdot 10^7$
^{76}As	$7,60 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^7$	$4,58 \cdot 10^6$	$+1,082 \cdot 10^7$
^{88}Rb	$1,70 \cdot 10^{10}$	-	$2,81 \cdot 10^{10}$	-
^{89}Rb	$3,30 \cdot 10^8$	-	$2,33 \cdot 10^9$	-
^{125}Sb	$1,40 \cdot 10^9$	$1,41 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^8$	$-0,55 \cdot 10^8$
^{124}Sb	$5,40 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^7$	$2,25 \cdot 10^7$	$+0,44 \cdot 10^7$
^{132}Te	$1,40 \cdot 10^7$	-	$4,40 \cdot 10^5$	-
^{134}Cs	$9,61 \cdot 10^7$	$2,76 \cdot 10^7$	$2,86 \cdot 10^7$	$-0,1 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$4,50 \cdot 10^9$	$5,25 \cdot 10^8$	$7,38 \cdot 10^8$	$-2,13 \cdot 10^8$
^{139}Ba	$7,70 \cdot 10^8$	-	$6,01 \cdot 10^8$	-
^{203}Hg	$2,40 \cdot 10^9$	-	$1,93 \cdot 10^5$	-
$^{89,90}\text{Sr}$	$2,20 \cdot 10^8$	$1,66 \cdot 10^7$	$2,49 \cdot 10^7$	$-0,83 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$	$2,08 \cdot 10^8$	-	$1,06 \cdot 10^7$	-
$^{99}\text{Mo}+^{99\text{m}}\text{Te}$	$3,50 \cdot 10^8$	-	$5,26 \cdot 10^7$	-
$^{103,106}\text{Ru}$	$5,00 \cdot 10^7$	-	$4,77 \cdot 10^6$	-
$^{141,144}\text{Ce}$	$3,68 \cdot 10^7$	$2,13 \cdot 10^7$	$5,03 \cdot 10^6$	$+1,627 \cdot 10^7$
^{244}Cm	$5,22 \cdot 10^7$	$5,56 \cdot 10^5$	$6,60 \cdot 10^5$	$-1,04 \cdot 10^5$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$4,40 \cdot 10^6$	-	$3,47 \cdot 10^5$	-
Сумма нуклидов I	$1,68 \cdot 10^{10}$	$7,31 \cdot 10^9$	$3,84 \cdot 10^9$	$+3,47 \cdot 10^9$
Сумма нуклидов Pu	$1,26 \cdot 10^8$	$6,99 \cdot 10^6$	$5,17 \cdot 10^6$	$+1,82 \cdot 10^6$
Сумма нуклидов Th	$1,30 \cdot 10^8$	-	-	-
Сумма нуклидов U	$1,92 \cdot 10^7$	$6,85 \cdot 10^5$	$6,81 \cdot 10^5$	$+0,04 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов Eu	$8,27 \cdot 10^7$	$7,35 \cdot 10^6$	$1,64 \cdot 10^7$	$-0,95 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$1,86 \cdot 10^{15}$	$1,51 \cdot 10^{15}$	$9,90 \cdot 10^{14}$	$+0,52 \cdot 10^{14}$

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 2011 г. было сброшено [3] $4,9 \cdot 10^7$ Бк $^{89,90}\text{Sr}$ (0,4 % от допустимого сброса), что в 1,04 раза меньше, чем в 2010 г., и $4,6 \cdot 10^8$ Бк ^{137}Cs (1,7 % от допустимого сброса), что в 2,5 раза больше, чем в 2010 г. Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах [13].

Загрязненная площадь в санитарно-защитной зоне НИИАР по состоянию на 01.01.2011 г. составляла $0,236 \text{ км}^2$ [3]. Более подробные данные приведены в Приложении 2 табл. П.2.3.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (Ульяновский ЦГМС) [12] и УГМС Республики Татарстан [14]. В 2011 г. в 100-км зоне НИИАР проводились систематические наблюдения (рис. 3.6):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте (в г. Самаре [12]);
- за радиоактивностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в четырех пунктах Приволжского УГМС и в двух пунктах УГМС РТ;
- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Тетюши [14];
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения 8 раз в сутки на семи стационарных пунктах Приволжского УГМС и двух пунктах УГМС РТ;
- за содержанием радионуклидов в почве во время маршрутных обследований в семи населенных пунктах в радиусе до 30 км вокруг НИИАР;
- за содержанием радионуклидов в пробах воды и донных отложений из Черемшанского залива.

Измерение МЭД проводилось дозиметрами ДБГ-06Т, ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д, ДКГ-07Д. Измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС РТ на радиометре РУБ-01П6 и малофоновой установке УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном γ -спектрометре «Прогресс БГ» в Приволжском УГМС и на γ -спектрометре фирмы «Ортес» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220».

Данные [12] и [14] о выпадениях и объемной $\Sigma\beta$ воздуха в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 3.20. Из табл. 3.20 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2011 г. – $20,04 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что чуть ниже уровня предыдущего года и превышает значение средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от $6,7 \cdot 10^{-5}$ до $35,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в июне и составило $86,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 4,8 раза превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновым значением в 5 и более раз в 2011 г. зарегистрировано не было.

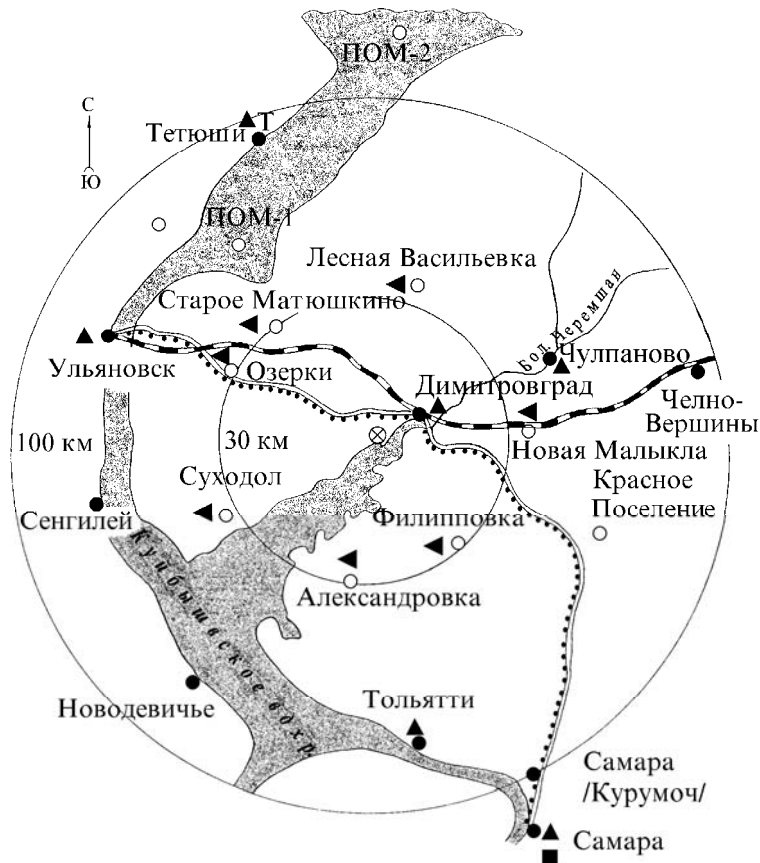


Рис. 3.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Данные о среднегодовых объемных активностях ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2007–2011 гг. представлены в табл. 3.21. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2011 г. составила $30,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,7 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила $0,74 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 1,3 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{90}Sr для Центра ЕТР.

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР (см. табл. 3.20) в 2011 г. колебались от 0,45 до 2,35 Бк/м²·сутки, а среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений остались примерно на уровне 2010 г. и изменялись от 0,47 до 1,41 Бк/м²·сутки, что находится ниже или на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР (см. раздел 1.1, табл. 1.8). Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г. наблюдалась в декабре в г. Самара – 10 Бк/м²·сутки. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым в 10 и более раз в 2011 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.

Таблица 3.20

**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 вокруг НИИАР в 2011 г.
(данные Приволжского УГМС и УГМС РТ)**

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Улья-новск	Тетюши*	Чулпано-во*
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,2	38,6	1,3	1,4	0,3	0,8	0,5
	м	3,5	89,4	5,5	3,8	0,9	2,1	1,6
Февраль	с	1,3	11,9	1,1	1,3	0,4	0,6	0,6
	м	6,7	33,2	4,5	4,9	1,0	1,8	1,8
Март	с	1,0	10,0	0,6	1,0	0,5	0,7	1,1
	м	3,2	32,7	1,8	3,3	1,2	1,4	2,3
Апрель	с	1,3	18,4	0,6	1,1	0,4	0,8	0,9
	м	5,8	43,0	1,6	2,5	0,8	2,0	4,0
Май	с	1,2	26,8	0,7	1,0	0,7	0,8	0,6
	м	4,8	83,6	2,7	3,3	2,5	3,5	1,8
Июнь	с	1,5	19,8	0,5	1,5	0,6	0,5	0,8
	м	4,3	76,3	1,5	6,1	1,3	1,0	3,2
Июль	с	1,2	35,6	0,5	2,4	0,5	0,5	0,6
	м	2,7	86,2	1,7	4,9	1,2	0,9	1,8
Август	с	1,6	29,4	0,7	1,5	0,5	0,5	0,6
	м	4,3	94,0	1,5	3,5	1,2	1,2	1,5
Сентябрь	с	1,6	14,4	0,8	1,5	0,6	0,7	0,7
	м	5,8	40,1	3,4	3,9	2,3	3,1	2,1
Октябрь	с	1,3	22,1	0,8	1,7	0,5	0,5	0,8
	м	3,1	65,7	2,4	5,3	1,3	2,9	1,6
Ноябрь	с	1,3	6,7	0,9	1,1	0,3	0,6	0,6
	м	7,3	15,2	3,0	3,3	1,0	1,2	1,5
Декабрь	с	2,3	11,4	0,7	1,5	0,4	0,6	0,7
	м	10,5	32,6	2,2	5,2	1,1	1,2	1,7
Среднее:	2011 г.	1,4	20,4	0,8	0,8	1,4	0,5	0,6
	2010 г.	1,4	25,0	0,8	1,2	0,4	0,5	0,5
Сумма, Бк/м ² -год:	2011 г.	507		277	515	172	219	256
	2010 г.	511		292	438	146	183	183

Примечание: * – данные УГМС РТ.

Таблица 3.21

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг НИИАР, 10⁻⁷ Бк/м³
(данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
¹³⁷Cs							
Самара	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
	2009	2,0	3,6	1,1	2,3	2,3	5,6
	2010	2,6	2,0	4,1	2,0	2,7	7,0
	2011	19	100	1,6	2,1	30,7	52,9
⁹⁰Sr							
Самара	2007	0,16	0,64	0,48	0,43	0,43	1,2
	2008	0,23	1,3	0,51	0,43	0,62	1,3
	2009	0,17	0,71	0,44	0,75	0,52	0,72
	2010	1,65	0,88	0,83	0,38	0,93	0,94
	2011	1,12	0,68	0,42	0,41	0,66	0,58

Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2011 г. составила 2,5 Бк/л, что находится на фоновом уровне для территории РФ (2,5 Бк/л), изменяясь в диапазоне от 0,6 Бк/л (в октябре) до 4,00 Бк/л (в июне).

В 2011 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР (см. рис. 3.6) [12]. 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 253 измерения МЭД. Результаты определения содержания ^{137}Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2011 г. представлены в табл. 3.22.

Таблица 3.22

Мощность дозы γ -излучения и плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в населенных пунктах 30-км зоны вокруг НИИАР (данные Ульяновского ЦГМС)

Населенный пункт	МЭД, мкР/ч		^{137}Cs , кБк/м ²	
	3–4 см	1 м	2011	2010 г.
п. Новая Малыкла	12 – 15 (13)	9 – 14 (12)	0,79 – 3,10 (1,99)	0,85 – 3,58 (2,12)
с. Лесная Васильевка	10 – 12 (11)	9 – 11 (10)	1,29 – 2,89 (2,09)	1,41 – 3,23 (1,99)
с. Александровка	11 – 13 (12)	8 – 13 (11)	1,41 – 3,60 (2,25)	0,93 – 1,59 (1,29)
с. Филипповка	11 – 14 (12)	9 – 14 (11)	1,26 – 1,89 (1,56)	0,81 – 1,63 (1,32)
с. Суходол	11 – 13 (12)	9 – 13 (11)	0,96 – 1,96 (1,35)	1,15 – 1,74 (1,40)
с. Старое Матюшкино	11 – 13 (12)	9 – 12 (11)	1,33 – 1,73 (1,51)	0,93 – 1,74 (1,33)
с. Озерки	11 – 13 (12)	10 – 13 (11)	1,62 – 4,35 (2,86)	1,07 – 2,22 (1,55)

Примечание: в скобках указаны средние значения.

Как видно из табл. 3.22, 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 9–14 и 8–14 мкР/ч соответственно. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в этих пунктах в 2011 г. по данным γ -спектрометрического анализа колебалась от 0,79 до 4,35 кБк/м². Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs изменялись от 1,35 до 2,86 кБк/м², что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2010 году.

В течение года специалистами Ульяновского ЦГМС также был произведен отбор 6 проб воды и 2 проб донных отложений из Черемшанского залива [12], куда могут поступать стоки с промплощадки НИИАР. Результаты γ -спектрометрического анализа показали, что содержание ^{137}Cs в пробах воды и донных отложениях не превышали значений 0,4 Бк/л и 0,7 Бк/кг соответственно. Содержание ^{137}Cs в пробах воды примерно на 2 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009.

По данным ежедневных измерений МЭД на 7 пунктах наблюдения, среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР [12, 14] в 2011 г. изменялись от 9 до 16 мкР/ч, а среднегодовые составляли 9–14 мкР/ч, что не отличается от естественного уровня γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 16 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 оказывали.

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 «Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова» (далее – филиал НИФХИ). Местные РОО воздействуют на окружающую среду, производя газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу, жидкие сбросы их со сточными водами в р. Протву, а также загрязняя радионуклидами грунтовые воды. Данные ФЭИ и филиала НИФХИ с учетом данных [3] о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2011 г. приведены в табл. 3.23, 3.24.

Из табл. 3.23 видно, что в ФЭИ в 2011 г. по сравнению с 2010 г. выбросы ^{57}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs уменьшились в 1,5, 1,8 и 2,4 раза соответственно. Годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли 0,27 % ($^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$) – 7,6 % (^{137}Cs) от допустимых выбросов.

Таблица 3.23

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

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г., по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{57}Co	$1,66 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$	$- 0,6 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$2,2 \cdot 10^7$	-	$6,1 \cdot 10^4$	$- 6,1 \cdot 10^4$
^{90}Sr	$3,01 \cdot 10^8$	$8,2 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^6$	$- 6,8 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$1,0 \cdot 10^8$	-	$9,0 \cdot 10^4$	$- 9,0 \cdot 10^4$
^{137}Cs	$4,23 \cdot 10^8$	$3,2 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^7$	$- 4,4 \cdot 10^7$
$^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$	$3,01 \cdot 10^8$	$8,2 \cdot 10^5$	-	$+ 8,2 \cdot 10^5$

Выбросы филиала НИФХИ в 2011 г. (табл. 3.24) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов 0,4 % (^{135}I) – 50 % (^{131}I) от допустимых выбросов. В 2011 г. выбросы всех радионуклидов увеличились в 1,3–4,2 раза, кроме выбросов ^{135}I , которые были на уровне 2010 г. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2011 г. составил $5,4 \cdot 10^{11}$ Бк, что в 2,6 раза выше, чем в 2010 г. [5].

Таблица 3.24

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2011 г.	2010 г.	2009 г.	2008 г.	2007 г.
^{125}I	$3,8 \cdot 10^{10}$	-	-	-	-	$6,0 \cdot 10^7$
^{131}I	$7,8 \cdot 10^{11}$	$2,6 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	$8,5 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{11}$
^{132}I	$7,1 \cdot 10^{11}$	$2,2 \cdot 10^{11}$	$5,2 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^{10}$	$2,8 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{10}$
^{133}I	$5,0 \cdot 10^{11}$	$5,9 \cdot 10^{10}$	$2,8 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{10}$
^{135}I	$3,7 \cdot 10^{11}$	$1,6 \cdot 10^9$	$1,8 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^8$	$4,4 \cdot 10^8$	$5,9 \cdot 10^8$
^{41}Ar	$1,5 \cdot 10^{14}$	$4,2 \cdot 10^{13}$	$3,2 \cdot 10^{13}$	$2,4 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^{13}$
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$7,8 \cdot 10^{13}$	$1,9 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^{13}$	$8,9 \cdot 10^{12}$	$4,0 \cdot 10^{12}$	-
^{133}Xe	$5,2 \cdot 10^{14}$	$1,4 \cdot 10^{14}$	$4,3 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	$4,1 \cdot 10^{13}$	$3,7 \cdot 10^{13}$
^{135}Xe	$4,0 \cdot 10^{14}$	$2 \cdot 10^{14}$	$6,4 \cdot 10^{13}$	$5,0 \cdot 10^{13}$	$4,6 \cdot 10^{13}$	$4,1 \cdot 10^{13}$

В 2011 г. в связи с окончанием эксплуатации основных радиационных установок и прекращением использования технической воды для охлаждения элементов оборудования, содержащего радионуклиды, сбросы ФЭИ в р. Протву не производились.

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

Площадь, загрязненная радионуклидами, в зоне наблюдения ФЭИ составляет $0,0054 \text{ км}^2$ [3].

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) проводят

службы внешней дозиметрии ФЭИ и филиала НИФХИ. Радиационный мониторинг в г. Обнинске проводит ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» (рис. 3.7), в 100-км зоне вокруг Обнинска – Центральное УГМС (рис. 3.8).



Рис. 3.7. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

НПО «Тайфун»: ФЭИ:

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

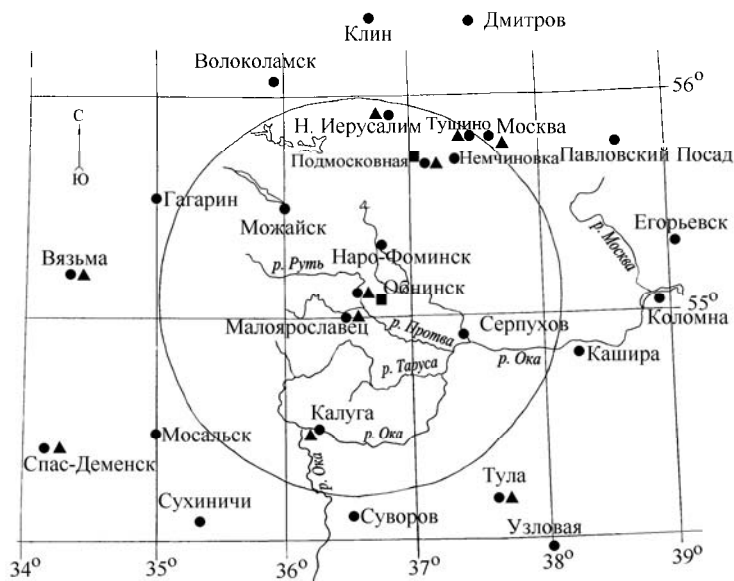


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

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

В 2011 г. службой внешней дозиметрии 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;
- содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в почве, растительности, р. Протве и $\Sigma\beta$ в снеге и скважинах хранилища РАО;
- объемная активность радионуклидов в подземных водах;
- мощность экспозиционной дозы.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске организован НПО «Тайфун» в соответствии с [15] следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определяется 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 отбираются на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (для улавливания радионуклидов йода в молекулярной форме) с экспозицией одни сутки;
- радиоактивность атмосферных выпадений измеряется путем анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью 0,3 м², расположенного на территории НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения измеряется непрерывно на метеоплощадке НПО «Тайфун» с помощью дозиметра ДГДМ.

В 100-км зоне вокруг РОО в 2011 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль [16]:

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в четырех пунктах;
- за величиной МЭД в девяти пунктах контроля.

Приземная атмосфера

По данным радиометрического подразделения ФЭИ среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в СЗЗ и ЗН ФЭИ в 2011 г. составила $3,2 \cdot 10^{-5}$ и $7,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, $\Sigma\alpha$ – $2,0 \cdot 10^{-5}$ и $1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в СЗЗ ФЭИ остались на уровне 2010 г. и составили $1,0 \cdot 10^{-5}$ и $3,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Объемная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ была на 2 порядка выше значения средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Центра ЕТР (см. раздел 1.1, табл. 1.4), но на 5 порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в ЗН ФЭИ увеличилась в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $1,0 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, что в 19 раз выше значения средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Центра ЕТР (см. раздел 1.1, табл. 1.3), но на 5 порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [2].

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (табл. 3.25) в 2011 г., по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», колебалась в пределах $(11,9–42,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение $(27,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) находилось на уровне 2010 г., но было в 1,5 раза выше средневзвешенной

объемной активности в Центре ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Повышенная объемная $\Sigma\beta$ (пятикратное и более превышение фонового уровня) в приземном слое атмосферы г. Обнинска была зафиксирована 3–4 апреля 2011 г. и составила $192 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. По результатам гамма-спектрометрического анализа в пробе обнаружены техногенные радионуклиды с объемной активностью: ¹³¹I – $3,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, ¹³²Te – $12,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, ¹³⁷Cs – $1,02 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, ¹³⁴Cs – $9,6 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ и ¹³⁶Cs – $4,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наличие техногенных радионуклидов объясняется аварией на АЭС «Фукусима-1», в результате которой техногенные радионуклиды поступали на территорию России вследствие глобального западного переноса воздушных масс в марте–апреле 2011 года.

Таблица 3.25

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 г. Обнинска в 2011 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	0,4	0,4	2,0	42,8	0,7	0,6	30,4	1,2	31,1
	м	0,5	0,8	6,9	88,5	1,2	0,8	93,7		
Февраль	с	0,3	0,3	2,4	39,7	1,3	0,7	22,9	1,1	17,0
	м	0,5	0,8	7,2	122,4	5,3	1,1	66,4		
Март	с	0,3	0,4	1,9	21,2	0,8	1,2	16,5	0,94	11,8
	м	1,0	0,6	6,7	85,3	2,1	3,2	46,2		
Апрель	с	0,3	0,3	1,9	34,9	1,0	1,1	28,5	0,91	20,7
	м	0,6	0,6	6,2	192	4,3	6,3	125,8		
Май	с	0,4	0,4	1,8	28,2	1,0	0,9	16,1	0,95	18,9
	м	1,0	1,9	4,0	49,5	2,0	1,6	26,9		
Июнь	с	0,4	0,3	1,6	24,6	0,9	0,9	21,2	1,0	16,5
	м	0,9	1,0	3,8	49,4	2,1	2,1	48,9		
Июль	с	0,4	0,5	2,4	35,2	1,2	0,9	39,6	1,2	27,7
	м	1,1	1,8	7,0	69,4	3,5	1,6	58,2		
Август	с	0,4	0,4	1,8	38,9	1,0	1,7	37,5	1,1	26,3
	м	1,9	1,4	7,7	138	2,6	4,1	66,3		
Сентябрь	с	0,3	0,3	1,3	16,5	1,9	1,3	13,6	1,1	12,8
	м	0,7	0,7	5,2	58,4	3,9	3,6	38,2		
Октябрь	с	0,3	0,3	3,0	15,6	1,4	1,2	13,3	1,1	15,1
	м	0,8	0,6	8,3	49,8	3,2	3,3	39,9		
Ноябрь	с	0,4	0,4	1,8	11,9	2,1	0,9	9,5	1,1	8,7
	м	1,0	1,1	6,1	25,2	6,3	6,0	24,4		
Декабрь	с	0,4	0,4	2,1	17,6	1,6	1,1	9,8	1,1	12,9
	м	1,0	1,0	9,2	50,9	4,2	3,5	22,9		
Среднее:	2011 г.	0,4	0,4	2,0	27,3	1,2	1,0	21,6	1,1	18,1
	2010 г.	0,5	0,5	2,0	31,0	1,0	1,0	15,2	1,2	20,5
Сумма, Бк/м ² ·год:	2011 г.	146	146	730		438	365		402	
	2010 г.	183	183	730		365	365		438	

Примечание: * – данные НПО «Тайфун».

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Подмосковная (см. табл. 3.25), расположенном в 100-км зоне вокруг РОО г. Обнинска [16], в 2011 г. была в 1,3 раза ниже объемной $\Sigma\beta$ в г. Обнинске, но в 1,2 раза выше средневзвешенной объемной активности в Центре ЕТР.

Среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2011 г. в атмосфере г. Обнинска, приводится в табл. 3.26. Из табл. 3.26 видно, что среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе г. Обнинска в 2011 г. изменялась в пределах $(4,5–735) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, при этом средняя за год объемная активность увеличилась в 26 раз по сравнению с 2010 г. и составила $3,41 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 6,4 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР

в 2011 г. ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Увеличение объемной активности ¹³⁷Cs связано с дополнительным поступлением радионуклида в конце марта и в апреле из-за аварии на АЭС «Фукусима-1».

Таблица 3.26

**Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска, 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	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Январь	10,0	11,0	3,2	24,0	4,2	5,0	0,6	1,0	0,4	0,4	204	310
Февраль	5,3	5,2	4,2	22,3	3,7	3,7	0,9	0,4	0,1	2,9	242	380
Март	260	10,0	9,5	21,0	8,0	10,0	1,4	0,9	34,0	0,1	220	311
Апрель	735	8,1	17,0	7,2	25,0	11,8	2,8	1,3	54,0	4,4	320	454
Май	29	7,5	4,5	9,0	5,5	13,0	1,0	0,5	0,5	0,1	472	430
Июнь	6,0	19,6	3,0	7,1	3,5	9,7	0,6	0,4	0,1	3,5	430	554
Июль	4,6	6,3	2,3	98,0	2,7	25,3	0,6	0,4	2,3	3,1	490	700
Август	5,5	23,0	2,6	10,0	3,4	8,0	0,6	1,3	2,4	н	550	533
Сентябрь	4,5	11,0	1,6	15,4	2,1	9,1	0,3	2,2	н	н	230	318
Октябрь	8,0	8,0	2,4	11,7	3,2	6,4	0,7	0,9	2,7	н	210	260
Ноябрь	10,0	12,0	1,9	10,6	2,4	11,0	1,3	8,9	4,9	1,0	137	163
Декабрь	9,2	33,0	4,5	60,0	8,2	17,7	1,0	2,8	6,4	4,0	157	177
Среднее	341	12,9	4,7	24,7	6,0	10,9	1,0	1,8	7,3	2,2	306	383

Примечания: н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы п. Подмосковная в 2011 г., по данным НПО «Тайфун», увеличилась в 4,3 раза по сравнению с 2010 г. [5] и составляла $43,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,1 раза ниже, чем в г. Обнинске.

В 2011 г. в воздухе г. Обнинска одиннадцатый год подряд после четырехлетнего перерыва регулярно регистрировался ¹³¹I: 70 случаев появления ¹³¹I в молекулярной форме и 53 случая – в аэрозольной форме. 35 случаев (молекулярная + аэрозольная формы) появления йода связаны с аварией на АЭС «Фукусима-1» и зарегистрированы в конце марта и начале апреля. Среднегодовая объемная активность ¹³¹I в 2011 г. (см. табл. 3.26) составила $7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,8 раза выше, чем в 2010 г. Максимальное значение ¹³¹I в молекулярной и аэрозольной формах наблюдалось 3–4 апреля и составило $3,8 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ и $3,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ соответственно. Наблюдаемые объемные активности ¹³¹I были на 3–4 порядка ниже допустимой объемной активности по НРБ-99/2009 (ДООА_{НАС}(¹³¹I) = 7,3 Бк/м³) [2]. Анализ выбросов местных РОО позволяет предположить, что основным источником поступления ¹³¹I в приземный слой атмосферы г. Обнинска (кроме конца марта и апреля) является филиал НИФХИ.

В период аварии на АЭС «Фукусима-1» в приземном слое атмосферы г. Обнинска, кроме ¹³⁷Cs и ¹³¹I, регистрировались ¹³²Te, ¹³⁴Cs и ¹³⁶Cs. Объемная активность этих радионуклидов колебалась в пределах: $(3,0–12,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ для ¹³²Te, $(0,19–96) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ для ¹³⁴Cs и $(<0,1–4,9) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ для ¹³⁶Cs. Эти значения на 4–5 порядков ниже ДООА_{НАС} по НРБ-99/2009 [2].

Среднемесячная объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Обнинска в 2011 г. (см. табл. 3.26) изменялась в диапазоне $(0,3–2,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а среднегодовое значение $(0,98 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) было на уровне фонового значения для Центра ЕТР в 2011 г.

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в п. Подмосковная 2011 г. увеличилась в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом [5] и составила $0,68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,6 раза ниже, чем в г. Обнинске.

Среднегодовая объемная активность изотопов плутония $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в приземной атмосфере г. Обнинска в 2011 г. (см. табл. 3.26) уменьшилась в 1,8 и 5,2 раза соответственно. Среднемесячные объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ колебались в пределах $(2,1-25)\cdot 10^{-9}$ Бк/м³, ^{238}Pu – в пределах $(1,5-17)\cdot 10^9$ Бк/м³. Максимальное среднемесячное значение объемной активности изотопов плутония наблюдалось в апреле и было на 5 порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [2]. Отношение среднемесячных объемных активностей $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ за период времени 1998–2010 гг. изменялось в очень широких пределах, от 0,04 до 7,3 при среднем значении 1,2, что на 2 порядка выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [17]. На основании повышенных относительно глобального уровня значений объемной активности изотопов плутония в приземном слое воздуха г. Обнинска, а также повышенных отношений $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ можно сделать вывод, что поступление в приземный слой атмосферы г. Обнинска указанных изотопов плутония обусловлено в основном местным техногенным источником – ФЭИ.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся ^7Be и ^{40}K . Среднегодовая объемная активность ^7Be в воздухе г. Обнинска из года в год меняется в пределах одного порядка величины и в 2011 г. составляла $306\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 3.26). Объемная активность ^{40}K в 2011 г. изменялась в диапазоне $(0,4-1,4)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $0,75\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,6 раза ниже, чем в 2010 г. ($1,19\cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные наблюдений Центрального УГМС [16] за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2011 г. приведены в табл. 3.25. Из табл. 3.25 видно, что среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 1,3 до 3,0 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 3,8–9,2 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Обнинске в 2011 г. остались на уровне 2010 г. Среднее за год значение $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 2,0 Бк/м²·сутки, что в 1,8 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2011 г. (1,1 Бк/м²·сутки). Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг г. Обнинска остались примерно на уровне 2010 г. и не превышали средневзвешенного значения для Центра ЕТР, кроме выпадений $\Sigma\beta$ в п. Новый Иерусалим, которые были в 1,2 раза выше средневзвешенного значения для Центра ЕТР.

В табл. 3.27 приведены данные о выпадениях ^{137}Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ^{137}Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области. Согласно этим данным, сумма годовых выпадений ^{137}Cs в г. Обнинске в 2011 г. составила 2,5 Бк/м²·год, что в 1,5 раза ниже, чем в предыдущем году, в 4,3 раза выше фоновых выпадений ^{137}Cs по Калужской области и в 1,6 раза выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs на территории Центра ЕТР (1,54 Бк/м²·год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (см. табл. 3.27) за 2011 г. составили 0,58 Бк/м²·год, что в 2,7 раза ниже выпадений ^{137}Cs на незагрязненной территории Центра ЕТР (1,54 Бк/м²·год).

В табл. 3.27 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в г. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений ^{137}Cs в п. Жиздра в 2011 г. (3,3 Бк/м²·год) была в 1,3 раза выше, чем в г. Обнинске.

Таблица 3.27

Атмосферные выпадения ^{137}Cs в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2010–2011 гг.

Месяц	Обнинск, Бк/м ² ·месяц		Фон*, Бк/м ² ·квартал		Жиздра, Бк/м ² ·месяц	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Январь	0,10	0,05	} 0,16	} 0,08	н	0,15
Февраль	0,04	0,14			0,01	0,10
Март	0,27	0,04			0,5	0,05
Апрель	0,56	0,05	} 0,23	} 0,15	0,26	0,09
Май	0,30	0,50			0,3	0,18
Июнь	0,15	0,04			0,91	0,14
Июль	0,08	0,06	} 0,13	} 0,21	0,16	0,42
Август	0,11	< 0,03			0,30	0,60
Сентябрь	0,11	0,17			0,20	0,31
Октябрь	0,17	0,26	} 0,056	} 0,10	0,34	0,20
Ноябрь	0,4	0,20			0,16	0,01
Декабрь	0,22	2,3			0,17	0,05
Среднее за год	0,21	0,32	0,14	0,14	0,28	0,19
Сумма за год, Бк/м ² ·год	2,5	3,8	0,58	0,54	3,3	2,3

Примечания: * – среднее по трем пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец.

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2011 г. были ниже предела обнаружения.

Выпадения ^7Be в г. Обнинске в 2011 г. составили 1263 Бк/м²·год, изменяясь в диапазоне 14–204 Бк/м²·месяц. Выпадения ^{40}K составили 33,4 Бк/м²·год, изменяясь в течение года от < 0,1 до 7,6 Бк/м²·месяц.

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль загрязнения подземных вод в 23 скважинах на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2011 г. выявил, что объемная $\Sigma\beta$ в воде наблюдательных скважин изменялась от 0,15 до 0,34 Бк/л и не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]. Объемные $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в воде р. Протва составляли 0,1 и 0,15 Бк/л и не превышали контрольных уровней 0,2 Бк/кг ($\Sigma\alpha$) и 1 Бк/кг ($\Sigma\beta$) по НРБ-99/2009 [2].

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития [5]. Поступление трития в подземные воды связано с нарушением герметичности хранилищ твердых РАО ФЭИ [18]. 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) ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» периодически проводит отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске на территории НПО «Тайфун» в 2011 г. показало, что содержание трития в питьевой воде остается повышенным: среднегодовое значение объемной активности трития в водопроводной воде на территории НПО «Тайфун» составило 66,4 Бк/л (см. табл. 3.28), 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 (2–3 Бк/л).

Таблица 3.28

Объемная активность трития в питьевой водопроводной воде г. Обнинска на территории НПО «Тайфун» в 2010–2011 гг., Бк/л (данные НПО «Тайфун»)

2011 г.		2010 г.	
Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
17.01	72,3	12.01	18,3
09.02	87,9	28.01	48,2
09.03	56,4	16.02	47,7
11.03	55,2	12.03	41,6
14.03	69,6	14.04	7,5
21.03	75,4	30.04	56,0
18.04	58,3	12.05	27,5
10.05	74,0	08.06	5,2
06.06	74,1	14.07	9,8
06.07	13,0	15.09	73,5
23.11	78,2	08.10	40,0
12.12	82,8	11.11	45,7
		23.11	6,3
		15.12	48,9
Среднее	66,4		34,0

В питьевой воде близлежащих населенных пунктов объемная активность трития соответствует фоновому уровню: в г. Малоярославце ~ 1,4 Бк/л, в г. Балабаново ~ 3 Бк/л, в г. Белоусово ~ 3,6 Бк/л, в д. Мишково ~ 5,7 Бк/л, на ДПС «Воробьи» ~ 0,8 Бк/л [19].

Содержание $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ и ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, составило 500 и 550 Бк/кг соответственно, что не превышает пределов колебаний фонового содержания природного ^{40}K в почве, а $\Sigma\alpha$ в СЗЗ и ЗН составило 100 Бк/кг. Содержание $\Sigma\beta$ в растительности в СЗЗ составило 750 Бк/кг, а в ЗН – 725 Бк/кг. Содержание $\Sigma\alpha$ в растительности составляла 100 Бк/кг в СЗЗ и ЗН. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ФЭИ составляла 0,5 и 7,6 Бк/м² соответственно.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в г. Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.8) в 2011 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: в гг. Малоярославец, Можайск, Наро-Фоминск, Немчиновка, Москва – 12 мкР/ч, в гг. Обнинск, Новый Иерусалим, Подмосковная, Калуга – 11 мкР/ч, в г. Серпухов – 10 мкР/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч. В СЗЗ ФЭИ мощность экспозиционной дозы колебалась в пределах 7–15 мкР/ч.

Таким образом, данные радиационного мониторинга окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска позволяют сделать вывод о том, что филиал НИФХИ оказывает определенное влияние на загрязнение атмосферы ^{131}I , а ФЭИ – на дополнительное поступление в атмосферу изотопов плутония. Необходимо отметить, что в конце марта – начале апреля 2011 г. были зарегистрированы радионуклиды, поступавшие на территорию г. Обнинска из-за аварии на АЭС «Фукусима-1». Величины техногенных радионуклидов были на 3–5 порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{нас}}$ по НРБ-99/2009 [2] и не представляли опасности для населения, но привели к увеличению объемной активности ^{137}Cs в г. Обнинске во II квартале 2011 г. Повышенное по сравнению с фоновым содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе ФЭИ [20, 21] требует организации постоянного радиоэкологического мониторинга (ежегодное

обследование) водных объектов в г. Обнинске, поскольку по результатам исследований, проведенных НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 10 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки ФЭИ продолжается. ФЭИ необходимо принять меры для ограничения поступления трития в подземные воды, а также закрыть доступ населения к загрязненным родникам, а филиалу НИФХИ установить дополнительные фильтры для уменьшения выбросов ^{131}I в атмосферу.

3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов

ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

В 33 км на северо-запад от г. Мурманска по Печенгскому шоссе расположен ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» 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 ПЗРО имеются 4 траншеи емкостью по 200 м^3 каждая и 2 емкости для жидких радиоактивных отходов (ЖРО) объемом также по 200 м^3 каждая.

В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский ПЗРО был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994 г. $1,7 \cdot 10^{14}$ Бк. Активность отходов определялась в основном радионуклидами ^{137}Cs , ^{60}Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов – 320 м^3 .

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» 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, посвященном этим РОО. Здесь отметим только то, что ежесуточные измерения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений радионуклидов [4] в Мурманске, пп. Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2011 г. составляла 1,54, 3,26 и 2,72 Бк/м²·сутки соответственно. В этих пунктах среднегодовая величина $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений была выше регионального фоновго уровня (0,8 Бк/м²·сутки) в 1,9, 4,1 и 3,4 раза соответственно. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в п. Полярное в сентябре – 19,44 Бк/м²·сутки, в п. Печенга в октябре – 23,94 Бк/м²·сутки, в г. Мурманске в июле – 8,53 Бк/м²·сутки. В 2011 г. случаев повышенной $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 раз и более выше фоновых значений за предыдущий месяц) не наблюдалось.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Мурманска в 2011 г. [4] изменялась в пределах $(1,9-9,3) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднем значении за год $3,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится ниже уровня 2010 г. и почти в 2,5 раза ниже средневзвешенной объемной активности для территории Заполярья

($8,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2011 г. в г. Мурманске случаев пятикратного и более превышения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновым значением не наблюдалось.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе г. Мурманска в 2011 г. составляли $14,1 \cdot 10^{-7}$ 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 2011 г. изменялись от 6 до 24 мкР/ч [4], что не превышало пределов естественного γ -фона в этом регионе. Максимальные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды в 100-км зоне Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» не выходит за пределы колебаний фоновых уровней.

ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон») находится в 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 г. 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 2011 г. по данным В.В. Ерохина – директора ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» – на хранение были приняты:

- кондиционированные твердые радиоактивные отходы в количестве 24,703 м³ с активностью $765,91 \cdot 10^{10}$ Бк (по состоянию на 01.01.2012 г.), в том числе 10 м³ загрязненного грунта;
- ионообменные смолы в количестве 4,9 м³;
- шламы в количестве 8,55 м³;
- цементированные твердые радиоактивные отходы в количестве 0,91 м³;
- оборудования в количестве 0,343 м³
- отработавшие ИИИ.

Основными радионуклидами, входящими в состав радиоактивных отходов, являются: ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{226}Ra , ^{235}U , ^{239}Pu , ^{192}Ir , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$.

Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» 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. В 100-км зоне ПЗРО Верхне-Волжским УГМС [8] проводятся наблюдения за атмосферными радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за радиоактивными выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – на девяти станциях (Лысково, Семенов, Н. Новгород (2 станции), 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 ОКБМ, результаты наблюдений за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в этих пунктах приведены в разделе 3.3 (табл. 3.15–3.17), где обсуждается радиационная обстановка вокруг ОКБМ.

Здесь отметим только, что $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ПЗРО в 2011 г. (см. табл. 3.15) [8] во всех пунктах наблюдения были в 1,1–1,5 раза выше средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений для Центра ЕТР. Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений ($13,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) наблюдалась в феврале в г. Нижний Новгород и превышала фоновое значение этого месяца ($1,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) в 8 раз.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Н. Новгорода в 2011 г. (см. табл. 3.15) [8] уменьшилась в 1,07 раза по сравнению с предыдущим годом и не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2011 г. ($18,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере Н. Новгорода в 2011 г. составляли (см. табл. 3.16) $36,8 \cdot 10^{-7}$ и $0,30 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ соответственно и не превышали фоновых значений для Центра ЕТР.

По данным Верхне-Волжского УГМС, среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ПЗРО в 2011 г. изменялись в диапазоне от 8 до 14 мкР/ч [9], среднегодовые – не превышали 12 мкР/ч [8], что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 16 мкР/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МЭД в ЗН предприятия в 2011 г. составила 12 мкР/ч [8]. Спектрометрический анализ проб в 2011 г. показал, что среднее содержание ^{137}Cs в пробах почвы и растительности составило 7,32 и 7,96 Бк/кг соответственно. Загрязнение почвы $\Sigma\beta$ и растительности составило 112,7 и 32,15 Бк/кг соответственно.

Из результатов наблюдений следует, что содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в 100-км зоне ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» не превышает фоновых уровней.

ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон») расположен в 20 км к северу от г. Екатеринбурга на

территории ГО Верхняя Пышма вблизи п. Крутой. Предприятие было создано в 1961 г. для утилизации средне- и низкоактивных РАО, образующихся в народном хозяйстве (в промышленности, науке, медицине и других отраслях), и относится к III категории потенциальной опасности. В соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [22] – малоопасное, влияние на окружающую среду не оказывает, технология эксплуатации объекта такая, что даже при максимальной аварии загрязнение окружающей среды не выйдет за пределы санитарно-защитной зоны предприятия, совпадающей с границей рабочей площадки. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» обслуживает Свердловскую, Тюменскую области и Пермский край. 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 [23]. Поскольку 100-км зона ПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС и ИРМ, сеть 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- и 30-км зонах вокруг ПЗРО.

В 30-км зоне ПЗРО находятся два пункта наблюдения (гг. Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Кроме этого, в г. Екатеринбурге дополнительно на шести постах измеряется МЭД. В 2011 г. в 10-км зоне ПЗРО 2 раза в год (в апреле и августе) проводились маршрутные обследования с измерением γ -фона местности в пяти пунктах (Балтым, Кедровка, Красный, Монетный, Новоберезовский).

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ПЗРО в 2011 г. (табл. 3.29) составляли $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ [23], оставаясь на уровне ряда предыдущих лет, и не превышали фоновых значений, характерных для Уральского региона. Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге в феврале ($4,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$), в г. Сарапулке – в июле ($4,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$).

Таблица 3.29

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне вокруг ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2011 г., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднегодовое	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.
Екатеринбург	с	0,7	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
	м	4,2	4,4	3,0	1,7	1,3	1,1	1,9	0,9	1,8	1,9	0,8	1,2		
Сарапулка	с	0,2	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,3	0,7	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4
	м	1,0	2,2	0,9	1,6	2,0	2,7	4,8	1,2	2,3	3,7	1,4	0,7		
Среднее:	2011 г.	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,4	
	2010 г.	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5		
Фон для Уральского региона:	2011 г.	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	
	2010 г.	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5		

Среднегодовые значения МЭД на стационарных пунктах и постах наблюдений в 2011 г. составили 10 мкР/ч.; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч [24]. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пунктах 10-км зоны наблюдения в 2011 г. колебалась в диапазоне 12–14 мкР/ч при среднем значении 13 мкР/ч [23], что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону (11 мкР/ч).

ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ»

ФГУП «РосРАО»

ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» 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 г. на ПО «Маяк», и в 100-км зону вокруг ПО «Маяк». Расположение ПЗРО и пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС показано на рис. 2.1 в разделе 2.2.

В 2011 г. прекращены наблюдения в 10-км зоне ЧПЗРО (сигнальная сеть пунктов наблюдений на случай радиационных аварий) [23].

Выделить влияние ПЗРО на радиоактивное загрязнение окружающей среды на фоне влияния ПО «Маяк» и ВУРС не представляется возможным.

ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ»

ФГУП «РосРАО»

ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» 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). Новосибирский ПЗРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО в Новосибирском отделении филиала «Сибирский территориальный округ» 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 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. Пункт Огурцово попадает и в 30-км зону ПЗРО и в 30-км зону НЗХК. Среднегодовые результаты наблюдений в этом пункте за 2011 г. приведены ниже (в скобках приведены данные за 2010 г.) [25]:

Выпадения, Бк/м ² ·сутки	Объемная активность в воздухе, 10 ⁻⁵ Бк/м ³		
	Σβ	Σβ	¹³⁷ Cs
1,4 (1,6)	19,6 (24,4)	0,6 (0,02)	0,04(0,02)

Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная Σβ в воздухе в п. Огурцово в 2011 г. уменьшилась по сравнению с 2010 г. в 1,2 раза и в 1,2 раза превышала фоновое значение для Западно-Сибирского региона (15,3·10⁻⁵ Бк/м³).

Среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в п. Огурцово были в 1,1 раза ниже уровня прошлого года и в 1,1 раза превышали средневзвешенное значение выпадений по Западно-Сибирскому региону (1,3 Бк/м²·сутки).



Рис. 3.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» 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.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в п. Огурцово в 2011 г. уменьшились в 1,1 раза, а среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr увеличились в 1,7 раза. Содержание ¹³⁷Cs в воздухе не превышало фонового значения для Западно-Сибирского региона (0,46·10⁻⁵ Бк/м³), а содержание ⁹⁰Sr было выше фоновой величины в 2,5 раза (0,014·10⁻⁵ Бк/м³). Более подробные данные наблюдений по п. Огурцово приводятся в разделе 2.5.

Для выявления влияния ПЗРО на загрязнение окружающей среды Западно-Сибирское УГМС проводит радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В 2011 г. в 5-км зоне наблюдения

вокруг ПЗРО Западно-Сибирским УГМС контролировались следующие параметры окружающей среды [25]:

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) 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;
- ежемесячные измерения мощности дозы γ -излучения в восьми точках, а также при отборе проб снега и воды.

В 2011 г. было проведено 12 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 2011 г. варьировала в диапазоне 7–23 мкР/ч при средних значениях в каждой точке 9–12 мкР/ч [25], что находится на уровне естественного γ -фона.

Пробы снега отбирались перед началом снеготаяния на всю глубину снежного покрова по периметру зон контроля радиусом 500 и 5000 м вокруг ПЗРО (рис. 3.10). 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.

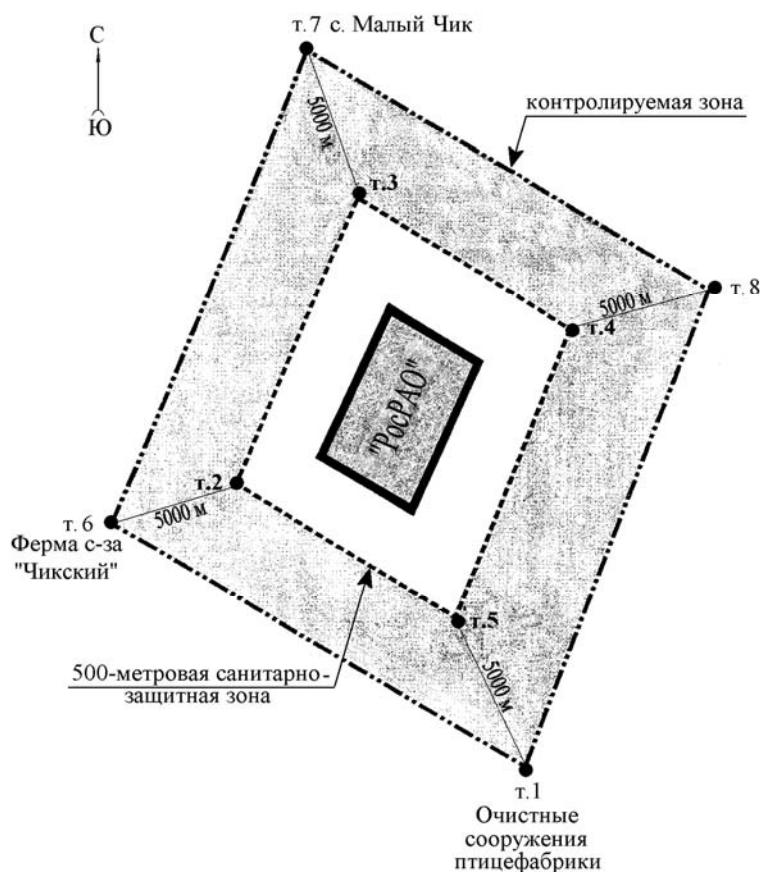


Рис. 3.10. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

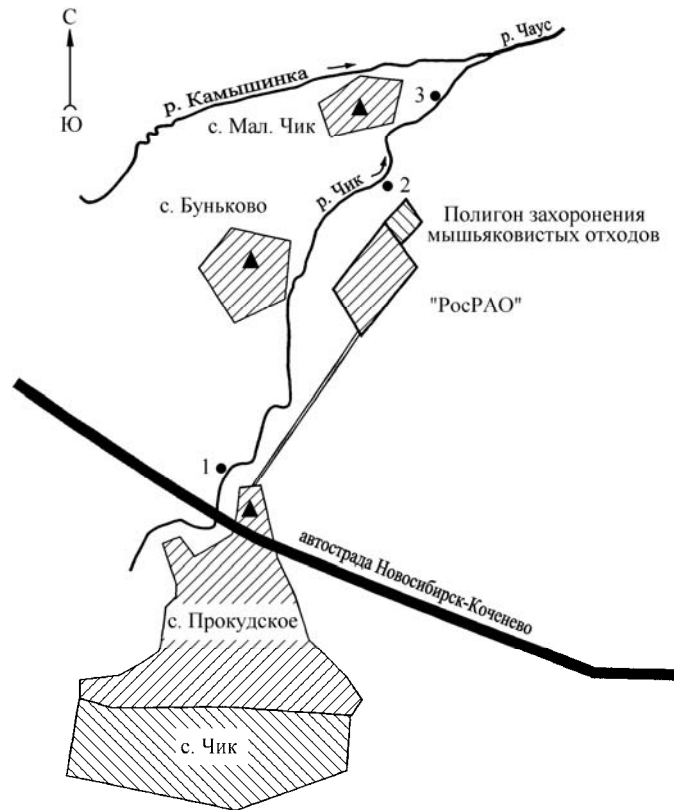


Рис. 3.11. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»:

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

Таблица 3.30

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2011 г.

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	МЭД, мкР/ч	
Зоны контроля вокруг ПЗРО (см. рис. 3.11):	Снег, Бк/м²	Почва, Бк/кг*				3–4 см	1 м
В 500 м от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 4	19,4					14	13
– на север (С) – т. 3	17,9					15	13
– на запад (З) – т. 2	9,8					11	12
– на юг (Ю) – т. 5	15,9					12	13
В 5 км от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 8	27					11	12
– с. Малый Чик (С) – т. 7	38,7					12	12
– ферма совхоза «Чикский» (З) – т. 6	54,2					21	23
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	58,3					13	12
Среднее:	30	-	-	-	-	14	14
	2010 г.	-	-	-	-	11	10
	2011 г.	-	-	-	-	14	10
Пункты по течению р. Чик (см. рис. 3.12):	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг					
– выше ПЗРО: т. 1	0,2	н	18	14	462	10	9
– ниже ПЗРО: т. 2	0,2	н	12	10	420	9	10
т. 3	0,4	н	15	10	443	9	9
Среднее:	0,3	н	15	11	441	9	9
	2010 г.	н	14	13	-	9	9
	2011 г.	н	14	13	-	9	9

Примечание: * – почва отбирается раз в пять лет на глубину 5 см; следующий будет в 2013 г.
 - – измерения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.30 видно, что средняя плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2011 г. [25] составила 30 Бк/м², что ниже уровня выпадений из атмосферы за период накопления снежного покрова на ближайших станциях: аэропорт «Новосибирск-Северный» – 284 Бк/м², п. Огурцово – 210 Бк/м² [26].

Средняя объемная $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в 2011 г. (0,30 Бк/л) уменьшилась в 2,2 раза по сравнению с 2010 г. и не превышала контрольный уровень для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]. Содержание ¹³⁷Cs в пробах донных отложений р. Чик в 2011 г. было ниже предела обнаружения, а содержание природных ²²⁶Ra и ²³²Th находилось в пределах колебаний фоновых уровней.

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. 3.12) в 2011 г. [25] не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]: в с. Прокудское составляла 0,2 Бк/л, в с. Малый Чик – 0,1 Бк/л, а в с. Буньково – 0,3 Бк/л.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2011 г. не оказывал существенного влияния на загрязнение объектов окружающей среды техногенными радионуклидами.

ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

Полигон хранения радиоактивных веществ (ПХРВ) Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «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 [27], в 2011 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: юго-восточные – 20 %, восточные – 19 %. Наибольшая повторяемость юго-восточного ветра приходилась на февраль и ноябрь (28 %), восточного – на февраль (20 %).

ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» обслуживает Иркутскую область, Забайкальский край, 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. В 2011 г. в 100-км зоне вокруг ПХРВ проводились наблюдения (см. раздел 2.7, рис. 2.12) за радиоактивными атмосферными аэрозолями в одном пункте (Иркутск), за выпадениями – в шести пунктах (Ангарск, Бохан, Иркутск, Усть-Ордынский, Усолье-Сибирское, Хомутово), за МЭД – в 13 пунктах (Ангарск, Большое Голоустное, Бохан, Иркутск, Исток Ангары, Култук, Оса, Патроны, Усть-Ордынский, Усолье-Сибирское, Хомутово, Черемхово, Шелехов), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (г. Иркутск), за содержанием ⁹⁰Sr в воде поверхностных водоемов – в одном пункте (п. Исток Ангары, Иркутское водохранилище). 100-км зона вокруг ПХРВ практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому некоторые данные Иркутского УГМС [27] по этой зоне уже были приведены в разделе 2.7 в табл. 2.47–2.49.

Согласно результатам анализа, среднегодовые объемные активности радионуклидов в пробах аэрозолей в г. Иркутске в 2011 г. были выше средневзвешенных значений по Югу Восточной Сибири: $\Sigma\beta$ ($40,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) – в 1,9 раза, ^{137}Cs ($1,25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) – в 1,89 раза и ^{90}Sr ($4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) – в 2,7 раза.

Среднегодовые величины $\Sigma\beta$ суточных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПХРВ в 2011 г. в 1,4 раза выше значений 2010 г. и колебались в пределах от 1,0 до 5,2 Бк/м²·сутки. Это выше средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений по АТР в 1,0–5,2 раза (1,1 Бк/м²·сутки), что характерно для Иркутской области. Превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем за предыдущий месяц в 10 и более раз в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2011 г. не наблюдалось.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, в 2011 г. составляли 10–13 мкР/ч, а максимальное зарегистрированное значение МЭД не превышало 29 мкР/ч.

В 2011 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. 22 февраля одновременно с маршрутной γ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 25 августа в этих же точках – 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 2011 г. по результатам маршрутных обследований [27] изменялись в пределах 12–17 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне. Максимальное значение МЭД (23 мкР/ч) было зарегистрировано в мае на 42-м км Александровского тракта и 6-м км дороги в сторону деревни Тихонова Падь и в июне в д. Урик.

Результаты измерений $\Sigma\beta$ радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2011 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.31. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Таблица 3.31

**$\Sigma\beta$ радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне
вокруг Иркутского ПХРВ в 2010–2011 гг., Бк/м²
(данные Иркутского УГМС)**

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	22.02.11	16.03.10	25.08.11	26.08.10	25.08.11	26.08.10
14-й км Александровского тракта	2,7	10,1	303,0	337,3	5,5	5,8
19-й км -"-	8,2	7,4	157,5	633,6	16,5	2,3
25-й км -"-, д. Московщина	4,1	2,2	137,2	293,0	5,5	4,8
33-й км -"-	13,7	6,2	177,2	126,6	8,8	2,7
34-й км -"-, ПХРВ	6,3	10,1	304,2	652,2	8,2	5,0
36-й км -"-	5,7	8,3	198,2	253,3	11,0	4,0
п/л «Солнечный»	11,8	8,0	245,4	351,0	7,3	6,2
д. Усть-Балей	9,5	7,2	613,2	622,0	14,4	3,6
д. Урик	7,0	7,4	101,0	521,6	8,6	5,4
4 км в сторону д. Тихонова Падь	11,2	7,0	129,0	170,5	6,2	1,3
8 км -"-	13,6	3,6	379,3	198,4	6,2	3,1
12 км -"-	14,2	9,9	635,3	220,8	8,1	2,2
16 км -"-	6,8	2,2	276,8	540,6	7,2	2,9
д. Тихонова Падь	7,3	12,8	226,1	143,4	9,2	3,5
Среднее в 20-км зоне	8,5	7,3	268,1	361,8	8,9	3,8
Фоновая точка	8,6	4,3	137,9	510,5	10,2	3,2

Из табл. 3.31 видно, что в 2011 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова в среднем увеличилась в 1,17 раза по сравнению с 2010 г. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 33-м км Александровского тракта – 13,7 Бк/м², что в 1,6 раза выше значения в фоновой точке. $\Sigma\beta$ в пробах травы в 2011 г. увеличилась в среднем в 2,3 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – 16,5 Бк/м² (в 1,6 раза выше фоновой) – была зарегистрирована на 19-м км в сторону Александровского тракта. Максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ в 2011 г. отмечалась на 12-м км в сторону д. Тихонова Падь и достигала 635,3 Бк/м², что в 4,6 раза выше, чем в фоновой точке. В целом $\Sigma\beta$ радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2011 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2011 г. оставалась стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Список литературы к разделу 3

1. Стрежнева Е.Л., Миронова Е.А. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2011 году. – Архангельск: Архангельский ЦГМС, 2012.
2. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
3. Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Серебряков И.С., Старкова М.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2011 году. – М.: ФГУП РосРАО, 2012.
4. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2011 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2012.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2010 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2011. – 282 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
8. Соколов В.В., Андриянова Н.В., Васильковская О.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2011 г. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2012.
9. Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Синцова О.Н. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2011 г. по осуществлению радиационного мониторинга. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2012.
10. 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 2011 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2012.

11. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории Дальневосточного региона в 2011 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2012.
12. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет по выполнению контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в районе РОО – филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» ОАО «ГНЦ РФ–НИИАР» в 2011 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2012.
13. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
14. Вертлиб М.Г. Обзор радиационной обстановки на территории Республики Татарстан в 2011 году. – Казань: УГМС Республики Татарстан, 2012.
15. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
16. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2011 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2012.
17. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под. ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
18. 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.
19. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 274 с.
21. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Кабанов А.И., Дунаев Г.Е., Валетова Н.К., Бондарева З.М. Исследование загрязнения тритием природных вод г. Обнинска и его окрестностей. Отчет. – Обнинск: ИЭМ ГУ «НПО «Гайфун», 2005.
22. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
23. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2011 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2012.
24. Осинцева Т.Н., Голубцова И.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2011 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2012.
25. Чирков В.А., Котова О.П., Власова О.В., Чебыкина О.С. Радиационная обстановка вокруг радиационно-опасных объектов на территории Новосибирской области в 2011 году. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2011 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2012.
26. Чирков В.А., Котова О.П., Вирхобский Н.В. и др. Годовой отчет по оперативно-производственной работе Западно-Сибирского УГМС по радиационному мониторингу в 2011 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2012.
27. Кудринская Г.Б., Кротова В.И., Андриевская А.В. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2011 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2012.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2011 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 имеются 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].

Согласно НРБ-99/2009 [3], предел годовой эффективной дозы облучения населения за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего облучения не должен превышать 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Для ограничения радиационного воздействия атомных станций на население и окружающую среду «Санитарными правилами проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03) СанПиН 2.6.1.24-03» [2] для действующих атомных станций (АС) устанавливается квота для облучения населения от газоаэрозольных выбросов в 200 мкЗв в год, а для строящихся или проектируемых АС – в 50 мкЗв в год. Значение квоты рассматривается как верхняя граница возможного облучения населения от радиационных факторов при оптимизации радиационной защиты населения в режиме нормальной эксплуатации АС. Значения соответствующих квот на облучение населения используются для расчета предельно допустимых выбросов (далее – ПДВ) радионуклидов от АС в атмосферу. ПДВ являются верхними границами для газоаэрозольных выбросов радионуклидов в режиме нормальной эксплуатации АС.

В качестве нижней границы дозы облучения от отдельного радиационного фактора при оптимизации радиационной защиты населения в режиме нормальной эксплуатации АС принимается минимально значимая доза, равная 10 мкЗв в год, соответствующая пренебрежимо малому уровню риска ($<10^{-6}$ год⁻¹). Значения допустимых выбросов (ДВ), установленные [2], рассчитываются исходя из дозы облучения населения 10 мкЗв в год. Эта величина дозы в НРБ-99/2009 [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.

В 2011 г. на АЭС не было радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в окружающую среду радионуклидов за счет газоаэрозольных выбросов или жидких

сбросов. Активность газоаэрозольных выбросов и сбросов АЭС в 2011 г. была значительно ниже установленных нормативов.

В целях независимого государственного контроля за радиационным воздействием АЭС на окружающую среду Росгидрометом в 100-км зонах вокруг АЭС за пределами промплощадок проводится радиационный мониторинг загрязнения объектов окружающей среды. На промплощадках, в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) и зонах наблюдения (ЗН) АЭС радиационный контроль осуществляется объектовыми службами 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 СЗЗ и ЗН АЭС, предоставленные ФГБУ «НПО «Тайфун» объектовыми службами радиационной безопасности десяти АЭС в рамках Соглашения Росгидромета и концерна «Росэнергоатом» об обмене информацией.

4.1. Балаковская АЭС

В 2011 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС находились четыре однотипных энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 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 вентрубов реакторных отделений энергоблоков № 1–4 и включает населенные пункты: г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также поселки Богородское и Широкий Буерак [4].

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 объектов 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 р. 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 2011 г. составляла 230 тыс. человек. Средняя плотность населения в 30-км зоне Балаковской АЭС составляет 81,3 человека на 1 км².

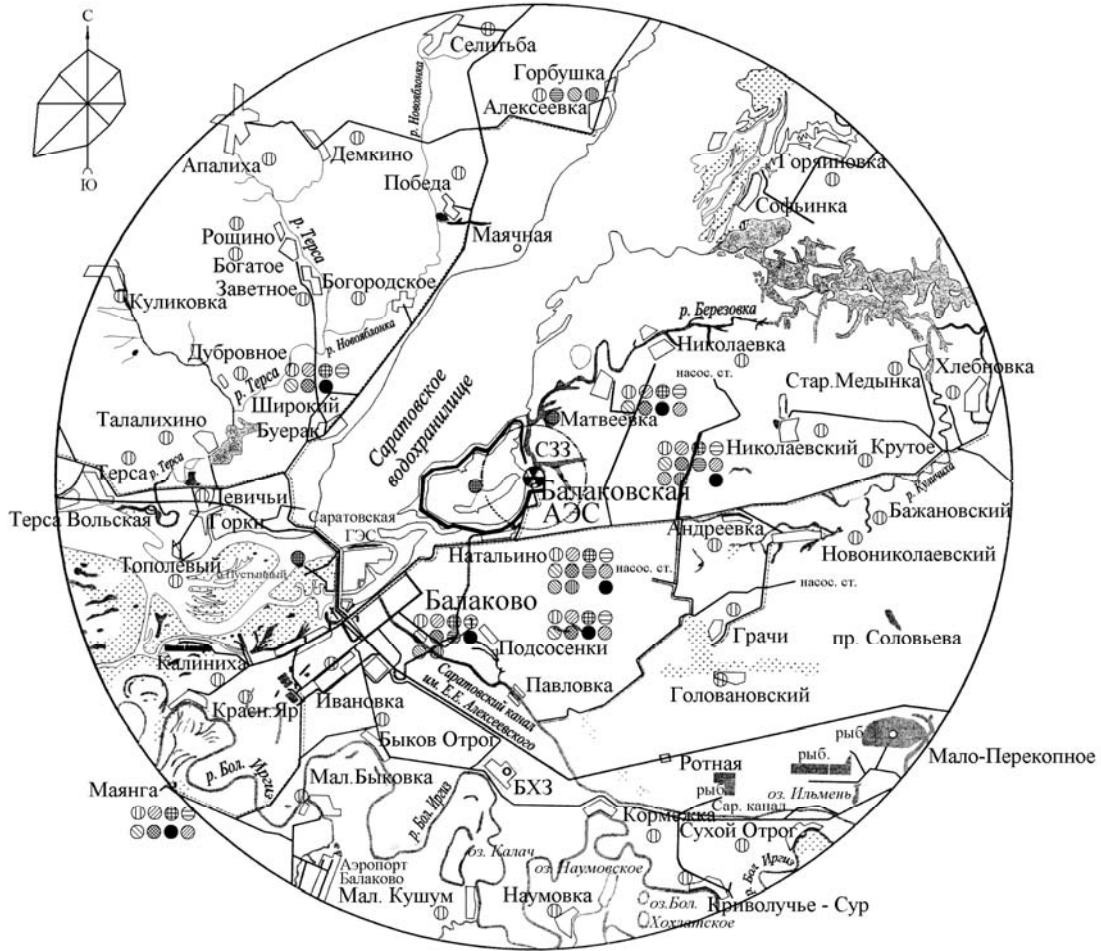


Рис. 4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ - излучения
- отбор проб луговой растительности
- ⊕ измерение накопленной дозы γ - излучения
- отбор проб воды поверхностных водоемов
- ⊗ отбор проб атмосферных аэрозолей
- отбор проб продуктов питания местного производства
- ⊕ отбор проб атмосферных выпадений
- отбор проб донных отложений
- ⊖ отбор проб снега
- отбор проб водной растительности
- ⊙ отбор проб почвы
- отбор проб рыбы

Подробно организация хранения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива на Балаковской АЭС описана в [5].

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся отдельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2010–2011 гг. представлены в табл. 4.1 [4].

Таблица 4.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$8,05 \cdot 10^6$	$6,26 \cdot 10^6$	$+1,79 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	$1,80 \cdot 10^5$	$-1,80 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,030 \cdot 10^6$	$4,07 \cdot 10^5$	$+0,63 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,028 \cdot 10^6$	$1,73 \cdot 10^6$	$-0,702 \cdot 10^6$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	< МДА	< МДА	-

Примечание: МДА – минимально детектируемая активность 10^5 Бк/м^3 .

Из табл. 4.1 видно, что в 2011 г. по сравнению с предыдущим годом выбросы ^{60}Co и ^{134}Cs увеличились соответственно в 1,3 и 2,6 раза, выбросы ^{137}Cs незначительно снизились, а выбросы ИРГ и ^{131}I были меньше МДА (МДА= $1\cdot 10^5$ Бк/м³).

Фактически выбросы всех радионуклидов были на 2–4 порядка меньше допустимых выбросов (< 0,09 % от допустимых).

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны (9 бассейнов), 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 контура активной зоны Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоема-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой [4]. 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 $66\cdot 10^6$ 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 [5].

Источником технического водоснабжения Балаковской АЭС является р. Березовка (в зоне подпора Саратовского водохранилища). Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения используются две артезианских скважины и сети водопровода г. Балаково.

В 2011 г. на Балаковской АЭС было отведено $2,24\cdot 10^6$ м³ сточных вод в водоем-охладитель и $1,89\cdot 10^4$ м³ – в брызгальные бассейны. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2010 – 2011 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 4.2 [4].

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 2010 г. по сравнению с 2009 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{54}Mn	$1,6\cdot 10^{10}$	$2,69\cdot 10^7$	$2,69\cdot 10^7$	-
^{60}Co	$1,4\cdot 10^9$	$2,69\cdot 10^7$	$2,69\cdot 10^7$	-
^{134}Cs	$3,0\cdot 10^9$	$2,69\cdot 10^7$	$2,69\cdot 10^7$	-
^{137}Cs	$8,4\cdot 10^8$	$2,69\cdot 10^7$	$2,69\cdot 10^7$	-

Из табл. 4.2 следует, что фактические сбросы всех радионуклидов с жидкими стоками в водоем-охладитель остались на уровне 2010 г. По данным Балаковской АЭС [4], суммарный сброс всех радионуклидов в водоем-охладитель в 2011 г. ($10,76\cdot 10^7$ Бк) остался на том же уровне, что и в 2010 г. Суммарный сброс в брызгальные бассейны уменьшился в 2,7 раза по сравнению с предыдущим годом и составил $8,16\cdot 10^6$ Бк. Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял около 6,3 % от допустимого сброса, в брызгальные бассейны – примерно 4 % от допустимого сброса.

Радиационный контроль в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) и лаборатория автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЛАСКРО) 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 2011 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [4]:

- мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) 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 коммуникациях, 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 2011 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 50×50 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 и содержание радионуклидов в объектах окружающей среды определялся на полупроводниковом γ -спектрометре с детектором фирмы ОЧГ (20 %). Активность трития в воде определялась с помощью жидкосцинтилляционного спектрометра «Guardian 1414» с минимально детектируемой активностью 25 Бк/л при времени измерения 600 минут.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 4.2. В 2011 г. в этой зоне действовали [6] шесть стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 ч) наблюдений за 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).

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 ФГБУ «НПО «Тайфун».

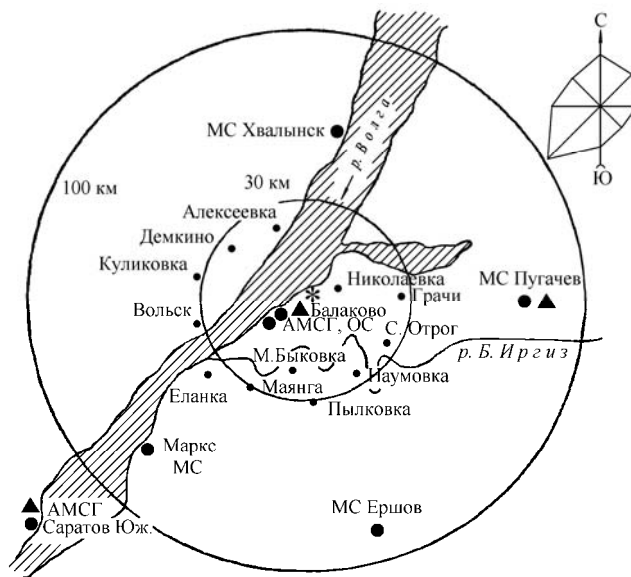


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

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

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной $\Sigma\beta$ и ^{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 [4]. В таблице также представлены данные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР за 2010 г. [7] и 2011 г. Из табл. 4.3 видно, что в 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в СЗЗ по сравнению с 2010 г. увеличилась в 1,2 раза, в ЗН и контрольном пункте – в 1,5 раза и превышала средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР в 1,4, 1,5 и 1,6 раз соответственно.

Таблица 4.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в районе наблюдения Балаковской АЭС, Бк/м³
(данные ОРБ Балаковской АЭС и НПО «Тайфун»)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт		Центр ЕТР*		ДОН _{НЭС} , Бк/м ³
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
^{137}Cs , 10^{-7}	74,2	9,5	72,6	5,8	58,5	7,4	52,9	7,0	27
^{134}Cs , 10^{-7}	65,1	< 3,0	66,1	< 3,0	53,2	< 3,0	-	-	19
$\Sigma\beta$, 10^{-5}	25,3	21,1	27,0	17,6	28,3	19,1	18,1	20,5	-

Примечание: МДА по ^{137}Cs составляет $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ за время измерения 3 ч;

* – данные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»;

- – нет данных.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{134}Cs в воздухе СЗЗ, ЗН и даже в контрольном пункте была на порядок выше значения предыдущего года. В СЗЗ, ЗН и контрольном пункте объемная активность ^{137}Cs была соответственно в 1,4, 1,4 и 1,1 раза выше средневзвешенного значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе по Центру ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на 6 порядков ниже

допустимой объемной активности для населения ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [3]. В 2011 г. объемные активности техногенных радионуклидов ⁶⁰Со, ⁵¹Сг и ⁵⁴Мп, по данным [4], были ниже МДА.

Результаты измерений Σβ атмосферных выпадений в 2011 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 значения Σβ выпадений примерно в 1,2–1,3 раза превышали среднегодовое значение по Приволжскому УГМС. Максимальные суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Балаково в апреле и составляли 8,5 Бк/м²-сутки.

Таблица 4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2011 г., Бк/м²-сутки (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Сумма, Бк/м ² -год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.
Пугачев	с	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,5	1,4	1,3	1,4	1,2	1,4	489	569
	м	3,8	3,7	4,3	2,9	3,9	3,0	4,3	3,8	2,5	4,1	3,6	3,5		
Балаково	с	1,7	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	1,6	1,7	1,4	1,4	1,3	1,4	537	515
	м	4,0	4,3	4,3	8,5	3,6	4,2	4,1	3,6	5,0	3,6	3,8	4,1		
Приволжское УГМС	с	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	409	449

Почва

Отбор проб почвы проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на семи стационарных пунктах радиационного контроля и дополнительно в 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 [4], 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.

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 озолоением сухого остатка в муфельной печи.

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

Содержание Σβ и γ-активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 4.5. По сравнению с 2010 г. содержание Σβ и ¹³⁷Cs в водах контролируемых водоемов незначительно увеличилось (в 1,2–1,6 раза), но было значительно ниже уровня

вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. Однако средняя за последние 5 лет объемная $\Sigma\beta$ в воде пруда-охладителя в 4,1 раза выше, чем в р. Волге. Содержание ^{60}Co в воде открытых водоемов было ниже МДА (14 мБк/л). С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоемов, кроме техногенных γ -активных радионуклидов и $\Sigma\beta$, контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объемная активность трития в обследованных водоемах в 2011 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [3] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе (заборный канал) объемная активность трития составляла 181 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л) [4]. Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 91 раз выше среднего значения для рек России (2,0 Бк/л).

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		
	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Наталино, промплощадка)	-	-	-	<0,1	0,24	0,53	<0,1	<0,1	<0,1
ЗН	-	-	-	0,31	0,28	0,36	<0,1	<0,1	<0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,42	0,19	0,51	<0,1	<0,1	<0,1
Вода открытых водоемов, мБк/л									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	211	186	182	<12	<12	12,2	<14	<14	<14
Пруд-охладитель (заборный канал)	218	189	183	<12	<12	12,4	<14	<14	<14
р. Волга, выше по течению от АЭС	86	53	44,6	<12	<12	<12	<14	<14	<14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	73	51	44,4	<12	<12	<12	<14	<14	<14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	1,9	9,2	-	<1	<1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	<1	5,3	-	<1	<1,0	-
Водоем-охладитель – стан рыбаков	-	-	-	<1	4,3	-	<1	<1,0	-
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	-	-	-	<1	<1,3	-	<1	<1,0	-
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	3,66	<1,0	-	<1	<1,0	-
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	<1	<1,0	-	<1	<1,0	-
Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы									
Пшеница	-	-	-	<0,35	<0,35	-	-	-	-
Овощи	-	-	-	<0,35	<0,35	-	-	-	-
Рыба	-	-	-	<0,7	<0,70	-	-	-	-
Мясо	-	-	-	<0,7	<0,70	-	-	-	-
Молоко	-	-	-	<0,05	<0,05	-	-	-	-
Грибы	-	-	-	-	<0,70	-	-	-	-
Ягоды	-	-	-	-	<0,70	-	-	-	-

Примечание: при γ -спектрометрическом анализе проб воды МДА по ^{137}Cs составляет 12 мБк/л, по ^{60}Co – 14 мБк/л за время измерения 1 ч;
допустимая удельная активность для ^{137}Cs по СанПиН-01 [8] для мяса и ягод составляет 160 Бк/кг, для молока – 100 Бк/кг, для рыбы – 130 Бк/кг, для зерновых – 70 Бк/кг, для овощей – 120 Бк/кг, для грибов – 500 Бк/кг;
-- нет данных.

По данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с 2010 г. и составляла 1,7 Бк/л и не превышала среднего значения для рек России. 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 [4]. В донных отложениях водоема-охладителя удельная активность ^{137}Cs уменьшилась в 4,8 раза, а ^{60}Co – была ниже МДА, которая составляет 1,0 Бк/кг сырой массы. Удельная активность и ^{137}Cs , и ^{60}Co в донных отложениях р. Волги была ниже МДА, из чего следует, что содержание ^{137}Cs в донных отложениях водоема-охладителя выше, чем в р. Волге.

Отбор проб воды хозяйственно-питьевого водоснабжения производился на Балаковской АЭС ежемесячно из питьевого водопровода в г. Балаково, на АЭС и в с. Натальино [4]. Объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и трития в питьевой воде в 2011 г., так же как и в 2010 г., была ниже МДА, которая составляет для ^{137}Cs 12 мБк/л, для ^{60}Co 14 мБк/л, для трития 25 Бк/л, и значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

Отбор проб воды из наблюдательных скважин производился [4] 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 2011 г. находились практически на уровне средних значений пяти предшествующих лет. Все полученные значения значительно ниже контрольного уровня по объемной $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [3].

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ 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-2.3.2.1078-01 [8].

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 2011 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-2.3.2.1078-01 [8].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС [6], в 2011 г. среднемесячные значения МЭД в 30-км зоне АЭС колебались в пределах от 10 до 15 мкР/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 10 до 13 мкР/ч. Наибольшее значение МЭД (17 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 9–14 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 [4], значения МЭД колебались от 12 до 16 мкР/ч при среднегодовом значении в СЗЗ и ЗН 9 мкР/ч.

Средняя индивидуальная эффективная доза населения, проживающего в 30-км зоне, за счет газоаэрозольных выбросов АЭС в 2011 году составила $1,0 \cdot 10^{-6}$ мЗв. Коллективная эффективная доза населения – $2,3 \cdot 10^{-4}$ чел.-Зв/год. [4].

По результатам расчетов ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС в соответствии с [9–11], среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, при поступлении ^{137}Cs (за 2000–2011 гг.) и ^{90}Sr (за 2000–2003 гг.) в организм человека различными путями составил $1,1 \cdot 10^{-6}$; среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга) – $3,6 \cdot 10^{-7}$ (табл. 4.6). Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой суммарный риск для населения ЗН при поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr за указанный период времени составил $7,2 \cdot 10^{-7}$ (65 % от общего воздействия данных радионуклидов «станционного» и «фонового» происхождения), что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таблица 4.6

Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Балаковской АЭС, при поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм человека различными путями

Путь облучения	Риск					
	ЗН		КП		Вклад АЭС	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Ингаляция	$4,1 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-12}$	$2,4 \cdot 10^{-12}$	$8,5 \cdot 10^{-12}$	$1,7 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-12}$
Продукты питания	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
Внешнее облучение от почвы	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$
Сумма	$5,6 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск	$1,1 \cdot 10^{-6}$		$3,6 \cdot 10^{-7}$		$7,2 \cdot 10^{-7}$	

Критическими путями формирования радиационного риска при поступлении ^{137}Cs в организм человека являются внешнее облучение от почвы и употребление сельскохозяйственной продукции местного производства.

В целом, анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС находится практически на уровне фоновых значений.

4.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов

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.) [13]. 26 ноября 2010 г. была принята в эксплуатацию модернизированная система радиационного контроля (СРК) энергоблока № 3 БАЭС. Энергоблоки № 1 и 2 первой очереди с реакторами на тепловых нейтронах типа АМБ остановлены в 1981 и 1989 гг. соответственно и в настоящее время находятся в стадии подготовки к выводу из эксплуатации. Строительство энергоблока № 4 с реактором на быстрых нейтронах БН-800 предполагается завершить в 2012 г. [14].

БАЭС расположена в зоне умеренно-холодного, резко-континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь со среднемесячными температурами -19°C [12]. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой $+25^{\circ}\text{C}$. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс в районе расположения АЭС определяют неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Согласно 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 2011 г. составляла 3,2 м/с, максимальная скорость – 12,0 м/с при северо-западном ветре. [13].

Граница СЗЗ (радиусом 3–5 км) включает (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) [13]. Зона наблюдения включает территорию радиусом 13 км от вентиляционной трубы энергоблока № 3, а также всю территорию поселков Гагарский и Белоярский. Поселок Белоярский – второй по размеру населенный пункт зоны наблюдения: численность населения – 14,7 тыс. человек, 25 % – дети.

В г. Заречном расположен ОАО «Институт реакторных материалов» (ИРМ) – бывший СФ НИКИЭТ. ИРМ – один из научных ядерных центров, располагающий экспериментальной базой для исследований в области реакторного материаловедения, имеет исследовательский реактор бассейнового типа ИВВ-2М мощностью 15 МВт (эксплуатируется с 1966 г.), производит радионуклиды медицинского и промышленного назначения для внутренних и зарубежных поставок. Территории ИРМ и БАЭС примыкают друг к другу.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвухи, воздух из помещений зоны контролируемого доступа) после прохождения необходимой очистки производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков № 1, 2, 3 высотой 100 м. В табл. 4.7 приведены данные [13] об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС

в атмосферу в 2011 г. и для сравнения – в 2010 г. Из приведенных в табл. 4.7 данных видно, что в 2011 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ^{60}Co и ^{137}Cs увеличились в 1,4 и 1,7 раза соответственно, а ИРГ уменьшились в 1,5 раза по сравнению с 2010 г. и были на 2–4 порядка ниже допустимых выбросов.

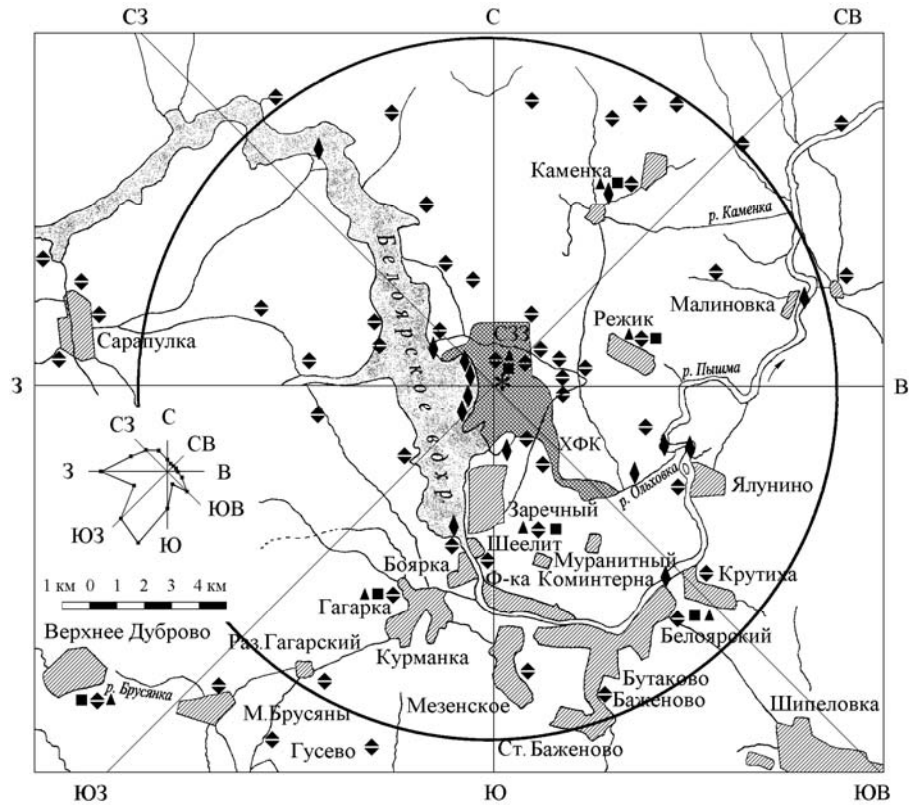


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

Таблица 4.7

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{60}Co	$7,40 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^5$	$3,20 \cdot 10^5$	$+ 1,40 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$2,44 \cdot 10^7$	$1,43 \cdot 10^7$	$+ 1,01 \cdot 10^6$
ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,67 \cdot 10^{12}$	$5,47 \cdot 10^{12}$	$- 1,80 \cdot 10^{12}$

По данным [7], в 2009 г. на ИРМ выбросы нормируемых радионуклидов, таких как ^{60}Co , ^{137}Cs и ИРГ, были выше, чем на БАЭС: ^{60}Co и ИРГ – на 2 порядка, ^{137}Cs – в 3 раза. Поскольку предприятия расположены рядом, разделить влияние их выбросов на радиоактивное загрязнение окружающей среды прилегающих территорий не представляется возможным. Поэтому все приведенные далее данные о радиоактивном загрязнении, обусловленном выбросами радионуклидов, следует рассматривать как результат совместного влияния БАЭС и ИРМ.

По-видимому, то же можно сказать и о влиянии сбросов радионуклидов, так как сбросы ИРМ подаются на очистные сооружения БАЭС, на входе не измеряются, и сведений о сбросах ИРМ нет.

Основным источником водопользования на БАЭС является Белоярское водохранилище, образованное в 1959–1963 гг. путем зарегулирования русла р. Пышмы в 75 км от ее истока, которое пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяженность – 20 км, ширина на уровне БАЭС – около 3 км [12]. Полный объем водохранилища составляет $2,65 \cdot 10^8$ м³, площадь зеркала – 38,6 км², средняя глубина – 7 м. Плотина расположена в 7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышма в створе БАЭС равна 2,8 м³/с [12]. Хозяйственные нужды БАЭС обеспечиваются из артезианских скважин п. Каменка.

Дебалансные промышленные воды и хозяйственные стоки промплощадки АЭС направляются на самостоятельные очистные сооружения 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) [13]. В это же болото удаляются очищенные дебалансные воды АЭС, воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Из Ольховского болота через р. Ольховку сбросные воды БАЭС попадают в р. Пышму.

Частичный сброс слаборадиоактивных жидких стоков в водоем-охладитель (Белоярское водохранилище) осуществляется через промливневый канал (ПЛК) [15]. На расстоянии около 0,5 км от него вниз по течению расположен водозаборный канал, через который производится забор воды из водоема для систем охлаждения АЭС. Еще ниже (2–2,5 км) располагается водосбросной (теплый) канал, по которому вода после прохождения через системы охлаждения сбрасывается в водоем. В 0,5 км от БАЭС в сторону верховья водохранилища расположен еще один канал («нагорная канава») общей протяженностью около 1,5–2 км, дренирующий территорию вокруг АЭС. Он берет свое начало у водоочистных сооружений, далее в него сливаются воды из котельной БАЭС. Этот канал является ответвлением канала, окружающего АЭС, поэтому его называют обводным [15].

По данным [13], годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2011 г. не превышали установленных нормативов. В 2011 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял 73 096 м³ (в 2010 г. – 99 489 м³) с суммарной активностью $5,0 \cdot 10^{11}$ Бк (в 2010 г. – $1,2 \cdot 10^{12}$ Бк), что не превышает 0,65 % от допустимого сброса для БАЭС [13]. Среднегодовой сброс на единицу объема в 2011 г. уменьшился в 1,6 раза по сравнению с 2010 г. и составил $7,5 \cdot 10^6$ Бк/м³. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 4.8 [13]. Основной вклад в суммарную активность сбросов вносил тритий – $5,0 \cdot 10^{11}$ Бк. Из табл. 4.8 видно, что в 2011 г. сбросы ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ⁵⁴Mn и изотопов европия увеличились по сравнению с 2010 г. в 6,3, 1,6, 1,3 и 7,2 раза соответственно; сбросы ¹³⁷Cs и трития уменьшились в 1,9 и 2,4 раза соответственно. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на 2–9 порядков ниже допустимых величин.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 40-км зоне вокруг БАЭС проводится отделом радиационной безопасности (ОРБ) БАЭС во взаимодействии с Центром гигиены и эпидемиологии № 32 ФМБА России [13], Росгидрометом, Институтом экологии растений и животных Уральского отделения РАН. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30- и 100-км зонах вокруг БАЭС и ИРМ проводятся Уральским УГМС [17].

Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁵⁴ Mn	2,5·10 ¹⁰	1,2·10 ⁷	9,1·10 ⁶	+ 2,9·10 ⁶
⁶⁰ Co	9,0·10 ⁸	9,4·10 ⁶	1,5·10 ⁶	+ 7,9·10 ⁶
⁹⁰ Sr	9,3·10 ¹⁰	1,4·10 ⁸	8,6·10 ⁷	+ 5,4·10 ⁷
¹³⁴ Cs	4,1·10 ¹²	7,2·10 ³	-	+ 7,2·10 ³
¹³⁷ Cs	3,7·10 ¹¹	9,6·10 ⁷	1,8·10 ⁸	- 8,4·10 ⁷
¹⁵² Eu+ ¹⁵⁴ Eu	1,0·10 ⁹	2,1·10 ⁷	2,9·10 ⁶	+ 18,1·10 ⁶
³ H	7,7·10 ¹³	5,0·10 ¹¹	1,2·10 ¹²	- 7,0·10 ¹¹

В 2011 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 производительностью 140–500 м³/ч;

- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;

- содержание радионуклидов в почве определялось в семи пунктах постоянного наблюдения, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей и выпадений; пробы отбирались по углам треугольника со стороной 50 м на глубину 5 см с помощью специального пробоотборника;

- содержание радионуклидов в воде, донных отложениях и рыбе из Белоярского водохранилища, воде и донных отложениях рек Пышмы и Ольховки, донных отложениях в Ольховском болоте, питьевой воде, грунтовых водах 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 дозиметров ДКС-АТ1121 и ДКС-АТ1123 (точки контроля 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 ГЛД-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. Замена дозиметров производится в октябре – ноябре, время экспозиции – 1 год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой γ -спектрометрической установки «Ortec», жидкостного сцинтилляционного счетчика «Guardian», малофоновых установок УМФ-3, УМФ-1500, α -, β -радиометра УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и γ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределенностью $\pm(20-45)\%$.

Уральское УГМС в 2011 г. проводило следующие систематические наблюдения (схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30-км и в 100-км зонах радиационно опасных объектов (РОО) приведена на рис. 4.4 (а, б)):

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое воздуха в 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 содержанием радионуклидов в воде Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;
- за содержанием радионуклидов в снежном и растительном покрове в 10 пунктах, расположенных в 10–15-км зоне РОО;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения каждые 3 часа в 100-км зоне в 24 стационарных пунктах, 8 из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на 6 постах в Екатеринбурге, кроме того, в апреле и августе в пунктах отбора проб снега и растительности, а также при проведении маршрутных обследований (в апреле и сентябре) в 10 пунктах (10–15)-км зоны РОО (база отдыха «Золотая рыбка», база отдыха «Ласточка», Каменка, Малые Брусяны, Мезенское, Мельзавод, Папанинцево, Режик, Становая, Учхоз).

Здесь следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг РОО 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» (населенные пункты Камышлов, Богданович, Байны, Новый Завод, Каменск-Уральский, Рыбниковское). Поэтому для изучения влияния РОО 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 [13] за 2011 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 4.9. Согласно этим данным, в 2011 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы осталась на уровне предыдущего года, при этом объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН была в 1,4 и 1,6 раза меньше, чем в контрольном пункте Верхнее Дуброво, где она увеличилась по сравнению с 2010 г. в 1,5 раза. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2011 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте увеличились по сравнению с 2010 г. в 6,9, 11,7 и 30,2 раза соответственно. Столь значительное увеличение объемной активности ^{137}Cs связано с аварийными выбросами с АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 года. Продукты выбросов поступали на территорию РФ в конце марта и первую половину апреля. Тем не менее регистрируемые величины были на 6 порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м³), однако в 6–11 раз превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида по территории РФ ($54,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объемные активности ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}Cr в пунктах наблюдения [13] были ниже соответствующих МДА: $5 \cdot 10^{-6}$, $1,1 \cdot 10^{-6}$, $3,6 \cdot 10^{-6}$ и $11,2 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³.

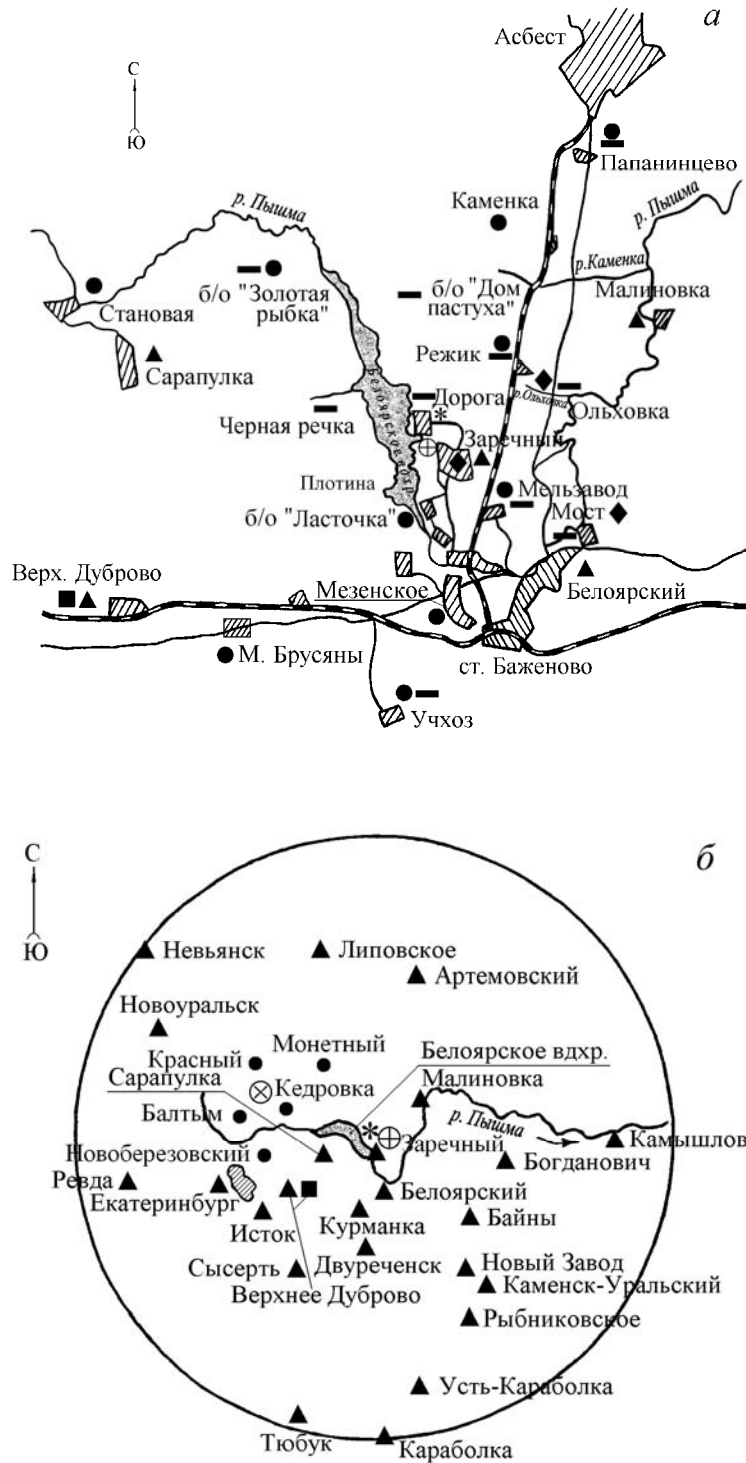


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- — отбор проб снега и травы;
- ◆ — отбор проб воды;
- — измерение МЭД во время проведения маршрутных обследований;
- * — БАЭС;
- ⊕ — ИРМ;
- ⊗ — ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон»).

Таблица 4.9

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС, Бк/м³
(данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$, 10 ⁻⁵		¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
СЗЗ	30,0	30,0	187	27
ЗН	26,0	26,0	175	15
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	42,6	28,0	513	17

В табл. 4.10 приведены среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воздухе п. Верхнее Дуброво, расположенном в 18 км на юго-запад от БАЭС (см. рис. 4.4), по данным Уральского УГМС [16]. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2011 г. колебалась в пределах от 12,8·10⁻⁵ до 43,9·10⁻⁵ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2011 г. (22,8·10⁻⁵ Бк/м³) несколько уменьшилась по сравнению с 2010 г. (25,5·10⁻⁵ Бк/м³) и в 1,5 раза превышала средневзвешенное значение по РФ (14,9·10⁻⁵ Бк/м³). В 2011 г. 13–27 декабря в п. Верхнее Дуброво были зарегистрированы суточные значения объемных $\Sigma\beta$, превышающие фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз (5 случаев). Максимальное суточное значение, превышающее фоновый уровень по данному пункту (12,8·10⁻⁵ Бк/м³) в 7,7 раза, наблюдалось 26–27 декабря и составило 98,2·10⁻⁵ Бк/м³.

Таблица 4.10

**Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы
п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг РОО)
(данные Уральского УГМС)**

Месяц	$\Sigma\beta$, 10 ⁻⁵ Бк/м ³		¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷ Бк/м ³		⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷ Бк/м ³	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Январь	43,9	59,5	11,2	} 4,7	} 68	} 15,0
Февраль	29,2	36,4	8,0			
Март	18,8	17,6	н			
Апрель	21,3	17,8	886	} 6,8	} 224	} 2,6
Май	19,2	21,9	64,6			
Июнь	16,3	18,1	13,8	} 20,0	} 63	} 22,0
Июль	16,1	18,4	5,6			
Август	19,6	21,7	15,1			
Сентябрь	22,7	21,6	11,0	} 8,0	} 97	} 16,4
Октябрь	15,4	26,5	7,6			
Ноябрь	12,8	14,7	6,4			
Декабрь	31,8	32,3	4,9			
Среднее	22,8	25,5	86,0	9,9	113	14,0

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2011 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво существенно увеличилась по сравнению с 2010 г. и составила 86,0·10⁻⁷ против 9,9·10⁻⁷ Бк/м³ [17] (табл. 4.10), что в 1,6 раза выше средневзвешенного значения по РФ для незагрязненных территорий (54,8·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в этом пункте увеличилась в 8 раз по сравнению с предыдущим годом и составляла 113·10⁻⁷ Бк/м³, что на 3 порядка выше средневзвешенного значения по территории РФ (0,83·10⁻⁷ Бк/м³).

Данные наблюдений Уральского УГМС [17] за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 30- и 100-км зонах РОО приведены в табл. 4.11. По сравнению с 2010 г. $\Sigma\beta$ выпадений в этих зонах практически не изменилась и не отличалась от фоновых значений для Уральского региона ($0,46 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$). Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне $0,3\text{--}0,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. В 2011 г. были зарегистрированы 3 случая превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновыми за предыдущий месяц в 20 раз в п. Белоярском – 26–27, 27–28 декабря и 31 декабря–1 января 2012 г., наибольшее значение было отмечено в последний из этих сроков экспозиции и составило $2,42 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ против $0,11 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ фонового уровня по данному пункту, в 6,1 раза выше фона по 100-км зоне БАЭС и в 5,3 раза выше фона по Уральскому региону.

В целом можно сказать, что среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений как в 30-км, так и в 100-км зоне БАЭС в течение последних 10 лет существенно не меняются и находятся в пределах от $0,4$ до $0,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ [17].

В табл. 4.12 и 4.13 приведены величины выпадений из атмосферы ^{137}Cs и ^{90}Sr в пунктах 30- и 100-км зон вокруг БАЭС, по данным Уральского УГМС [17]. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr для Уральского региона. Из данных табл. 4.12 следует, что средняя величина годовых выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 30- и 100-км зонах БАЭС в 2011 г. осталась практически на уровне 2010 г. и составляла ($3,4\text{--}3,6$) $\text{Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что, однако, почти в 4,5 раза выше фонового уровня для Уральского региона, который в 2011 г. составил $0,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 1,6 раза выше фонового уровня для Уральского региона в 2010 г. ($0,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в 100-км зоне, в п. Новый Завод ($5,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), расположенном в 56 км на юго-восток от БАЭС.

Среднегодовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне БАЭС (табл. 4.13) в 2011 г. увеличились в 3,2 раза, достигнув $9,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 5,5 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона ($1,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Максимальные выпадения ^{90}Sr в 30-км зоне БАЭС (в 8 раз выше регионального фонового уровня) наблюдались в п. Верхнее Дубово ($13,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Средняя величина годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг БАЭС в 2011 г. [17] составляла $9,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, наибольшие среднегодовые выпадения в этой зоне были отмечены в п. Караболка и составили $14,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$.

Годовые выпадения ^{137}Cs и значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в СЗЗ БАЭС в 2011 г., по данным ОРБ БАЭС [13], составляли $3,6$ и $72,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ соответственно, в ЗН – $3,3$ и $76,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ соответственно. Сравнение этих данных с данными 2010 г. показывает, что годовые выпадения ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ БАЭС уменьшились в 1,4 и 1,3 раза соответственно, в ЗН также уменьшились в 3 и 1,6 раза соответственно.

Таблица 4.11

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ активности выпадений
в 30- и 100-км зонах вокруг РОО, Бк/м²-сутки
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		<u>30-км зона</u>												
Белоярский	с	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,6	0,3	0,5	0,4	0,2	0,1	0,3	0,3
	м	1,4	0,7	1,9	1,6	1,3	2,5	2,7	2,3	1,9	1,4	0,6	2,4	
Верх. Дуброво	с	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
	м	2,3	3,1	2,8	1,6	1,4	2,0	1,8	0,9	1,2	2,4	2,2	1,8	
Двуреченск	с	0,4	1,0	0,3	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4
	м	2,5	3,7	1,2	2,9	2,3	2,4	3,0	3,2	3,4	1,8	2,2	1,0	
Заречный	с	0,4	0,5	0,2	0,5	0,3	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4
	м	3,2	3,8	1,1	2,1	2,4	2,6	4,0	1,6	1,8	3,2	1,3	0,9	
Исток	с	0,3	0,3	0,1	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,1	0,2	0,3
	м	0,9	1,3	0,5	1,1	2,6	1,0	2,3	1,5	2,1	2,8	0,7	0,7	
Курманка	с	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3
	м	1,2	1,2	0,5	1,0	2,3	2,2	2,9	2,3	3,1	1,7	0,7	0,9	
Малиновка	с	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
	м	1,9	1,6	0,9	2,1	1,9	1,3	2,1	1,9	1,5	2,9	1,8	1,0	
Сарапулка	с	0,2	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,3	0,7	0,4	0,3	0,2	0,4
	м	1,0	2,2	0,9	1,6	2,0	2,7	4,8	1,2	2,3	3,7	1,4	0,7	
Среднее по 30-км зоне														
2011 г.		0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4
2010 г.		0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
		<u>100-км зона</u>												
Артемовский	с	0,5	0,2	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4
	м	1,8	0,9	1,7	1,5	2,4	2,4	3,6	1,2	1,7	2,2	0,9	1,4	
Байны	с	0,4	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3
	м	1,9	2,3	2,3	2,1	2,2	0,9	2,7	1,5	1,0	1,2	0,4	0,6	
Богданович	с	0,5	0,1	0,4	0,3	0,1	0,5	0,6	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3
	м	2,4	0,6	0,9	1,6	0,7	1,1	1,9	1,9	1,7	0,8	1,1	1,1	
Екатеринбург	с	0,7	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2	0,1	0,3	0,4
	м	4,2	4,4	3,0	1,7	1,3	1,1	1,9	0,9	1,8	1,9	0,8	1,2	
Каменск -	с	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	0,3
	м	3,2	1,8	0,7	2,0	3,0	1,1	1,7	1,9	2,0	1,8	0,9	0,7	
Камышлов	с	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,8	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
	м	1,4	2,9	1,1	1,8	0,7	1,2	1,9	3,1	0,6	1,5	0,7	0,9	
Караболка	с	1,0	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	0,9	0,8	0,9	0,8
	м	2,2	1,7	2,1	1,8	2,2	1,6	2,3	2,8	1,7	1,7	1,8	1,7	
Липовское	с	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,4
	м	1,1	2,6	0,9	1,7	2,2	1,7	2,9	2,4	1,9	0,7	0,9	0,9	
Невьянск	с	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3
	м	1,5	2,4	3,7	1,1	1,6	1,2	1,7	1,8	1,8	1,3	2,1	0,5	
Новоуральск	с	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4
	м	1,0	3,0	3,5	1,1	1,8	2,9	2,1	2,6	1,2	1,8	3,2	0,6	
Новый Завод	с	0,3	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	0,3	0,2	0,3
	м	1,1	2,9	1,3	2,0	2,0	2,0	2,2	0,9	1,9	0,4	0,7	0,5	
Ревда	с	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,3
	м	1,8	4,4	1,4	0,9	1,6	1,5	2,6	1,3	1,8	2,8	0,4	1,5	
Рыбниковское	с	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3
	м	1,7	3,0	0,6	1,0	2,2	1,1	2,1	1,8	2,1	0,8	1,3	1,1	
Сысерть	с	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,4	0,4	0,3	0,1	0,3	0,3
	м	0,7	1,4	0,8	1,4	1,8	2,7	3,3	3,1	1,6	2,3	0,7	1,0	
Тюбук	с	0,9	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8
	м	2,6	1,8	2,3	2,1	2,4	2,4	1,4	1,6	1,7	2,1	2,1	1,8	
Усть Караболка	с	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	1,0	0,8	0,8	0,8
	м	2,6	1,5	1,7	1,7	1,9	1,8	2,7	1,4	1,9	2,0	2,1	1,7	
Среднее по 100-км зоне														
2011 г.		0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4
2010 г.		0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
Фон для Уральского региона:														
2011 г.		0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
2010 г.		0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5

Таблица 4.12

**Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs в 30- и 100-км зонах вокруг РОО в 2011 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	
30-км зона													
Белоярский	н	н	1,3	1,0	1,0	н	1,0	н	н	н	0,8	н	5,1
Верхнее Дуброво	н	н	н	0,5	н	н	1,5	н	н	н	н	2,0	4,0
Двуреченск	н	н	н	0,4	1,2	н	1,2	н	1,5	н	н	1,0	5,3
Заречный	н	н	н	1,6	н	0,2	н	н	н	н	н	н	1,8
Исток	н	н	0,6	0,6	1,5	1,1	н	н	н	н	н	н	3,8
Курманка	0,2	н	н	0,2	н	1,5	н	0,02	н	н	н	0,7	2,6
Малиновка	н	0,4	н	0,1	0,5	н	н	0,07	н	1,5	0,10	0,7	3,3
Сарапулка	н	н	н	н	н	н	н	0,02	н	1,5	н	н	1,5
Среднее по 30-км зоне:													
2011 г.	0,03	0,1	0,2	0,6	0,5	0,4	0,5	0,01	0,2	0,4	0,1	0,6	3,4
2010 г.	0,4	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4	0,4	0,5	н	0,1	3,4
100-км зона													
Байны	н	н	н	н	2,3	н	н	0,07	н	н	н	н	2,4
Богданович	н	н	0,3	0,3	н	0,6	н	н	н	н	н	н	1,2
Каменск-Уральский	н	н	0,6	0,3	0,2	н	н	н	н	н	н	н	1,1
Камышлов	0,1	н	н	1,5	0,2	н	1,6	н	0,02	н	н	1,5	4,9
Караболка	н	0,4	н	0,5	н	0,7	0,7	н	н	н	н	0,3	2,6
Новоуральск	н	0,4	1,2	0,4	0,1	1,3	1,9	0,05	н	н	н	н	5,4
Новый Завод	н	н	1,4	0,3	0,1	н	н	0,08	1,3	н	1,3	1,2	5,6
Рыбниковское	н	н	н	0,1	1,8	1,3	1,4	н	н	н	н	н	4,6
Тюбук	0,5	н	0,5	0,4	н	н	н	н	н	0,4	0,5	н	2,3
Усть-Караболка	0,5	н	0,4	н	0,5	0,8	1,1	0,4	0,5	н	0,4	н	4,6
Среднее по 100-км зоне:													
2011 г.	0,07	0,07	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,04	0,2	0,2	0,2	0,4	3,6
2010 г.	0,6	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,5	0,2	0,0	3,4
Фон для Уральского региона:													
2011 г.	н	н	н	0,3	н	0,1	0,12	0,07	0,07	0,05	0,03	н	0,8
2010 г.	0,04	н	н	0,08	0,07	0,26	н	0,04	н	н	н	н	0,5

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

Таблица 4.13

**Выпадения из атмосферы ⁹⁰Sr в 30- и 100-км зонах 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	
30-км зона													
Белоярский	0,41			0,57			0,82			0,65			7,35
Верхнее Дуброво	0,68			2,24			0,63			0,97			13,6
Двуреченск	0,64			0,56			0,51			0,46			6,51
Заречный	1,78			0,63			0,88			0,74			12,1
Исток	0,54			0,61			0,49			0,66			6,90
Курманка	1,00			0,54			0,90			0,99			10,3
Малиновка	0,59			0,53			0,84			1,01			8,91
Сарапулка	0,71			0,36			1,02			1,13			9,66
Среднее по 30-км зоне:													
2011 г.	0,79			0,76			0,76			0,83			9,42
2010 г.	0,15			0,22			0,27			0,32			2,88
100-км зона													
Байны	0,69			0,81			0,45			1,54			10,5
Богданович	0,53			0,59			0,50			0,56			6,54
Каменск-Уральский	0,81			1,10			0,79			0,69			10,2
Камышлов	1,01			0,54			0,61			0,75			8,73
Караболка	0,76			1,86			0,67			1,57			14,6
Новоуральск	0,51			1,30			0,78			0,37			8,88
Новый Завод	0,93			0,93			0,89			1,19			11,8
Рыбниковское	0,50			0,41			0,60			1,18			8,07
Тюбук	1,20			0,84			0,79			1,52			13,1
Усть-Караболка	0,21			0,91			0,78			0,40			6,90
Среднее по 100-км зоне:													
2011 г.	0,75			0,85			0,72			0,91			9,69
2010 г.	0,16			0,21			0,28			0,28			2,79
Фон для Уральского региона:													
2011 г.	0,26	0,10	0,13	0,13	0,14	0,12	0,08	0,13	0,16	0,12	0,16	0,14	1,67
2010 г.	0,06	0,08	0,14	0,19	0,16	0,16	0,16	0,14	0,26	0,25	0,07	0,15	1,82

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 4.14 [13]. По данным ОРБ БАЭС, в 2011 г. $\Sigma\beta$ активность в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта была на уровне средних значений, полученных за последние пять лет. Содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ и контрольного пункта уменьшилось по сравнению с 2010 г. и средним за последние 5 лет в 4–5 раз и 2 раза соответственно, а в ЗН – сохранилось примерно на том же уровне.

Таблица 4.14

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

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			^{137}Cs		
	2010 г.	2011 г.	Среднее за 5 лет	2010 г.	2011 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	28,4	8,5	14,1	0,3	0,07	0,4
ЗН БАЭС	16,0	16,8	14,4	1,0	0,8	1,0
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	15,1	13,6	14,3	1,32	0,7	1,3

В табл. 4.15 приведены данные Уральского УГМС [17] о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 10-км зоне БАЭС (см. рис. 4.4а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода. Из табл. 4.15 видно, что в 2011 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ в растительности наблюдалась в п. База отдыха «Золотая рыбка» (304 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – в п. Режик (1,01 Бк/кг в.-с.). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале 0,48–0,78 Бк/кг в.-с. или ниже предела обнаружения. Удельная $\Sigma\beta$ активность радионуклидов в растительности в 2011 г. колебалась вблизи соответствующих значений 2010 г., не превышала их более чем в 1,1 раза, и только у р. Ольховки под высоковольтной линией значение уменьшилось в 1,9 раза по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 4.15

Содержание радионуклидов в снеге и растительности в районе расположения БАЭС (данные Уральского УГМС)

Место отбора проб	Плотность загрязнения снега, Бк/м ²				Удельная активность в растительности, Бк/кг в.-с.			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	5,7	2,8	0,067	0,13	304	269	0,78	0,62
«Дом пастуха»	14	1,6	0,013	0,41	198	255	н	н
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	2,9	1,8	н	0,28	215	233	0,61	н
Мельзавод	42	2,0	н	0,02	178	176	0,76	н
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	2,8	2,9	н	0,04	201	228	0,48	н
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	5,7	14,0	н	0,52	195	369	0,73	н
Папанинцево	2,4	1,9	0,081	н	291	128	н	0,73
Режик	1,4	2,4	н	1,15	277	181	1,01	н
Учхоз	11	3,2	н	н	289	234	н	н
Черная Речка	6,1	3,4	н	н	219	232	н	н

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В 2011 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах [17]. В большей части точек отбора снега $\Sigma\beta$ активность увеличилась в 1,2–20,8 раза и только в 3 точках (мост на пересечении тракта с р. Пышмой, у р. Ольховки под высоковольтной линией и п. Режик) уменьшилось от незначительного до 2,4 раз (табл. 4.15) и изменялась в диапазоне от 1,4 до 42 Бк/м². Плотность загрязнения

снега ^{137}Cs в большинстве точек уменьшилась ниже предела обнаружения и только в п. Папанинцево выросло до определяемой (и максимальной в 2011 г.) величины – 0,081 Бк/м². Максимальное значение $\Sigma\beta$ активности в снеге наблюдалось у п. Мельзавод – 42 Бк/м².

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианских скважин, расположенных в п. Каменка, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и частично г. Заречный, проводится ОРБ БАЭС ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде в 2011 г. [13] составила менее 4,5 мБк/л, трития – 5 Бк/л, что значительно ниже нормативного уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для ^{137}Cs – 11 Бк/л, для трития – 7600 Бк/л) [3]. Объемная $\Sigma\beta$ активность в питьевой воде в 2011 г. составила 0,05 Бк/л, что находится несколько меньше среднего значения за последние пять лет (0,06 Бк/л) и значительно ниже контрольной величины 1 Бк/л по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

Контроль содержания радионуклидов в водах Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2011 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС [13]. Пробы воды отбирались в объеме 10 л на участках водоемов, свободных от посторонних примесей. Данные мониторинга приведены в табл. 4.16 и 4.17.

Таблица 4.16

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л (данные Уральского УГМС)

Пункты отбора проб	^{90}Sr			^{137}Cs		
	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр., п. Заречный	17	16	43	21	8	30
р. Ольховка	56	93	230	56	30	92
р. Пышма (2 км ниже впадения р. Ольховки)	13	20	28	22	3	24
р. Кама, с. Тюлькино	8	9	16,3	10	1	14
р. Вишера, с. Рябиново	7	10	17,1	12	1	14
р. Колва, г. Чердынь	7	10	18,1	10	3	20

Примечание: в Белоярском водохранилище и в р. Пышме пробы воды отбирались ежемесячно с января по декабрь; в р. Ольховка – ежемесячно с мая по октябрь; в реках Кама, Вишера и Колва отбор проб проводился нерегулярно.

Таблица 4.17

Среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^3H в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$, Бк/л			^{137}Cs , мБк/л			^3H , Бк/л		
	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,11	0,1	0,14	< 4,5	< 4,5	6,3	18,0	16,9	18,4
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,15	0,12	0,16	< 4,5	< 4,5	6,1	20,0	16,3	20,6
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	0,13	0,12	0,14	< 4,5	< 4,5	6,3	16,7	15,7	18,6
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,11	0,16	0,18	< 4,5	6,8	6,3	13,0	20,4	15,0
р. Пышма до водозабора	0,13	0,13	0,14	< 4,5	< 4,5	10	-	-	-

Примечание: - - измерения не проводились.

Согласно данным, представленным в табл. 4.16, в 2011 г. содержание ^{90}Sr в воде контролируемых водоемов примерно равно или меньше в 1,7 раза значений за предыдущий год и 2–4 раза меньше средних значений за предыдущие 4–5 лет. Максимальная объемная активность ^{90}Sr , как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховка и составила 56 мБк/л, что на 2 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] (4,9 Бк/л), но в 13 раз выше фонового содержания ^{90}Sr в реках на территории России (4,1 мБк/л).

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в Белоярском водохранилище в 2011 г. во всех пунктах отбора увеличилась от 1,5 до 12 раз, по данным Уральского УГМС [17] (табл. 4.16) и изменялась в пределах 10–56 мБк/л. Максимальное значение также наблюдалось в р. Ольховка – 56 мБк/л. По сравнению со средними значениями за предыдущие пять лет в 2011 г. в указанных пунктах объемные активности ^{137}Cs были ниже данных за 2010 г. в 1,1–2 раза и на 3 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [3].

Объемная $\Sigma\beta$ активность воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 4.17 [13]) в 2011 г. находилась на уровне предыдущих лет, изменяясь в диапазоне 0,11–0,15 Бк/л, что в 7–9 раз ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3]. Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ активность воды как в 2011 г., так и за последние пять лет наблюдалась в верховье Белоярского водохранилища.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 4.17 [13]) в 2011 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 13–20 Бк/л в Белоярском водохранилище и 16,7 Бк/л в р. Пышме, что в 7–8 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (2,0 Бк/л) и в 3–4 раза выше фонового значения для рек Уральского региона (5,5 Бк/л) [15], но на 2 порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

На содержание трития в Белоярском водохранилище оказывает влияние как БАЭС, так и ИРМ, так как стоки ИРМ и БАЭС соединяются в общий канал. Однако на преимущественный вклад АЭС в загрязнение водоема тритием указывает динамика изменений объемной активности трития в зависимости от функционирования энергоблоков БАЭС. Так в период совместной работы энергоблоков № 1 и 2 БАЭС (до 1981 г.) объемная активность трития в водоеме на разных расстояниях от места сброса составляла 40–75 Бк/л [15]. После остановки энергоблока № 1 в период с 1981 по 1989 г. при совместной работе блоков № 2 и 3 средний показатель объемной активности трития составил 35–55 Бк/л. В последующее время, когда работал только энергоблок № 3, объемная активность трития в воде снизилась в 2 раза (16–22 Бк/л).

Результаты мониторинга содержания радионуклидов в воде за период наблюдений свидетельствуют о том, что верховье Белоярского водохранилища, несмотря на то, что оно находится выше по течению от БАЭС, также испытывает на себе влияние АЭС, почти в такой же степени, как нижняя и средняя части водоема. Поэтому использование верховья в качестве контрольной точки при мониторинге содержания радионуклидов в воде этого водохранилища не совсем корректно, хотя по данным за 2011 г. содержание радионуклидов здесь наименьшее (табл. 4.17).

В 2011 г. ОРБ БАЭС [13] проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в иловых донных отложениях водоемов в районе БАЭС. Пробы илов отбирались на глубоких местах дночерпателем. Для исследования распределения активности радионуклидов по глубине донных отложений

в Ольховском болоте проводился послойный отбор проб донных отложений с использованием специального пробоотборного устройства. Результаты измерений приведены в табл. 4.18.

Таблица 4.18

**Удельная активность донных отложений, Бк/кг сырого веса
(данные ОРБ БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		^{60}Co	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	1312	1081	435	232	13	6,8
Белоярское вдхр. (заборный канал)	412	389	39	6	2,4	н
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	405	402	11	68	н	2,4
Залив Худыш	278	509	8	20	н	2,7
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	373	250	4	28	н	2,8
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	242	244	27	85	н	н
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	1509	1068	1148	698	6,9	7,0
Середина канала*	1714	1119	58	21	4,4	1,3
Ольховское болото:						
начало*	2118	5675	3068	4440	35	49
середина*	2908	4016	1404	1508	13	19
конец*	4008	4499	2771	3529	7	11
р. Ольховка	953	1407	814	1329	9,8	16
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	506	144	34	31	н	2,0

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* – отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усредненные данные послойного анализа.

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения РОО основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений ^{137}Cs наблюдалось в месте сброса ПЛК, в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2011 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,4 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,4–3,1 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,8 и 1,1 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание ^{60}Co в донных отложениях обследованных экосистем на 1–2 порядка ниже содержания ^{137}Cs . Наибольшее содержание ^{60}Co в пробах ила наблюдается там же, где и ^{137}Cs : в месте сброса ПЛК (13 Бк/кг сырого веса), в Ольховском болоте (7–35 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (9,8 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни $\Sigma\beta$ донных отложений, достигающие в конце Ольховского болота 4,0 кБк/кг сырого веса. Кроме того, по данным [15], тритий находится в связанной воде грунтов, т.е. при длительном транзите сбросов, содержащих тритий, через Ольховское болото часть трития входит в грунт и удерживается им. В 2003 г. уровни загрязнения связанной воды донных отложений Ольховского болота тритием достигали 1,3 кБк/л [15].

Контроль загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется [13] посредством ежеквартального отбора и анализа проб воды из контрольных скважин, расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), хранилища сухих слабоактивных и высокоактивных отходов (ХСО) и др.). Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr 4,3–86,5 Бк/л, превышающие УВ (4,9 Бк/л) [3], были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО (П-1, П-4, П-25, П-42), ХСО-1 (П-2, П-3, П-28, П-38) и СВО (П-20, П-21). Значительных изменений объемной

активности ^{90}Sr в контрольных скважинах в 2011 г. по сравнению с предыдущим годом не наблюдалось. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs 11,5–262,6 Бк/л, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО (П-1, П-4, П-42) и ХСО (П-3). Загрязнение подземных вод ^{137}Cs в скважине П-1 незначительно меньше уровня предыдущего года, а в скважине П-3 загрязнение подземных вод уменьшилось относительно предыдущего года более чем в 3 раза, до 16,8 Бк/л. Среднегодовые объемные активности ^{60}Co , превышающие УВ (40 Бк/л), в 2011 г. зарегистрированы только в скважине П-4 (ХЖО) – 42,6 Бк/л [13].

Самое высокое содержание ^{137}Cs (в 30 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1; ^{90}Sr (в 17 раз превышающее УВ) – в скважине П-3. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО, ХСО-1 и СВО.

В 2011 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. Заречный. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений (табл. 4.19) [13] видно, что в 2011 г. удельная величина $\Sigma\beta$ активности в сельскохозяйственной продукции, а также в грибах и ягодах, незначительно уменьшилась по сравнению с 2010 г. Удельная активность ^{137}Cs увеличилась в грибах в 3 раза, в пшенице уменьшилась на четверть, а в овощах осталась практически на прежнем уровне. Полученные величины не превышали допустимых значений по [8]. Сравнительно высокое значение $\Sigma\beta$ активности продуктов питания местного производства и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения.

Таблица 4.19

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства в окрестностях БАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России г. Заречный и ОРБ БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Пшеница*	-	-	1,5	2,0
Допустимая уд. акт.	—	—	70	—
Овощи	63	81	0,18	0,15
Корнеплоды	96	111	0,27	0,23
Допустимая уд. акт.	—	—	120	—
Молоко	58	86	0,19	0,16
Допустимая уд. акт.	—	—	100	—
Ягоды	63	111	0,16	0,16
Допустимая уд. акт.	—	—	160	—
Грибы	96	101	3,4	1,1
Допустимая уд. акт.	—	—	500	—
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	72	79	1,6	1,2
Допустимая уд. акт.	—	—	130	—

Примечание: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;
 - – измерения не проводились;
 — – нет нормативного уровня.

Удельная активность ^{137}Cs в рыбе, отловленной в районе сбросного канала БАЭС в рыбном хозяйстве БАЭС, выросла на треть и составила 1,6 Бк/кг сырой массы, величина $\Sigma\beta$ практически

не изменилась и составила 72 Бк/кг сырой массы. Содержание ^{137}Cs в рыбе на 2 порядка ниже допустимой удельной активности для ^{137}Cs (130 Бк/кг) по [8].

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30-км зоне вокруг БАЭС, по данным Уральского УГМС, в 2011 г. [17] колебались в пределах 9–14 мкР/ч. Усредненное по зоне наблюдения значение МЭД, равное 12 мкР/ч, незначительно превышает γ -фон Уральского региона (11 мкР/ч). В 100-км зоне БАЭС разброс измеренных значений был еще меньше, в пределах 9–12 мкР/ч, а среднее значение по зоне равно среднему γ -фону по Уральскому региону. Максимальные зарегистрированные значения МЭД соответствуют колебаниям естественного γ -фона. Значения МЭД, измеренные во время проведения маршрутных обследований в 10 пунктах 10–15-км зоны РОО (база отдыха «Золотая рыбка», база отдыха «Ласточка», Каменка, Малые Брусяны, Мезенское, Мельзавод, Папанинцево, Режик, Становая, Учхоз), колебались в пределах 11–14 мкР/ч [17].

По данным АСКРО БАЭС [13], мощность дозы γ -излучения в 2011 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 8–12 мкР/ч, в ЗН – 11–12 мкР/ч. При регламентных маршрутных обследованиях МЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляла 5–7 мкР/ч.

Поглощенная доза внешнего γ -облучения, измеряемая в 40-км зоне БАЭС [13], в 2011 г. незначительно уменьшилась (примерно в 1,1 раза) по сравнению с предыдущим годом и в среднем в СЗЗ БАЭС составила $75 \cdot 10^{-5}$ Гр (против $85 \cdot 10^{-5}$ Гр в 2010 г.) изменяясь в диапазоне $(57–96) \cdot 10^{-5}$ Гр; в ЗН практически не изменилась – $64 \cdot 10^{-5}$ Гр (против $66 \cdot 10^{-5}$ Гр в 2010 г.), с диапазоном изменения $(58–71) \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС и ИРМ в 2011 г. осталось на уровне предыдущего года. Влияние деятельности БАЭС и ИРМ проявлялось в превышении объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs над фоновыми уровнями в приземном слое атмосферы, а также 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 четыре однотипных энергоблока ЭГП-6 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. Большой Кепервеем (наиболее крупный приток р. Малый Анюй) ниже места расположения города. Общая длина ручья составляет 26 км, площадь – $94,2 \text{ км}^2$. Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) вокруг АЭС составляет 0,5 км, зоны наблюдения (ЗН) – 5 км. В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино (численность населения составляет ~ 5,4 тыс. человек). Водоснабжение БиАЭС и г. Билибино [18] осуществляется из проточного водохранилища, построенного на ручье Большой Поннеурген на 3,2 км выше по течению от БиАЭС. Средняя скорость осадконакопления в водохранилище – 2 мм/год.

Климат района определяется как «очень холодный» [18]. Продолжительность зимнего периода – 7–8 месяцев. Среднегодовая температура – -12 °С. Средняя температура января – -36 °С. Абсолютный минимум – -52 °С. Продолжительность безморозного периода – 62 дня. Средняя температура июля – +13 °С. Абсолютный максимум – +31 °С. Климат размещения БиАЭС имеет муссонный характер, по ветровому режиму близок к континентальному типу. Количество штилей за год составляет 59,2 %. Годовая скорость ветра составляет 2–3 м/с, а максимальная не превышает 20 м/с. Преобладающее направление ветров – восточное, северо-восточное и западное. Господствующие северные ветра в долине р. Большой Кепервеем не позволяют ветрам восточного направления в долине ручья Большой Поннеурген выносить массы воздуха со стороны БиАЭС непосредственно на г. Билибино. Роза ветров в районе расположения БиАЭС представлена на рис. 4.5.

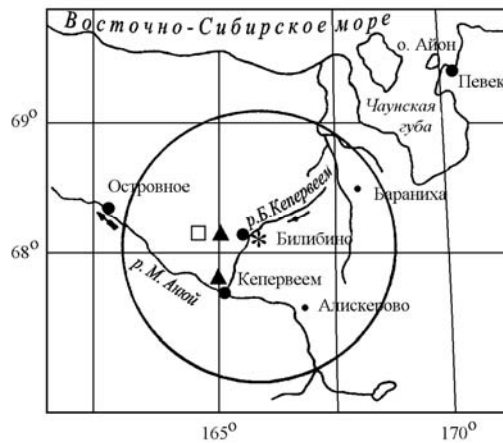


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

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

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через две вентиляционные трубы, предварительно пройдя очистку на спецфильтрах вентсистем. Отработанные аэрозольные фильтры систем спецвентиляции направляются в ХСО.

Данные [18] о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2010–2011 гг. представлены в табл. 4.20. Из табл. 4.20 видно, что в 2011 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ в 2011 г. составляли 19 % от допустимого выброса за год, выбросы ^{60}Co – 0,56 %. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит ^{41}Ar [18]. Содержание ^{131}I в выбросах АЭС было ниже минимально детектируемой активности применяемой измерительной аппаратуры ($4,96 \text{ Бк/м}^3$).

Таблица 4.20

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011	2010 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$4,13 \cdot 10^7$	$1,93 \cdot 10^7$	$+2,2 \cdot 10^7$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	н	н	н
Сумма ИРГ	$2,0 \cdot 10^{15}$	$3,75 \cdot 10^{14}$	$3,60 \cdot 10^{14}$	$+0,15 \cdot 10^{14}$

Примечание: н – ниже минимально детектируемой активности: для ^{131}I МДА = $4,96 \text{ Бк/м}^3$.

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 (ПЛК) в ручей Большой Поннеурген [18]. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов стационарного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. По данным БиАЭС, среднегодовое содержание ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99/2009 (УВ для ^{60}Co равен 40, для ^{90}Sr – 4,9, для ^{137}Cs – 11 Бк/л) [3].

В 2011 г. на БиАЭС было отведено 313,2 тыс. м³ сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные [18] о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2010–2011 гг. приведены в табл. 4.21. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2011 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов были на 2–5 порядков ниже допустимых сбросов.

Таблица 4.21

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на БиАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{60}Co	$5,2 \cdot 10^{10}$	$4,66 \cdot 10^7$	$2,45 \cdot 10^8$	$-1,99 \cdot 10^8$
^{54}Mn	$1,2 \cdot 10^{11}$	$2,49 \cdot 10^7$	$0,65 \cdot 10^8$	$-0,401 \cdot 10^8$
^{51}Cr	$3,1 \cdot 10^{12}$	$3,42 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^9$	$-0,98 \cdot 10^9$
^{90}Sr	$1,5 \cdot 10^{12}$	-	$3,0 \cdot 10^6$	$-3,0 \cdot 10^6$
$\Sigma\alpha$	$6,0 \cdot 10^{10}$	$10,57 \cdot 10^7$	-	$+10,57 \cdot 10^7$

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 три 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 четыре 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 БиАЭС приурочено к существующему расположению значимых объектов народного хозяйства и учитывает господствующее направление ветров в районе АЭС и г. Билибино.

В 2011 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды [18]:

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в трех пунктах (в СЗЗ, ЗН и г. Билибино). 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 49×49 и 50×50 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 лабораторный γ -спектрометрический комплекс фирмы «Ortec» и радиохимические методы анализа β -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводится Чукотским УГМС [19]: в 2011 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 2011 г., по данным ЛООС БиАЭС [18], приведены в табл. 4.22.

Таблица 4.22

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10⁻⁵ Бк/м³ (данные ЛООС БиАЭС)

Радионуклид	СЗЗ (территория АЭС)		ЗН (плотина, 3,2 км от АЭС)		г. Билибино, 6 км от АЭС	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
⁶⁰ Со	6,1	5,25	0,47	0,75	0,04	4,6
⁹⁰ Sr	0,5	1,25	0,33	0,22	0,31	0,22
$\Sigma\beta$	54,17	38,75	35,85	24,75	57,77	37,25

Из табл. 4.22 видно, что в 2011 г., как и в предыдущем, во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземном слое атмосферы регистрировался ⁶⁰Со, отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность ⁶⁰Со в приземном слое атмосферы СЗЗ увеличилась в 1,15 раза, в ЗН – уменьшилась в 1,6 раза, в г. Билибино – уменьшилась в 115 раз. Максимальная среднегодовая объемная активность ⁶⁰Со наблюдалась на территории АЭС – 6,1·10⁻⁵ Бк/м³, что на 5 порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения (ДОО_{НАС} = 11 Бк/м³ по НРБ-99/2009) [3]. За пределами СЗЗ объемная активность ⁶⁰Со ниже. Объемная активность ¹³⁷Сs и ¹³⁴Сs в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения в 2011 г. была ниже минимально детектируемой активности [18] (значение МДА для ¹³⁷Сs составляет 4,0·10⁻⁷ Бк/м³, для ¹³⁴Сs – 3,0·10⁻⁷ Бк/м³). Объемная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ в 2011 г. была в 58 раз выше, чем на территории Заполярья (0,29·10⁻⁷ Бк/м³, см. табл. 1.4, раздел 1), а в ЗН и г. Билибино – в 87,9 раза выше. Однако эти значения на 5 порядков ниже ДОО_{НАС}, равного 2,7 Бк/м³ по НРБ-99/2009 [3]. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и г. Билибино в 5,5–8 раз выше, чем на территории Заполярья (6,6·10⁻⁵ Бк/м³, см. табл. 1.1, раздел 1).

Выпадения $\Sigma\beta$, по данным Чукотского УГМС [19], приведены в табл. 4.23 только за 2 месяца, т.к. β -спектрометр «УСК-Гамма Плюс» был неисправен с марта месяца, однако все пробы отбирались

в штатном режиме. Из табл. 4.23 видно, что среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в обоих пунктах наблюдения примерно одинаковы, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,47 до 0,65 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Билибино в феврале и составляли 1,42 Бк/м²·сутки. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2011 г. снизилась по сравнению с 2010 г. в 2 раза и не превышала фонового значения $\Sigma\beta$ выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2011 г. (1,2 Бк/м²·сутки).

Таблица 4.23

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2011 г., Бк/м²·сутки (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011	2010 г.
Билибино	с	0,56	0,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	0,65
	м	1,41	1,42	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Кепервеем	с	0,44	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47	0,69
	м	1,1	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Примечание: - – нет данных.

По данным ЛООС БиАЭС [18], в выпадениях на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН БиАЭС в 2011 г. регистрировались ⁶⁰Со и ⁹⁰Sr; годовые выпадения ¹³⁷Cs, как и на территории Чукотского УГМС, были ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2011 г., по данным ЛООС [18], приведены в табл. 4.24. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2010 год.

Как видно из табл. 4.24, содержание ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2011 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

По данным табл. 4.24 [18], в 2011 г. в воде ручья Б. Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2011 г. регистрировался ⁶⁰Со с объемной активностью 27 мБк/л, что в 1,2 раза меньше, чем в 2010 г., и примерно на 3 порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. В устье ручья Б. Поннеурген, впадающего в р. Б. Кепервеем, содержание ⁶⁰Со было ниже предела обнаружения (<0,5 мБк/л). Содержание ¹³⁷Cs было ниже предела обнаружения (<0,5 мБк/л).

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (табл. 4.24) [18]. В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался ⁶⁰Со, удельная активность которого была в 1,5 раза выше, чем в 2010 г., но на 2 порядка ниже минимально значимой удельной активности для ⁶⁰Со, равной 1·10⁴ Бк/кг по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [20]. Накопление ⁶⁰Со 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 ⁹⁰Sr зарегистрировано на расстояниях до 4 км от АЭС с активностью, в 1,3–1,4 раза превышающей активность ⁹⁰Sr в контрольной точке. Содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (0,5 Бк/кг в.-с.).

Таблица 4.24

**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	
		2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Вода, мБк/л									
Водохранилище	3,2	27	21	4	2,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	77	32	8	8,0	< 0,5	< 0,5	27	23
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	46	274	8	5,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	72	0,38	7	2,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Донные отложения, Бк/кг в.-с.									
Водохранилище	3,2	130	721	3,3	1,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	654	684	3,1	2,8	< 0,5	< 0,5	194	133
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	219	513	3,3	2,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	476	113	2,4	1,2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Почва, Бк/м²									
СЗЗ	0,3–0,5	20900	10500	52,7	36,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	214,4
ЗН	0,5–3,8	2707	6900	56,3	33,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	22,0	7900	7800	52,2	67,6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ягода (голубика), Бк/кг									
СЗЗ	0,3–0,5	18,4	26,4	0,385	0,341	< 0,5	0,533	< 0,5	< 0,5
ЗН	1,3–3,2	26,1	34,9	0,383	0,300	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	22,0	19,2	-	0,383	-	< 0,5	-	< 0,5	< 0,5
Трава (осока), Бк/кг в.-с.									
СЗЗ	0,3–0,5	439	169	1,39	2,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
ЗН	5,0	1280	205	3,10	4,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	22,0	331	163	0,64	3,9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Примечание: - - измерения не проводились.

Почва, растительность

Пробы почвы отбирались ЛООС БиАЭС [18] методом конверта на контрольных участках. 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. На выбранном участке намечался равносторонний треугольник со стороной 10 м. В каждой вершине треугольника отбиралась проба почвы площадью 100 см² глубиной 5 см. Из трех индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. 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 (табл. 4.24) в 2011 г. содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже МДА (0,5 Бк/м²).

В пробах ягод и травы, отобранных в СЗЗ и ЗН (табл. 4.24) [18], содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже предела обнаружения используемой для измерений аппаратуры.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС [19], среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2011 г. изменялись от 10 до 12 мкР/ч, максимальные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона.

Контроль мощности дозы γ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2011 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС БиАЭС

[18], среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ, ЗН и контрольной точке (в 22 км от АЭС) изменялась в диапазоне 10–18 мкР/ч, максимальные измеренные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС (20 точек), варьировали от $45 \cdot 10^{-5}$ до $73 \cdot 10^{-5}$ Гр [18].

В результате регламентного контроля, выполненного лабораторией внешней дозиметрии отдела радиационной безопасности, в период с 18.03 по 18.04.2011 г. в приземном слое атмосферного воздуха в районе расположения Билибинской АЭС идентифицирован радионуклид ^{137}Cs с объемной активностью на несколько порядков выше обычно регистрируемых значений, а также не регистрируемые ранее радионуклиды ^{134}Cs и ^{131}I , что связано, по-видимому, с поступлением этих радионуклидов на территорию России в конце марта – начале апреля от аварии на АЭС «Фукусима-1».

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и ЛООС БиАЭС, содержание ^{137}Cs в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в присутствии в объектах окружающей среды ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, и повышенном содержании ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС. Однако наблюдаемые активности радионуклидов существенно ниже установленных нормативов.

4.4. Калининская АЭС

КАЭС расположена в северо-западной части Тверской области в 150 км от г. Твери и в 4 км от г. Удомля, в котором проживают 33 900 человек. Промплощадка АЭС примыкает к южному берегу оз. Удомля [21]. 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, градири и части территории стройплощадки. ЗН установлена радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб первой очереди и блока № 3. В ЗН размещаются около 70 населенных пунктов и г. Удомля.

В 2011 г. в составе КАЭС находилось три действующих энергоблока с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР-1000) мощностью 1000 МВт каждый. Ввод в промышленную эксплуатацию энергоблока № 4 намечен на 2012 год.

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 КАЭС в 2011 г. характеризовался теплым летом и умеренно холодной зимой. Снежный покров установился 21 ноября и сохранялся до начала апреля. Весна была ранняя и теплая, осень характеризовалась повышенным температурным фоном.

Среднегодовая температура воздуха составляла +5,8 °С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 78 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 658,9 мм. В течение года преобладали ветры юго-западного и северо-западного направлений. Среднегодовая скорость ветра – 3,6 м/с [21].

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [1].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через две вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдувки и воздух из помещений 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 % [21].

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2011 г. и для сравнения данные за 2010 г. приведены в табл. 4.25 [17]. Из табл. 4.25 видно, что в 2011 г. годовые выбросы всех радионуклидов были ниже, чем в 2010 г., и не превышали установленных нормативов и составляли от допустимых выбросов: для ИРГ – 33,3 %, для ^{131}I – 8,8 %, для остальных регламентируемых радионуклидов – менее 1 %. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ.

Таблица 4.25

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$< 0,92 \cdot 10^6$	$3,02 \cdot 10^6$	$-2,1 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$0,97 \cdot 10^9$	$16,9 \cdot 10^8$	$-7,2 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$< 1,75 \cdot 10^6$	$4,19 \cdot 10^6$	$-2,4 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$< 0,88 \cdot 10^6$	$6,14 \cdot 10^6$	$-5,3 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$9,35 \cdot 10^{12}$	$2,0 \cdot 10^{14}$	$-1,1 \cdot 10^{14}$

Промливневые стоки после химводоочистки на КАЭС закачиваются на захоронение в подземные глубинные горизонты на полигоне глубинного захоронения [22], введенного в эксплуатацию в 2007 г. Жидкие низкоактивные отходы сбрасываются в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля [22]. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет $1 \cdot 10^8$ и $1,8 \cdot 10^7$ м³ соответственно. Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2011 г. в озера, составил 5376 м³. С продувкой брызгальных бассейнов в озера поступило еще 173 500 м³ воды. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды [21].

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2011 г. на КАЭС приведены в табл. 4.26 [21]. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2011 г. (3,776 ТБк) увеличилась по сравнению с 2010 г. в 2,9 раза. Основной вклад в активность сброса (99,99 %) вносил тритий, сбросы которого увеличились в 2011 г. в 2,9 раза. В 2011 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было [21]. Фактические сбросы радионуклидов были на 2–3 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 2010 г. по сравнению с 2009 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁵⁴ Mn	3,80·10 ⁹	-	2,8·10 ⁵	-2,8·10 ⁵
⁶⁰ Co	8,10·10 ⁸	0,52·10 ⁶	1,96·10 ⁶	-1,44·10 ⁶
¹³⁴ Cs	8,70·10 ⁹	2,48·10 ⁶	7,26·10 ⁶	-4,78·10 ⁶
¹³⁷ Cs	2,80·10 ⁹	6,72·10 ⁶	1,26·10 ⁷	-5,88·10 ⁶
³ H	2,00·10 ¹⁴	3,78·10 ¹²	1,29·10 ¹²	+3,78·10 ¹²

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 2011 г. контроль радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 4.6) [21]:

- 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 Волочек (50 км на юго-запад от АЭС)). Пробы отбирались с помощью ВФУ производительностью 570 м³/ч на фильтроткань 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 м² 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 Волочек). Концентрирование радионуклидов в пробах выпадений (кюветы) проводили методами упаривания и озоления;

- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, а также в донных отложениях и рыбе;

- 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 $\Sigma\beta$ проб [21] использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился на γ -спектрометрических установках «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 с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т, МКС-АТ1117М 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), оснащенных автоматизированными дозиметрами «SkyLINK» и «Атлант». Поглощенную дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом. В каждом пункте контроля устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» термолюминесцентной дозиметрической

системы «Dosacus». В 2011 г. проводился контроль МЭД с помощью установки «Гамма-сенсор», входящей в состав передвижной радиометрической лаборатории, по маршруту вывоза низкоактивных радиоактивных отходов КАЭС: «Административный корпус – ХСО-1/ХСО-2».

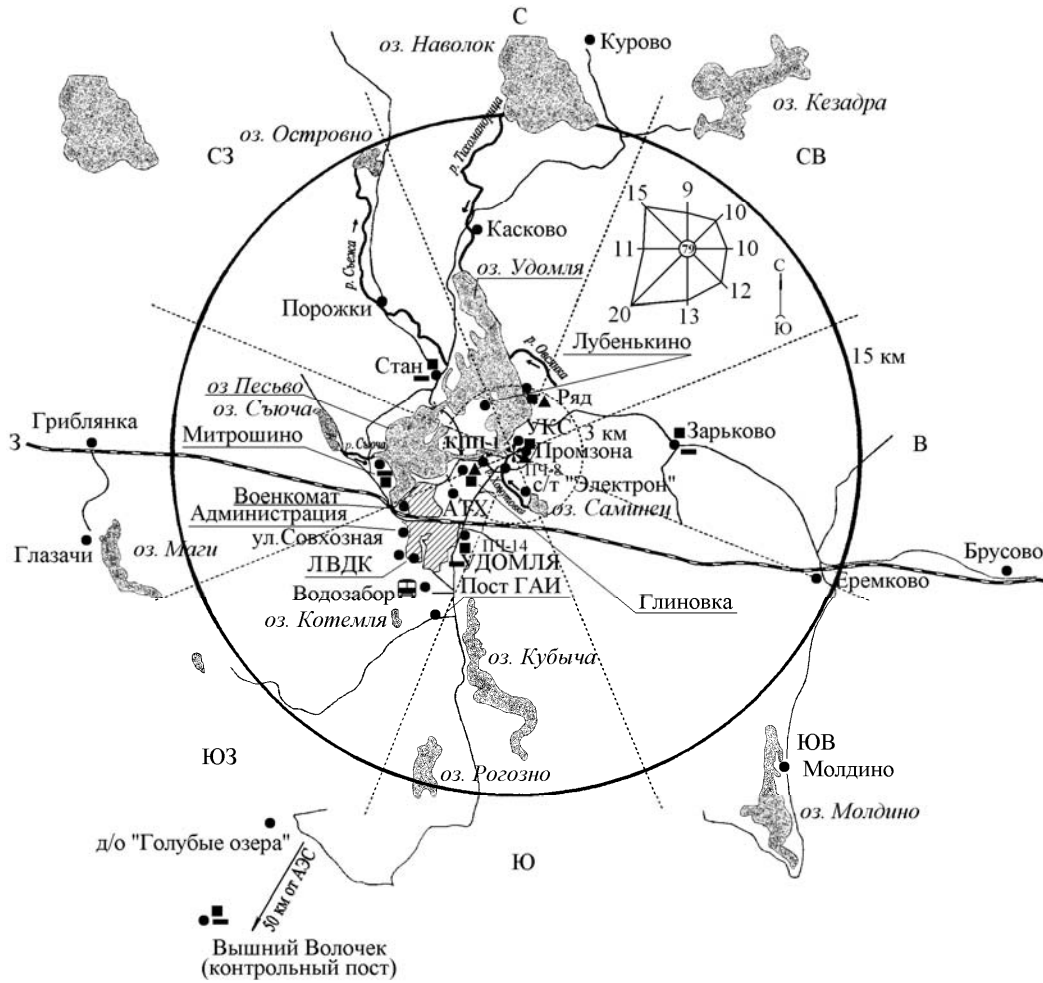



Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- — отбор проб снега;
-  — передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

Северо-Западное УГМС [23] и Центральное УГМС [24] в 100-км зоне вокруг КАЭС проводили мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.7):

- радиоактивности атмосферных аэрозолей в одном пункте путем отбора проб на фильтры с помощью ВФУ с суточной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в двух пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения в семи пунктах постоянного наблюдения.

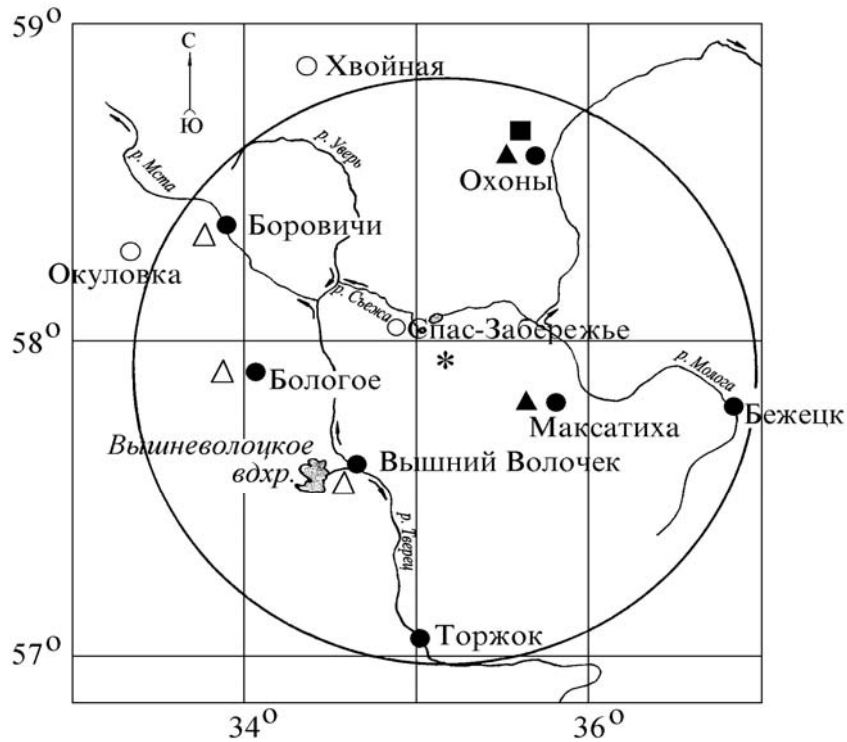


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

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

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2011 г., полученные ЛВДК в объединенных и осредненных пробах для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 4.27 [21]. Анализ данных показывает, что в 2011 г. в СЗЗ и ЗН, как и в предыдущие годы, основная доля техногенной активности приземной атмосферы была обусловлена ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже минимально детектируемой активности. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН АЭС и контрольном пункте увеличились в 2010 г. в 1,3–1,6 раза и в среднем в 2 раза превышали средневзвешенную объемную активность для Севера ЕТР в 2010 г. ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Однако содержание ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН не превышало содержания, наблюдаемого в контрольном пункте. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН были на 7 порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [3].

По данным ЛВДК [21], в 2011 году, как и в предшествующие годы, в СЗЗ и ЗН объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы оставалась ниже уровня контрольного пункта, однако эта величина для цезия возросла на порядок по сравнению с 2010 годом, что связано с аварийными выбросами на АЭС «Фукусима-1».

Таблица 4.27

**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	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
СЗЗ	89,2	8,50	61,2	< 4,86	<0,190	< 5,18	<0,293	< 4,6	-	< 67,5
ЗН	82,2	6,89	63,5	< 1,48	<0,044	< 1,25	<0,040	< 1,32	-	< 36,6
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	102	9,52	68,6	< 4,41	<0,135	< 4,76	<0,121	< 4,06	-	< 69,3
ДОА _{НАС.} , Бк/м ³	27		19		11		72		2500	

Примечание: - – нет данных.

В табл. 4.28, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе в п. Охоны, а также значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений за 2011 г. в пп. Охоны [23] и Максатиха [24], расположенных в 100-км зоне КАЭС.

Таблица 4.28

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений (Р, Бк/м²-сутки)
и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне КАЭС в 2011 г.
(данные Северо-Западного и Центрального УГМС)**

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,9	15,9	1,0	0,92	22,1
	м	20,8	22,4	2,4		
Февраль	с	0,6	9,7	1	1,05	13,3
	м	3,6	12,0	3,3		
Март	с	0,4	12,0	1,2	0,71	11,8
	м	2,2	14,6	7,1		
Апрель	с	0,4	12,6	1,2	0,68	18,9
	м	1,2	33,4	7,6		
Май	с	0,4	6,8	0,9	0,68	12,5
	м	0,9	12,7	1,2		
Июнь	с	0,4	6,2	1	0,49	12,3
	м	0,8	8,5	1,8		
Июль	с	0,4	7,1	1,2	0,56	12,5
	м	0,9	11,3	8,2		
Август	с	0,3	6,6	0,9	0,63	15,8
	м	0,8	9,7	1,5		
Сентябрь	с	0,5	8,9	0,9	0,51	9,5
	м	1,7	24,7	1,2		
Октябрь	с	0,4	2,2	1,1	0,56	8,4
	м	1,1	3,8	2,2		
Ноябрь	с	0,4	3,8	1,3	0,63	8,6
	м	0,8	11,8	9,4		
Декабрь	с	0,5	4,8	1,8	0,82	12,1
	м	0,9	16,1	11,5		
Среднее:	2011 г.	0,5	7,3	1,1	0,7	13,3
	2010 г.	0,5	7,9	1,4	1,4	14,3
Сумма, Бк/м ² -год:	2011 г.	183		402	256	
	2010 г.	183		511	511	

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Из табл. 4.28 видно, что в 2011 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Охоны изменялась от $3,8 \cdot 10^{-5}$ до $24,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в этом пункте была в 1,8 раза ниже средне-взвешенного значения для Севера ЕТР ($13,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КАЭС [21], среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ КАЭС в 2011 г. составляла $12,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $13,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в контрольном пункте – $12,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Охоны в 2011 г. не изменились по сравнению с 2010 г., в п. Максатиха – уменьшились в 1,3 раза. Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,4 до 1,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в январе в п. Охоны и составляли 20,8 Бк/м²·сутки. В среднем годовая $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КАЭС в 2011 г. составила 0,8 Бк/м²·год, что выше средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений для Севера ЕТР в 1,2 раза.

Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в квартал [21]. В табл. 4.29 представлены усредненные данные о содержании 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 и оз. Кубыча, расположенных в ЗН и выбранных в качестве фоновых.

Таблица 4.29

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КАЭС (данные ЛВДК КАЭС)

Пункт контроля	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		³ H, Бк/л		⁹⁰ Sr	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Вода открытых водоемов, мБк/л								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 4,4	< 3,7	-	< 4,0	41	22	4,6	4,9
оз. Удомля (входной канал)	< 5,1	< 4,7	-	< 4,5	24	24	5,3	5,3
р. Съеже (вытекает из оз. Удомля)	< 3,9	< 3,6	-	< 3,9	44	26	4,1	4,7
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 4,1	< 4,6	-	< 4,3	< 10	< 10	4,3	5,3
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 4,4	< 3,8	-	< 3,7	< 10	< 10	4,3	3,5
Питьевая вода, мБк/л								
Водозабор г. Удомля	< 1,8	< 4,0	-	< 3,9	< 10	< 10	< 1,6	< 1,5
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 1,7	< 4,4	-	< 4,3	< 10	< 10	< 1,7	< 2,1
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 1,3	< 5,1	-	< 4,5	< 10	< 10	< 1,6	< 1,7
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 1,8	< 4,1	-	< 4,1	< 10	< 10	< 1,6	< 1,6
Донные отложения водоемов, Бк/кг в.-с.								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 0,89	4,02	< 0,78	< 2,23	-	-	< 1,01	< 1,46
оз. Удомля (входной канал)	< 0,84	< 2,3	< 0,77	< 2,13	-	-	< 2,16	< 1,27
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	1,06	< 2,85	< 0,77	< 2,24	-	-	-	1,93
р. Съеже (вытекает из оз. Удомля)	1,65	< 2,92	< 0,88	< 2,15	-	-	-	2,16
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	1,85	3,18	< 0,88	< 2,36	-	-	-	1,09
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	4,14	4,66	< 0,88	< 2,27	-	-	-	< 1,67
Почва, кБк/м²								
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs		⁹⁰ Sr	
СЗЗ	0,33	0,39	< 0,043	< 0,13	< 0,045	< 0,16	-	-
ЗН	0,43	0,46	< 0,042	< 0,13	< 0,045	< 0,14	-	-
г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,41	0,47	< 0,039	< 0,18	< 0,042	< 0,22	-	-

Примечание: - – измерения не проводились;

* – усредненное значение для водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля).

Из табл. 4.29 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. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2011 г. составила 41,5 Бк/л, (оз.Песьво – 41 Бк/л, оз.Удомля – 42 Бк/л) в 180–185 раз ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и в 120 раз ниже рекомендованного КУ (5000 Бк/л по данному нуклиду для водоемов-охладителей). а в р. Съеже – 44 Бк/л, что на 2 порядка

ниже УВ по НРБ-99/2009 (7600 Бк/л) [3]. По сравнению с предыдущим годом содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) увеличилось в 1,8–2 раза и по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ. Причиной снижения содержания трития в озерах послужило введение на КАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения, что позволило значительно уменьшить сброс в водоемы-охладители жидких стоков, содержащих радиоактивные вещества. Содержание трития в контрольных озерах Саминец и Кубыча в 2011 г. было близко к фоновому уровню (< 10 Бк/л). Суммарная β -активность в воде всех наблюдаемых водоемов не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3].

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 $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в пробах воды, отобранных из водопровода г. Удомли, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов [21]. В 2011 г. объемная $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ питьевой воды не превышала контрольных уровней по НРБ-99/2009 (< 1 Бк/л для $\Sigma\beta$ и $< 0,2$ Бк/л для $\Sigma\alpha$). В табл. 4.29 представлены данные по содержанию ^{137}Cs и ^{60}Co в воде водозабора, артезианских скважин близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышнего Волочка. Объемные активности ^{137}Cs и ^{60}Co во всех пробах питьевой воды были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались [21] дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 4.29 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежи, 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. Результаты контроля в 2011 г. показали, что радионуклиды ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{90}Sr в пробах донных отложений водоемов-охладителей достоверно не определяются (значения контролируемой величины не превышали МДА применяемой методики).

Содержание ^{60}Co в донных отложениях водоемов в 2011 г. было ниже МДА во всех пробах. Удельная активность ^{90}Sr в донных отложениях водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля) и оз. Кубыча, расположенного в ЗН, была ниже МДА. В пробах донных отложений, отобранных в устье р. Хомутовки (СЗЗ), в оз. Саминец и р. Съеже, расположенных в ЗН, по удельной активности ^{90}Sr контроль не проводился. Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях исследуемых водоемов в 2011 г. составляла 0,84–4,14 Бк/кг в.-с., что более чем на 3 порядка ниже минимально значимой удельной активности ($1 \cdot 10^4$ Бк/кг [3, 20]) и не превышает содержания ^{137}Cs в донных отложениях в предпусковой период (в 1982 г.) – 6,6–37 Бк/кг в.-с. [21, 25], обусловленного глобальным загрязнением вследствие испытаний ядерного оружия. Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 4.29, являются наиболее низкими по каждому из приведенных водоемов, поскольку места отбора проб донных отложений расположены вдоль береговой линии. Грунты в местах отбора представляют собой заиленный песок, содержание радионуклидов в которых ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов, сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах [21], что подтверждается проведенными в 2002–2003 гг. исследованиями [26] мелководных и глубоководных участков водоемов-охладителей, в результате которых из техногенных радионуклидов в донных отложениях был

обнаружен только ^{137}Cs , в основном в илах (5,5–96,2 Бк/кг в.-с.) и сапропелях (12,6–70,3 Бк/кг в.-с.) [21]. Значения контролируемых величин находятся на уровне средних показателей за 5 предыдущих лет наблюдений (в пределах неопределенности измерений) и гораздо меньше соответствующих значений «нулевого фона», что свидетельствует об отсутствии накопления нуклидов в донных отложениях.

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы на глубину 5 см [21]. 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. 4.29 приведены усредненные данные о содержании техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2011 г. Из табл. 4.29 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2011 г. значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs в основном сохраняются на уровне средних значений последних пяти лет.

В 2011 г. достоверно определялся ^{137}Cs в пробах, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте. Уровень загрязнения почвы в СЗЗ и ЗН в 2011 г. не превосходит значений, полученных в контрольном пункте, в пределах неопределенности измерений. Уровень загрязнения почвы в ЗН не превосходит средних значений за последние 5 лет наблюдений. Средние за 5 лет наблюдений значения плотности загрязнения ^{137}Cs почвы СЗЗ, ЗН и КП (как «фоновые») статистически неразличимы в пределах неопределенности измерений. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2011 году в несколько раз меньше значений «нулевого фона».

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 4.30 [21]. Отбор проб продуктов проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2011 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КАЭС. Содержание ^{131}I в молоке не выявлено (< 0,10 Бк/кг и не превышает МДА применяемой методики). Эти значения соответствуют уровням глобального загрязнения указанных пищевых продуктов и не превышают регламентируемых для них допустимых значений в СанПиН 2.3.2.1078-01.

Таблица 4.30

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВДК КАЭС)

Вид пробы	^{137}Cs		^{90}Sr	
	2011 г.	до пуска АЭС	2011 г.	до пуска АЭС
Растительность луговая	< 0,54	1,63	2,91	15,9
Корнеплоды	< 0,05	0,09	< 1,25	-
Овощи	< 0,03	0,09	< 0,12	0,08
Допустимая уд. акт.	120		40	
Ягоды	9,80	17,41	< 0,13	-
Допустимая уд. акт.	160		60	
Грибы	6,76	-	< 0,11	-
Допустимая уд. акт.	500		50	
Молоко	< 0,08	0,27	< 0,09	0,17
Допустимая уд. акт.	100		25	
Мясо	< 0,13	0,12	< 0,12	0,11
Допустимая уд. акт.	160		50	
Рыба	0,42	0,52	0,77	1,48
Допустимая уд. акт.	130		100	

Примечание: - – нет данных.

Наибольшее содержание ^{90}Sr в 2011 г. наблюдалось в луговой растительности (2,91 Бк/кг сырой массы), ^{137}Cs – в ягодах и грибах (9,8 и 6,76 Бк/кг сырой массы соответственно). Содержание ^{131}I в молоке не выявлено ($< 0,10$ Бк/кг и не превышает МДА применяемой методики) [21]. Результаты анализов указывают на отсутствие значимого влияния выбросов КАЭС на радиоактивность пищевых продуктов, связанных пищевой цепочкой с человеком, поскольку уровни загрязнения продуктов ^{137}Cs и ^{90}Sr соответствуют уровням, измеренным перед строительством станции.

До пуска КАЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 8–17 мкР/ч [21]. В 2010 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 10–13 мкР/ч, по данным АСКРО – составляли 10 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 17 мкР/ч [21].

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного [23] и Центрального УГМС [24], в 2011 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 9 до 13 мкР/ч, максимальные измеренные значения достигали 16 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 11–12 мкР/ч.

Контроль годовой дозы на местности проводился термолюминесцентным методом. В каждом пункте контроля устанавливалось по два ТЛ-дозиметра «Радос» термолюминесцентной дозиметрической системы «Dosacus». Полученные данные показывают, что при нормальной эксплуатации АЭС и достигнутых значениях выбросов радионуклидов с АЭС значимое отличие дозы на местности в районе Калининской АЭС от дозы в контрольном пункте отсутствует.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2011 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития (в 10 раз выше фонового уровня) в озерах Песьво и Удомля, а также в р. Съежа, вытекающей из оз. Удомля. Однако объемная активность трития в воде озер на 2 порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 и не представляет опасности для здоровья населения.

4.5. 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 2011 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 [27].

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2011 г. составляла $+1,7$ °С, абсолютные максимальная и минимальная температуры: $+30,1$ °С (июль) и $-37,0$ °С (январь) соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,35 м/с, максимальная – 14,9 м/с [27].

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 центральную часть полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра 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 ~ 14,6 тыс. человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН, ~ 17,6 тыс. человек [27].

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) [27].

На территории промплощадки КоАЭС расположены хранилища сухих радиоактивных отходов (ХСО) и временные хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), оборудованные в здании спецкорпусов для каждой очереди: ХСО-1, ХЖО-1 и ХСО-2, ХЖО-2 соответственно [27]. 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. В 2010 г. введено в эксплуатацию хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХОРО) [27].

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очереди энергоблоков. В табл. 4.31 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2011 г. [23], там же для сравнения приведены данные за предыдущий год. Анализ данных табл. 4.31 показывает, что в 2011 г. выбросы ^{131}I , ^{137}Cs и ИРГ на КоАЭС были ниже уровней регистрации, установленных для КоАЭС. Выбросы ^{60}Co наблюдались только в феврале и апреле и в сумме составили $10,98 \cdot 10^6$ Бк, что составляет 0,15 % от допустимых выбросов. Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов радионуклидов в 2011 г. не зарегистрировано [27].

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра [27]. 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.

Таблица 4.31

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	10,98·10 ⁶	н	+ 10,98·10 ⁶
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	н	1,73·10 ⁷	- 1,73·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	н	н	н
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	н	н	н

Примечание: н – ниже уровня регистрации: для ИРГ – 2,3·10¹¹ Бк/сутки, для ¹³¹I – 3,5·10⁶ Бк/сутки, для ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs – 3,7·10⁶ Бк/сутки.

Данные [27] о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2011 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 4.32.

Таблица 4.32

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на КоАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
³ H	7,70·10 ¹⁴	10,57·10 ¹²	1,32·10 ¹³	-2,63·10 ¹²
⁶⁰ Co	8,80·10 ¹⁰	6,86·10 ⁶	8,6·10 ⁵	+5,94·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	1,20·10 ¹²	1,89·10 ⁶	-	+1,89·10 ⁶
¹³⁴ Cs	1,90·10 ¹¹	1,54·10 ⁵	1,34·10 ⁶	-1,19·10 ⁶
¹³⁷ Cs	9,90·10 ¹⁰	1,04·10 ⁶	7,69·10 ⁶	-6,65·10 ⁶
¹⁴⁴ Ce	5,10·10 ¹²	9,45·10 ⁵	-	+9,45·10 ⁵

Согласно табл. 4.32, в 2011 г. на КоАЭС сбросы ³H, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs уменьшились по сравнению с 2010 г., а ⁶⁰Co, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Ce увеличились, но были на 2–5 порядков ниже допустимых. Основной вклад (99,99 %) в активность сбросов вносил тритий (10,57·10¹² Бк), годовой сброс которого в 2011 г. по сравнению с 2010 г. уменьшился в 1,2 раза и составлял 1,4 % от допустимого сброса. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2011 г. не зарегистрировано [27].

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности КоАЭС. В 2011 г. службами ЛООС [27] контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, в г. Полярные Зори и поселках Нива-1 и Зеленоборский (контрольный пункт). Пробы отбирались с помощью ВФУ на фильтроткань Петрянова ФПП-15-1,5 площадью 0,35 м². Время экспозиции фильтров: в СЗЗ и ЗН – одна неделя, в контрольном пункте – один месяц;

- для улавливания радиойода в 2011 году были введены в эксплуатацию 4 пробоотборника воздуха, размещенные в районе блок-поста Кольской АЭС, горы Лысая (горнолыжный комплекс), в г. Полярные Зори (на территории информационного центра) и в г. Кандалакша (на территории ЗПУПДрэ). Время экспозиции аэрозольных фильтров и угольных картриджей – одна неделя;

- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения: восемь – в СЗЗ, семь – в ЗН, три – в контрольном пункте (пос. Зеленоборский). Пробы отбирались с помощью стандартных кювет площадью 0,25 м². 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;

– содержание радионуклидов в воде из оз. Имандра в семи точках – ежеквартально;

– радионуклидный состав подпиточной воды, воды тепловой сети и питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН, – периодически;

– содержание радионуклидов в грунтовых водах на промплощадке АЭС и на полигоне промотходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 54 штук: 23 – на первой очереди, 20 – на второй очереди, 5 – на полигоне промотходов в районе ХССО, 6 – вокруг ХОРО;

– содержание радионуклидов в почве, снежном покрове, растительности (трава) в 16 постоянных пунктах наблюдения (пробы объединялись по постам СЗЗ, ЗН и контрольного пункта);

– содержание радионуклидов в хвое (СЗЗ, ЗН, контрольный пункт) – ежегодно;

– содержание радионуклидов в пробах донных отложений в шести 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 термомюни-несцентных 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 5 автоматизированных метеостанций и 24 поста 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, $\Sigma\alpha$, активности ^{90}Sr выполняются на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад». 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. Контроль за содержанием трития в воде проводится с помощью жидкостинтилляционного радиометра «Tri-Carb 2900TR» [27].

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС независимо от ЛООС АЭС осуществляет Мурманское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга

в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 4.8. В 2011 г. Мурманским УГМС [28] 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.

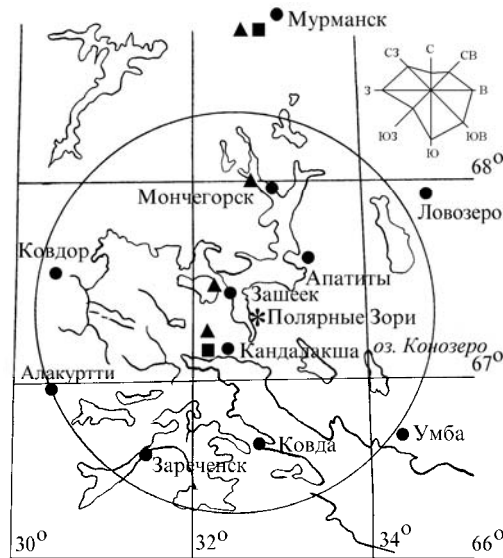


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

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

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 ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Атмосферные выпадения и объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2011 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 4.33 [28]. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объемной $\Sigma\beta$ по Заполярному региону. Среднегодовая суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2011 г. была на уровне предыдущего года (за исключением г. Кандалякша, где среднегодовая суточная $\Sigma\beta$ выпадений увеличилась в 1,2 раза) и превышала уровень региональных выпадений в 2,6–3,3 раза. Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2011 г. колебалась в пределах от 1,5 до 5,3 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в п. Кандалякша в марте и составляли 16,1 Бк/м²·сутки.

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 2011 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек	Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	4,5	4,8	5,3	10,0	1,0	12,8
	м	11,7	9,3	10,5	31,3		
Февраль	с	4,4	4,9	4,8	16,7	1,1	9,7
	м	14,2	13,6	11,9	38,8		
Март	с	2,9	5,3	5,1	8,4	0,9	7,4
	м	11,6	13,6	16,1	16,0		
Апрель	с	1,6	1,5	1,9	9,2	0,8	6,7
	м	4,6	4,7	5,4	35,5		
Май	с	2,6	1,7	2,6	9,6	0,9	5,9
	м	7,4	4,8	5,5	17,5		
Июнь	с	2,2	2,5	2,7	6,9	0,8	4,9
	м	7,9	5,2	7,4	15,5		
Июль	с	2,1	2,7	2,8	7,7	1,0	3,9
	м	5,2	9,2	8,9	16,2		
Август	с	2,4	1,7	3,0	7,5	1,0	3,5
	м	7,1	4,8	9,5	23,1		
Сентябрь	с	1,8	3,5	2,4	10,5	1,1	4,6
	м	5,8	11,3	8,1	29,2		
Октябрь	с	1,6	1,5	3,6	7,1	1,0	4,3
	м	7,9	4,1	8,5	20,4		
Ноябрь	с	2,2	2,9	2,5	7,3	1,0	5,1
	м	5,8	12,1	6,8	31,7		
Декабрь	с	2,4	2,3	2,5	10,9	1,0	10,8
	м	7,3	8,3	10,6	32,5		
Среднее:	2011 г.	2,6	2,9	3,3	9,3	1,0	6,6
	2010 г.	2,6	3,1	2,8	8,7	0,8	8,0
Сумма, Бк/м ² -год:	2011 г.	949	1059	1205		365	
	2010 г.	949	1132	1022		292	

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2011 г. [28] составляли 0,36 Бк/м²-год и были в 3,1 раза ниже фоновых (фоновые выпадения на территории Кольского полуострова, по данным Мурманского УГМС, в 2011 г. составляли 1,12 Бк/м²-год). Во II квартале 2011 г. в приземном воздухе СЗЗ и ЗН зафиксированы значения объемной активности ¹³⁷Cs [27], превышающие результаты прошлогодних измерений в 6 и 50 раз соответственно, и появление радионуклида ¹³⁴Cs. 29 марта 2011 г. в приземном слое воздуха в районе расположения КоАЭС было зафиксировано появление ¹³¹I. Максимальное значение объемной активности ¹³¹I составило 7,0·10⁻³ Бк/м³ (2 апреля 2011 г.), что на 3 порядка меньше ДОА_{НАС}. Присутствие ¹³¹I, ¹³⁴Cs и повышенные значения объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха обусловлены глобальным распространением радионуклидов, связанных с событиями на АЭС «Фукусима-1».

Среднемесячная объемная Σβ в воздухе п. Кандалакша, расположенном в 100-км зоне в 25 км от КоАЭС, колебалась в 2011 г., по данным Мурманского УГМС [28], в пределах от 6,9·10⁻⁵ до 16,7·10⁻⁵ Бк/м³ (см. табл. 4.33). Среднегодовая объемная Σβ в Кандалакше (9,3·10⁻⁵ Бк/м³) была выше фонового значения (8,0·10⁻⁵ Бк/м³) в 1,2 раза. Максимальная среднесуточная объемная Σβ наблюдалась в феврале – 38,8·10⁻⁵ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС [27] в 2011 г. в СЗЗ среднегодовая объемная Σβ в воздухе составляла 7,9·10⁻⁵ Бк/м³, в ЗН – 6,0·10⁻⁵ Бк/м³, в контрольном пункте – 0,5·10⁻⁵ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Кандалакша за 2007–2011 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.34. Из табл. 4.34 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в Кандалакше в 2011 г. увеличилась в 26,4 раза и была выше фоновой объемной активности ^{137}Cs по территории Заполярья в 1,2 раза. Столь высокое увеличение объемной активности ^{137}Cs в 2011 г., как уже упоминалось выше, связано с аварией на АЭС «Фукусима-1». Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2011 г. была в 1,5 раза выше значения предыдущего года и примерно в 3 раза ниже регионального уровня.

Таблица 4.34

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr 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
^{137}Cs							
Кандалакша	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
	2009	1,1	0,4 ¹⁾	3,3	0,9	1,6 ²⁾	1,0
	2010	1,1	0,9	0,6	1,2	1,0	0,9
	2011	5,9	79,1	2,3	1,7³⁾	26,4²⁾	21,2
^{90}Sr							
Кандалакша	2007	0,09	0,15	0,06	0,10	0,10	0,32
	2008	0,10	0,08	0,09	0,10 ³⁾	0,09 ²⁾	0,27
	2009	0,03	0,29 ¹⁾	0,12	0,08	0,10 ²⁾	0,29
	2010	0,08	0,08	0,04	0,04	0,06	0,25
	2011	0,08	0,13	0,07	н/д	0,09	0,29

Примечание: ¹⁾ – данные за один месяц (май);
²⁾ – среднее за 10 месяцев;
³⁾ – данные за один месяц (октябрь);
н/д – нет данных.

В табл. 4.35 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ЛООС [27]. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn . По сравнению с предыдущим годом в 2011 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность ^{137}Cs увеличилась в 4,8 раза и в 1,3 раза выше средневзвешенной объемной активности по территории Заполярья (см. табл. 4.34), а ^{60}Co и ^{54}Mn – уменьшилась в 3 и 5,2 раза соответственно. В ЗН объемная активность ^{137}Cs была в 1,1 раза выше, чем в СЗЗ, а ^{60}Co и ^{54}Mn – ниже МДА. В контрольном пункте на расстоянии 75 км от КоАЭС объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn в приземной атмосфере была ниже МДА. Наблюдаемые объемные активности радионуклидов в СЗЗ и ЗН были на 7 порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.35

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛООС КоАЭС)

Пункт контроля	^{137}Cs		^{60}Co		^{54}Mn	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
СЗЗ*	26,7	5,6	2,5	7,6	1,3	6,8
п. Нива-1 (ЗН)	30,2	0,8	< 5,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0
п. Зеленоборский (75 км от АЭС) – контрольный пункт	1,1	< 3,0	< 5,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0

Примечание: * – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

Почва

Содержание радионуклидов в почве, по данным ЛООС [27], приведено в табл. 4.36. В скобках приводятся средние значения за последние пять лет. Из табл. 4.36 видно, что содержание ^{137}Cs в пробах почвы всех пунктов было ниже средних значений за последние пять лет и не превышало уровня глобального загрязнения им почвы. Содержание $\Sigma\beta$ в почве было ниже уровня предыдущего года в 0,7–1,4 раза, за исключением ЗН, где $\Sigma\beta$ в почве было выше уровня 2010 г. в 1,2 раза.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра, по данным [27], представлена в табл. 4.36. В 2011 г. по сравнению с 2010 г. объемная активность ^{137}Cs в воде пролива Узкая Салма, р. Нива, р. Пиренга и водозабора п. Африканда увеличилась примерно в 1,2–1,4 раза, во всех остальных точках наблюдения – уменьшилась (губа Молочная – в 1,6 раза; губа Глубокая – в 2,4 раза; Широкая Салма – в 1,9 раза). Во всех точках наблюдения объемная активность ^{137}Cs составляла менее 0,02 % от уровня вмешательства (11 Бк/л), установленного НРБ-99/2009 [3] для этого радионуклида, однако была выше, чем в контрольном водоеме – р. Пиренга. Как и в предыдущем году, самая высокая активность ^{137}Cs наблюдалась в губе Молочная, куда поступают сточные воды КоАЭС, а также в проливе Узкая Салма. Объемная $\Sigma\beta$ активность воды во всех контролируемых водоемах практически не изменилась по сравнению с 2010 г. и была на порядок ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3] для питьевой воды.

В 2011 г. в ИПМ ФГБУ «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 2011 г. составила 1,5 и 2,3 мБк/л соответственно (0,05 % от УВ, установленного НРБ-99/2009 [3]) и была ниже фонового содержания ^{90}Sr в озерах ЕТР (3,7 мБк/л).

Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колебалась в пределах от 1,7 до 1,8 мБк/л, объемная $\Sigma\beta$ активность – от 50 до 56 мБк/л [27].

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ЛООС [27], приведена в табл. 4.36. 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. 4.36, 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 большей степени влияют: тип отбираемых грунтов, толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения места отбора. В 2011 г. в пробах донных отложений содержание ^{137}Cs было выше, чем в 2010 г., во всех точках отбора, за исключением Молочной губы, где содержание ^{137}Cs уменьшилось. Высокая удельная активность ^{137}Cs в пробах донных отложений наблюдалась на Орловских островах (33,7 Бк/кг в.-с.) и в устье сбросного канала (28,9 Бк/кг в.-с.). Повышенные значения удельной $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений связаны

с высоким содержанием растительных остатков в илах и, как следствие, с высоким содержанием ⁴⁰K. 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.

Таблица 4.36

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС
(данные ЛООС КоАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		Σβ	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Почва, кБк/м²				
СЗЗ	0,051 (0,254)	0,212	7,6 (15,2)	10,3
ЗН	0,054 (0,195)	0,061	9,9 (12,2)	8,2
Контрольный пункт	0,034 (0,203)	0,144	5,8 (16,5)	8,4
Вода, мБк/л				
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	1,6	3,8	59 (57)	56
Губа Молочная	2,5	4,1	66 (58)	61
Узкая Салма	2,5	1,8	56 (49)	47
Широкая Салма	1,8	3,4	44 (49)	41
р. Нива – водозабор п. Нива	1,8	1,4	56 (54)	55
Водозабор п. Африканда	1,7	1,5	50 (46)	34
р. Пиренга – контрольный водоем	1,3	1,0	44 (47)	34
Донные отложения, Бк/кг в.-с.				
Сбросной канал	28,9	6,4	169 (305)	359
Губа Молочная	14,0	18,7	194 (223)	276
Губа Глубокая	2,7	1,6	132 (260)	365
Орловские острова	33,7	25,6	204 (329)	291
Сосновые острова	6,7	4,4	149 (267)	122
Форелевое хозяйство	26,8	10,8	155 (348)	399
Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	< 1,0	12,5	81	50
ЗН	16,4	6,9	85	56
Контрольный пункт	9,5	14,2	84	73
Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	4,5	19,8	64	47
ЗН	18,0	29,7	76	83
Контрольный пункт	4,8	17,9	91	114
Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	3,3	6,7	20	24
ЗН	<1,0	1,4	24	19
Контрольный пункт	1,4	1,7	33	24
Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	6,0	9,3	23	28
ЗН	7,1	3,1	27	24
Контрольный пункт	4,0	2,5	26	23
Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы				
(с/ч)	6,7	6,6	96	93
(н/ч)	3,9	5,2	63	53
Рыба: ерш, Бк/кг сырой массы				
(с/ч)	3,5	-	91	-
(н/ч)	2,8	-	58	-
Рыба: окунь, Бк/кг сырой массы				
(с/ч)	14,3	-	52	-
(н/ч)	11,9	-	82	-
Рыба: кумжа, Бк/кг сырой массы				
(с/ч)	7,8	-	124	-
(н/ч)	10,1	-	65	-
Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы				
(с/ч)	< 1,0	1,2	81	105
(н/ч)	< 1,0	< 1,0	54	56

Примечание: 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;
-- нет данных.

В 2011 г., как и в предыдущем году, в воде четырех наблюдательных скважин первой очереди КоАЭС (№ 107, 108, 303 и 304) объемная активность ^{137}Cs превышала уровень вмешательства, установленного НРБ-99/2009. В скважине № 105 в 2011 г. объемная активность ^{137}Cs была выше объемной активности в 2010 г. в 1,2 раза и составляла 8,8 Бк/л. Несмотря на продолжающийся спад активности ^{137}Cs и ^{134}Cs в скважине № 303, в 2011 г. в ней наблюдалось самое большое превышение УВ по ^{137}Cs и ^{134}Cs – в 23 и 1,8 раза соответственно. Повышенное содержание ^{137}Cs в скважинах № 107 и 108 (в 2,6 раза выше УВ) обусловлено поступлением в район скважин неорганизованных протечек бассейна выдержки энергоблока № 2 в 2005 г. В воде скважин № 303 и 304 наблюдалось понижение объемной активности радионуклидов для ^{137}Cs в 1,2 раза, для ^{134}Cs в 1,6 раз (скважина № 303). Поступления радионуклидов с грунтовыми водами за пределы территории КоАЭС не обнаружено [27].

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs в пластинчатых и трубчатых грибах в районе расположения АЭС в 2011 г. составляла (см. табл. 4.36 [27]) 0,2–3,6 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-01 [8]. В чернике и бруснике удельная активность ^{137}Cs составляла 0,2–1,4 % от норматива. Удельная $\Sigma\beta$ в ягодах и грибах примерно соответствует «нулевому фону», который наблюдался до ввода энергоблока № 1 [27].

Удельная активность ^{137}Cs в тканях рыб (см. табл. 4.36) была на порядок ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [8], составляющего 130 Бк/кг. ^{90}Sr в рыбе обнаружен не был [27].

Радиационный фон на местности

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2011 г., по данным Мурманского УГМС [28], показывают, что по сравнению с 2010 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 5 до 11,3 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 3,4 до 12,6 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ЛООС [27], МЭД на промплощадке, в СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2009 г., изменялась в пределах 9–14 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 [27] $59 \cdot 10^{-5}$ Гр для СЗЗ, $58 \cdot 10^{-5}$ Гр для ЗН и $55 \cdot 10^{-5}$ Гр для контрольной точки, расположенной на расстоянии 75 км от АЭС.

Для населения ЗН Кольской АЭС были рассчитаны радиационные риски от радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr по множественным путям поступления. Значения радиационных рисков представлены в табл. 4.37.

Таблица 4.37

Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Кольской АЭС, при поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм человека различными путями

Путь облучения	^{137}Cs	^{90}Sr
Продукты питания	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Потребление воды	$2,9 \cdot 10^{-9}$	-
Ингаляция	$4,6 \cdot 10^{-13}$	$1,4 \cdot 10^{-12}$
Внешнее от поверхности почвы	$7,7 \cdot 10^{-8}$	-
Сумма	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск	$4,1 \cdot 10^{-7}$	

Примечание: риски от содержания ^{90}Sr в воде не оценивались из-за отсутствия данных измерений.

Среднегодовой суммарный риск за период 2000–2011 гг. для населения, проживающего в зоне наблюдения Кольской АЭС, при поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм человека различными путями составил $4,1 \cdot 10^{-7}$, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает незначительное влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в незначительном превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы санитарно-защитной зоны АЭС и загрязнении грунтовых вод радионуклидами, которое потенциально может распространяться за пределы промплощадки АЭС.

4.6. Курская АЭС

В 2011 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. соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3140 МВт (тепловая) [29].

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. Десна, которая впадает в р. Днепр.

В марте 2005 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС [29]: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживают 83,7 тыс. человек. В городских населенных пунктах доля детей составляет 20–30 % населения, в сельской местности – 12–18 %.

В 2011 г. среднегодовая температура воздуха в районе АЭС [29] составляла $+6,8$ °С, абсолютный максимум – $+33,8$ °С, абсолютный минимум – $-27,5$ °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2011 г. составляла 78 %; годовое количество атмосферных осадков – 493,4 мм. Преобладающее направление ветра в районе КуАЭС было западное, максимальная скорость ветра наблюдалась в декабре 2010 г. – феврале 2011 г. и составляла 19 м/с, среднегодовая скорость – 2,8 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через вентиляционную трубу высотой 150 м и венттрубы машзала высотой 60 м [29]. 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 2011 г. представлены в табл. 4.38 [29].

Таблица 4.38

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
^{60}Co	$2,5 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^8$	$5,58 \cdot 10^8$	$-2,34 \cdot 10^8$
^{131}I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$3,46 \cdot 10^9$	$2,72 \cdot 10^9$	$+0,74 \cdot 10^9$
^{134}Cs	$1,4 \cdot 10^9$	$1,88 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^7$	$+0,65 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4,0 \cdot 10^9$	$6,85 \cdot 10^7$	$8,08 \cdot 10^7$	$-1,23 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$6,10 \cdot 10^{14}$	$5,18 \cdot 10^{14}$	$+0,92 \cdot 10^{14}$

Из приведенных в табл. 4.38 данных видно, что в 2011 г. годовые выбросы ^{131}I , ^{134}Cs и ИРГ увеличились по сравнению с 2010 г. (^{131}I в 1,3 раза, ^{134}Cs в 1,5 раза и ИРГ в 1,2 раза), ^{60}Co и ^{137}Cs уменьшились в 1,7 и 1,2 раза соответственно. Годовые выбросы всех контролируемых радионуклидов не превышали допустимых выбросов. Выбросы составляли от 1 % для ^{134}Cs до 16,5 % для ИРГ от допустимых.

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 [29].

Приемником технической (оборотной) воды на КуАЭС является водоем-охладитель, расположенный на ровной, местами заболоченной, левобережной пойме р. Сейм между хут. 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 $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $21,5 \text{ км}^2$, скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,06 м/с (в весенний паводок) [29]. В 2011 г. продолжались 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 в зависимости от типа сточных вод (воды ХФК и ПЛК) представлены в табл. 4.39 [29]. В 2011 г. объем сброса дебалансных вод, ХФК и ПЛК на КуАЭС составляли соответственно $5,9 \cdot 10^4$, $2,7 \cdot 10^5$ и $4,3 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. В 2011 г. в сбросах ХФК и ПЛК регистрировались ^{137}Cs и ^{60}Co . По сравнению с 2010 г. в 2011 г. сбросы ^{137}Cs и ^{60}Co в р. Реут уменьшились в 4,2 и 1,7 раза соответственно, сбросы ^{137}Cs в р. Сейм уменьшились в 1,4 раза, а сбросы ^{60}Co увеличились в 3,0 раза. В водах ПЛК, ХФК и дебалансных водах наблюдался тритий, который вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,04 % от допустимого. Годовые сбросы ^{137}Cs и ^{60}Co со сточными водами ХФК не превышали соответственно 2,5 и 0,3 % от допустимых; сбросы этих радионуклидов с водами ПЛК и дебалансными водами были на 3–4 порядка ниже установленных нормативов. В целом в 2011 г. суммарный сброс трития в открытую гидрографическую сеть остался на прежнем уровне, а остальных радионуклидов – уменьшился в 2 раза. С 30.09.2011 г. на КуАЭС ликвидирован выпуск сточных вод с очистных сооружений в р. Реут.

В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО [29]. 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 15 до 90 мкР/ч. ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-емкостях ХЖО, на поверхности которых МЭД составляет 15–60 мкР/ч. Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК промплощадки временно хранятся на иловых картах (среднегодовые значения МЭД – от 10 до 20 мкР/ч) и в двух отсеках локализации иловых отложений объемом по 1200 м^3 . К концу 2011 г. первый отсек был заполнен на 100 %, второй – на 82 %. Среднегодовые

значения МЭД вокруг отсеков локализации не превышают 10 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.

Таблица 4.39

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
Воды ХФК (р. Реут)	¹³⁷ Cs	8,1·10 ⁷	2,0·10 ⁶	3,7·10 ⁶	-1,7·10 ⁶
	⁶⁰ Co	2,8·10 ⁸	9,7·10 ⁵	5,2·10 ⁶	-4,2·10 ⁶
	⁵⁴ Mn	-	< МДА	< МДА	-
	³ H	7,9·10 ¹²	2,4·10 ⁹	3,4·10 ⁹	-1,0·10 ⁹
Промышленно-ливневые (р. Сейм)	¹³⁷ Cs	2,5·10 ⁹	< 4,8·10 ⁶	< 6,2·10 ⁶	-1,4·10 ⁶
	⁶⁰ Co	1,8·10 ¹⁰	< 4,1·10 ⁶	1,1·10 ⁶	+3,0·10 ⁶
	⁵⁴ Mn	-	< МДА	< МДА	-
	³ H	4,6·10 ¹⁴	5,9·10 ¹⁰	5,8·10 ¹⁰	+0,1·10 ¹⁰
Дебалансные воды (р. Сейм)	¹³⁷ Cs	2,5·10 ⁹	< МДА	2,2·10 ⁶	-2,2·10 ⁶
	¹³⁴ Cs	-	< МДА	1,3·10 ⁶	-1,3·10 ⁶
	⁶⁰ Co	1,8·10 ¹⁰	< МДА	8,1·10 ⁵	-8,1·10 ⁵
	⁵⁴ Mn	3,8·10 ¹⁰	< МДА	1,0·10 ⁷	-1,0·10 ⁷
	³ H	4,6·10 ¹⁴	3,7·10 ¹¹	2,4·10 ¹¹	+1,3·10 ¹¹
Суммарный сброс за год (без учета ³ H)			4,88·10 ⁶	1,0·10 ⁷	-5,1·10 ⁶
Суммарный сброс за год (с учетом ³ H)			6,2·10 ¹⁰	6,2·10 ¹⁰	Нет изменений

Примечание: МДА для ⁵⁴Mn и ⁶⁰Co составляет 2,9 Бк/л, для ³H – 4 Бк/л, для ¹³⁷Cs – 2,5 Бк/л.

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 2011 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом [29]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем анализа в объединенных за месяц пробах 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/ч;
- 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 содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, протоканов 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 – $10-10^5$ Бк с погрешностью 35–60 %. Измерение $\Sigma\beta$ 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, ДБГ-06Т, ДКС-96, ДРПБ-0,3, 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 2011 г. УГМС ЦЧО [30] в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.9 и 4.10):

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ на фильтроткань ФПП-15-1,5 на двух станциях: в г. Курске – ежедневно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – с экспозицией пять суток (6 проб в месяц) с помощью модернизированной установки «Тайфун-3а»;
- радиоактивных атмосферных выпадений на шести станциях с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков площадью $0,3 \text{ м}^2$ с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, рр. Реут и Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;
- 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;

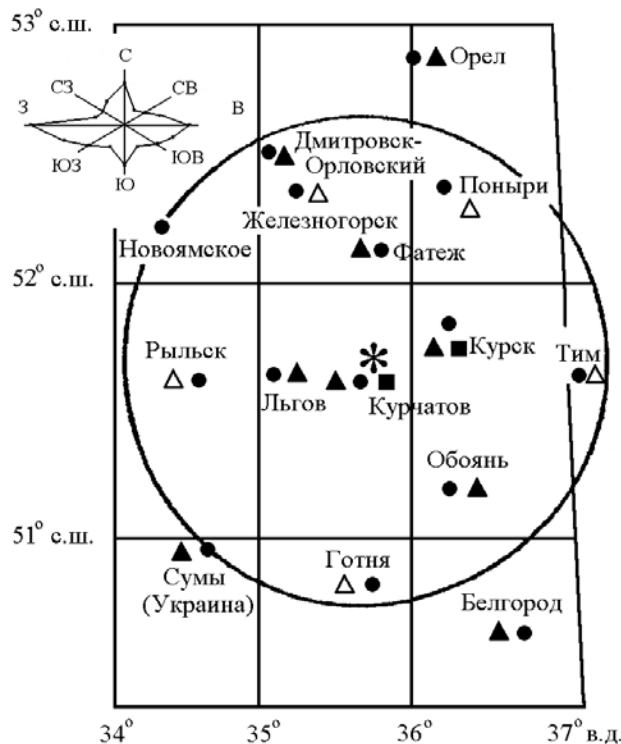


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

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



Рис. 4.10. 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 точках, совпадающих с точками 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 ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО [30] за 2011 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных $\Sigma\beta$ в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 4.40.

Из приведенных в табл. 4.40 данных видно, что максимальная объемная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в гг. Курске и Курчатове в апреле и составила $225,0 \cdot 10^{-5}$ и $102,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. В г. Курске максимум активности ^{131}I в апреле был подтвержден пятью пробами высокого загрязнения (превышение фона предыдущего месяца более чем в 5 раз – $128 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), в г. Курчатове одна проба превысила фон в 2,5 раза. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от $11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в декабре) до $43 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в апреле) в г. Курчатове и от $17 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в ноябре) до $52 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в апреле)

в г. Курске. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения незначительно отличаются от средних значений 2010 г. и составляли в г. Курске $30 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Курчатове $24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Согласно [30] с марта по июнь в атмосферных аэрозолях преобладали радиоактивные изотопы цезия, источником которых является АЭС «Фукусима-1».

Таблица 4.40

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2011 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	2011 г.	2010 г.		
Выпадения, Бк/м²·сутки																
Дмитровск-Орловский	с	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	0,5	0,6	0,7	1,0	0,6	0,8	233
Курск	м	1,5	1,0	1,4	2,1	1,3	1,3	1,8	2,4	1,1	2,5	1,3	2,4	0,5	0,9	
Курчатов	с	0,9	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,9	171
	м	1,8	3,7	0,7	1,3	1,5	1,6	0,9	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3	0,5	0,9	
Льгов	с	0,9	0,6	0,8	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,8	0,6	0,8	223
	м	1,9	1,7	2,9	1,4	1,3	1,1	1,9	1,3	4,0	1,4	1,2	1,9	0,6	0,8	
Обоянь	с	0,8	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8	192
	м	2,4	1,6	1,4	0,9	1,5	1,3	2,1	1,9	1,1	1,6	1,0	2,7	0,5	0,8	
Фатеж	с	1,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,8	196
	м	2,7	1,2	1,6	2,7	1,3	1,6	1,4	1,1	0,8	1,5	1,2	1,3	0,5	0,8	
	с	0,8	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,8	181
	м	2,3	1,2	1,8	0,9	1,3	1,0	1,7	1,5	1,3	1,3	1,4	1,2	0,5	0,8	
Среднее: по 100-км зоне КуАЭС по ЦЧО России		0,8	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,8	199
		0,9	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,7	0,7	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,8	
Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³																
Курск	с	38	36	26	52	32	25	34	32	22	24	17	21	30	28	
	м	162	90	104	225	120	47	85	60	45	89	43	59			
Курчатов	с	27	35	21	43	25	18	30	29	17	14	14	11	24	26	
	м*	54	86	34	102	44	26	56	54	27	37	23	15			

Примечание: * – максимальное значение из результатов анализа проб, экспонируемых в течение 5 суток.

По данным оперативного гамма-спектрометрического анализа с конца марта в пробах аэрозолей регистрировались радионуклиды, поступившие в атмосферу во время взрыва на АЭС «Фукусима-1». ¹³¹I был зарегистрирован в пробе, отобранной в ВФУ Курск 23 марта ($3,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), в пробе ВФУ Курчатова, отобранной с 21 по 25 марта ($7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Далее активность ¹³¹I нарастала и достигла максимума в Курске в пробе, отобранной 3 апреля ($3,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³), в Курчатове в пробе, отобранной 1–5 апреля ($3 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³). При этом, кроме ¹³¹I, регистрировались ¹³²I, ¹³²Te, ^{129M}Te, ¹³⁴Cs, ¹³⁶Cs, ¹³⁷Cs [30].

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО [30], в табл. 4.41 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны КуАЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности радионуклидов в г. Курске и максимальные пятисуточные объемные активности радионуклидов в г. Курчатове. С целью оценки степени опасности для населения зарегистрированных в атмосфере радионуклидов в таблице также приведены допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [3].

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 _{НАЭС} , Бк/м ³
	q		q_m		q		q_m		
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
²⁴ Na	2	н	390	н	н	н	н	н	290
⁵¹ Cr	<1	н	<1	н	9	н	100	н	2500
⁵⁴ Mn	1	2	350	880	15	18	140	260	72
⁵⁹ Fe	1	н	<1	н	6	12	60	110	30
⁵⁸ Co	н	н	н	н	1,6	н	-	н	68
⁶⁰ Co	4	3	250	270	26	28	410	690	11
⁹⁵ Zr	<1	н	<1	н	1,6	22	10	1320	23
⁹⁵ Nb	<1	н	<1	н	4,9	70	50	3650	72
¹³¹ I	650	н	37200	н	730	2	30100	80	7,3
¹³⁷ Cs	139	11	9600	160	160	16	6860	60	27

Примечание: максимальная объемная активность радионуклидов (q_m) в г. Курске приведена по суточным пробам аэрозолей, в Курчатове – по пробам аэрозолей, экспонируемым в течение пяти суток;
 н – ниже предела обнаружения;
 -- данные не приводятся.

В течение года среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (июнь, октябрь) до $1360 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) и составила в среднем за год $139 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что значительно выше среднего за 2010 г. ($11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,6 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для территории Центра ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В пробах аэрозолей г. Курска определялись также ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn, среднегодовые значения активности которых находились на уровне средних за 2010 г. [30]. В г. Курчатове среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs изменялась от $9,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (июль) до $1380 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) и составила в среднем за год $160 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что значительно выше среднего за 2010 г. ($16 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 3 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для территории Центра ЕТР. Увеличение объемных активностей радионуклидов в зонах объясняется выпадением техногенных радионуклидов, источником которых является АЭС «Фукусима-1».

Кроме ¹³⁷Cs, в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2011 г. наблюдались ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Co, ⁵⁸Co, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb, объемные активности которых были в 1,1–14 раз выше, чем в 2010 г. Объемные активности большинства радионуклидов уменьшаются с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске меньше, чем в г. Курчатове. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных ДОО_{НАЭС} по НРБ-99/2009 на 3 и более порядков.

В табл. 4.42 представлены объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет. Из табл. 4.42 видно, что среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в гг. Курске и Курчатове в 2011 г. незначительно уменьшились, но были в 1,3–1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздухе г. Курска в 2011 г. ($2,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) увеличилась в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом.

Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2007–2011 гг., Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
$^{137}\text{Cs}^*$, 10^{-7}							
Курск	2007	10	13	12	6	10	10,5
	2008	6	9	9	8	8	8,9
	2009	8	14	11	7,7	10	5,6
	2010	7,3	14,0	12,0	8,3	11,5	4,0
	2011	71,7	463	12,3	9,5	139,2	52,9
Курчатов	2007	11	19	14	10	13,5	10,5
	2008	9	31	31	13	18	8,9
	2009	7	26	17	8	15	5,6
	2010	8,3	18,0	25,7	10,5	15,6	4,0
	2011	90,6	497	17,9	15,3	155,1	52,9
^{90}Sr, 10^{-7}							
Курск	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
	2009	0,24	1,8	0,78	0,35	0,79	0,72
	2010	0,27	1,06	2,08	0,30	0,93	0,83
	2011	0,31	1,61	0,77	0,28	0,74	0,58
Курчатов	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
	2009	0,13	1,30	1,30	0,35	0,77	0,72
	2010	0,31	1,41	1,73	0,50	0,99	0,83
	2011	0,21	1,40	1,02	0,74	0,84	0,58
$^{239,240}\text{Pu}$, 10^{-9}							
Курск	2007	0,6	2,4	2,0	1,0	1,5	-
	2008	1,0	2,0	5,6	5,0	3,4	-
	2009	1,0	2,2	1,6	2,0	1,7	-
	2010	1,5	4,5	7,0	1,5	3,6	-
	2011	1,0	3,1	3,1	2,3	2,4	-

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО;
- – нет данных.

Данные ЛВРК АЭС [25] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2010–2011 гг. приведены в табл. 4.43. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2011 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился, за исключением резкого повышения на порядок объемной активности ^{137}Cs и ^{134}Cs , что связано с радиоактивным «следом» аварии на АЭС «Фукусима-1». Также по сравнению с предыдущим годом в 2011 г. в СЗЗ было зарегистрировано увеличение объемной активности ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co в 1,3, 1,3 и 1,1 раза соответственно. В ЗН и контрольном пункте Селекционный регистрировался тот же состав радионуклидов, что и в ССЗ. В контрольном пункте Селекционный содержание большинства регистрируемых радионуклидов по сравнению с 2010 г. уменьшилось в 1,5–7 раз. Объемная активность ^{137}Cs в контрольном пункте ($674 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) увеличилась в 337 раз и в 12,7 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), что также объясняется аварией на «Фукусиме-1». С увеличением расстояния от АЭС содержание радионуклидов (кроме ^{137}Cs) в воздухе уменьшается. Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН КуАЭС и контрольного пункта были на 4–5 порядков ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009 (см. табл. 4.43).

Таблица 4.43

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2010–2011 гг., 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ЛВРК КуАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОНАС. по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
⁵⁴ Mn	23	22	22	35	10	15	72
⁵⁹ Fe	25	19	37	70	11	30	30
⁵⁸ Co	5	4	90	22	<2	5	68
⁶⁰ Co	29	27	33	39	70	18	11
⁶⁵ Zn	<30	<29	<6	<8	<4	<6	72
⁹⁴ Nb	<10	1	3	5	<2	<2	11
⁹⁵ Nb	11	63	20	81	<4	28	72
⁹⁵ Zr	70	25	11	37	<4	21	23
¹³⁴ Cs	601	3	325	8	674	<2	19
¹³⁷ Cs	229	19	153	23	164	34	27

Данные УГМС ЦЧО [30] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2011 г. приведены в табл. 4.40. Там же для сравнения приведены среднемесячные суточные выпадения для Центрально-Черноземных областей России (без учета станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.). Из табл. 4.40 видно, что в 2011 г. среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,4–0,8 Бк/м²·сутки, что находится на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений были зарегистрированы в гг. Курчатове и Дмитровске-Орловском (233 Бк/ м²·год). Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в январе и апреле в г. Обоянь (2,7 Бк/ м²·сутки).

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО [30] 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 2011 г., Бк/м²·квартал (данные УГМС ЦЧО)

Квартал	Курчатов			Зона 12
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	¹³⁷ Cs
I	0,3	0,1	н	0,2
II	0,9	н	н	0,73
III	0,3	0,1	н	0,23
IV	0,4	0,2	н	0,16
Сумма, Бк/м ² ·год:				
2011 г.	1,7	0,3	н	1,32
2010 г.	0,81	1,92	н	0,81

Примечание: в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенные в разных направлениях от КуАЭС (см. рис. 4.9); н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.44 видно, что в г. Курчатове в квартальных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. По сравнению с предыдущим годом в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 2 раза, а выпадения ⁶⁰Co уменьшились в 6,4 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs, выпадения которого увеличились в 1,6 раза по сравнению с предыдущим годом. В 2011 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs

в г. Курчатове в 1,1 раза превышали средние выпадения этого радионуклида на незагрязненных территориях Центра ЕТР (1,54 Бк/м²·год), а в зоне 12 были ниже в 1,2 раза.

По данным ЛВРК АЭС [29], в 2011 г. среднегодовые выпадения радионуклидов в СЗЗ и ЗН сравнимы с уровнем 2010 г., за исключением ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs, значения которых существенно превышали значения 2010 г., но оставались ниже ДОА_{НАС} по НРБ 99/2009 [3].

Вода, донные отложения

В 2011 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 [30] также ежемесячно проводило отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (см. рис. 4.10). Объемная Σβ измерялась ежемесячно, радионуклидный состав определялся в объединенных за год по каждой точке пробах.

Объемные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приемников сточных вод в 2011 г., полученные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 4.45, из которой следует, что в воде водоема-охладителя, в реках Сейм и Реут (в сбросных водах и ниже сброса) регистрировались радионуклиды техногенного происхождения ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Наиболее высокие значения объемной активности радионуклидов наблюдались в р. Реут в месте сброса ХФК и в р. Сейм выше и ниже сброса ПЛК, а также в устье отводного канала. Однако эти значения были на 3 порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99/2009 для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co (1 и 40 Бк/л соответственно [3]).

Таблица 4.45

Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2011 г., мБк/л (данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		Σβ	
	2011 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	Среднее за 5 лет	2011 г.	Среднее за 5 лет
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н* 20,2	23,0	н* <9,1	20,8	110*	96*
Подводящий канал водоема-охладителя	н* <10,0	21,1	н* <9,4	<12,8	130*	140*
р. Сейм						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 4.10) – фон	н* 25,1	25,1	н* <9,6	22,0	50*	64*
Выше сброса ПЛК	<9,9	20,5	<9,2	27,9		
Сброс ПЛК	29,0	29,5	<8,8	34,0		
Ниже сброса ПЛК	н*		н*		40*	66*
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 4.10)	н*		н*		70*	76*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 4.10)	н*		н*			
р. Реут						
1 км выше сброса (т. 2 рис. 4.10) – фон	н* <10,0	17,0	н* <9,4	<13,5	90*	96*
Выше сброса ХФК	30,6	41,2	21,3	41,5		
Сброс ХФК	21,0	40,7	<9,3	26,8		
Ниже сброса ХФК	н*		н*		150*	132*
0,5 км ниже сброса (т. 3 рис. 4.10)	н*		н*			

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО;
н – ниже предела обнаружения (50 мБк/л).

По данным ЛВРК КуАЭС, значения объемной активности трития в открытых водоемах в 2011 г. сравнимы с данными предыдущего года и изменялись в пределах от 8,9 до 13,6 Бк/л, что в 4,5–7 раз выше фонового значения для рек России (2,0 Бк/л), но примерно на 3 порядка ниже

уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для трития (7600 Бк/л). Максимальное значение объемной активности трития наблюдалось, как и в 2010 г., в месте сброса ПЛК в р. Сейм [29].

По данным УГМС ЦЧО, в 2011 г. (табл. 4.45) средние за год значения объемной $\Sigma\beta$ в водных объектах, расположенных в зоне влияния КуАЭС, были близки к значениям в фоновых точках или незначительно их превышали. Объемная $\Sigma\beta$ во всех точках отбора была на порядок ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

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 [29] показали, что в 2011 г. объемные активности ^{137}Cs и ^{60}Co не превышали 10 мБк/л и были в среднем на 3 порядка ниже уровней вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. Объемная $\Sigma\gamma$ воды из этих водозаборов сравнима с объемной $\Sigma\gamma$, усредненной за последние пять лет.

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 [29] представлены в табл. 4.46. Как видно из табл. 4.46, в 2011 г. в пробах донных отложений удельная активность ^{137}Cs изменялась в диапазоне от 0,2 до 19,5 Бк/кг в.-с. Максимальное загрязнение донных отложений ^{137}Cs и ^{60}Co наблюдалось в р. Реут (^{137}Cs – 100 м выше сброса ХФК; ^{60}Co – 100 м ниже сброса ХФК) и составляло соответственно 19,5 и 5,1 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были в 513 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. (10^4 Бк/кг для ^{137}Cs и ^{60}Co). Удельная $\Sigma\gamma$ радионуклидов в донных отложениях в 2011 г. сопоставима с удельной $\Sigma\gamma$, усредненной за последние пять лет [29].

Таблица 4.46

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	2,8	1,2	1,1	< 0,1
Подводящий канал водоема-охладителя	1,3	1,8	<0,2	< 0,1
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	<0,2	1,8	<0,2	0,3
Водоем-охладитель, район БНС-3	1,6	2,2	<0,1	< 0,1
Водоем-охладитель, восточная часть	0,3	0,4	<0,1	< 0,1
Водоем-охладитель, район СЭС	3,0	0,7	<0,1	< 0,2
Водоем-охладитель, район ЛВРК	1,4	2,1	<0,1	< 0,2
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	1,3	0,5	<0,2	< 0,1
р. Сейм, сброс ПЛК	0,9	0,5	<0,2	< 0,2
р. Сейм (ниже сброса), хут. Александровский	0,9	0,8	<0,2	< 0,1
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	19,5	13,8	<0,4	5,3
р. Реут, сброс ХФК	6,2	0,4	<0,4	< 0,2
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	17,1	12,5	5,1	< 0,3

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин [29], расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очередей. В 2011 г. измерение объемной $\Sigma\beta$ 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 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ воды в контрольных скважинах определялась в основном природным радионуклидом ^{40}K и не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л).

Снег, почва, растительность

По данным УГМС ЦЧО [30], наибольшая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде (110 мБк/л) и наибольшая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активности ($3,3 \text{ Бк/м}^2$) наблюдались в т. 13, расположенной на расстоянии 0,5 км на запад от п. Дроняевский (см. рис. 4.10 и табл. 4.47). Значения объемной $\Sigma\beta$ активности талой воды и плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ активности в точках наблюдения 2, 7 и 10 превысили значения в фоновой точке в 1,3–2,5 раза. В 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде и плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активность по всем пунктам наблюдения находились ниже значений фоновой пробы 2010 г. или незначительно их превышали.

Таблица 4.47

Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС (данные УГМС ЦЧО)

Точка отбора пробы (рис. 4.10)	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,5	1,26	30	71
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	1,0	1,75	60	105
т. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново	0,3	1,03	20	56
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,6	0,83	30	46
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	1,5	2,03	90	109
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	0,3	0,98	20	59
т. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	0,8	3,30	50	164
т. 12 – метеостанция, г. Курчатов	1,3	0,82	80	45
т. 13 – метеостанция, г. Курск (фон)	1,8	1,32	110	79

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС [29] 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 2010 г. средние значения поверхностной плотности ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 5,3 и 3,3 кБк/м² соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 3,3 кБк/м² при средних значениях за последние пять лет 1,7 кБк/м² (для СЗЗ); 2,1 кБк/м² (для ЗН) и 2,1 кБк/м² (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы ^{60}Co была меньше минимально детектируемой активности (30 Бк/м²) в СЗЗ и сопоставима с ней в контрольном пункте и в ЗН.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2011 г. контролировалось УГМС ЦЧО [30] при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по август в восьми точках, совпадающих с точками отбора проб снега (рис. 4.10), и на аэрологической станции в г. Курске (фоновая точка). В пробах растительности определялась удельная активность ^{137}Cs и природных радионуклидов ^{40}K и ^7Be , а также $\Sigma\beta$ активности. В табл. 4.48 представлены результаты определения суммарной бета-активности и радионуклидного состава в пробах растительности. Среднегодовые значения поверхностной и удельной суммарной бета-активности, активности ^{137}Cs и природных радионуклидов незначительно отличаются от средних значений 2010 г. и фоновых.

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2011 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 4.10)	Плотность загрязнения, Бк/м ²				Удельная активность, Бк/кг в.-с.			
	Σβ	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁷ Be	Σβ	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁷ Be
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	690	1,2	570	140	600	1,1	540	130
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	710	1,3	610	120	540	1,3	500	100
т. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново	520	0,7	520	170	480	0,6	450	160
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	710	0,8	690	110	580	0,6	540	100
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	730	1,3	650	110	690	1,3	610	110
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	550	0,5	530	120	410	0,4	410	90
т. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	450	0,9	710	230	340	0,7	520	170
т. 12 – метеостанция г. Курчатов	480	2,2	520	140	420	1,8	450	120
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	430	1,4	420	80	790	2,3	770	150
Среднее	586	1,1	580	136	539	1,1	532	126

Из табл. 4.48 видно, что среднее содержание ¹³⁷Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2011 г. составило 1,1 Бк/кг в.-с., что сопоставимо с данными 2010 г. [7]. Максимальная удельная активность ¹³⁷Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 12 (рис. 4.10) – 2,2 Бк/кг в.-с. [30], максимальное месячное значение удельной Σβ наблюдалось в т. 1 и т. 7 – 1200 Бк/кг в.-с. Согласно табл. 4.48, среднее значение удельной Σβ растительности в 20-км зоне АЭС в 2011 г. составляло 532 Бк/кг в.-с., что сравнимо с уровнем 2010 г. [7]. В целом, в 2011 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений предыдущего года, однако в некоторых точках превышали фоновые значения в 1,4–1,7 раза.

В 2011 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства [29]. Удельная активность ¹³⁷Cs в пищевых продуктах в 2011 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01 [8]: в молоке, мясе и зерновых (пшеница, ячмень, рожь, овес, гречиха) – < 0,2 Бк/кг сырой массы, в грибах – 1,4 Бк/кг сырой массы, рыба в 2011 г. для анализа не отбиралась. Содержание ¹³¹I в молоке было менее 0,1 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2010 году.

Радиационный фон на местности

По данным [30] ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2011 г. МЭД изменялась в пределах от 9 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 11 пунктов стационарной сети находились на уровне предыдущих лет и изменялись от 9 мкР/ч (Льгов, Поньри, Рыльск) до 20 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 23 мкР/ч. Повышенные значения МЭД в Дмитровске-Орловском связаны с остаточным радиоактивным загрязнением его территории после аварии на ЧАЭС в 1986 году.

По данным АСКРО КуАЭС [29], в 2011 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 10 и 9 мкР/ч соответственно. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ и ЗН составило 12 мкР/ч, что незначительно отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (11 мкР/ч) [29]. Максимальные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч.

Поглощенная за год доза в ЗН КуАЭС [29] изменялась от $67 \cdot 10^{-5}$ до $99 \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($82 \cdot 10^{-5}$ Гр).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС [29] следует, что в 2011 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 лет), обусловленный газоаэрозольными выбросами, составил 0,61 мкЗв/год, то есть 6,1 % 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 КуАЭС в 2011 г. выразилось в повышенном по сравнению с фоновым содержанием ^{137}Cs в приземном слое воздуха в СЗЗ, ЗН и за пределами ЗН (г. Курск) и ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, а также в повышенном в 4–6 раз по сравнению с фоновым уровнем содержания трития в реках Сейм и Реут. Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе были в 10^4 – 10^5 раз меньше допустимых уровней, а трития в воде – в 10^3 раз меньше уровня вмешательства и не представляли опасности для здоровья населения.

4.7. Ленинградская АЭС

В 2011 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 [31].

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 4.11). Первый и второй энергоблоки (первая очередь, здание 401) АЭС расположены примерно в 5 км к юго-западу от г. Сосновый Бор, третий и четвертый энергоблоки (вторая очередь, здание 601) находятся на 2 км западнее.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 4,54 км². СЗЗ ЛАЭС ограничена радиусом 1,5 км, ЗН – площадью радиусом 17 км. В ЗН проживают 70 тыс. человек. Наиболее крупные населенные пункты: г. Сосновый Бор, градообразующим предприятием которого является ЛАЭС, и п. Лебяжье.

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [5].

Максимальная среднегодовая скорость ветра в районе размещения ЛАЭС [31] в 2011 г. составила 4 м/с. В течение года преобладало восточное направление ветра.

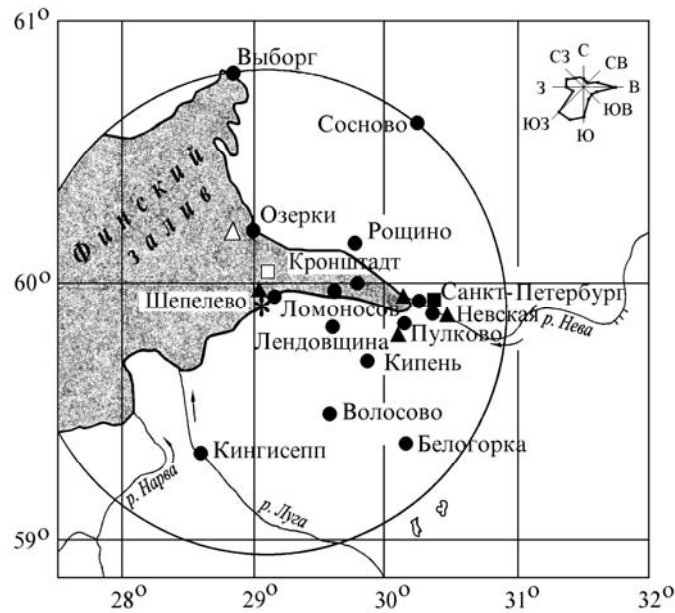


Рис. 4.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

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

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), рассчитанное на хранение 38 160 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС). На 1 января 2011 г. в бассейнах выдержки ХОЯТ находилось 34 596 ОТВС [31]. С 1998 г. ведется сооружение пристройки к ХОЯТ, в которой 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 [31]. В целях сокращения объемов ТРО и повышения безопасности при их длительном хранении на территории площадки комплекса переработки готовится к вводу в эксплуатацию спецкорпус по переработке твердых радиоактивных отходов. В 2011 г. завершено сооружение комплекса контейнерного хранения и обращения с ядерным топливом. В настоящее время на комплексе проводятся работы по разделке ОТВС и загрузке пучков твэлов в железобетонные контейнеры. В целях совершенствования системы обращения с ЖРО на территории комплекса переработки отходов ведутся работы по созданию комплекса по переработке ЖРО гетерогенного и гомогенного составов, который будет включать установку цементирования отработанных пульп фильтроперлита и ионообменных смол и установку переработки гомогенных ЖРО по малоотходной технологии. В 2011 г. велись работы по реконструкции хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО [31].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционных трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов). Данные о газоаэрозольных выбросах ЛАЭС в 2011 г. и для сравнения данные 2010 г. приведены в табл. 4.49 [31].

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	1,32·10 ⁸	2,50·10 ⁸	- 1,18·10 ⁸
¹³¹ I	9,3·10 ¹⁰	2,24·10 ⁷	н	+2,24·10 ⁷
¹³⁴ Cs	1,4·10 ⁹	1,87·10 ⁶	1,79·10 ⁷	- 1,6·10 ⁷
¹³⁷ Cs	4,0·10 ⁹	3,02·10 ⁷	4,0·10 ⁷	- 1,4·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	9,13·10 ¹³	2,29·10 ¹⁴	- 1,4·10 ¹⁴

Примечание: н – ниже установленного на ЛАЭС уровня регистрации.

Из приведенных в табл. 4.49 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2011 г. по сравнению с 2010 г. снизились практически по всем контролируемым радионуклидам и не превышали допустимых. Активность выбросов ¹³¹I в атмосферу составила 0,02 % от ДВ. Выбросы суммы ИРГ уменьшились в 2,5 раза, ¹³⁴Cs – в 9,6 раза, ¹³⁷Cs – в 1,5 раза, ⁶⁰Со – в 1,9 раза. Причинами снижения выбросов радиоактивных газов и аэрозолей ЛАЭС в атмосферу в 2010 г. явились [31]:

- своевременный поиск и устранение дефектов по газовым контурам первого и второго энергоблоков;
- уменьшение величины присосов воздуха в вакуумную систему;
- улучшение технологической дисциплины при обращении с негерметичными ТВС и исключение протечек оборудования.

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [5]. Сбросы очищенных дебалансных вод на ЛАЭС, которые представляют собой избыточный спецдоочищенный конденсат, образующийся при очистке трапных вод, производится в Копорскую губу Финского залива. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2011 и 2010 гг. приведены в табл. 4.50. Поступления радионуклидов в Копорскую губу Финского залива с дебалансными водами ЛАЭС в 2011 г. не зарегистрировано [31]. Объем сброса составил 3,15·10³ м³.

Таблица 4.50

Сбросы радионуклидов в Копорскую губу Финского залива на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁵⁴ Mn	4,3·10 ¹⁰	н	3,45·10 ⁵	-3,45·10 ⁵
⁶⁰ Со	3,9·10 ⁹	н	7,43·10 ⁵	-7,43·10 ⁵
⁵⁸ Со	1,8·10 ¹⁰	н	7,50·10 ⁴	-7,50·10 ⁴
⁵¹ Cr	1,4·10 ¹²	н	1,85·10 ⁶	-1,85·10 ⁶
¹³⁷ Cs	1,1·10 ⁹	н	6,75·10 ⁵	-6,75·10 ⁵

Примечание: н – не зарегистрировано.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС (см. рис. 4.11), а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС.

В 2011 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль [31]:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до 600 м³/ч на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. Время экспозиции фильтров – 10 дней;

- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических кювет площадью $0,3 \text{ м}^2$, время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- содержания радионуклидов в питьевой воде, воде 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).
- три γ -спектрометра фирмы «Canberra» с детекторами GC2018 (два), GC3018 из сверхчистого германия, анализаторы DSA-1000;
- двухканальный γ -спектрометр с германиевыми детекторами ДГДК-50Б и ДГДК-801-3А;
- двухканальный γ -спектрометр с германиевыми детекторами ДГДК-3-63А и ДГДК-50Б-3.

Для измерения $\Sigma\beta$ 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; дозиметр-радиометр ДКС-96; радиометр-дозиметр МКС-АТ1117М, радиометр-спектрометр МКС-А02-1М.

Северо-Западное УГМС [23] в 2011 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- объемную активность радионуклидов в приземном слое атмосферы путем отбора проб в одном пункте (г. Санкт-Петербург) с помощью ВФУ типа «Деймос» на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7 с суточной экспозицией;
- 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 ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

Данные Северо-Западного УГМС [23] об объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 4.51. В соответствии с этими данными средне-месячная объемная $\Sigma\beta$ в Санкт-Петербурге изменялась от $7,3 \cdot 10^{-5}$ до $18,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $12,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, которое не превышало регионального уровня для Севера ЕТР ($13,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 4.51

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ (Р, Бк/м²·сутки) и объемная $\Sigma\beta$ (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне ЛАЭС в 2011 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Невская	Пулково	Шепелево	Север ЕТР	
		Р	Q	Р	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,5	16,5	0,7	0,6	0,4	0,9	22,1
	м	2,8	66	2,7	2,3	0,9		
Февраль	с	0,8	13	0,5	0,7	0,4	1,1	13,3
	м	2,4	28,2	2,2	3,1	1,3		
Март	с	0,4	10,7	0,4	0,4	0,3	0,7	11,8
	м	1,2	42,8	1,3	1,1	0,7		
Апрель	с	0,7	18,9	0,4	0,4	0,4	0,7	18,9
	м	5,4	143	1,0	0,8	1,1		
Май	с	0,5	15,1	0,5	0,4	0,4	0,7	12,5
	м	1,2	35,3	1,4	0,9	1,1		
Июнь	с	0,6	14,1	0,4	0,5	0,5	0,5	12,3
	м	2,2	28,6	1,4	1,4	1,8		
Июль	с	0,3	12,6	0,3	0,3	0,3	0,6	12,5
	м	0,8	25,2	0,5	0,9	0,7		
Август	с	0,5	14,1	0,5	0,5	0,4	0,6	15,8
	м	1,3	47,7	1,0	1,5	0,8		
Сентябрь	с	0,6	7,7	0,4	0,4	0,4	0,5	9,5
	м	1,8	24,1	1,2	1,6	1,1		
Октябрь	с	0,6	8,9	0,4	0,5	0,4	0,6	8,4
	м	1,6	20,6	1,0	1,3	1,5		
Ноябрь	с	0,4	7,5	0,4	0,5	0,4	0,6	8,6
	м	1,0	23,3	1,0	1,2	1,1		
Декабрь	с	0,4	7,3	0,4	0,5	0,5	0,8	12,1
	м	0,8	15,4	1,4	1,4	1,2		
Среднее: Бк/ м ² ·сутки		0,5		0,5	0,5	0,4	0,7	
10 ⁻⁵ Бк/м ³			12,2					13,3
Сумма, Бк/м ² ·год		183		183	183	146	256	

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 4.52. Из табл. 4.52 видно, что объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась от 3,5·10⁻⁷ Бк/м³ (в июле) до 1080·10⁻⁷ Бк/м³ (в апреле) при среднегодовом значении 105·10⁻⁷ Бк/м³, что в 2 раза выше уровня регионального фона (52,9·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2011 г. (0,62·10⁻⁷ Бк/м³) не превышала

Таблица 4.52

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2011 г., Бк/м³ (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷	⁷ Be, 10 ⁻⁵
Январь	5,0	} 0,61	} 163
Февраль	7,7		
Март	108		
Апрель	1080	} 0,39	} 406
Май	15		
Июнь	12		
Июль	3,5	} 0,88	} 452
Август	7,0		
Сентябрь	5,0		
Октябрь	5,6	} 0,60	} 160
Ноябрь	3,7		
Декабрь	4,0		
Среднее	105	0,62	295

региональный уровень для Севера ЕТР (0,95·10⁻⁷ Бк/м³). Среднемесячная объемная активность естественного ⁷Be в приземном слое атмосферы изменялась в течение кварталов от 160·10⁻⁵ до

$452 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $295 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальные из зарегистрированных объемных активностей данных радионуклидов в воздухе были на 6–7 порядков ниже допустимых величин по НРБ-99/2009 [3].

Данные ЛВД ЛАЭС [31] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2010–2011 гг. приведены в табл. 4.53.

Таблица 4.53

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВД ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОО _{НАЭС} , Бк/м ³
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
¹³⁷ Cs	390	49	280	41	27
¹³⁴ Cs	270	<13	260	<22	19
⁶⁰ Co	330	140	170	260	11
⁵⁴ Mn	110	89	600	200	72
⁵¹ Cr	<400	< 300	<400	<580	2500
¹³¹ I	990	< 190	1000	<310	7,3

Из табл. 4.53 видно, что в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН ЛАЭС присутствуют продукты деления и нейтронной активации из состава выбросов ЛАЭС, отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона. В 2011 г. объемные активности всех радионуклидов, за исключением ⁵¹Cr и ¹³¹I, в СЗЗ были выше значений в ЗН. По сравнению с 2010 г. объемные активности всех наблюдаемых в СЗЗ и ЗН радионуклидов (кроме ⁶⁰Co и ⁵¹Cr) увеличились (см. табл. 4.53). В СЗЗ объемные активности ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs увеличились в 8 и 20 раз соответственно, в ЗН – в 6,8 и 11,8 раза соответственно. Объемные активности ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn в СЗЗ в 2011 г. увеличились по сравнению с 2010 г.: в СЗЗ – в 2,4 и 1,2 раза, в ЗН – объемная активность ⁵⁴Mn увеличилась в 3 раза, а ⁶⁰Co уменьшилась в 1,5 раза.

По сравнению с 2010 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ЛАЭС в 2011 г. увеличилась в 8 и 6,8 раза соответственно. Данные значения выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе для Севера ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) примерно в 7 раз, но на 6 порядков ниже ДОО_{НАЭС} по НРБ-99/2009 [3]. Среднегодовая объемная активность остальных зарегистрированных радионуклидов была на 6 порядков ниже ДОО_{НАЭС} по НРБ-99/2009. Повышенные по сравнению с 2010 г. величины среднегодовых значений объемных активностей продуктов деления ядерного топлива в воздухе СЗЗ и ЗН связаны с глобальными выпадениями, обусловленными аварией на атомной станции «Фукусима-1» в Японии.

Из данных [23] и [31] следует, что объемная активность ¹³⁷Cs уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объемная активность ¹³⁷Cs в 10 раз ниже, чем в СЗЗ и ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС [23] о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2011 г. приведены в табл. 4.51. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в декабре в п. Пулково – 3,1 Бк/м²·сутки. Кроме пункта наблюдения в Шепелево (0,4 Бк/м²·сутки), среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений были одинаковыми во всех пунктах наблюдения (0,5 Бк/м²·сутки) и не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС [31], свидетельствует о том, что в 2011 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов не превышали МДА.

По данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», региональные годовые выпадения ^{137}Cs на территории Северо-Западного УГМС были в 3,3 раза выше, чем в 2010 г. и составляли 1,58 Бк/м²-год.

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. Результаты контроля за 2011 г. [31], приведенные в табл. 4.54, показывают, что среднегодовые объемные активности ^{137}Cs , ^{60}Co и ^3H на 3 порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и, как правило, не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 4.54

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде и воде контрольного водоема, Бк/л (данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{60}Co		^3H		Суммарная активность		
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	Среднее за 5 лет
р. Систа	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 5,0	-	-	0,05
р. Коваши	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 5,0	-	-	0,03
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 5,0	-	-	0,03
УВ по НРБ 99/2009	11		40		7600		-		

Примечание: - - данные не поступали.

В 2011 г. контроль донных отложений на ЛАЭС [31] проводился, как и в 2010 г., на удалении 1 км от устья сбросного канала первой очереди в связи с отсутствием донных отложений в самих устьях. Активность донных отложений определялась радионуклидом ^{137}Cs (табл. 4.55), при этом активности других техногенных радионуклидов (^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn , Sr и пр.) в подготовленных счетных образцах не превышала МДА для используемых средств и условий измерения.

Таблица 4.55

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы* (данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		Суммарная активность	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Сбросной канал первой очереди**	22,2	25,7	22,2	25,7
Финский залив – контрольный водоем	11,9	14,7	11,9	14,7

Примечание: * – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);

** – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Отбор проб грунтовых вод в наблюдательных скважинах (НС) (на промплощадке – 45 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 96 скважин) в 2011 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника [31]. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения контрольного уровня по $\Sigma\beta$ в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воде скважин не увеличилась по сравнению с предыдущим годом и осталась

на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной $\Sigma\beta$ в воде НС промплощадки, а также на территории КПО в 2011 г. составило 0,75 Бк/л.

По данным γ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС [31], основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ^{137}Cs . В ЗН содержание ^{137}Cs в 2011 г. (2,12 кБк/м²), как и в последние годы, находилось на уровне загрязнения почвы ^{137}Cs в контрольном пункте (1,79 кБк/м²) и на уровне глобального фона. В СЗЗ содержание ^{137}Cs в 2011 г. (1,88 кБк/м²) превышало значение загрязнения почвы ^{137}Cs в контрольном пункте (1,79 кБк/м²), но находилось в пределах величины естественного глобального фонового уровня [31]. Содержание ^{60}Co в пробах почвы было ниже МДА, равного 100 Бк/м².

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС [31], приведена в табл. 4.56. Из табл. 4.56 видно, что содержание ^{137}Cs в корнеплодах и овощах по отношению к предыдущему году уменьшилось в 5,7 и 1,8 раза соответственно, а в остальных продуктах увеличилось 1,2–1,3 раза по сравнению с предыдущим годом, но было значительно ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [8].

Таблица 4.56

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЛВД ЛАЭС)

Продукт	^{137}Cs		
	2011 г.	2010 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [8]
Овощи	1,8	3,2	120
Корнеплоды	0,7	4,0	120
Ягоды дикорастущие	12,8	9,9	160
Грибы	72	61	500
Рыба	8,3	7,3	130

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2011 г. [23], среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 6 до 17 мкР/ч. Максимальное значение МЭД 21 мкР/ч зарегистрировано на о. Гогланд, а близкое к максимальному значению 20 мкР/ч – в Выборге, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС [31], среднегодовые значения МЭД в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) в 2011 г. составляли 9, 11 и 10 мкР/ч соответственно; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 25, 22 и 16 мкР/ч соответственно. Во время проведения регламентных маршрутных обследований [31] среднегодовые значения МЭД на местности в 2011 г. в СЗЗ, ЗН составляли 12 мкР/ч, а в контрольном пункте Бегуницы были равны 11 мкР/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 21 и 18 мкР/ч соответственно. Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2011 г. не превышала 10 мкЗв [31].

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 приземном слое атмосферы зоны наблюдения АЭС продуктов нейтронной активации (^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}Cr), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на 7–8 порядков

ниже допустимых по НРБ-99/2009. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание техногенных радионуклидов в других объектах окружающей среды практически не превышает фоновых значений.

4.8. 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 (введены в эксплуатацию в 1964 и 1969 гг. соответственно), вторая – энергоблоки № 3 и 4 (введены в эксплуатацию в 1971 и 1972 гг. соответственно), третья – энергоблок № 5 (введен в эксплуатацию в 1980 г.). В 2011 г. на НВАЭС находились в эксплуатации три энергоблока: два (№ 3 и 4) проектной мощностью 440 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. Наиболее холодными месяцами в 2011 г. был февраль со среднемесячной температурой $-11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, наиболее жарким – июль со средней температурой $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$ [33]. Согласно метеорологическим данным метеостанции, расположенной в г. Нововоронеж, в 2011 г. преобладающим направлением ветра было северное (рис. 4.12). Среднегодовая скорость ветра составляла 2,4 м/с.

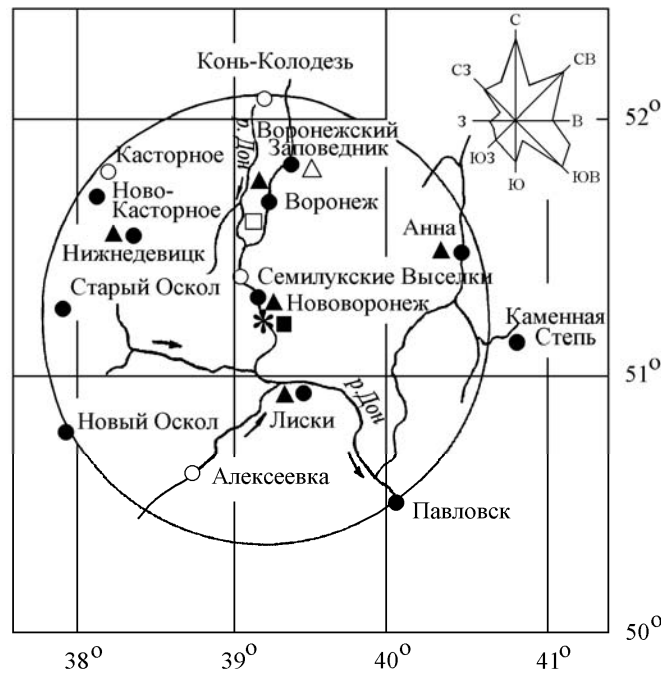


Рис. 4.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

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

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [32] имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы блоков № 3 и 4 и 2 км – от венттрубы блока № 5. Зона наблюдения имеет радиус 20 км от НВАЭС. Площадь СЗЗ ~ 17,8 км², площадь ЗН – 2 809,7 км². В зоне наблюдения проживают 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).

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 [33] о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2011 г. и для сравнения данные 2010 г. приведены в табл. 4.57.

Таблица 4.57

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2010 г. по сравнению с 2009 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Со	7,40·10 ⁹	3,53·10 ⁸	2,02·10 ⁸	+1,51·10 ⁸
¹³¹ И	1,80·10 ¹⁰	1,8·10 ⁸	2,2·10 ⁸	-0,4·10 ⁸
¹³⁴ Сs	9,00·10 ⁸	9,53·10 ⁷	8,56·10 ⁷	+0,97·10 ⁷
¹³⁷ Сs	2,00·10 ⁹	1,80·10 ⁸	1,25·10 ⁸	+5,5·10 ⁷
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	3,66·10 ¹³	4,21·10 ¹³	-0,55·10 ¹³

Из приведенных в табл. 4.57 данных видно, что в 2011 г. на НВАЭС годовые выбросы ¹³¹И и суммы ИРГ уменьшились по сравнению с 2010 г., а выбросы ¹³⁷Сs, ¹³⁴Сs и ⁶⁰Со увеличились. Особенно значительно выросли выбросы ⁶⁰Со – в 1,75 раза. В целом, годовые выбросы по отдельным радионуклидам составляли от 1,0 до 10,6 % от допустимых для НВАЭС выбросов. Случаев превышения месячных контрольных уровней выбросов радионуклидов в 2011 г. не наблюдалось.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыбопродуктивного 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 используется не только для нужд НВАЭС, но и населением г. Нововоронежа для рыбохозяйственных, рекреационных и других целей.

Сбросы НВАЭС:

- хозяйственные воды промзоны сбрасываются на поля фильтрации (семь карт общей площадью 110 000 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

циркосистемы 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 технические воды из реакторного отделения блока № 5, цирководы 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 [34].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производит. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (примерно 480 м^3 [35]) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый непитьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на ^{60}Co , остальное – на ^{137}Cs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило: ^{60}Co – 76 ТБк и ^{137}Cs – 15 ТБк [35]. Радиоизотопы ^{134}Cs и ^{137}Cs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. ^{60}Co в песке практически не задержался и опустился до водупорного глиняного слоя, глубина которого в этом месте составляет примерно 18 м. Загрязненный песок с суммарной активностью ^{134}Cs и ^{137}Cs около 1,1 ТБк был захоронен в могильники, расположенные между ХЖО-1 и ХЖО-2. В октябре 1985 г. отношение активностей $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ в грунте составляло $\sim 0,071$ [35]. Для локализации загрязненных вод с 1986 г. до февраля 1991 г. проводилась откачка грунтовых вод из трех скважин (№ 34, 61, 102, рис. 4.13). Всего было откачено $40\,000 \text{ м}^3$ подземных вод, с которыми извлечено 8,9 ТБк ^{60}Co . 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 ^{60}Co в воде в 10 раз каждые 50 м [35]. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.13): 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 [36]. Начало поступления ^{60}Co в р. Дон, по оценке различных специалистов, относится к 1990–1994 гг. [35].

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод в 2011 г. и для сравнения данные 2010 г. представлены в табл. 4.58 [33]. Из табл. 4.58 видно, что сбросы радионуклидов во все приемники сточных вод в 2011 г. уменьшились и не превышали разрешенных величин. Согласно данным [33], в 2011 г. годовые сбросы ^{137}Cs в р. Дон с техводой (нормативно-чистой технической водой из реакторных отделений и циркосистем) блоков № 1–4 не превышали 5,4 %, а в пруд-охладитель, в который сбрасывается техвода блока № 5, – 9,5 % от допустимого сброса. Годовой сброс ^{60}Co в р. Дон в 2011 г. составил 3 % от допустимого сброса. Помимо указанных радионуклидов, в 2011 г. в сбросах также регистрировались ^3H , ^{131}I и ^{58}Co .

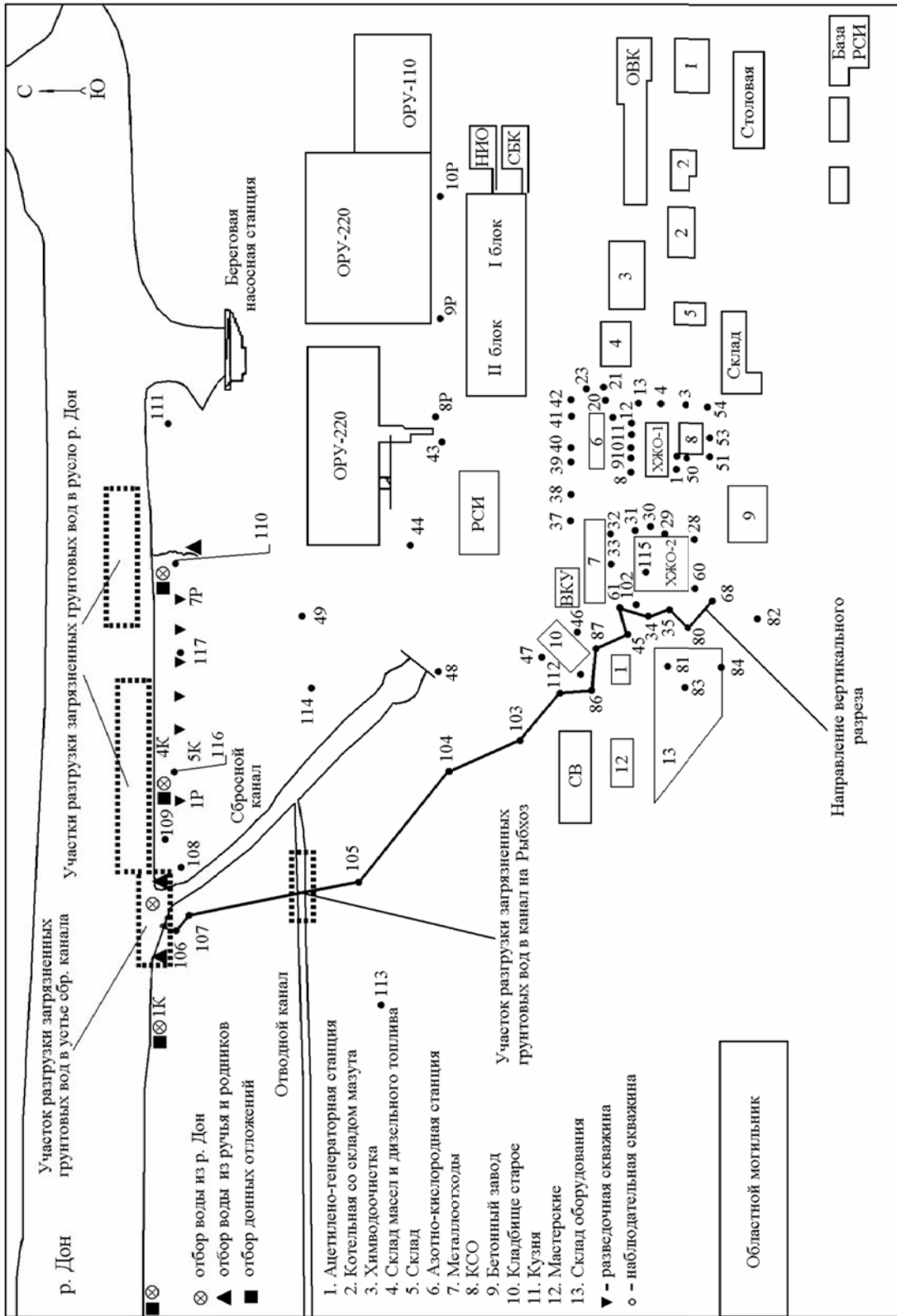


Рис. 4.13. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
р. Дон	^{137}Cs	$7,6 \cdot 10^9$	$0,41 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^9$	$- 0,59 \cdot 10^9$
	^{60}Co	$1,1 \cdot 10^{11}$	$3,3 \cdot 10^9$	$5,5 \cdot 10^9$	$- 2,2 \cdot 10^9$
	^3H	$1,0 \cdot 10^{15}$	-	-	-
Пруд-охладитель блока № 5	^{137}Cs	$2,1 \cdot 10^9$	$0,2 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^9$	$- 1,1 \cdot 10^9$
Поля фильтрации НВАЭС	^{137}Cs	$3,4 \cdot 10^9$	$5,1 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^6$	$+ 2,3 \cdot 10^6$
	^{134}Cs	$1,2 \cdot 10^{10}$	$0,27 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$- 1,0 \cdot 10^5$
	^{60}Co	$4,3 \cdot 10^9$	$16,0 \cdot 10^6$	$9,9 \cdot 10^6$	$+ 6,1 \cdot 10^6$
	^{54}Mn	$3,1 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^6$	$4,4 \cdot 10^6$	$- 1,5 \cdot 10^6$
Рыбопитомник «Нововоронежский»	^{137}Cs	$4,2 \cdot 10^7$	$0,46 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^7$	$- 1,64 \cdot 10^7$
	^{60}Co	$7,0 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^7$	$- 6,2 \cdot 10^7$

Примечание: - – данные отсутствуют.

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 2011 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [33]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на семи стационарных постах, один из которых расположен на промплощадке, два – в СЗЗ, три – в ЗН и один – в контрольном пункте (г. Лиски в 50 км в юго-восточном направлении от АЭС). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр из ткани ФПП-15 с экспозицией 3 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений – на 15 стационарных постах, расположенных на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ 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 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 22 постов, и во время маршрутных обследований;
- годовая поглощенная доза γ -излучения на местности на 33 стационарных дозиметрических постах.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись $\Sigma\beta$, содержание и изотопный состав γ -излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился γ -спектрометрическим методом. Измерение $\Sigma\beta$ активности 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 2011 г. УГМС ЦЧО [38] в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 4.12):

- 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 и активность проб в УГМС ЦЧО определялись 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 ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. Мощность дозы γ -излучения измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

Приземная атмосфера

В табл. 4.59 приведены данные ЛВРК НВАЭС [33] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2010–2011 годах. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2011 г. среднегодовые объемные активности в СЗЗ и ЗН по сравнению с 2010 г. существенно изменился только по ^{137}Cs . В СЗЗ и ЗН среднегодовые объемные активности ^{54}Mn , ^{58}Co и ^{60}Co изменились незначительно, не более чем в 1,5 раза, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, в контрольном пункте по этим радионуклидам изменений не отмечено.

Таблица 4.59

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОО _{НАС} , Бк/м ³
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	
^{54}Mn	6	8	2	3	<МДА	<МДА	72
^{58}Co	7	8	3	<МДА	<МДА	<МДА	68
^{60}Co	28	22	5	6	1	1	11
^{137}Cs	234	34	172	28	82	17	27

Примечание: МДА = 3 Бк/счетный образец.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2011 г. относительно предыдущего года существенно увеличилась в обеих зонах и контрольном пункте в 5–7 раз, достигнув наибольшего значения в СЗЗ – $234 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, – которое тем не менее на 6 порядков меньше ДОО_{НАС}. По сравнению со средневзвешенной объемной активностью для Центра ЕТР, которая в 2011 г. увеличилась относительно предыдущего года с $7,0 \cdot 10^{-7}$ до $52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, превышение составило 1,6–4,4 раза.

В марте–апреле 2011г. в приземном слое атмосферы СЗЗ фиксировалось присутствие ^{131}I , обусловленное прохождением по ЕТР аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1». Максимальная объемная активность составила $1,8 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ (в ед. ДОО_{НАС} $2,5 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³). Повышение среднегодовых объемных активностей ^{134}Cs и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. по сравнению с предыдущими годами связано также с аварийными выбросами АЭС «Фукусима-1». Данные выводы были представлены ОАО «ВНИИАЭС» в «Аналитической справке по радиоактивному загрязнению приземного слоя воздуха в районах расположения российских АЭС в результате аварии на АЭС «Фукусима-1»».

В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на 6–7 порядков ниже установленных нормативов ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Данные УГМС ЦЧО [38] о среднемесячных и максимальных суточных объемных значениях $\Sigma\beta$ активности в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2011 г. приведены в табл. 4.60. Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в 2011 г. в г. Нововоронеже была практически на том же уровне, что и в 2010 г., и составила $23,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно превышает значение средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ активности для Центра ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2011 г. изменялась от $12,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (июнь) до $43,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (январь). Максимальное суточное значение объемной $\Sigma\beta$ активности наблюдалось в апреле ($88,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышения фона в 5 и более раз в 2011 г. не наблюдалось.

Таблица 4.60

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ активности в приземном слое атмосферы и атмосферных выпадениях в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2011 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
<u>Объемная $\Sigma\beta$ активность, 10^{-5} Бк/м³</u>															
Нововоронеж	с	43	40	20	27	21	12	23	21	20	15	16	16	23	23,6
	м	68	77	33	88	36	15	36	41	34	38	41	29		
<u>$\Sigma\beta$ в атмосферных выпадениях, Бк/м²·сутки</u>															
Анна	с	0,9	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8
	м	2,5	1,3	1,6	1,4	1,5	1,2	1,4	2,0	1,2	1,7	1,5	1,6		
Воронеж	с	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9
	м	2,6	1,1	1,2	1,1	1,1	1,4	1,9	2,0	1,4	1,0	1,7	2,1		
Лиски	с	0,9	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,8
	м	1,9	1,4	1,0	0,9	1,1	1,4	1,3	2,2	1,0	1,1	1,2	1,3		
Нижедевицк	с	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,5	0,4	0,7	0,6	0,9
	м	1,4	1,3	1,0	1,2	1,5	1,4	2,0	2,6	1,1	1,8	1,1	2,6		
Нововоронеж	с	0,9	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,9
	м	2,0	1,1	1,9	2,3	1,7	1,4	1,9	3,5	1,1	1,4	1,7	1,9		

Результаты γ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в г. Нововоронеже в 2011 г., полученные УГМС ЦЧО и ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.61. Из табл. 4.61 видно, что в 2011 г. среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в г. Нововоронеже изменялась от $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $974 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) при среднегодовом значении $106 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 6,6 раза выше, чем в 2010 г., но в 2 раза выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР объемной активности ^{137}Cs ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовое содержание ^{137}Cs в воздухе г. Нововоронежа в 1,6 раза ниже, чем в ЗН АЭС [33], и в 2,2 раза ниже, чем в воздухе СЗЗ (табл. 4.59 и 4.61).

Кроме ^{137}Cs в приземной атмосфере г. Нововоронежа постоянно регистрировались ^{60}Co , ^{210}Pb , ^7Be , ^{22}Na , ^{40}K , эпизодически регистрировались и другие продукты деления и нейтронной активации, присутствующие в выбросах НВАЭС: ^{58}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , $^{110\text{m}}\text{Ag}$ (табл. 4.61). Содержание этих радионуклидов незначительно отличаются от уровней 2010 г. Объемные активности ^{134}Cs уверенно регистрировались с февраля по октябрь, наибольшая активность отмечена в марте и апреле – $196 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³

и $955 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. В целом наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на 2–8 порядков) ДОА_{НАС.}, установленных НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.61

Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2011 г., 10⁻⁷ Бк/м³
(данные УГМС ЦЧО)

Месяц	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	²¹⁰ Pb	⁶⁰ Co	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	⁵⁹ Fe	^{110m} Ag	⁷ Be	²² Na	⁴⁰ K
Январь	7,6	н	7780	1,4	н	0,6	н	н	20700	2,8	80
Февраль	6,0	0,4	8300	5,4	н	0,9	н	н	18300	2,5	60
Март	199	196	2350	1,8	н	0,7	н	н	12600	2,0	70
Апрель	974	955	1850	4,2	н	н	н	н	27300	3,3	140
Май	18,9	8,0	1950	9,1	17,9	10,2	н	2,3	42400	7,5	120
Июнь	14,0	5,4	1420	21,8	19,4	18,9	7,2	4,5	37800	8,1	80
Июль	8,8	0,8	2660	3,0	н	1,1	н	н	49800	8,5	130
Август	8,2	0,6	3280	0,8	н	н	н	4	47100	6,1	130
Сентябрь	12,3	0,9	2300	3,7	1,2	1,2	н	н	30500	3,9	150
Октябрь	9,4	0,6	2730	10,0	7,4	3,8	0,8	1,5	18400	1,7	80
Ноябрь	10,4	н	2790	3,6	н	1,1	н	н	12100	н	90
Декабрь	4,5	н	1700	0,4	н	0,2	н	н	8000	0,9	80
Среднее: 2011 г.	106	97	3260	5,4	3,8	3,2	0,7	0,7	27100	3,9	100
2010 г.	16	1,0	н	5,0	4,0	3,0	н	1,0	36600	4,6	160
ДОА _{НАС.} , Бк/м ³	27	19	0,11	11	68	72	30	15	2000	72	31

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Данные УГМС ЦЧО [38] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2011 г. приведены в табл. 4.60. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в 2011 г. в различных пунктах 100-км зоны уменьшились по сравнению с 2010 г. в 1,3–1,8 раза и были примерно в 2 раза ниже среднегодового фоновое значения для Центра ЕТР (1,1 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений наблюдались в Нововоронеже в августе и достигали 3,5 Бк/м²·сутки.

В марте–апреле 2011 г. в приземном слое атмосферы санитарно-защитной зоны фиксировалось присутствие ¹³¹I, обусловленное радиационной аварией на АЭС «Фукусима-1». Максимальная объемная активность составила $1,8 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ (в ед. ДОА_{НАС.} $2,5 \cdot 10^{-4}$). Повышение среднегодовых объемных активностей ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. по сравнению с предыдущими годами связано также с аварией на АЭС «Фукусима-1». Данные выводы были представлены ОАО «ВНИИАЭС» в «Аналитической справке по радиоактивному загрязнению приземного слоя воздуха в районах расположения российских АЭС в результате аварии на АЭС «Фукусима-1»».

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2011 г., полученные УГМС ЦЧО [38], приведены в табл. 4.62. 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).

Из радионуклидов техногенного происхождения в квартальных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал ¹³⁷Cs и ⁷Be. Выпадения остальных радионуклидов носили эпизодический характер. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2011 г. в г. Нововоронеже увеличились почти в 2 раза, а в зоне 13 оставались на уровне 2010 г. и составляли 2,9 и 1,15 Бк/м²·год соответственно, среднее значение годовых выпадений ¹³⁷Cs по Центру ЕТР составило 1,54 Бк/м²·год.

Таблица 4.62

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2011 г., Бк/м²-квартал
(данные УГМС ЦЧО)**

Квартал	г. Нововоронеж			Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	¹³⁷ Cs	⁷ Be
I	0,7	0,2	0,1	0,34	42
II	1,4	0,1	н	0,5	227
III	0,5	0,2	0,1	0,21	257
IV	0,3	0,2	н	0,1	115
Сумма, Бк/м ² ·год:					
2011 г.	2,9	0,7	0,2	1,15	641
2010 г.	1,5	н	н	1,06	696

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

По данным ЛВРК НВАЭС [33], в 2011 г. ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn регистрировались в выпадениях на расстояниях до 50 км от станции: 2,5, 0,7, 0,4 и 0,4 Бк/м²·год соответственно. При этом общая активность выпадения радионуклидов в 2011 г. как в СЗЗ, так и в контрольном пункте Лиски уменьшились по сравнению с предыдущим годом в 1,2 и в 1,9 раза соответственно.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2011 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 [33].

В табл. 4.63 приведены данные об объемных активностях ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС [33]. Видно, что в 2011 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» осталась примерно на уровне 2010 г. и изменялась в диапазоне от 13 до 20 мБк/л, что на 3 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Помимо ¹³⁷Cs, в воде р. Дон в двух точках ниже сброса с блоков № 1 и 2 в 2011 г. наблюдался ⁶⁰Co с объемной активностью 10 мБк/л, что на 3 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (40 Бк/л).

Содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения [33].

Таблица 4.63

**Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС
(данные ЛВРК НВАЭС)**

Место отбора проб	Вода, мБк/л				Донные отложения, Бк/кг в.-с.			
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
<u>р. Дон</u>								
4 км выше сброса блоков № 1, 2	13	14	н	н	2	1	н	н
Старица	17	21	н	н	36	6	1	н
Водозабор блоков № 1, 2	10	12	н	н	8	10	н	н
Сбросной канал блоков № 1, 2	13	21	н	100	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков № 1, 2	16	16	10	40	5	11	15	27
6 км ниже сброса блоков № 1, 2	20	18	10	10	4	3	1	н
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>								
Сброс блока № 5	15	16	н	н	-	-	-	-
Пляж	18	16	н	н	3	2	н	н
Водозабор блока № 5	16	15	н	н	1	5	н	н
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	н	14	н	10	1	4	5	5

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

ЛВРК НВАЭС также проводит контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопродуктивных прудах рыбхоза «Нововоронежский» [33]. Наличие ^{60}Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков № 1 и 2, и в рыбопродуктивных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС [36], прослеживается с 1995 г. Удельные активности ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях (табл. 4.63) рыбопродуктивного пруда в 2011 г. составляли 1 и 5 Бк/кг в.-с. соответственно. В пруде-охладителе удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях составляла 1–3 Бк/кг в.-с.; в р. Дон удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 2 до 36 Бк/кг в.-с., а ^{60}Co – от предела обнаружения до 15 Бк/кг в.-с. (в 100 м ниже сбросного канала). В целом, содержание радионуклидов в донных отложениях исследуемых водоемов оставалось на уровне предыдущих лет [1, 5, 7, 34].

Контроль грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 в 2011 г. проводился ЛВРК [33] в 12 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему практически полностью обусловлено ^{60}Co . В воде 10 контрольных скважин был обнаружен ^{60}Co , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,08 Бк/л (в скважине № 111) до 65 Бк/л (в скважине № 35) (рис. 4.14). Превышение уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ^{60}Co (УВ = 40 Бк/л по НРБ-99/2009) в 2011 г. зарегистрировано только в КС № 35. Здесь среднегодовая объемная активность ^{137}Cs (18 Бк/л), как и в предыдущем году, превысила уровень вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ^{137}Cs (УВ = 11 Бк/л по НРБ-99/2009). В других скважинах ХЖО-2 как в зоне загрязнения, так и вне зоны объемная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2011 г. [33] в СЗЗ составляла 2 кБк/м² при среднем значении за последние пять лет 6 кБк/м², в ЗН – 5 кБк/м² при среднем значении за последние пять лет 6 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 10 кБк/м² при среднем значении за последние пять 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 [33] в 2011 г. было на 3–4 порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [8]: во всех продуктах (за исключением пшеницы, где его содержание было ниже МДА) его содержание составляло 0,1 Бк/кг сырой массы. ^{131}I нигде обнаружен не был, как и в 2010 году.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 2011 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС [33], составляли 11 и 13 мкР/ч соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 15 мкР/ч, в ЗН – 19 мкР/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2011 г., среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла 12 и 13 мкР/ч соответственно, в контрольном пункте Лиски – 12 мкР/ч при максимальном значении 14 мкР/ч.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [38], в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2011 г. среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения изменялись от 10 до 14 мкР/ч. Максимальное измеренное значение МЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (17 мкР/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2010 года.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС [33], в ЗН варьировала в диапазоне $(53-86) \cdot 10^{-5}$ Гр, что несколько превышает значение, полученное в контрольном пункте Лиски – $54 \cdot 10^{-5}$ Гр. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне $(54-68) \cdot 10^{-5}$ Гр. Наибольшие значения дозы в СЗЗ и ЗН были зарегистрированы в западном направлении.

Для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания и внешнего облучения от почвы (табл.4.64).

Таблица 4.64

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2011 гг.

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	
Ингаляция	$2,9 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-12}$	$2,6 \cdot 10^{-12}$	$9,0 \cdot 10^{-14}$	$3,7 \cdot 10^{-13}$	$8,1 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$2,4 \cdot 10^{-9}$	-	$1,5 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,8 \cdot 10^{-8}$
Потребление продуктов питания*	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$8,7 \cdot 10^{-11}$	-	$4,8 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$8,3 \cdot 10^{-11}$	-	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Сумма	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-11}$	$3,6 \cdot 10^{-10}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$

Примечание: * – расчет выполнен с использованием модельных оценок в соответствии с ДВ-2010;
 - – расчет не выполнен из-за отсутствия данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000–2011 гг. составил $3,9 \cdot 10^{-8}$, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} . Среднегодовой суммарный риск при общем воздействии радионуклидов «станционного» и фоновое происхождения для населения ЗН составил $1,9 \cdot 10^{-6}$. Таким образом, вклад НВАЭС в суммарный риск для населения ЗН, рассчитанный по имеющимся данным мониторинга, составляет 2,0 %.

Таким образом, в 2011 г. на территории НВАЭС, в СЗЗ, 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.

Заметное увеличение объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере в 2011 г. было связано с прохождением по ЕТР аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» в марте–апреле. Особенно заметно увеличилась в этот период объемная активность ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs (до 2 порядков), в это же время регистрировался ¹³¹I. По результатам наблюдений в 2010 г. и во второй половине 2011 г. объемная активность ¹³⁷Cs лишь в 2–5 раз превышала фоновую, а ¹³⁴Cs не фиксировался.

Прохождение аварийных выбросов было зафиксировано и при анализе атмосферных выпадений, главным образом, по двукратному увеличению среднегодового выпадения ¹³⁷Cs. При этом следует отметить, что даже максимальные количества радионуклидов, фиксировавшиеся в апреле, были на 3–5 порядков ниже санитарно-гигиенических нормативов.

Приведенные выше результаты наблюдений позволяют сделать вывод, что в штатном режиме работы НВАЭС оказывает влияние на радиационную обстановку в 50-км зоне НВАЭС присутствием

в атмосфере близлежащих населенных пунктов (до 50 км от НВАЭС) ^{60}Co и других продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых в 10^5-10^8 раз ниже установленных нормативов. В поверхностных водах в районе АЭС присутствует ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального фона, концентрации которого на 2–3 порядка ниже установленного норматива.

4.9. Ростовская АЭС

Ростовская АЭС расположена на юге России в степном районе Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища, созданного в нижнем течении р. Дон, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска [39].

До 2010 г. на Ростовской АЭС эксплуатировался энергоблок № 1 с реакторной установкой ВВЭР-1000, введенный в эксплуатацию в 2001 г. В декабре 2009 г. состоялся физический пуск энергоблока № 2, ознаменовавший начало этапа опытно-промышленной эксплуатации. Энергетический пуск энергоблока № 2 состоялся 18 марта 2010 г. Разрешение на промышленную эксплуатацию подписано 10 декабря 2010 г., а 5 января 2011 г. энергоблок № 2 включен в сеть [40].

Площадь санитарно-защитной зоны (СЗЗ) Ростовской АЭС составляет 44 км^2 , из них 18 км^2 занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет 2600 км^2 , из них около 500 км^2 занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 человека на 1 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 Ростовской АЭС, – около 15 тыс. человек. В г. Волгодонске 6 водозаборов: 5 из Цимлянского водохранилища, 1 из р. Дон.

Климат региона континентальный с недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом и неустойчивой малоснежной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет $+7,9 \text{ }^\circ\text{C}$, абсолютный максимум $+41 \text{ }^\circ\text{C}$, абсолютный минимум $-35 \text{ }^\circ\text{C}$. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет $-7,4 \text{ }^\circ\text{C}$, наиболее теплого (июль) – $+23,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Среднее количество осадков – 400 мм в год. За вегетационный период выпадает в среднем 200–220 мм осадков, что недостаточно для интенсивного земледелия, поэтому в земледелии используется полив водами Цимлянского водохранилища. В течение большей части года преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров. Средняя годовая скорость ветра в районе расположения АЭС составляет 5 м/с.

Газоаэрозольные выбросы на Ростовской АЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-99 [2], в атмосферу в 2011 г. и для сравнения данные 2010 г. приведены в табл. 4.65 [41].

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Ростовской АЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Со	$7,4 \cdot 10^9$	$2,20 \cdot 10^6$	$1,41 \cdot 10^6$	$+0,79 \cdot 10^6$
¹³¹ I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$9,01 \cdot 10^6$	$4,58 \cdot 10^4$	$+8,96 \cdot 10^6$
¹³⁴ Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$2,90 \cdot 10^5$	$2,60 \cdot 10^5$	$+0,30 \cdot 10^5$
¹³⁷ Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$0,35 \cdot 10^6$	$0,46 \cdot 10^6$	$-0,11 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,04 \cdot 10^{13}$	$1,77 \cdot 10^{13}$	$-0,73 \cdot 10^{13}$

По сравнению с предыдущим годом в 2011 г. на Ростовской АЭС выбросы ⁶⁰Со увеличились в 1,6 раза, ¹³⁴Cs – в 1,1 раза, ¹³¹I – почти в 200 раз (до $9,01 \cdot 10^6$ Бк против $4,58 \cdot 10^4$ Бк). Выбросы ИРГ и ¹³⁷Cs уменьшились в 1,7 и 1,3 раза соответственно. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2011 г. были на 1–4 порядка ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с реактором ВВЭР-1000, и не превышали 1,5 % (ИРГ) от них.

Сбросы ПЛК на Ростовской АЭС осуществляются через сбросной канал в водоем-охладитель. Отработанная хозяйственная вода поступает на очистные сооружения АЭС. Объем сброса технических вод в водоем-охладитель в 2011 г. составил $227,83 \cdot 10^3$ м³ [39]. Водоем-охладитель Ростовской АЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км², среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – $6 \cdot 10^7$ м³. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу ($1,1 \cdot 10^7$ м³/год).

В 2011 г., по данным Ростовской АЭС [39], содержание радионуклидов в сбросных водах в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, которая для ⁵⁴Mn, ⁶⁰Со, ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs составляла 0,22, 0,29, 0,30 и 0,24 мБк/л соответственно, а для трития – 1 Бк/л.

Радиационный контроль в 30-км зоне в районе расположения Ростовской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) отдела радиационной безопасности АЭС, а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг АЭС – Департамент Росгидромета по ЮФО и СКФО.

В 2011 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы [39]:

- аэрозолей в десяти точках с помощью воздухофильтрующих установок (ВФУ) (средний объем прокачанного воздуха – 400 м³/ч) с двухнедельной или месячной экспозицией;
- атмосферных выпадений в 18 точках с помощью кювет с площадью 0,16 и 0,31 м² и высотой бортиков 15–20 см с месячной экспозицией;
- почвы на глубину 5 см от поверхности один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель, Цимлянское водохранилище вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения и подземные воды из 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 17 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МЭД проводилось с помощью переносных дозиметров СРП 68-01, ДГК-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ и 22 стационарных автоматизированных поста контроля на базе УМКС-99Р «Атлант-М» в составе АСКРО. Для экспрессного контроля радиационной обстановки по пяти маршрутам вокруг АЭС использовалась передвижная радиологическая лаборатория.

Расположение пунктов радиационного мониторинга Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО в 100-км зоне Ростовской АЭС приведено на рис. 4.14 [41].

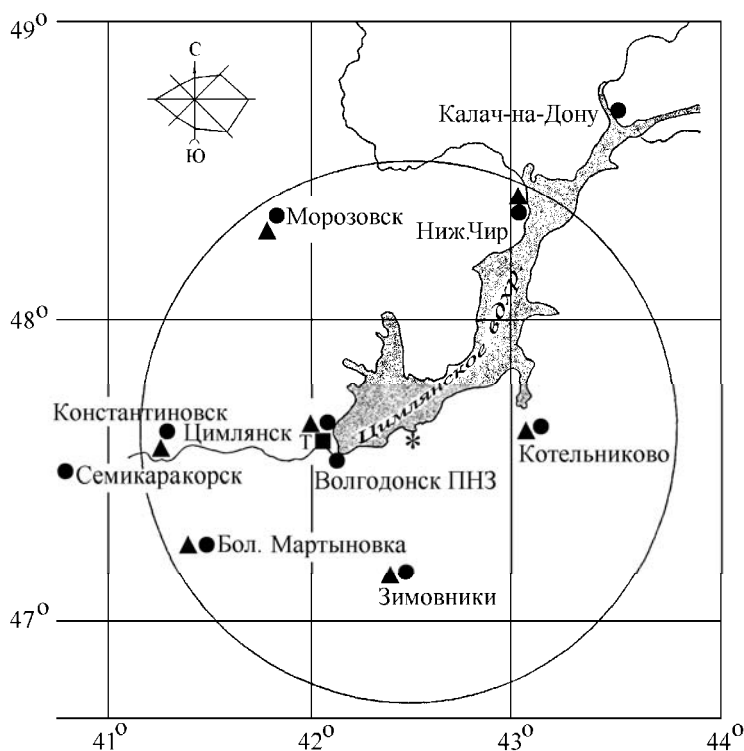


Рис. 4.14. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

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

В 2011 г. Департаментом Росгидромета по ЮФО и СКФО в 100-км зоне Ростовской АЭС проводились наблюдения за МЭД на восьми станциях каждые 3 часа, на семи из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной (в г. Цимлянске) – ежесуточный отбор проб аэрозолей с помощью ВФУ. В Цимлянске также в течение года отбирались месячные пробы осадков для определения содержания в них трития.

В радиометрической лаборатории Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО суточные пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на $\Sigma\beta$ активность. Радиоизотопный анализ объединенных за месяц проб аэрозолей и объединенных за квартал проб выпадений, а также анализ проб осадков на тритий проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Данные Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО об объемной $\Sigma\beta$ активности в воздухе и $\Sigma\beta$ активности выпадений представлены в табл. 4.66 [39]. Из табл. 4.66 видно, что в 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, увеличилась относительно прошлого года в 1,2 раза и составила $6,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, но была меньше средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной $\Sigma\beta$ активности ($10,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2011 г. в г. Цимлянске не было зарегистрировано превышения фоновой объемной $\Sigma\beta$ активности в приземной атмосфере в 5 и более раз.

Таблица 4.66

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные величины $\Sigma\beta$ активности выпадений и объемные значения $\Sigma\beta$ активности в приземном слое воздуха в 100-км зоне Ростовской АЭС (данные Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.	
<u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u>															
Б. Мартыновка	с	1,6	0,5	0,9	0,7	0,6	0,6	0,9	0,4	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0
	м	8,2	1,8	3,7	3,0	1,5	2,3	2,2	1,1	2,9	2,6	1,6	1,8		
Зимовники	с	0,7	0,7	1,2	1,1	0,6	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	0,6	0,6	0,8	1,2
	м	2,7	2,8	4,7	3,7	1,1	2,0	1,9	3,0	2,5	3,5	4,4	1,9		
Константиновск	с	2,5	1,2	1,2	0,8	0,9	1,4	1,0	0,6	0,9	0,8	1,0	0,9	1,1	1,1
	м	12	5,0	6,0	3,7	2,4	3,3	2,7	1,9	6,2	2,6	2,8	5,4		
Котельниково	с	1,0	0,6	0,6	0,4	0,8	0,6	0,3	0,3	0,6	0,5	1,0	0,6	0,6	1,0
	м	5,7	1,5	2,9	1,9	2,4	2,6	1,1	1,1	1,8	1,9	3,5	1,9		
Морозовск	с	1,2	0,8	1,3	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	1,2
	м	9,3	5,1	3,9	2,7	1,5	2,2	1,5	1,5	2,7	2,3	1,5	2,7		
Нижний Чир	с	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,3	0,7	0,7	0,6	0,6	1,0
	м	5,7	2,2	2,8	1,9	2,3	2,3	1,5	2,5	1,2	1,7	3,7	2,3		
Цимлянск	с	2,4	2,7	1,4	0,8	0,6	0,6	1,3	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	1,1	1,2
	м	8,9	23,1	6,4	3,8	1,8	1,7	3,9	3,2	2,4	2,1	2,0	1,4		
<u>Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³</u>															
Цимлянск	с	16	9,8	6,4	12,8	4	4,5	7,3	5,1	3,1	3,3	2,4	3,2	6,5	5,4
	м	60,6	45,3	43,3	78,8	10,6	8,3	21,5	10	5,4	7,6	7	9,3		

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2006–2011 гг. приведены в табл. 4.67. Из табл. 4.67 видно, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Цимлянска в предшествующие пять лет постепенно снижались. В 2011 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Цимлянска составляла $29,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 5,5 раза ниже фонового уровня для Юга ЕТР. Однако в 2011 г. произошло резкое увеличение объемной активности ¹³⁷Cs в первом и, особенно, во втором кварталах (в 11 и 70 раз соответственно). Очевидно, что это увеличение связано с прохождением по ЕТР аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1», которое было зафиксировано здесь в конце марта – первой половине апреля. В результате увеличилось и среднее за год значение – в 20 раз – до $29,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Однако Цимлянск по величине объемной активности ¹³⁷Cs выглядит сравнительно благополучно на фоне средневзвешенного значения по Югу ЕТР, где эта величина выросла более чем в 30 раз, до $160 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Цимлянске также была в 1,9 раза ниже средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0,27 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности радионуклидов на 7 порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.67
Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска, 10^{-7} Бк/м³
(данные НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
^{137}Cs							
Цимлянск	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
	2009	3,9	2,8	3,0	2,1	3,0	5,0
	2010	1,1	1,4	2,3	1,4	1,5	4,8
	2011	12,1	98,9	4,2	2,0	29,3	160,0
^{90}Sr							
Цимлянск	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	0,50	0,65	0,15	0,4	1,02
	2009	0,21	0,48	0,32	0,12	0,3	0,92
	2010	0,18	0,34	0,41	0,17	0,28	0,80
	2011	0,26	0,30	0,40	0,11	0,27	0,54

По данным ЛКВРБ [39], в 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – $14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $12 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – $16 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{131}I в атмосфере СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры: МДА ^{54}Mn составляет $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м, для ^{60}Co – $0,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ^{131}I – $0,2 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³. Содержание ^{137}Cs и ^{134}Cs было на порядок выше МДА и составляло в СЗЗ $0,90 \cdot 10^{-5}$ и $0,64 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, в ЗН – $0,90 \cdot 10^{-5}$ и $0,65 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольном пункте – $1,28 \cdot 10^{-5}$ и $0,89 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Источником ^{137}Cs и ^{134}Cs в приземном воздухе в районе расположения Ростовской АЭС были аварийные выбросы с АЭС «Фукусима-1» согласно «Аналитической справке по радиоактивному загрязнению приземного слоя воздуха в районах расположения российских АЭС в результате аварии на АЭС «Фукусима-1», ОАО «ВНИИАЭС»» [39].

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС в 2011 г. составляли 0,6–1,1 Бк/м²·сутки (см. табл. 4.66) [41]. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ активности выпадений во всех пунктах наблюдения, кроме г. Цимлянска и Константиновска, были существенно ниже (в 1,6 раза) значений, полученных в 2010 г. В г. Цимлянске и Константиновске в 2011 г. $\Sigma\beta$ активность выпадений существенно не изменилась по сравнению с 2010 г. Таким образом, в 2011 г. среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений в большинстве пунктов наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС заметно уменьшилась и во всех пунктах, включая г. Цимлянск, не превышали средневзвешенных по территории РФ выпадений (1,1 Бк/м²·сутки).

По данным ЛКВРБ Ростовской АЭС [39], в 2011 г. $\Sigma\beta$ активность выпадений в СЗЗ и контрольном пункте превышала средние значения за последние пять лет, которые равны $0,16$ Бк/м², на $0,02$ – $0,04$ Бк/м², а в ЗН равнялась ему и составляла $0,17$ Бк/м². Суточные выпадения техногенных радионуклидов были ниже МДА $(2-7) \cdot 10^{-4}$ Бк/м²·сутки для ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn и ^{131}I .

Результаты проведенного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2011 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 2,15 Бк/л и была заметно ниже усредненной по 33 пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (2,5 Бк/л).

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2011 г., содержание ^{137}Cs не превышало средних значений за последние пять лет и составляло: в СЗЗ – 0,26 кБк/м², в ЗН – 0,76 кБк/м² и в с. Дубровке – 0,70 кБк/м². Содержание ^{134}Cs и ^{60}Co было менее 0,1 кБк/м² для каждого изотопа [39].

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ [39] показали, что в 2011 г. объемная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в питьевой воде (г. Волгодонск, ст. Подгоренская, ст. Жуковская, ст. Романовская, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности (< 18 мБк/л). Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде варьировала от 100 мБк/л (ст. Подгоренская) до 135 мБк/л (АЭС). В Цимлянском водохранилище объемная $\Sigma\beta$ активность составляла 175 мБк/л, а в водоеме-охладителе – 285 мБк/л. Все полученные результаты значительно ниже контрольного уровня объемной $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л). Содержание трития в пробах питьевой воды и воды Цимлянского водохранилища меньше минимально детектируемой активности (1 Бк/л), а в водоеме-охладителе – 16,2 Бк/л.

Донные отложения из водоемов отбирались ЛКВРБ Ростовской АЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Среднегодовая удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 1,4 и 1,1 Бк/кг в.-с. соответственно; в донных отложениях водоема-охладителя – 3,4 и менее 1,2 Бк/кг в.-с. $\Sigma\beta$ донных отложений в Цимлянском водохранилище в 1,6 раза превышала среднюю за 5 лет и составила 565 Бк/кг, а в водоеме-охладителе лишь незначительно отличалась от средней за 5 лет – 500 Бк/кг против 460 Бк/кг. [39].

На территории Ростовской АЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 27 наблюдательных скважин (НС), предназначенных для контроля радиоактивности подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. Однако в семи скважинах отсутствовала вода в связи с работой системы водопонижения, поэтому пробы воды отбирались из 20 НС [39]. Разброс значений объемной $\Sigma\beta$ активности в воде скважин в течение года был от 133 до 300 мБк/л.

Продукты питания местного производства

Пробы продуктов питания отбирались в трех пунктах ЗН – ст. Жуковская, ст. Подгоренская, г. Волгодонск, а также в с. Дубовское. Рыба отбиралась из водоема-охладителя и Цимлянского водохранилища.

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 Ростовской АЭС, проведенный ЛКВРБ [39], показал, что в 2011 г., как и в предыдущем, содержание в них ^{137}Cs было ниже минимально детектируемой активности. Содержание ^{131}I определялось только в молоке и было ниже МДА.

Полученные значения $\Sigma\beta$ активности во всех обследованных продуктах питания, кроме говядины, не превышали значений «нулевого фона». Только в говядине были получены значения $\Sigma\beta$ активности несколько выше «нулевого фона» – 68 Бк/кг против 65.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая мощность дозы γ -излучения в 2011 г. на промплощадке, в СЗЗ и ЗН, по данным 22 постов АСКРО и СКР Ростовской АЭС, составляла 8–10 мкР/ч при максимальном измеренном значении 13 мкР/ч [39].

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО [41], среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 8,5 до 14,1 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг Ростовской АЭС, измеренная с помощью системы термолюминесцентных дозиметров в 16 пунктах, составила в СЗЗ и ЗН $(25,5–68,5) \cdot 10^{-5}$ Гр, что не превышает значения в контрольном пункте $(72,5 \cdot 10^{-5})$ Гр [39].

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что влияния Ростовской АЭС в 2011 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

4.10. Смоленская АЭС

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируются три энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 – вторая очередь), введенные в эксплуатацию в 1982, 1985 и 1990 гг. соответственно, с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 МВт [42].

САЭС расположена на юге Смоленской области в 35 км от г. Рославля, в 3 км от г. Десногорска. Основной водной артерией в районе расположения САЭС является р. Десна с притоками, впадающая в р. Днепр, на которой для промышленного водоснабжения построено водохранилище площадью зеркала 42,2 км². Плотины расположена в месте впадения в р. Десну ее правого притока р. Сельчанки, в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС умеренно-континентальный, формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс [41]. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом, средняя температура января -7...-9 °С. Лето теплое, средняя температура июля +18 °С. Среднегодовая температура +7 °С. Количество осадков 600 мм/год. Ветровой режим района водохранилища в течение года характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В теплый период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в холодный – южных ветров.

СЗЗ САЭС определена кругом радиусом 3 км. Размер ЗН для первой и второй очереди САЭС определен кругом радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди [42]. Площадь ЗН – 2797,7 км². Территория ЗН захватывает земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области. Численность населения, проживающего в ЗН 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 твердых отходов (ХЖТО), хранилища жидких отходов (ХЖО и ХЖО-2). 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 2011 г. [43] представлено в табл. 4.68, там же для сравнения приведены данные за 2010 год.

Таблица 4.68

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
⁶⁰ Со	$2,5 \cdot 10^9$	$0,54 \cdot 10^8$	$1,86 \cdot 10^8$	$-1,32 \cdot 10^8$
¹³¹ I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,0 \cdot 10^8$	$4,05 \cdot 10^8$	$-3,05 \cdot 10^8$
¹³⁷ Cs	$4,0 \cdot 10^9$	$1,74 \cdot 10^6$	$3,87 \cdot 10^6$	$-2,13 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$4,90 \cdot 10^{13}$	$6,40 \cdot 10^{13}$	$-1,50 \cdot 10^{13}$

Из табл. 4.68 видно, что в 2011 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 0,94 % (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 [43].

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 ПЛК в водоем-охладитель.

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами САЭС в 2010–2011 гг. приведены в табл. 4.69 [43].

Таблица 4.69

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
		2011 г.	2010 г.	
³ H*	$2,3 \cdot 10^{14}$	$2,46 \cdot 10^{11}$	$3,12 \cdot 10^{11}$	$-0,66 \cdot 10^{11}$
⁵⁴ Mn	$8,0 \cdot 10^9$	$5,84 \cdot 10^6$	$7,48 \cdot 10^6$	$-1,64 \cdot 10^6$
⁶⁰ Со	$1,6 \cdot 10^9$	$7,56 \cdot 10^6$	$8,31 \cdot 10^6$	$-1,75 \cdot 10^6$
¹³⁷ Cs	$5,4 \cdot 10^9$	$4,44 \cdot 10^6$	$4,16 \cdot 10^6$	$+0,28 \cdot 10^6$

Примечание: * – вместе со ⁹⁰Sr, ⁵¹Cr, ⁹⁵Nb, ⁹⁵Zr, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co, ⁸⁹Sr.

Кроме радионуклидов, приведенных в таблице, в сбросах дебалансных вод присутствуют ⁹⁰Sr, ⁵¹Cr, ⁹⁵Nb, ⁹⁵Zr, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co, ⁸⁹Sr, ³H суммарной активностью $2,46 \cdot 10^{11}$ Бк [43]. Общий объем сброса

сточных вод в 2011 г. составил 55 301 м³. Из приведенных в табл. 4.69 данных видно, что сбросы всех радионуклидов на САЭС в 2011 г. не превышали 0,47 % (⁶⁰Со) от допустимых. Наибольший вклад в активность сброса вносил тритий.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) САЭС, а в 100-км зоне САЭС – Центральным УГМС и УГМС ЦЧО, а также Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Республики Беларусь.

В СЗЗ и ЗН САЭС в 2011 г. ЛВРК САЭС [43] 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, ХЖО-2, 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 ЗН 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 ГЛД-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 [43].

В 100-км зоне САЭС в 2011 г. Центральным УГМС [24] и УГМС ЦЧО [38] на семи стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и в четырех пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 4.15).

РЦРКМ Республики Беларусь в 2011 г. [44] на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики (рис. 4.15) в г. Мстиславле проводилось измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, контролировались радиоактивные выпадения из приземного слоя атмосферы (отбор проб производился с помощью горизонтальных планшетов) с определением суммарной бета-активности, производился ежедневный отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием ВФУ.

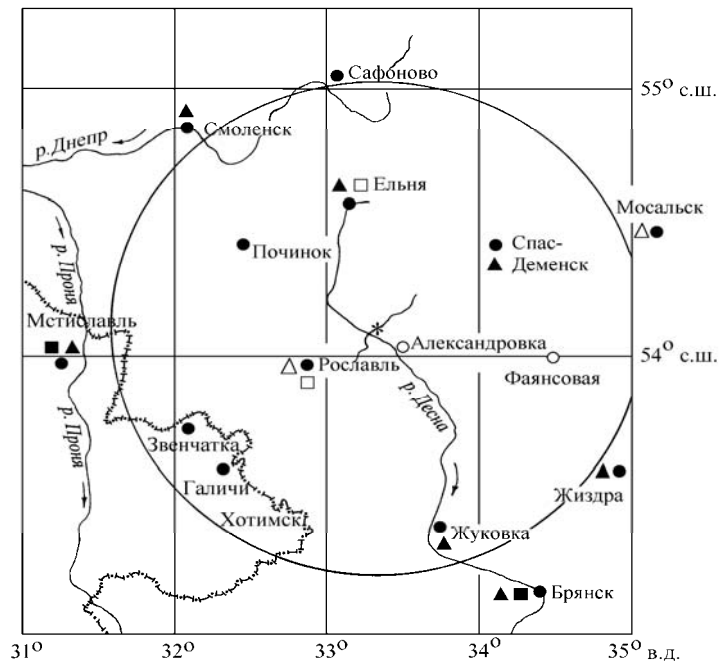


Рис. 4.15. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ — планируемые наблюдения;
- — граница РФ.

Приземная атмосфера

В табл. 4.70 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС [43]. Техногенные радионуклиды ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co , отсутствующие в составе глобально-радиоактивного фона, регистрировались как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС (за исключением ^{51}Cr , объемная активность которого в ЗН была ниже МДА), причем содержание этих радионуклидов в СЗЗ было в 4,8–9,6 раза больше, чем в ЗН. Значительное увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs и ^{134}Cs в 2011 г. по сравнению с 2010 г. связано с аварийными выбросами с АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г. («Аналитическая справка по радиационному загрязнению приземного воздуха в районах расположения Российских АЭС в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» (11.03.2011 г.)», г. Москва, ВНИИАЭС, 2011г.). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2011 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$), в 2,3 и 1,5 раза соответственно. В целом, в 2011 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на 6–7 порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.70

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn		^{51}Cr	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
СЗЗ	121,0	18,5	330	5,2	91,9	75,7	24,7	55,0	160	230
ЗН	81,6	12,2	375	< 1,2	9,7	6,4	5,1	9,5	< 103	< 175

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [44], среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 4.15) в 2011 г. колебалась в пределах $(10,5\text{--}29,1)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в Мстиславле составила $17,6\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ активности по Центру ЕТР ($18,1\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2011 г. составила $103\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $11\cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в июле) до $592\cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в апреле). Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Мстиславля в 1,3 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 2 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($52,9\cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Повышенное содержание ¹³⁷Cs в Мстиславле и в Центре ЕТР связано с прохождением через них аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» в марте–апреле 2011 г. В Центре ЕТР в результате этого средневзвешенная объемная активность ¹³⁷Cs в приземном воздухе увеличилась в 3,5 раза от $7\cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [24] и УГМС ЦЧО [38], представленных в табл. 4.71, среднемесячные суточные значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в течение 2011 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали $1,4$ Бк/м²·сутки (г. Ельня, январь), а среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР ($1,1$ Бк/м²·сутки), изменяясь в пределах $0,91\text{--}1,22$ Бк/м²·сутки.

Таблица 4.71

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2011 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	2011 г.	2010 г.
Ельня	с	1,4	0,8	1,2	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
	м	4,5	2,2	5,7	1,0	1,5	4,5	2,4	3,6	1,8	1,8	2,8	4,2		
Смоленск	с	1,3	0,8	1,2	1,3	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
	м	6,5	1,9	5,4	4,3	1,0	3,7	4,4	2,4	3,0	3,0	2,8	2,8		
Жуковка*	с	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8
	м	1,6	1,2	2,2	2,1	2,1	1,5	1,2	1,6	1,7	1,1	1,3	1,6		
Спас-Деменск	с	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
	м	1,1	0,5	0,6	1,3	1,2	0,7	1,4	1,4	0,5	0,7	1,6	0,8		

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО.

В выпадениях на территории СЗЗ и ЗН [43] из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Выпадения ¹³⁴Cs, ⁵⁴Mn и ⁵¹Cr были ниже минимально детектируемой активности. По данным УГМС ЦЧО [38] в Жуковке, расположенной в 100-км зоне Смоленской АЭС, вблизи ее границы годовая сумма выпадения ¹³⁷Cs составила $2,16$ Бк/м², что несколько больше годовой суммы выпадений для Центра ЕТР ($1,54$ Бк/м²).

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 [43] в 2011 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью $2,5$, $1,9$ и $2,4$ мБк/л соответственно, что в $1,4\text{--}1,6$ раза ниже средних значений за последние пять лет. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности ¹³⁷Cs были на 3 порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3], поэтому присутствие ¹³⁷Cs в данной концентрации в воде открытых водоемов не накладывает каких-либо ограничений на водопользование по радиационному признаку.

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК [43] один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 4.72. Как видно из табл. 4.72, удельная активность ^{137}Cs в 2011 г. в большинстве точек повысилась относительно уровня предыдущего года в 1,3–9,1 раза. В р. Соложе и контрольном водоеме удельная активность ^{137}Cs незначительно понизилась в 1,1 и 1,3 раза соответственно. Содержание ^{137}Cs в пробах донных отложений только в р. Десне было ниже его содержания в пробе из контрольного водоема в 1,4 раза. В остальных случаях содержание ^{137}Cs в донных отложениях было больше в 1,5–12 раз. Кроме ^{137}Cs , в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС определялся ^{60}Co , максимальная удельная активность которого была обнаружена в р. Соложе и составляла 6,2 Бк/кг в.-с.

Таблица 4.72

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
р. Соложа	87	94	< 6,2	< 1,9
д. Трояново	32	6,5	< 6,0	< 1,5
Очистные сооружения	42	17	< 3,6	< 1,6
Плотина	25	2,7	< 4,6	< 1,5
Городской пляж	11	4,4	< 5,7	< 1,7
р. Десна	5,2	4,1	< 1,7	< 1,4
Контрольный водоем	7,2	10	< 1,6	< 2,0

Контроль содержания радионуклидов в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется с периодичностью один раз в месяц отдельно для греющих сред теплосети и водопроводов питьевого назначения. Пробы воды объемом 100 л подвергаются предварительному концентрированию на ионообменной смоле КУ-2 с последующим проведением γ -спектрометрического анализа. МДА метода по ^{137}Cs приблизительно равна 8,1 мБк/л. Радионуклиды техногенного происхождения в пробах не обнаружены [43].

Один раз в год проводится отбор проб воды из артезианских скважин с последующим проведением измерений по показателям общей α - и β - активности. Общая α -радиоактивность – менее 0,2 Бк/л, общая β -радиоактивность – менее 1,0 Бк/л, что соответствует требованиям санитарно-эпидемиологических правил и нормативам по СанПиН 2.1.4.1074-01 и НРБ-99/2009.

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 4.73 приведены данные ЛВРК САЭС [43] за 2010–2011 гг. о содержании радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте д. Холмец.

Таблица 4.73

Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м² (данные ЛВРК САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
^{137}Cs	1,1	3,4	4,3	5,7	5,2	9,1
^{134}Cs	< 0,09	< 0,16	< 0,1	< 0,14	< 0,13	< 0,15

Содержание ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН было ниже его содержания в контрольном пункте в 4,7 и 1,2 раза соответственно. Содержание в почве ^{134}Cs в СЗЗ и ЗН было $< 0,09 \text{ кБк/м}^2$ и $< 0,1 \text{ кБк/м}^2$ соответственно, а в контрольном пункте – $< 0,13 \text{ кБк/м}^2$.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС [43] в 2011 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [8]: в грибах $< 4,0 \text{ Бк/кг}$ сырой массы, в рыбе – $3,1 \text{ Бк/кг}$ сырой массы, в овощах – $< 3,9 \text{ Бк/кг}$ сырой массы, в зерне – $0,79 \text{ Бк/кг}$ сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2011 г. [43] в СЗЗ составляла 10 мкР/ч , в ЗН – 8 мкР/ч , что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (10 мкР/ч). По данным маршрутных обследований [43], на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 13 и 11 мкР/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч .

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [24] и УГМС ЦЧО [38], в 2011 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 9 до 16 мкР/ч , что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь [44] свидетельствуют о том, что в 2011 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовые значения МЭД в г. Мстиславле сохранялась на уровне радиационного фона и составляла $10\text{--}11 \text{ мкР/ч}$.

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности [43], характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от САЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировал в пределах $(59\text{--}89) \cdot 10^{-5} \text{ Гр}$, при среднем значении $76 \cdot 10^{-5} \text{ Гр}$, 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 7–8 порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009.

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. СанПиН 2.6.1.24-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). – М., 2003.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.

4. Юдин В.А., Цветков В.А. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Балаковской атомной станции по состоянию на 2011 год. – Балаково: Балаковская АЭС, 2012.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
6. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности Приволжского УГМС по осуществлению радиационного мониторинга в 2011 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2012.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
8. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
9. ГОСТ Р ИСО 5479-2002 «Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения».
10. ГОСТ Р ИСО 16269-7-2004 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Медиана».
11. ГОСТ Р ИСО 50779-22-2005 «Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего».
12. Рафиков Е.М., Шонохов А.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2010 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2011.
13. Носов Ю.В., Рафиков Е.М., Шонохов А.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2011 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2012.
14. Постановление Правительства РФ от 6 октября 2006 г. № 605 «О Федеральной целевой программе «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года».
15. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 90 с.
16. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Смирнова Ю.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2010 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2011.
17. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Грабовская О.О. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2011 году. Ежегодник. – Екатеринбург, 2012.
18. Пусев В.Ю., Бычков Е.А., Рассказов А.А. Результаты радиационного мониторинга в районе расположения Билибинской АЭС в 2011 году. – Билибино: Билибинская АЭС, 2012.
19. Ткаченко Н.В., Сакова Н.Н. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по мониторингу радиоактивного загрязнения КЛМС ГУ «Чукотское УГМС» в 2011 году. – Певек: Чукотское УГМС, 2012.
20. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.

21. Мамонтов Ю.Д., Ткачук В.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2011 г. – Удомля: Калининская АЭС, 2012.
22. Отчет по экологической безопасности Калининской атомной электростанции за 2008 год. – Удомля: Калининская АЭС, 2009.
23. Хрисанфов Ю.В. Обзор радиоактивного загрязнения природной среды на территории, обслуживаемой Северо-Западным УГМС. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2012.
24. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2011 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2012.
25. Книжников В.А., Жаков Ю.А., Новикова Н.Я. и др. Радиационная обстановка в районе размещения Калининской АЭС до начала ее работы. Отчет о НИР. Инв. № Б-4507. – М.: Фонды ИБФ МЗ СССР, 1983.
26. Калининская АЭС: Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Проект. – Н. Новгород: ФУКП «НИАЭП», 2005.
27. Никишаев П.И., Смелов А.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2011 год. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2012.
28. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2011 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2012.
29. Батарев С.Г., Полянских С.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2011 год. – Курчатова: Курская АЭС, 2012.
30. Богучарский А.Г. О радиационной обстановке в 100-км зоне Курской АЭС за 2011 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2012.
31. Епихин А.И., Козлов Е.П., Сухоруков О.П., Степанов С.В. О радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2011 г. Отчет. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2012.
32. Маматов А.П., Пахомов В.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Нововоронежской АЭС в 2010 г. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2011.
33. Маматов А.П., Федоров А.И. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Нововоронежской АЭС в 2011 г. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2012.
34. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 273 с.
35. Иванов Е.А., Пырклов 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.
36. 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.
37. Черемисов В.А., Богучарский А.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2010 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2011.

38. Черемисов В.А. Отчет об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2011 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2012.
39. Лебедев О.В., Банников Г.Н., Симаков Л.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Ростовской АЭС за 2011 год. – Волгоград: Волгоградская АЭС, 2012.
40. Официальный сайт государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»: www.rosatom.ru.
41. Бурого С.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО по разделу радиационного мониторинга в 2011 году. – 2012.
42. Краснов И.М., Кулеватов А.С., Барауля С.В. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2010 г. Отчет. – Десногорск, 2011.
43. Краснов И.М., Кулеватов А.С., Барауля С.В. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2011 г. Отчет. – Десногорск, 2012.
44. Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2010 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2011.

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 2011 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 17 станциях г. Москвы и Московской 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 $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха и $\Sigma\beta$ выпадений на подстилающую поверхность за 2011 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 2011 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2011 г.	2010 г.
Выпадения, Бк/м ² -сутки															
Балчуг	с	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	1,4	0,9	0,7	1,3	0,8	0,9	1,9	1,0	0,8
	м	1,1	1,5	5,8	1,6	1,8	6,3	4,0	1,5	4,9	3,4	4,0	8,8		
ВДНХ	с	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	1,1	0,9	1,0	1,3	0,9	0,9
	м	1,0	1,0	3,5	1,5	1,4	3,2	1,3	1,6	3,7	5,9	4,3	6,3		
Новый Иерусалим	с	0,7	1,3	0,8	1,0	1,0	0,9	1,2	1,0	1,9	1,4	2,1	1,6	1,2	1,0
	м	1,2	5,3	2,1	4,3	2,0	2,1	3,5	2,6	3,9	3,2	6,3	4,2		
Подмосковная	с	0,6	0,7	1,2	1,1	0,9	0,9	0,9	1,7	1,3	1,2	0,9	1,1	1,0	1,0
	м	0,8	1,1	3,2	6,3	1,6	2,1	1,6	4,1	3,6	3,3	6,0	3,5		
Тушино	с	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	1,2	0,7	0,9	0,9	1,7	0,9	1,4	1,0	0,9
	м	1,7	1,3	1,2	1,6	3,4	6,2	1,4	2,9	2,0	4,6	3,3	5,1		
Среднее, Бк/м ² -сутки:															
- по зоне наблюдения		0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,1	0,9	1,0	1,3	1,2	1,2	1,5	1,0	0,9
- по Центру ЕТР		1,2	1,1	0,94	0,91	0,95	1,0	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³															
Подмосковная	с	30,4	22,9	16,5	28,5	16,1	21,2	39,6	37,5	13,6	13,3	9,5	9,8	21,6	15,2
	м	93,7	66,4	46,2	126	26,9	48,9	58,2	66,3	38,2	39,9	24,4	22,9		

Из табл. 5.1 видно, что в 2011 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $21,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше уровня прошлого года и в 1,2 раза выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ ($126 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в апреле.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2007–2011 гг., выполненного в лаборатории ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 5.2. Из табл. 5.2 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2011 г. увеличилась в 4,3 раза ($43,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) по сравнению с 2010 г. ($10,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но не превысила средневзвешенное значение по территории Центра ЕТР ($52,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Максимальное содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы наблюдалось в апреле 2011 г. ($1,15 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³), что связано с дополнительным вкладом ^{137}Cs в воздух, который поступал во время аварии на АЭС «Фукусима-1» на территорию России в результате глобального западного переноса воздушных масс. Из техногенных радионуклидов в период с 20.03 по 18.05.2012 г. на ст. Подмосковная также регистрировались ^{131}I , ^{132}Te , ^{134}Cs и ^{136}Cs . Максимальное содержание этих радионуклидов в приземном слое атмосферы наблюдалось 3–4 апреля и составило: $4,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ для ^{131}I , $10 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ для ^{132}Te , $9,9 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ^{134}Cs и $7,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ для ^{136}Cs . Эти значения на 3–4 порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 5.2

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная в 2007–2011 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Подмосковная	2007	4,2	4,3	3,6	4,0	4,0	10,5
	2008	4,3	3,4	10,0	3,4	5,3	8,9
	2009	4,6	6,8	4,0	3,4	5,1	5,6
	2010	5,4	10,0	15,0	10,0	10,1	7,0
	2011	27,0	137	2,1	6,7	43,3	52,9
^{90}Sr							
Подмосковная	2007	0,28	1,04	0,51	0,33	0,54	1,20
	2008	0,16	0,74	0,37	0,22	0,37	1,25
	2009	0,21	0,88	0,37	0,33	0,45	0,72
	2010	0,37	0,76	0,92	-	0,68	0,94
	2011	0,20	0,73	0,27	0,25	0,36	0,58

Примечание: - - нет данных.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2011 г. составляла $0,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,9 раза ниже, чем в 2010 г., и в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($0,58 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах контроля в 2011 г. (см. табл. 5.1) составляли $0,9–1,2$ Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения ($8,8$ Бк/м²·сутки) были зарегистрированы в декабре на метеостанции Балчуг. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г. ($1,0$ Бк/м²·сутки) в г. Москве и Московской области было на уровне предыдущего года и ниже регионального уровня (Центр ЕТР).

Выпадения ^{137}Cs в объединенной по пяти пунктам пробе в 2011 г. остались на уровне предыдущего года и составили $0,40$ Бк/м²·год, что ниже уровня среднего значения для Центра ЕТР ($1,54$ Бк/м²·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг (территория г. Москвы) и на СФМ (Серпуховской район Московской области), по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2011 г. составляла 1,7 и 2,5 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднегодового значения для всей территории России (2,5 Бк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Москва в течение 2011 г. колебалась в пределах от 3,6 до 6,7 мБк/л при среднем значении 4,0 мБк/л, что сравнимо со средним значением для рек ЕТР (3,7 мБк/л).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы и Московской области [1] изменялась от 8 мкР/ч (г. Дмитров) до 14 мкР/ч (Балчуг), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ГУП МосНПО «Радон» [2], согласно программам и постановлениям Правительства г. 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.

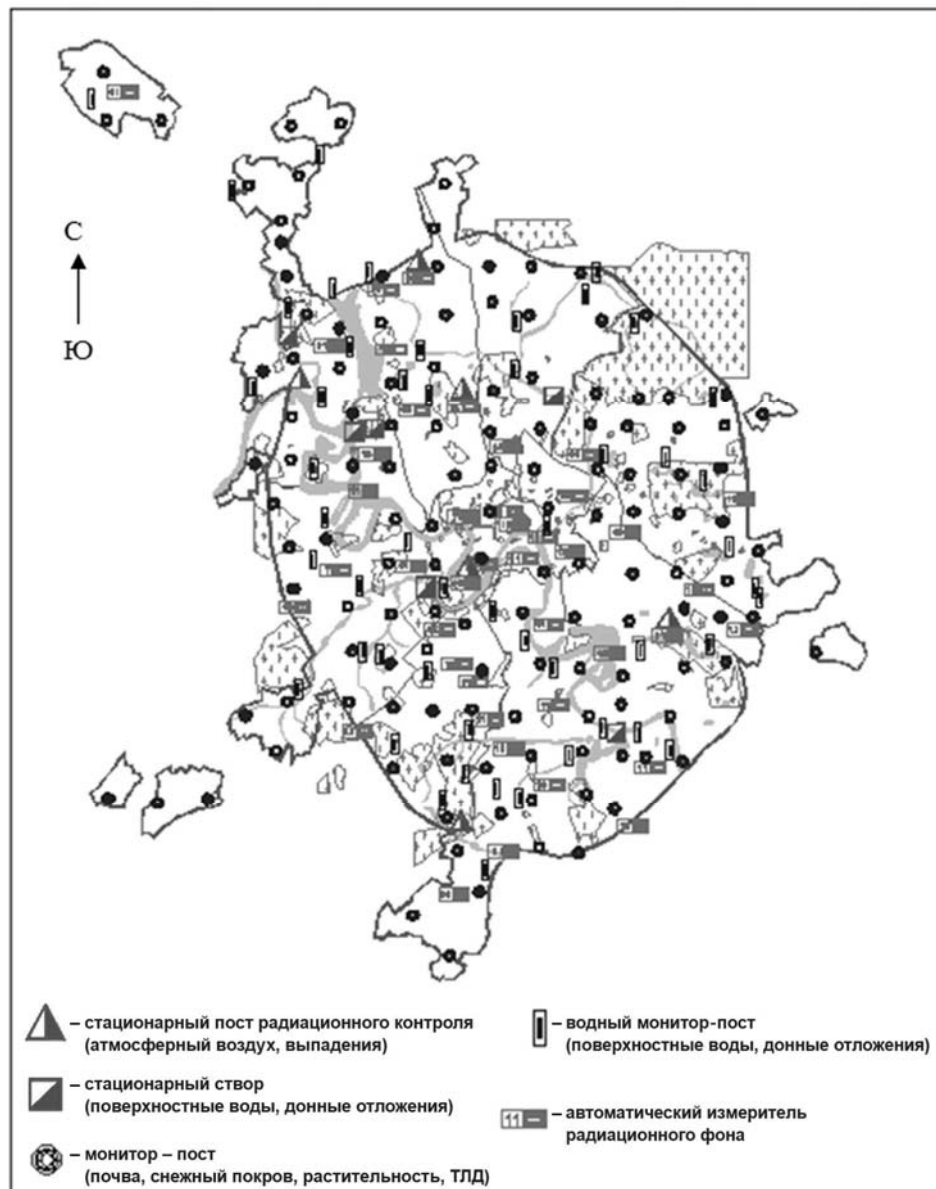


Рис. 5.1. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

Стационарные средства контроля ГУП МосНПО «Радон» включают:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы на шести постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Гайфун-4» и «Гайфун-5» производительностью от 1000 до 3000 м³/ч на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией проб;
- 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 10×10 м² методом «конверта»;
- сеть измерителей радиационного фона, состоящую из 63 автоматизированных датчиков, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах массовых миграций населения и с учетом планомерного охвата всех административных округов;
- 300 термолюминесцентных дозиметров для определения интегральной поглощенной дозы облучения от внешних источников облучения на местности.

Мобильные средства включают:

- 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. Такими приборами в 2011 г. выполнено более 3000 измерений МЭД.

В процессе мониторинга в 2011 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 2011 г. [2] и для сравнения данные 2010 года.

Из табл. 5.3 видно, что, по данным [2], среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2011 г. была на уровне предыдущего года и в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В приземном слое атмосферного воздуха г. Москвы с 23 марта по 30 апреля 2011 г. регистрировались ¹³¹I, ¹³²Te, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs и ¹³⁶Cs [2]. В таблице 5.4 представлен диапазон изменения объемной активности техногенных радионуклидов в указанный промежуток времени. Максимальные значения объемной активности всех регистрируемых радионуклидов наблюдались 4–5 апреля 2011 г. и были на 3–4 порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009[3]. К 30 апреля 2011 г. величины объемных активностей техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали значениям радиационного фона для г. Москвы [2].

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы в 2011 г.
(данные ГУП МосНПО «Радон»)**

Контролируемые параметры среды	Σβ		Радионуклид											
			²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K		⁷ Be		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.
Объемная активность в приземной атмосфере, 10 ⁻³ Бк/м ³	13,0	14,0	-	-	-	-	3,2	2,5	420	380	0,06**	0,33	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м ² ·год	110	98	-	-	-	-	-	-	347	474	-	-	-	-
Объемная активность радионуклидов в р. Москва, мБк/л	140	170	0,4	1,6	0,5*	0,35*	2,6	7,5	-	-	0,2	0,8	-	-
Донные отложения в р. Москва, Бк/кг	300	308	10	11	12	15	260	280	-	-	22	6	-	-
Содержание радионуклидов: почва, грунт, Бк/м ² Бк/кг	-	-	12	17	17	22	320	390	-	-	480	480	110	110

Примечание: - – данные не поступали;

* – только растворенная фаза для ⁹⁰Sr и только взвесь для ²³²Th,

** – без учета влияния аварии на АЭС «Фукусима-1».

Таблица 5.4

**Диапазон изменения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы г. Москвы с 23.03 по 30.04.2011 г.
(данные ГУП МосНПО «Радон»),**

Радионуклид	Минимальная объемная активность, Бк/м ³	Максимальная объемная активность, Бк/м ³
¹³¹ I	6,36·10 ⁻⁶	2,65·10 ⁻³
¹³² Te	3,61·10 ⁻⁶	7,73·10 ⁻⁵
¹³⁷ Cs	1,89·10 ⁻⁶	6,78·10 ⁻⁴
¹³⁶ Cs	7,88·10 ⁻⁷	2,14·10 ⁻⁵
¹³⁴ Cs	1,35·10 ⁻⁶	4,82·10 ⁻⁴

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2011 г. без учета влияния аварии на АЭС «Фукусима-1» уменьшилась в 5,8 раза по сравнению с уровнем 2010 г. и составляла 5,7·10⁻⁷ Бк/м³, что в 1,2 раза выше объемной активности ¹³⁷Cs в п. Подмосковная 4,6·10⁻⁷ Бк/м³ (без учета марта и апреля 2011 г.).

Объемная активность ⁷Be в воздухе менялась в течение года в зависимости от сезона и достигала максимума летом (до 1,6·10⁻² Бк/м³) [2].

Кроме указанных в табл. 5.3, 5.4 радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы определялся ²¹⁰Pb. По сравнению с 2010 г. объемная активность ²¹⁰Pb уменьшилась в 1,3 раза и составляла 6,4·10⁻⁴ Бк/м³, что на 3 порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 для этого радионуклида (0,11 Бк/м³) [3].

Выпадения Σβ на территории г. Москвы в 2011 г. (см. табл. 5.2) оставались на уровне 2010 г.

Объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Москва низкая – 2,6 мБк/л.

В донных отложениях р. Москва [2] наблюдались естественные радионуклиды ²²⁶Ra (10 Бк/кг), ²³²Th (12 Бк/кг), ⁴⁰K (260 Бк/кг), удельная активность которых осталась примерно на

уровне 2010 г. и не превышала фоновых уровней, и техногенный ^{137}Cs (22 Бк/кг), удельная активность которого возросла в 3,7 раза по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 5.3),

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы определялись ^{137}Cs и ^{90}Sr , содержание которых 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. 5.2).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории г. Москвы, по данным МосНПО «Радон», в 2011 г. [2] составила 11 мкР/ч при максимальном значении 20 мкР/ч (Котельническая набережная, 1/15), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составила $7,9 \cdot 10^{-4}$ Гр/год.

С целью определения радиэкологических условий проживания населения в 2011 г. было проведено обследование на содержание эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона 214 жилых зданий, 147 детских образовательных учреждений и 113 школ [2]. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от 5 до 157 Бк/м³, в подвалах – от 36 до 1436 Бк/м³. Согласно НРБ-99/2009 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в марте–апреле 2011 г. ГУП МосНПО «Радон» и ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун» на территории г. Москвы и Московской области в приземном слое атмосферы регистрировали техногенные радионуклиды ^{131}I , ^{132}Te , ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{136}Cs , объемные активности которых были на 3–4 порядка ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3] и не представляли опасности для населения. Остальные контролируемые параметры объектов природной среды находились на уровне многолетних значений, характерных для радиационного фона столицы и Центра ЕТР.

5.2. Южно-Уральский регион

На территории Южно-Уральского региона России, кроме наблюдений за радиационной обстановкой в окрестностях РОО, описанных в разделах 2, 3 и 4, Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) и населенных пунктов, на территории которых расположены предприятия, работающие с радиоактивными веществами, а именно:

- пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен Ключевской завод ферросплавов;
- г. Новоуральск, где находится Уральский электрохимический комбинат (УЭХК);
- г. Лесной с расположенным на его территории комбинатом «Электрохимприбор» (ЭХП).

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва емкости с высокоактивными РАО в 1957 г. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа ВУРС; 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 год.

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 2011 г. в двух пунктах ежемесячно. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2011 г. проводила отбор проб воды в р. Синара (в устье) в январе, феврале, июле и октябре. 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 2011 г. [5], а также за предыдущие годы приведены в табл. 5.5. 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.

Таблица 5.5

Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2009–2011 гг., Бк/м²·год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{90}Sr		
	2011 г.	2010 г.	2009 г.	2011 г.	2010 г.	2009 г.	2011 г.	2010 г.	2009 г.
Аргаяш	285	307	316	2,4	4,2	5,9	5,1	2,7	4,8
Байны	110	95	141	1,2	4,4	3,0	3,5	2,8	2,7
Богданович	120	142	156	2,4	2,6	2,5	2,2	2,1	2,2
Бродокалмак	296	328	325	2,4	1,7	4,9	4,9	2,6	3,8
Ирбит-Фомино	88	117	145	4,9	4,4	5,5	2,6	3,8	3,1
Каменск-Уральский	120	131	162	1,3	2,6	4,1	3,4	2,3	2,7
Камышлов	113	135	198	5,6	3,2	5,5	2,9	2,7	3,3
Муслюмово	285	277	321	4,6	8,6	6,2	2,6	3,5	4,7
Новый Завод	120	95	149	6,5	5,2	4,3	3,9	2,8	4,5
Рыбниковское	120	124	127	4,9	5,3	2,5	2,7	2,4	3,3
Тавда	124	124	143	3,4	2,6	3,2	4,5	1,8	3,9
Талица	106	106	155	2,4	2,3	3,0	3,3	2,9	4,4
Среднее по территории ВУРС	157	164	195	3,5	4,0	4,2	3,5	2,7	3,6
Фон для Уральского региона	168	171	193	0,8	0,6	0,2	1,7	1,8	1,7

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что годовая $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в течение последних лет находится на фоновом по Уральскому региону уровне. Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения в 2011 г. на территории ВУРС не наблюдалось.

Годовые выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, в 2011 г. [5] находились на уровне последних лет, а фоновые годовые выпадения ^{137}Cs для Уральского региона увеличились в 1,3 раза. При этом выпадения ^{137}Cs по территории ВУРС превышали региональный фоновый уровень в 4,4 раза. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в апреле (0,54 Бк/м²·месяц), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,06 Бк/м²·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС наблюдались в п. Новый Завод (6,5 Бк/м²·год).

В 2011 г. усредненные по территории ВУРС выпадения ^{90}Sr [5] уменьшились в 1,3 раза, но превышали региональный фоновый уровень в 2,1 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в IV квартале ($1,04 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{квартал}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,32 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{квартал}$. Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в 2011 г. наблюдались в п. Аргаяш ($5,1 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$).

Динамика годовых выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории ВУРС, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2011 г. приведена на рис. 5.2. Из рис. 5.2 видно, что фоновые выпадения ^{137}Cs со временем имеют слабую тенденцию к уменьшению, в то время как в изменениях выпадений ^{137}Cs по территории ВУРС ярко выраженной тенденции к уменьшению не прослеживается. Выпадения ^{90}Sr как по территории ВУРС, так и фоновые, колеблются из года в год, изменяясь в диапазоне $2,8-7,1$ и $1,1-2,1 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ соответственно. 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 $0,05$, а в «цезиевом» следе, частично перекрывшем ВУРС в 1967 г., отношение было равно 3 [4].

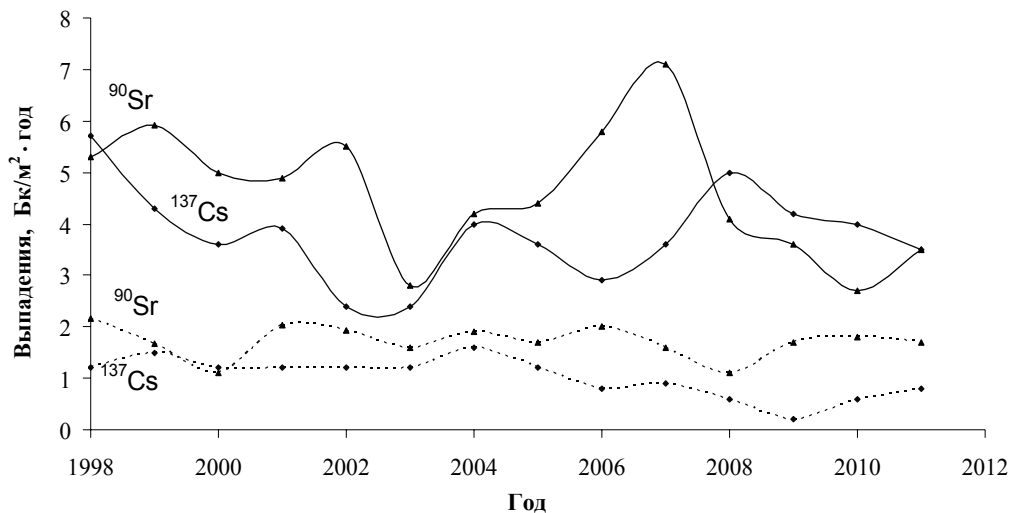


Рис. 5.2. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:
--- фоновые уровни по Уральскому региону;
— выпадения, усредненные по территории ВУРС.

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 5.6. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2 в разделе 2.2.

По данным Уральского УГМС [5], в 2011 г. в водах системы рек Караболка–Синара содержание трития оставалось на уровне 2010 г. Содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в р. Синара возросло по сравнению с 2010 г. в 1,2 и 3,7 раза соответственно. Содержание ^{90}Sr в р. Караболка увеличилось в 1,3 раза, а ^{137}Cs уменьшилось в 1,1 раза по сравнению с 2010 г. Следует отметить, что объемная активность радионуклидов в воде рек Караболка и Синара в 2011 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [3]: объемная активность ^{90}Sr была в $3,3-20$ раз ниже УВ, но в $57-357$ раз выше фонового уровня для рек России, ^{137}Cs — более чем в 500 раз ниже УВ, трития — на 3 порядка ниже УВ, но в 2 раза превышала фоновый уровень для рек России ($2,0 \text{ Бк}/\text{л}$).

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2011 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	р. Караболка с.Т. Караболка	р. Караболка д. Усть Караболка				р. Синара устье			
	Н-3	Cs-137	Sr-90	Cs-137*	Sr-90*	Cs-137	Sr-90	Cs-137*	Sr-90*
Январь	} 2,6	0,02	1,25	-	-	н	0,16	-	0,11
Февраль		0,02	1,02	-	-	н	0,11	-	0,10
Март	} 4,3	0,01	1,06	-	-	0,01	0,13	-	-
Апрель		н	2,48	-	-	0,01	0,13	-	-
Май		н	1,84	-	-	0,01	0,11	-	-
Июнь	} 2,5	н	1,41	-	-	0,031	0,39	-	-
Июль		0,01	0,82	-	-	0,013	0,31	-	0,33
Август	} 8,4	0,02	0,52	-	-	н	0,12	-	-
Сентябрь		н	0,96	-	-	н	0,13	-	-
Октябрь		0,01	1,05	-	-	н	0,16	-	0,12
Ноябрь	} 8,4	0,01	2,71	-	-	0,028	0,69	-	-
Декабрь		0,01	2,04	-	-	0,05	0,43	-	-
Среднее:									
2011 г.	4,5	0,014**	1,50	-	-	0,022**	0,24	-	-
2010 г.	4,0	0,016**	1,14	0,012	1,15	0,006**	0,20	0,003	0,20
УВ [3]	7600	11	4,9	11	4,9	11	4,9	11	4,9

Примечание: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;

** – данные, которые ниже предела обнаружения в расчете среднего значения не учитывались;

- – измерения не проводились;

н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2011 г. [5] колебалась от 10 до 11 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. Захоронение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землей и с последующим одерновыванием поверхности кургана. 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. Результаты наблюдений [5] за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2011 г., а также для сравнения данные 2007–2010 гг. представлены в табл. 5.7.

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²·сутки), ¹³⁷Cs (Бк/м²·месяц) и ⁹⁰Sr (Бк/м²·квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2011 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	0,38	н	} 0,64	0,32	н	} 0,51	0,32	н	} 0,64
Февраль	0,97	н		0,54	0,4		0,22	0,1	
Март	0,30	н		0,53	1,2		0,27	н	
Апрель	0,64	0,4	} 0,56	0,25	0,4	} 1,30	0,29	1,4	} 0,49
Май	0,25	1,2		0,34	0,1		0,36	1,1	
Июнь	0,50	н		0,50	1,3		0,44	н	
Июль	0,38	1,2	} 0,51	0,38	1,9	} 0,78	0,43	0,2	} 0,89
Август	0,38	н		0,48	0,05		0,30	н	
Сентябрь	0,49	1,5		0,24	н		0,34	н	
Октябрь	0,35	н	} 0,46	0,35	н	} 0,37	0,34	1,1	} 3,09
Ноябрь	0,35	н		0,31	н		0,48	н	
Декабрь	0,19	1,0		0,13	н		0,25	н	
Сумма, Бк/м ² ·год:									
2011 г.	157	5,4	2,2	131	5,4	2,9	124	4,0	5,1
2010 г.	106	1,9	3,1	153	3,8	3,0	146	3,6	2,6
2009 г.	155	3,7	1,9	162	4,6	2,6	165	1,2	4,2
2008г.	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
Фон для Уральского региона, Бк/м ² ·год:									
2011 г.	168	0,8	1,7	168	0,8	1,7	168	0,8	1,7
2010 г.	171	0,6	1,8	171	0,6	1,8	171	0,6	1,8
2009 г.	193	0,2	1,7	193	0,2	1,7	193	0,2	1,7
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

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

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние пять лет показал, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пос. Двуреченск не превышали региональных фоновых значений по Уральскому региону и в 2011 г. были на уровне 2009 г. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г. было зарегистрировано в феврале и составило 3,7 Бк/м²·сутки [5]. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в пос. Двуреченск в 2011 г. возросли по сравнению с 2010 г. в 2,8 раза и превышали фоновый уровень в 6,8 раза. Годовые выпадения ⁹⁰Sr снизились по сравнению с 2010 г. в 1,4 раза и превышали уровень регионального фона в 1,3 раза. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пос. Двуреченск в 2011 г. [5] составила 11 мкР/ч, что сопоставимо с величиной фона по Уральскому региону. Загрязнение приземной атмосферы пос. Двуреченск ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и пункта захоронения шлаков. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

Город Новоуральск

В г. Новоуральске, входящем в 100-км зону Белоярской АЭС, расположен ОАО «Уральский электрохимический комбинат» (УЭХК) (введен в эксплуатацию в 1949 г.), который производит обогащенный гексафторид урана и ведет переработку оружейного урана с демонтированных боеголовок в топливо для атомных электростанций.

В 2011 г. выбросы α -активных радионуклидов в атмосферу на УЭХК оставались на уровне 2010 г. и составили $1,85 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $7,4 \cdot 10^9$ Бк/год [6].

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 [5]. Результаты наблюдений приведены в табл. 5.7.

Из табл. 5.7 видно, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Новоуральске в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г. было зарегистрировано в марте и составило $3,5$ Бк/м²·сутки [5]. В 2011 г. суммарные годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Новоуральске увеличились в 1,4 раза по сравнению с уровнем 2010 г. и в 6,8 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Выпадения ⁹⁰Sr в г. Новоуральске в 2011 г. были на уровне 2010 г. и в 1,7 раза превышали уровень регионального фона. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске [5] составило 11 мкР/ч, что соответствует уровням естественного γ -фона. Как и в случае с пос. Двуреченск, источником загрязнения приземной атмосферы города ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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 ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (ЭХП) (основан в 1947 г.) – многопрофильное предприятие, выпускающее военную и гражданскую продукцию, в том числе осуществляет утилизацию (демонтаж), сборку ядерных боеприпасов, производство стабильных изотопов. На комбинате происходит обогащение, а также разбавление урана, вследствие чего ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана.

В 2011 г. выбросы нуклидов урана в атмосферу на ЭХП остались на уровне 2010 г. и составили $6,19 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $6,32 \cdot 10^8$ Бк/год [6].

С 1992 г. в г. Лесном Уральское УГМС проводит наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов с помощью горизонтального планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений [5] приведены в табл. 5.7.

Анализ результатов показывает, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Лесном уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2010 г. и не превышали фоновых значений для Уральского региона. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2011 г. было зарегистрировано в мае и составило $2,8$ Бк/м²·сутки [5]. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Лесном в 2011 г. выросли в 1,1 раза по сравнению с 2010 г. и в 5 раз превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения ⁹⁰Sr увеличились по сравнению с 2010 г. в 2 раза и в 3 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2011 г. составляло 10 мкР/ч [5], что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. 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 β - и γ -излучающих радионуклидов на территории Уральского региона следует, что в 2011 г. выпадения ^{137}Cs из атмосферы на рассматриваемых территориях по-прежнему превышали фоновые значения для Уральского региона: на территории ВУРС – в 4,4 раза, в пос. Двуреченск и в г. Новоуральск – в 6,8 раза. Выпадения ^{90}Sr на рассматриваемых территориях превышали фоновый уровень примерно в 1,3–3 раза. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля α -, β - и γ -излучающих радионуклидов.

5.3. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. на территории Российской Федерации подверглись загрязнению ^{137}Cs с уровнями 1 Ки/км² (37 кБк/м²) 19 субъектов Федерации. В 2011 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и ГУ «Брянский ЦГМС» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 75 населенных пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения от аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в населенных пунктах Брянской (15), Калужской (4), Орловской (5), Тульской (50), Рязанской (1) областей. Обследования включали измерения мощности дозы γ -излучения на территориях населенных пунктов в точках отбора и отбор проб почвы на глубину 30 см для последующего γ -спектрометрического анализа. С 2011 г. количество точек отбора в каждом населенном пункте – 10, за исключением населенных пунктов, обследованных ГУ «Брянский ЦГМС», в этом случае отбиралось 5 проб. В таблице 5.8 приведены обобщенные данные о количестве обследованных в 2007–2011 гг. населенных пунктов (н.п.).

Таблица 5.8

Количество загрязненных в результате аварии на ЧАЭС населенных пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2007–2011 гг.

Республика, область	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Белгородская		99	28		
Брянская	69	19	23	16	15
Воронежская			19		
Калужская	17		2	13	4
Курская			8		
Ленинградская	22		16		
Липецкая			9		
Орловская	90	4	12	10	5
Пензенская			4		
Рязанская			11		1
Тульская	73		25	27	50
Мордовия			4		
Всего н.п./проб	271/1626	122/628	161/818	66/660	75/675

В целом, полученные в результате проведенных обследований экспериментальные результаты по содержанию ^{137}Cs в почве населенных пунктов хорошо согласуются с расчетными оценками, учитывающими уменьшение загрязнения почвы только за счет распада ^{137}Cs [7].

В табл. 5.9 представлены данные по количеству населенных пунктов в загрязненных районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения ^{137}Cs по состоянию на 01.01.2012 г. [8].

Распределение количества населенных пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязненных после чернобыльской аварии, по уровню загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01.2012 г.)

№	Субъекты РФ	Количество	<1 Ки/км ²	1–5 Ки/км ²	5–15 Ки/км ²	15–40 Ки/км ²	>40 Ки/км ²
1	Белгородская обл.	543	502	41			
2	Брянская обл.	1909	1286	395	192	34	2
3	Волгоградская обл.	5	4	1			
4	Воронежская обл.	1178	1147	31			
5	Калужская обл.	564	331	216	17		
6	Курская обл.	1104	1011	93			
7	Ленинградская обл.	157	144	13			
8	Липецкая обл.	215	183	30			
9	Московская обл.	9	9				
10	Нижегородская обл.	141	141				
11	Новгородская обл.	85	85				
12	Орловская обл.	1538	1023	515			
13	Пензенская обл.	184	169	15			
14	Ростовская обл.	2	2				
15	Рязанская обл.	562	418	144			
16	Саратовская обл.	13	13				
17	Смоленская обл.	89	89				
18	Тамбовская обл.	118	118				
19	Тульская обл.	2368	1394	941	33		
20	Ульяновская обл.	133	133				
21	Респ. Башкортостан	16	16				
22	Респ. Марий Эл	25	25				
23	Респ. Мордовия	373	364	9			
24	Чувашская Респ.	34	34				
	Всего:						
	на 01.01.2012 г.	11 358	8651	2444	242	34	2
	на 01.01.2005 г.	11 687	8308	3017	306	53	
	на 01.01.1999 г.	11 695	7529	3664	428	74	

В рамках экспедиционных исследований в 2011 году был произведен отбор проб воды в трех водных объектах, расположенных на загрязненных территориях Брянской и Калужской областей. Это водные объекты: оз. Заломенье вблизи д. Ипать; оз. Кожановское Гордеевского р-на, Брянская обл.; пруд на р. Потья вблизи г. Жиздра, Калужская обл. Наибольшая удельная активность ¹³⁷Cs в 2011 г. наблюдалась в воде оз. Кожановского Брянской области – 1,7 Бк/л, что более чем в 6 раз ниже уровня вмешательства по содержанию ¹³⁷Cs в питьевой воде (11 Бк/л), оз. Заломенье – 0,4 Бк/л и пруд на р. Потья – 0,1 Бк/л.

5.4 Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории РФ и сопредельных государств (Беларусь, Украина) в период аварии на АЭС «Фукусима-1»

Авария на АЭС «Фукусима-1» произошла 11 марта 2011 г. вследствие землетрясения силой 9 баллов и вызванного землетрясением цунами, которые привели к нарушению обеспечения электроэнергией систем охлаждения реакторов АЭС.

Работа СРМ России, Украины и Беларуси в период аварии на АЭС «Фукусима-1»

Первые и последующие прогнозы переноса воздушных масс от АЭС «Фукусима-1», выполненные сотрудниками ФИАЦ Росгидромета и ФГБУ «НПО «Тайфун», показали, что перенос направлен в сторону Тихого океана в северо-восточном направлении. Из этого следовало, что воздушные массы, содержащие радионуклиды «фукусимского» происхождения пересекут Тихий океан,

достигнут территорий Северной Америки, затем европейских стран и через Беларусь, Украину и Скандинавию пересекут границу с Россией. Поэтому сотрудники ФГБУ «НПО «Тайфун» обратились с просьбой к сотрудникам Белгидромета и Укргидромета об оперативном оповещении в случае факта регистрации радионуклидов «фукусимского» происхождения, что и было практически реализовано. На территории Беларуси приход воздушных масс, содержащих «фукусимские» радионуклиды – йод-131, цезий-134, цезий-137 – был зарегистрирован в 6 городах (Минск, Гомель, Мозырь, Могилев, Мстиславль, Браслав) в период с 23.03 по 25.03.2011 г. и регистрировался до 18.04.2011 г. Максимальные значения объемной активности йода-131 были зарегистрированы во всех 6 городах 03.04.2011 г. и колебались в пределах $(1,4-5,8) \cdot 10^{-3}$ Бк/м³. В Украине в 6 городах (Киев, Барышевка, Чернобыль, Одесса, Рахов, Шепетовка) «фукусимские» йод-131, цезий-134, цезий-137 регистрировались с 24.03 по 18.04.2011 г. при максимальном значении йода-131 в Чернобыле 03.04.2011 г. – $4,4 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³. Объемные активности цезия-134 и цезия-137 были, как правило, ниже активности йода-131 в 5–10 раз.

После получения информации об аварии на АЭС «Фукусима-1» наблюдения за изменением радиационной обстановки на территории России осуществляли радиометрические подразделения Росгидромета, переведенные на учащенный режим наблюдений. Дополнительно на остров Сахалин в г. Южно-Сахалинск, находящийся ближе всех к аварийной АЭС, из ФГБУ «НПО «Тайфун» была направлена машина радиационной разведки со специалистами, имевшими опыт работы на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС. Вся информация из радиометрических подразделений Росгидромета ежесуточно поступала в ФГБУ «НПО «Тайфун», анализировалась, обобщалась и передавалась в оперативный штаб Росгидромета [9]

Лаборатория радиационной разведки в г. Южно-Сахалинске и приступила к измерениям проб 22 марта. Первые измерения суммарной бета-активности озоленных суточных проб выпадений за предшествующую неделю, поступивших морем из Южно-Курильска, показали, что воздушные массы, содержащие радионуклиды от АЭС «Фукусима-1», достигли Южно-Курильска, расположенного на острове Кунашир Курильской гряды, 14–15 марта. 20–21 марта аварийные радионуклиды были обнаружены в Южно-Сахалинске по результатам измерений выпадений и аэрозолей. Во Владивостоке неозоленные пробы стали анализироваться с 26 марта, и сразу в пробах были получены ¹³¹I_a и изотопы ^{134,137}Cs. Из анализа присылаемых по почте неозоленных проб из Благовещенска и Хабаровска было получено, что в Благовещенске и Хабаровске радионуклиды от АЭС «Фукусима-1» в приземной атмосфере появились 24–25 марта 2011 г. [10].

Всего по результатам наблюдений СРМ в период 12.03–30.04.2011 г. поступления воздушных масс, содержащих радиоактивные продукты аварии на АЭС «Фукусима-1», было зарегистрировано в приземной атмосфере в 30 пунктах наблюдения за радиоактивными аэрозолями и 25 пунктах наблюдения за радиоактивными выпадениями.

На Европейской территории России (ЕТР) ¹³¹I_a впервые был зарегистрирован 23 марта в Подмосковной, Курске и Обнинске, 26 марта – на юге и севере Сибири в Омске и Салехарде. С 27 марта ¹³¹I_a с невысокой объемной активностью от $1 \cdot 10^{-5}$ до $30 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ наблюдался уже на всей территории страны.

28–30 марта (рис. 5.3) произошло резкое увеличение, практически на 2 порядка, объемной активности ¹³¹I_a в воздухе на территории ЕТР – до $3,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³. В странах Центральной Европы

резкое увеличение содержания $^{131}\text{I}_a$ в воздухе наблюдалось на сутки раньше – 27–29 марта и достигало $6,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 (Краков, Польша). Одновременно с повышением содержания $^{131}\text{I}_a$ в воздухе появились ^{134}Cs , ^{136}Cs , ^{137}Cs , ^{132}I , ^{132}Te (рис. 5.4). Максимальное количество всех радионуклидов наблюдалось в Центре ЕТР 3–4 апреля: по $^{131}\text{I}_a$ – до $4,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 , по ^{134}Cs – до $1,04 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 , по ^{137}Cs – до $1,15 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 . На Севере ЕТР содержание радионуклидов было в 5–10 раз меньше. С 4–5 апреля началось уменьшение содержания радионуклидов в воздухе, и к концу апреля объемная активность радионуклидов на ЕТР стала ниже предела обнаружения ($1 \cdot 10^{-6}$ Бк/ м^3).

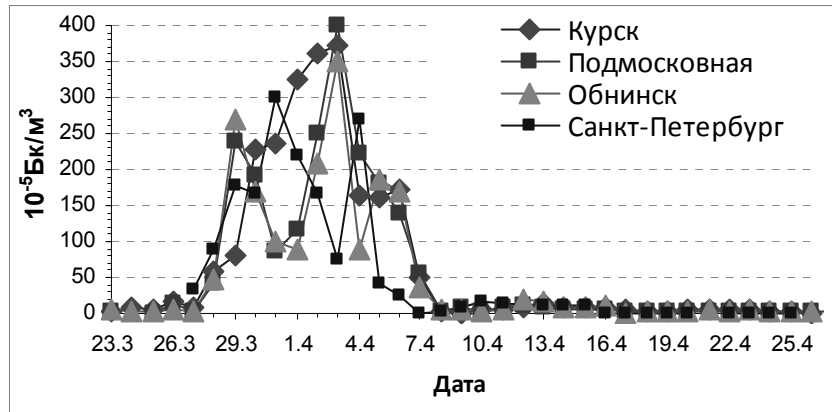


Рис. 5.3. Изменение объемной активности $^{131}\text{I}_a$ в Центре ЕТР

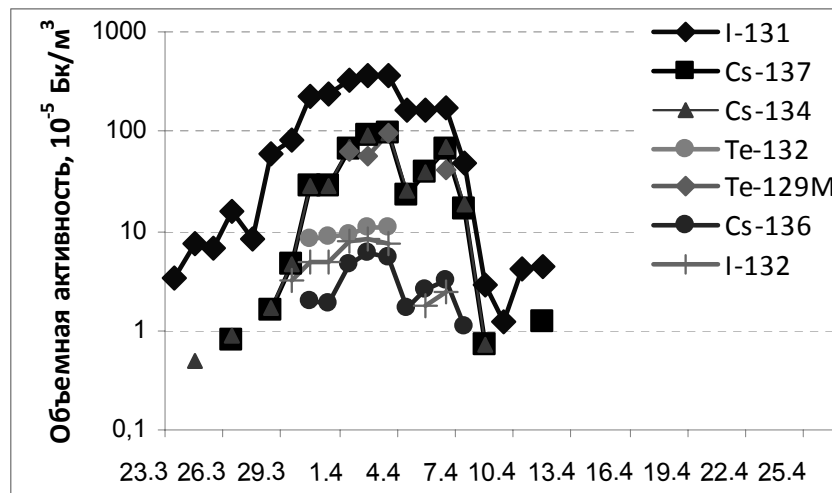


Рис. 5.4. Объемная активность радионуклидов, зарегистрированных в г. Курске

На юге Азиатской территории России (АТР) резкое увеличение содержания $^{131}\text{I}_a$ в воздухе наблюдалось с 31 марта (рис. 5.5), но максимальные значения за счет разбавления при дальнем переносе, естественного распада (период полураспада составляет 8,2 суток), вымывания и других процессов были в 2 раза ниже, чем в центре ЕТР.

На севере АТР (Ханты-Мансийск, Салехард) максимум наблюдался 5–6 апреля, а содержание $^{131}\text{I}_a$ в приземном слое атмосферы было в 3–8 раз ниже.

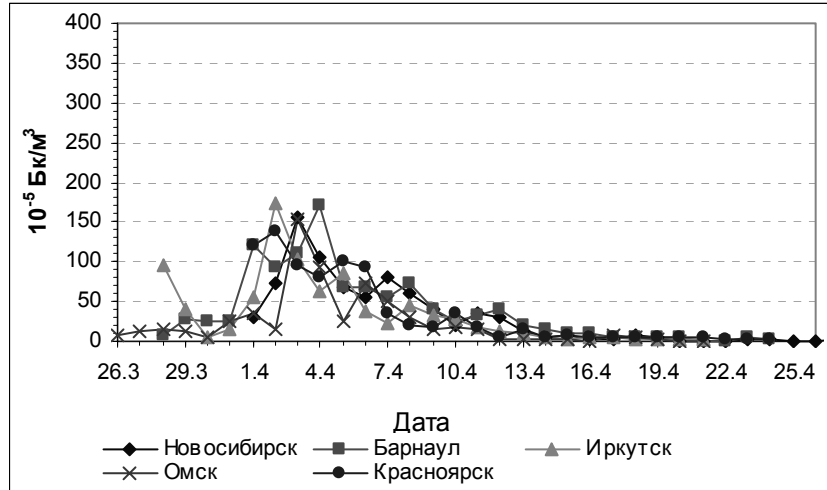


Рис. 5.5. Изменение объемной активности $^{131}\text{I}_a$ на юге АТР

На Дальнем Востоке резкое увеличение содержания $^{131}\text{I}_a$ в воздухе за счет переноса с запада началось 1–2 апреля (рис. 5.6). Максимальная объемная активность $^{131}\text{I}_a$ была в 2–4 раза ниже, чем в центре ЕТР. Наименьшие значения наблюдались на о. Сахалин. Присутствие $^{131}\text{I}_a$ и других радионуклидов в приземном слое атмосферы Дальнего Востока до 1 апреля, по-видимому, вызвано региональным переносом радионуклидов от АЭС «Фукусима-1».

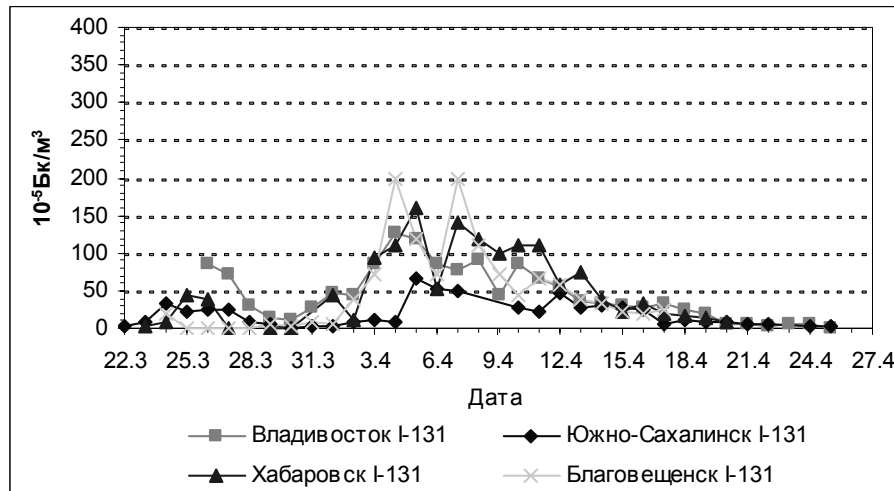


Рис. 5.6. Изменение объемной активности ^{131}I на Дальнем Востоке

Все приведенные выше данные относятся к ^{131}I в аэрозольной форме. Вклад молекулярной формы в сумму изотопов йода изменялся со временем и колебался в Обнинске в период с 23.03 по 21.04.2011 г. в пределах от 16 до 100 % при среднем значении 50 %.

Кроме изотопов йода, в приземном слое атмосферы на территории России постоянно наблюдались ^{134}Cs и ^{137}Cs . Содержание изотопов цезия коррелировало с суммарной бета-активностью радионуклидов в воздухе с коэффициентом корреляции, близким к единице. Это хорошо видно на рис. 5.7 по данным, полученным в г. Обнинске. Отношение содержания ^{137}Cs к содержанию ^{134}Cs по

всем полученным на сети данным близко к 1. Однако отношение объемных активностей $^{131}\text{I}_a / ^{137}\text{Cs}$ в воздухе изменялось в широких пределах. С 23 марта по 4–5 апреля отношение колебалось в пределах 11–34, с 4–5 по 20 апреля отношение снизилось и изменялось в пределах 1,5–7,7, далее оно стало менее 1.

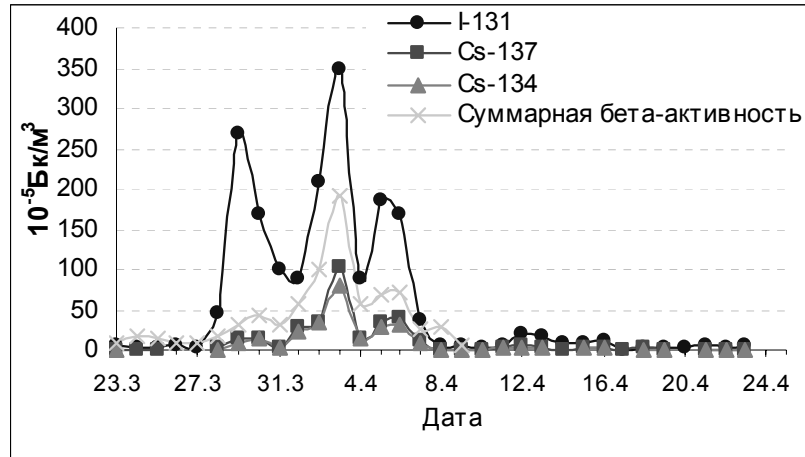


Рис. 5.7. Объемная активность радионуклидов в г. Обнинске

С 31 марта по 7 апреля было зарегистрировано 46 случаев пятикратного превышения суммарной бета-активности приземного слоя воздуха по сравнению со среднесуточным значением за предыдущий месяц – ВЗ (ВЗ-высокое загрязнение [3]). Эти случаи дали дополнительную информацию по содержанию изотопов цезия в воздухе пунктов, удаленных от гамма-спектрометрических лабораторий, например по пунктам юга ЕТР (Астрахань, Волгоград, Ростов-на-Дону, Цимлянск), для которых данные прямых измерений изотопов цезия в реальное время отсутствовали, а также подтвердили правильность выбора ведомственного критерия ВЗ, позволяющего определять по суммарной бета-активности присутствие в воздухе техногенных радионуклидов с объемной активностью $1 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³. Это на 5 порядков ниже допустимой объемной активности для ^{137}Cs в соответствии с НРБ-99/2009.

На рис. 5.8 приведены результаты среднесуточной объемной активности изотопов цезия в воздухе всех пунктов наблюдения на территории Дальнего Востока во II квартале 2011 г. Наибольшая среднесуточная объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в Алдане и Якутске, наименьшая – в Южно-Сахалинске, Магадане и Чите. Объемная активность ^{137}Cs в этих пунктах в 100 и более раз выше, чем в 2010 г. Во II квартале 2010 г. объемные активности ^{137}Cs в Алдане, Мирном, Магадане и Южно-Сахалинске были ниже предела обнаружения, в остальных пунктах – не превышали $7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

На территории ЕТР содержание $^{131}\text{I}_a$ и изотопов цезия в суточных выпадениях было в основном ниже предела обнаружения. На территории АТР получены отдельные данные по суточным выпадениям радионуклидов в Южно-Курильске, Южно-Сахалинске и по югу АТР. Поэтому величина вклада изотопов цезия в загрязнение подстилающей поверхности на территории России была определена по результатам гамма-спектрометрического анализа объединенных за II квартал проб для всех территорий УГМС. На рис. 5.9 представлены квартальные выпадения ^{134}Cs , отсутствующего в составе глобального техногенного фона, и ^{137}Cs на территории Дальнего Востока.

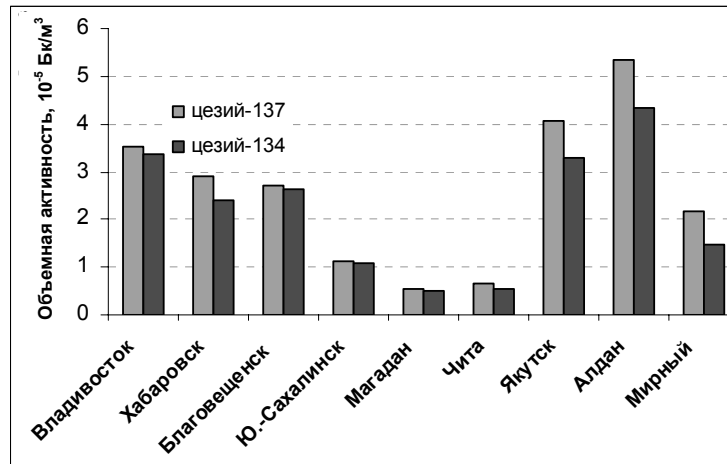


Рис. 5.8. Среднесуточная объемная активность изотопов цезия в воздухе на территории Дальнего Востока во II квартале 2011 г.

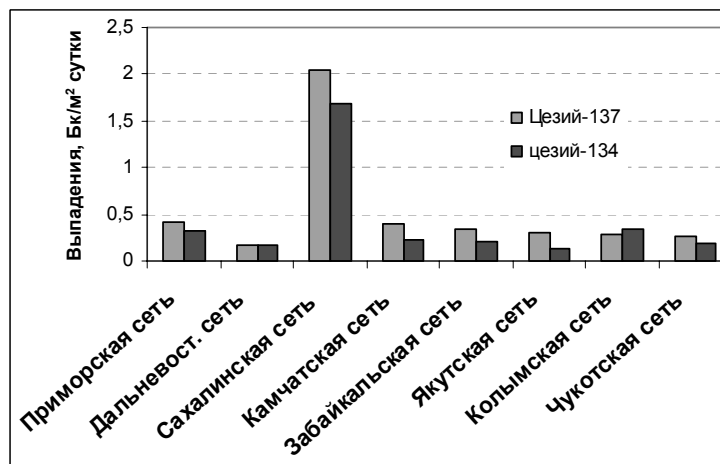


Рис. 5.9. Выпадения изотопов цезия во II квартале 2011 г. на Дальнем Востоке

Для сравнения на территории Приморского УГМС выпадения цезия-137 во II квартале 2010 г. составляли 0,01 Бк/м², на территории Забайкальского УГМС – 0,05 Бк/м², на остальных представленных территориях – были ниже предела обнаружения. В Сахалинскую сеть входит Южно-Курильск, где во время аварии наблюдались наибольшие выпадения радионуклидов.

Представляется интересным сделать оценку интенсивности суммарных выпадений ¹³⁷Cs за март и апрель 2011 г. и оценить по соотношению ¹³⁴Cs / ¹³⁷Cs вклад «фукусимского» ¹³⁷Cs. В табл. 5.10. представлены обобщенные результаты этой оценки, проведенные по данным 51 пункта наблюдений, расположенных в Европейской части России. Как видно из таблицы, добавка «фукусимского» ¹³⁷Cs сопоставима с уровнем годовых выпадений в Центре ЕТР, но на 2 порядка меньше убыли глобального запаса этого изотопа в почве за счет радиоактивного распада.

Таблица 5.10

¹³⁷Cs в почве и атмосферных выпадениях, Бк/м²

Глобальный уровень запаса ¹³⁷ Cs в почве в 2011 г. в Центре ЕТР	1660
Убыль запаса ¹³⁷ Cs в почве за 1 год за счет радиоактивного распада	38
Добавка к запасу за счет «фукусимского» ¹³⁷ Cs	0,024–0,54
Сумма годовых выпадений ¹³⁷ Cs в 2007–2010 гг.	0,3–0,4

Измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, проведенные в марте и апреле 2011 г. на всей СРМ, не выявили ни одного случая превышения пределов обычных фоновых колебаний этого параметра радиационной обстановки.

Результаты наблюдений за изменением радиационной обстановки после аварии на АЭС «Фукусима-1» радиометрическими подразделениями России позволили получить надежные экспериментальные данные по пространственно-временному распределению радионуклидов, соотношению радионуклидов в воздушных массах по мере их продвижения по территории России и сделать заключение о том, что содержание радионуклидов на всей территории России было на 3 – 6 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности для населения, установленной нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 [3].

Экспедиционные исследования радиоактивного загрязнения Японского моря и северо-западной части Тихого океана после аварии на АЭС «Фукусима-1»

В соответствии с решением Росгидромета об оценке радиоактивного загрязнения воды и воздуха в Японском море и Курило-Камчатском районе Тихого океана в связи с аварией на японской АЭС «Фукусима-1» в период с 22 апреля по 20 мая 2011 г. под патронажем Русского географического общества на НИС «Павел Гордиенко» (87-й рейс) ФГБУ «ДВНИГМИ» Росгидромета были проведены экспедиционные исследования в Японском море и северо-западной части Тихого океана (в районе, примыкающем к Курильским островам, а также на северной границе течения Куроисио напротив острова Хоккайдо) [11].

В ходе рейса постоянно регистрировалась мощность дозы гамма-излучения, отбирались пробы морской воды по маршруту судна, проводился непрерывный мониторинг содержания радионуклидов в атмосфере.

Мониторинг МЭД проводился на корме судна, на второй открытой палубе ежедневно, в основном в утренние часы (7.00–8.00). Продолжительность экспозиции выбиралась таким образом, чтобы статистическая погрешность измерения не превышала 25 %. Мощность дозы гамма-излучения над поверхностью морской воды во время проведения рейса находилась в пределах 0,03–0,08 мкЗв/ч, в среднем составляя 0,07 мкЗв/ч. Эти значения ниже типичного для России среднего уровня 0,10–0,12 мкЗв/ч над поверхностью земли.

На всех станциях производился отбор проб аэрозолей воздуха с использованием воздухофильтрующей установки (ВФУ) и фильтрующей ткани Петрянова. Всего было экспонировано и проанализировано 29 фильтров. Присутствие ^{131}I , ^{134}Cs и ^{137}Cs , являющихся основными дозообразующими гамма-излучателями в составе выбросов на АЭС «Фукусима-1», в пробах атмосферных аэрозолей в ходе оперативных бортовых измерений регистрировалось лишь вблизи побережья Японии – при прохождении Сангарского пролива и при нахождении судна в северо-западной части Тихого океана напротив острова Хоккайдо. Зарегистрированные здесь максимальные объемные активности составили $4 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ^{131}I , $29 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ^{134}Cs и $32 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ^{137}Cs . Однако даже эти максимальные значения более чем в 10 000 раз ниже нормативов НРБ-99/2009, действующих в Российской Федерации. Вблизи российского дальневосточного побережья присутствие гамма-излучателей из состава выбросов на АЭС «Фукусима-1» в пробах атмосферных аэрозолей практически не регистрировалось. Результаты оперативных бортовых измерений содержания ^{131}I , ^{134}Cs

и ^{137}Cs в пробах атмосферных аэрозолей были подтверждены последующим лабораторным гамма-спектрометрическим анализом.

В рейсе выполнялся отбор проб морской воды для анализа на содержание в ней техногенных радионуклидов, таких как ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu и тритий. В течение рейса всего было отобрано 29 проб морской воды с различных горизонтов (от 0 до 250 м) для анализа на содержание техногенных радионуклидов. Присутствие ^{134}Cs (в данном случае являющегося индикатором «Фукусимского» загрязнения) и ^{137}Cs в морской воде в ходе бортовых измерений было зарегистрировано практически во всех точках отбора проб по маршруту судна. Наибольшие значения объемной активности этих радионуклидов в морской воде были зарегистрированы в северо-западной части Тихого океана на северной границе течения Куроисио примерно в 400 километрах от аварийной АЭС (20–30 Бк/м³). Результаты бортовых измерений позволили также заключить, что имеет место проникновение продуктов аварии на АЭС «Фукусима-1» в глубинные слои воды, по крайней мере, до глубин 50 – 100 метров. Вместе с тем количественные оценки степени опасности максимальных зарегистрированных значений объемной активности радионуклидов цезия в морской воде в районах побережья российского Дальнего Востока показали, что они примерно в 1000 раз ниже уровней вмешательства (УВ) для питьевой воды и не представляют опасности для населения и морской биоты (УВ по ^{90}Sr составляет 4900 Бк/м³).

Данные углубленных радионуклидных анализов, проведенных в стационарных лабораториях, участвовавших в рейсе организаций, полностью подтвердили результаты бортовых измерений и сделанный на их основе вывод об отсутствии опасности наблюдаемых в районах российского побережья Дальнего Востока уровней загрязнения морской воды гамма-излучателями из состава аварийных выбросов на АЭС «Фукусима-1». По результатам лабораторного анализа, содержание ^{90}Sr в морской воде исследованных районов (слой 0–100 м) находилось в интервале 0,7–2,4 Бк/м³, что соответствует диапазону регионального техногенного фона (УВ по ^{90}Sr составляет 4900 Бк/м³). То же относится и к тритию, измеренные объемные активности этого радионуклида в воде обследованных акваторий (слой 0–100) составили 0,5–2,4 кБк/м³ (УВ 7600 кБк/м³). Содержание изотопов плутония ($^{239+240}\text{Pu}$) в морской воде на большей части станций пробоотбора также соответствовало региональному техногенному фону и лежало в пределах 7–58 мБк/м³ для растворенной фракции и 0,1–1,1 мБк/м³ на взвеси (УВ 550 000 мБк/м³). В двух пробах поверхностной воды в ходе радиохимического анализа определены повышенные по сравнению с фоновыми объемные активности $^{239+240}\text{Pu}$ для растворенной фракции – 4660 и 260 мБк/м³ соответственно (при соотношении $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ около 0,45), что не связано с переносом из района аварийной АЭС «Фукусима-1», т.к. отношение $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ в почвах в районе станции составляет около 2 [12].

Таким образом, в дополнение к сделанному на основании данных оперативной бортовой гамма-спектрометрии выводу о том, что наблюдаемые в районах российского побережья Дальнего Востока уровни загрязнения гамма-излучателями из состава аварийных выбросов и сбросов на АЭС «Фукусима-1» опасности не представляют, лабораторный радионуклидный анализ не выявил воздействия переноса продуктов аварии на содержание ^{90}Sr , трития и $^{239+240}\text{Pu}$ в морской воде исследованных районов.

Список литературы к разделу 5

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2011 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2012.
2. Осминов В.А., Атрашков В.К., Гордеев С.К., Лакаев В.С. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2011 г. – М.: ГУП МосНПО «Радон», 2012.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – 252 с.
5. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Смирнова Ю.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2011 году // Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2012.
6. Брыкин С.Н., Рознова Н.С., Серебряков И.С., Старкова М.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» в 2011 году. – М.: ФГУП РосРАО, 2012.
7. Квасникова Е.В., Вакуловский С.М., Гордеев С.К., Жукова О.М., Константинов С.В., Манзон Д.А., Яхрюшин В.Н. Радиационный мониторинг в Брянском Полесье через 21 год после аварии на Чернобыльской АЭС // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 7. – С. 65–78.
8. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 // Ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2012. – 228 с.
9. Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Валетова Н.К., Волокитин А.А. и др. Авария на АЭС «Фукусима-1» и взаимодействие радиометрических служб России, Белоруссии и Украины. Конференция «50 лет общегосударственной радиометрической службе». Обнинск, 31.05–02.06.2011 г. Тезисы докладов. С. 20.
10. Булгаков В.Г., Вакуловский С. М., Ким В.М., Полянская О.Н., Уваров А.Д., Яхрюшин В.Н. Техногенные радионуклиды в приземном слое атмосферы вследствие аварии на АЭС «Фукусима» // Радиационная гигиена. – 2011. – Том 4, № 4. – С. 26–31.
11. Никитин А.И., Рамзаев В.П., Осокин В.М., Сергеев А.С. Севастьянов А.В., Алиев Р.А., Артемьев Г.Б., Брук Г.Я., Ваганов П.С., Вехов Е.Н., Вяхирев А.Ю., Титов И.Н., Федорова А.В., Филиппов И.Ю. Экспедиционные радиоэкологические исследования в Японском море и северо-западной части Тихого океана после аварии на японской АЭС «Фукусима-1»: предварительные результаты // Радиационная гигиена. – 2011. – Том 4, № 4. – С. 14 – 35.
12. Отчет о НИР. Результаты экспедиционных исследований радиоактивного загрязнения Японского моря и северо-западной части Тихого океана после аварии на японской АЭС «Фукусима-1» (87-й рейс НИС «Павел Гордиенко»). – Обнинск, 2011. – 38 с.

О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы

О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2011 ГОДУ

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы на территории РФ внесли техногенные радионуклиды аварии на японской АЭС «Фукусима-1», поступившие с воздушными массами на территорию России в результате глобального западного переноса.

Авария на АЭС «Фукусима-1» произошла 11 марта 2011 г. В последней декаде марта и первой половине апреля территориальными подразделениями СРМ Росгидромета на всей территории России в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей, отобранных с помощью воздухофильтрующих установок, регистрировались повышенные объемные активности ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I и других радионуклидов (^{132}I , ^{132}Te , ^{136}Cs), отсутствующих (кроме ^{137}Cs) в составе глобального техногенного фона.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе, характеризующие уровни их содержания в приземном слое атмосферы, за пределами загрязненных зон в 2011 г. составляли: для суммарной β -активности ($\Sigma\beta$) долгоживущих (более 4 суток) техногенных и природных радионуклидов – $14,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2010 г. – $14,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), для ^{137}Cs – $54,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2010 г. – $2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), для ^{90}Sr – $0,83 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2010 г. – $0,73 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs на территории РФ в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» увеличилась в 24 раза по сравнению с 2010 г., но была на 6 порядков ниже среднегодовой допустимой объемной активности по НРБ-99/2009. Объемная $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr по сравнению с 2010 г. практически не изменились. Объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2011 г. была на 7 порядков ниже норматива, установленного НРБ-99/2009 для этого радионуклида.

В указанный выше период поступления радиоактивных продуктов аварии на АЭС «Фукусима-1» на всей территории России в приземном слое атмосферы наблюдался ^{134}Cs , давно отсутствовавший в составе глобального фона, объемная активность которого в воздухе была практически равной объемной активности ^{137}Cs . Среднесуточные объемные активности ^{134}Cs , регистрируемые в этот период, были на 4 – 5 порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 19$ Бк/м³ по НРБ-99/2009.

Также в указанный период повсеместно наблюдался ^{131}I . Максимальное среднесуточное значение объемной активности ^{131}I ($4,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) наблюдалось в Подмосковной 3–4 апреля и было на 3 порядка ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 7,3$ Бк/м³ в соответствии с НРБ-99/2009.

Средневзвешенные по территории РФ годовые выпадения ^{137}Cs ($0,82$ Бк/м²·год) из атмосферы на подстилающую поверхность в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» увеличились в 3 раза. Выпадения ^{90}Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее $0,2$ Бк/м²·год).

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2011 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на 5 и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009 [1].

По данным проводимого СРМ Росгидромета учащенного регулярного контроля радиационной обстановки в указанный выше период аварии не зафиксировано превышения радиационного

фона. Радиационный фон на территориях Брянской области, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС (юго-западные районы), не превышал многолетних фоновых значений, сложившихся после аварии на ЧАЭС на этой территории.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2011 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 2011 г. они составляли в среднем 3,7 мБк/л по рекам ЕТР и 4,4 мБк/л по рекам АТР и были примерно на уровне 2010 г. или ниже (4,1 мБк/л). В целом, объемная активность ^{90}Sr в реках была на 3 порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009.

Среднегодовая объемная активность трития (^3H) в осадках (по данным ежемесячных наблюдений на 33 пунктах) колебалась в пределах 2,1–3,4 Бк/л при среднем значении 2,5 Бк/л и была несколько выше уровня предыдущего года – 2,2 Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2011 г. составили $20,6 \cdot 10^{15}$ Бк.

Объемные активности трития в реках обусловлены в основном выпадениями трития с атмосферными осадками. Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ в 2011 г. незначительно уменьшилась по сравнению с 2010 г., изменяясь в диапазоне от 1,6 до 2,5 Бк/л при среднем значении 2,0 Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде вне загрязненных зон наблюдалась в р. Амур (г. Хабаровск), но она была более чем на 3 порядка ниже уровня вмешательства по содержанию трития в питьевой воде по НРБ-99/2009 ($7,6 \cdot 10^3$ Бк/л). Объемная активность трития в реках, так же как и в осадках, медленно уменьшается со временем.

В 2011 г. объемная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2010 г. Максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в Каспийском море – 5,1 мБк/л, а минимальная – в прибрежных водах Восточной Камчатки – 1,2 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными ^{137}Cs оставались некоторые районы Брянской, Калужской, Тульской и других областей (в 13 областях есть территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км²). На АТР, 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 продолжает 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 (АТР) в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

На территориях ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, атмосферные выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам) в связи с дополнительным поступлением ^{137}Cs в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» увеличились по сравнению с 2010 г. и составляли $1,76 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что сравнимо с выпадениями вне загрязненных зон на территории ЕТР ($1,74 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), которые увеличились по той же причине в 5,6 раза. Наибольшие выпадения ^{137}Cs , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора, были ниже, чем в 2010 г. ($7,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), и составляли $6,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$.

Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории ВУРС в 2011 г. были одинаковыми и в среднем составляли $3,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. Выпадения ^{90}Sr превышали средние фоновые выпадения для Уральского региона в 2,1 раза, ^{137}Cs – в 6,6 раза.

В 2011 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr ($15,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 14 пунктам) в 2011 г. увеличились по сравнению с 2010 г. в 3,5 раза и превышали региональный фоновый уровень в 9 раз, выпадения ^{137}Cs ($4,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) были на уровне 2010 г. и превышали региональный фоновый уровень в 6 раз. Максимальные выпадения ^{137}Cs ($17,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) из атмосферы, как и ранее, наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника, а ^{90}Sr ($16,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) – в п. Худайбердинский. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный составляла $46,6 \text{ Бк/л}$, что в 19 раз выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслимово) осталась на уровне 2010 г. и составляла $15,1 \text{ Бк/л}$, что превышает фоновый уровень для рек России более чем на 3 порядка и в 3,1 раза превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная активность трития в воде р. Течи (п. Муслимово) в 2011 г. составляла 260 Бк/л , что превышает фоновый уровень для рек России на 2 порядка, но на порядок ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009.

В целом в 2011 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации, за исключением приземного слоя атмосферы, сохранилась примерно на уровне 2010 г., а уровни содержания техногенных радионуклидов в окружающей среде не представляли опасности для населения. Техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на АЭС «Фукусима-1», внесли дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы, однако все регистрируемые величины были на 3–6 порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения по НРБ-99/2009.

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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П 1.1

Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС) с субъектами РФ и федеральными округами

Европейская территория России	
Заполярье*	
УГМС: Мурманское (Мурманская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (Ненецкий АО: Амдерма)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (ЦГМС: Диксонский – север Красноярского края)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Якутское (ЦГМС: Тиксинский – север Республики Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (север Чукотского АО: о. Шмидта, бух. Провидения, Певек)	Дальневосточный федеральный округ
Север	
УГМС: Северное (Республика Коми, Ненецкий АО, Архангельская и Вологодская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северо-Западное (Республика Карелия, г. Санкт – Петербург, Ленинградская, Новгородская и Псковская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
ЦГМС: Калининградский (Калининградская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
Центр	
УГМС: Верхне-Волжское (Республики: Марий Эл, Мордовия, Удмуртская и Чувашская, Кировская и Нижегородская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Приволжское (Республика Татарстан, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская и Ульяновская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Центральное (г. Москва, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская обл.)	Центральный федеральный округ
УГМС: Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) (Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская обл.) (кроме загрязненной зоны)	Центральный федеральный округ
Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС – УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) и пп. Плавск (Тульская обл.) и Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷ Cs 5 – 15 Ки/км ²)	Центральный федеральный округ
Юг	
УГМС: Северо-Кавказское УГМС (Республики: Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Калмыкия, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская; Краснодарский и Ставропольский край; Астраханская, Волгоградская и Ростовская обл.)	Южный федеральный округ
Азиатская территория России	
Западная Сибирь	
УГМС: Башкирское (Республика Башкортостан)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Пермский край)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Курганская, Свердловская и Челябинская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО, Тюменская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Омская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Западно-Сибирское (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Среднесибирское (Республики: Хакасия, Тыва; Красноярский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Иркутское (Иркутская обл.)	Сибирский федеральный округ
Север Восточной Сибири	
УГМС: Якутское (Республика Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский АО)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Колымское (Магаданская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Камчатское (Камчатский край)	Дальневосточный федеральный округ
Юг Восточной Сибири	
УГМС: Забайкальское (Республика Бурятия, Забайкальский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Дальневосточное (Хабаровский край, Еврейская АО, Амурская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Приморское (Приморский край)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Сахалинское (Сахалинская обл.)	Дальневосточный федеральный округ

Примечание: * – в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР.

Объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2011 г.

Код	Субъект РФ	^{137}Cs , 10^{-6} Бк/ м^3 среднее/макс.	^{90}Sr , 10^{-6} Бк/ м^3 среднее/макс.	$\Sigma\beta$, 10^{-6} Бк/ м^3 среднее/макс.
01	Республика Адыгея	16**	0,05**	102**
02	Республика Алтай	4,6**	0,14**	153**
03	Республика Башкортостан	4,6**	0,14**	153**
04	Республика Бурятия	6,7**	0,17**	210**
05	Республика Дагестан	16*	0,05**	102**
06	Республика Ингушетия	16**	0,05**	102**
07	Кабардино-Балкарская Республика	16**	0,05**	102**
08	Республика Калмыкия	16**	0,05**	102**
09	Карачаево-Черкесская Республика	16**	0,05**	102**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	6,2/60*	0,27/0,41*	208/1198*
11	Республика Коми: Ухта Сыктывкар	2,2/23* 3,5/38*	0,03/0,04* 0,06/0,08*	43/276* 66/1413*
12	Республика Марий Эл	5,3**	0,06**	181**
13	Республика Мордовия	5,3**	0,06**	181**
14	Республика Саха (Алдан, Мирный, Якутск)	6,1*/16,9	0,08*/0,18*	310**/2120*
15	Республика Северная Осетия	16**	0,05**	102**
16	Республика Татарстан	5,3**	0,06**	181**
17	Республика Тыва (Кызыл)	1,1/11*	0,12/0,16*	58/514*
18	Удмуртская Республика	5,3**	0,06**	181**
19	Республика Хакасия	4,6**	0,14**	153**
20	Чеченская Республика	16**	0,05**	102**
21	Чувашская Республика	5,3**	0,06**	181**
22	Алтайский край (Барнаул)	5,0/58*	0,07/0,10*	136/637*
23	Краснодарский край	16**	0,05**	102**
24	Красноярский край (Красноярск) ГХК, 100-км зона (3 п. наблюдения)	3,4/34* /56*	0,24/0,26 * /0,42*	159/1637* /2748*
25	Приморский край (Владивосток)	11,1/119*	0,27/0,45*	417/1910*
26	Ставропольский край	16**	0,05**	102**
27	Хабаровский край (Хабаровск)	8,7/102*	0,08/0,12*	136/608*
28	Амурская область (Благовещенск)	8,3/97*	0,13/0,26*	198/813*
29	Архангельская область: Архангельск Северодвинск	4,8/46* 2,9/29*	0,27/0,39* 0,05/0,09*	49/255* 43/457*
30	Астраханская область (Астрахань)	26/290*	0,10/0,15*	129/2521*
31	Белгородская область	5,3**	0,06**	181**
32	Брянская область (Брянск, II кв.— нет данных)	0,9/1,0*	0,03/0,05*	83/190*
33	Владимирская область	5,3**	0,06**	181**
34	Волгоградская область (Волгоград)	3,2/32*	0,04/0,06*	96/1237*
35	Вологодская область (Вологда)	4,7/51*	0,04/0,06*	51/637*
36	Воронежская область НВАЭС, 100-км зона (Нововоронеж)	5,3** 10,6/97*	0,06** 0,07/0,13*	181** 230/880*
37	Ивановская область	5,3**	0,06**	181**
38	Иркутская область (Иркутск)	10/103*	0,43/0,52*	400/1650*
39	Калининградская область	5,3**	0,10**	133**
40	Калужская область (Обнинск)	9,0/26*	0,10/0,15*	273/1224*
41	Камчатский край	6,7**	0,06**	168**
42	Кемеровская область	4,6**	0,14**	153**
43	Кировская область (Киров)	6,2/6,2*	0,10/0,12*	342/2420*
44	Костромская область	5,3**	0,06**	181**
45	Курганская область	4,6**	0,14**	153**
46	Курская область (Курск)	13,9/136*	0,10/0,16*	300/2250*
47	Ленинградская область	5,3**	0,10**	133**
48	Санкт-Петербург	10,4/108*	0,06/0,09*	122/432*
49	Липецкая область	5,3**	0,06**	181**
50	Магаданская область (Магадан)	1,5/16*	0,05/0,06*	89/671*
51	Московская область (Подмосковная)	5,5/40*	0,04/0,07*	208/1258*
52	Москва	5,3**	0,06**	181**
53	Мурманская область: Мурманск Кандалакша	1,5/7,9* 2,6/23*	<0,01/0,01* <0,01/0,01*	32/76* 93/255*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	3,7/11*	0,03/0,04*	143/1950*
55	Новгородская область	5,3**	0,10**	133**

Код	Субъект РФ	$^{137}\text{Cs}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$^{90}\text{Sr}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$\Sigma\beta, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.
56	Новосибирская область (Огурцово)	3,5/38*	0,21/0,29*	203/923*
57	Омская область (Омск)	7,4/83*	0,27/0,43*	280/1178*
58	Оренбургская область	5,3**	0,06**	181**
59	Орловская область	5,3**	0,06**	181**
60	Пензенская область (Пенза)	3,7/38*	0,05/0,07*	61/238*
61	Пермский край	4,6**	0,14**	153**
62	Псковская область	5,3**	0,10**	133**
63	Ростовская область: Ростов-на-Дону Цимлянск	32/276* 14/164*	0,10/0,14* 0,03/0,04*	110/1226* 65/788*
64	Рязанская область	5,3**	0,06**	181**
65	Самарская область (Самара)	3,1/30*	0,07/0,11*	204/940*
66	Саратовская область	5,3**	0,06**	181**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	4,2/46*	0,09/0,14*	140/3550*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	8,5/89*	1,0/1,6*	228/1056*
69	Смоленская область	5,3**	0,06**	181**
70	Тамбовская область	5,3**	0,06**	181**
71	Тверская область	5,3**	0,06**	181**
72	Томская область (Колпашево)	0,8/8,5*	0,05/0,07*	52/362*
73	Тульская область	5,3**	0,06**	181**
74	Тюменская область	4,6**	0,14**	153**
75	Ульяновская область	5,3**	0,06**	181**
76	Челябинская область ПО «Маяк», 100-км зона: Кыштым Аргаяш Новогорный	4,6/ 3,6/27* 3,3/27* 27/57*		153/ 126/809* 80/1200* 89/452*
77	Забайкальский край (Чита)	2,1/21*	0,07/0,10*	129/703*
78	Ярославская область	5,3**	0,06**	181**
79	Еврейский АО	6,7**	0,17**	168**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	1,6/17*	0,02/0,04*	45/404*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	1,5/17*	0,06/0,08*	104/395*
82	Чукотский АО	6,7**	0,17**	168**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,1/10*	0,03/0,05*	58/162*

Примечание: среднее/макс. – среднее значение/максимальное значение;

* – значение, полученное экспериментальным (измеренным) путем, при наличии воздухофильтрующих установок (ВФУ) в данном субъекте РФ. Если на территории субъекта РФ расположено несколько ВФУ, то берется их среднее значение;

** – значение, полученное расчетным путем, методом усреднения данных (средневзвешенные величины) по географическим районам РФ: Заполярье, Север, Центр, Юг, Западная Сибирь, Север Восточной Сибири, Юг Восточной Сибири.

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2011 ГОДУ**

Таблица П 2.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2011 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
ФОСФОР-32	ФГУП ГХК	$5,60 \cdot 10^{11}$	-	$2,22 \cdot 10^9$	$-2,22 \cdot 10^9$
ХРОМ-51	ФГУП ПО «Маяк»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,11 \cdot 10^7$	$8,89 \cdot 10^6$	$+2,21 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$4,30 \cdot 10^{10}$	-	$3,10 \cdot 10^7$	$-3,10 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,36 \cdot 10^8$	$1,68 \cdot 10^8$	$-3,20 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$2,00 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^7$	$+1,38 \cdot 10^8$
МАРГАНЕЦ-54	ФГУП ГХК	$3,00 \cdot 10^8$	-	$1,00 \cdot 10^6$	$-1,00 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$5,56 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^8$	$-6,04 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$1,20 \cdot 10^8$	$5,09 \cdot 10^7$	$4,97 \cdot 10^7$	$+1,20 \cdot 10^6$
ЖЕЛЕЗО-59	ФГУП ГХК	$1,00 \cdot 10^8$	-	$3,00 \cdot 10^6$	$-3,00 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$4,18 \cdot 10^7$	$8,98 \cdot 10^7$	$-4,80 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$6,20 \cdot 10^7$	$1,72 \cdot 10^7$	$4,79 \cdot 10^6$	$+1,24 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-57	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	$1,66 \cdot 10^9$	$1,10 \cdot 10^7$	$1,70 \cdot 10^7$	$-6,00 \cdot 10^6$
КОБАЛЬТ-58	ФГУП ГХК	$3,06 \cdot 10^9$	-	$1,20 \cdot 10^7$	$-1,20 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,23 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^7$	$-2,70 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$3,60 \cdot 10^7$	$2,06 \cdot 10^7$	$1,38 \cdot 10^7$	$+6,80 \cdot 10^6$
КОБАЛЬТ-60	ФГУП ПО «Маяк»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,28 \cdot 10^7$	$9,13 \cdot 10^6$	$+3,67 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$3,08 \cdot 10^9$	$1,60 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	$-4,00 \cdot 10^6$
	ФГУП ИРМ	$7,14 \cdot 10^{11}$	$7,88 \cdot 10^7$	$1,22 \cdot 10^8$	$-4,32 \cdot 10^7$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$8,05 \cdot 10^6$	$6,26 \cdot 10^6$	$+1,79 \cdot 10^6$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^5$	$3,20 \cdot 10^5$	$+1,40 \cdot 10^5$
	РОСТОВСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,20 \cdot 10^6$	$1,41 \cdot 10^6$	$+7,90 \cdot 10^5$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$9,24 \cdot 10^5$	$3,02 \cdot 10^6$	$-2,10 \cdot 10^6$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,10 \cdot 10^7$	-	$+1,10 \cdot 10^7$
	КУРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^7$	$5,58 \cdot 10^8$	$-5,26 \cdot 10^8$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,33 \cdot 10^8$	$2,50 \cdot 10^8$	$-1,17 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$5,39 \cdot 10^7$	$1,86 \cdot 10^8$	$-1,32 \cdot 10^8$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$3,50 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^8$	$+1,50 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$1,20 \cdot 10^8$	$6,73 \cdot 10^7$	$7,29 \cdot 10^7$	$-5,60 \cdot 10^6$
	ЦИНК-65	ФГУП ПО «Маяк»	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$
ФГУП ГХК		$5,00 \cdot 10^8$	-	$5,00 \cdot 10^6$	$-5,00 \cdot 10^6$
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		-	$2,53 \cdot 10^7$	$2,29 \cdot 10^7$	$+2,40 \cdot 10^6$
ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР		$1,40 \cdot 10^8$	$5,40 \cdot 10^7$	$6,38 \cdot 10^7$	$-9,80 \cdot 10^6$
ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ		$2,20 \cdot 10^7$	-	$6,10 \cdot 10^4$	$-6,10 \cdot 10^4$
СТРОНЦИЙ-89,90	ФГУП ПО «Маяк»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$5,00 \cdot 10^8$	$7,45 \cdot 10^8$	$-2,45 \cdot 10^8$
	ФГУП СХК	$5,18 \cdot 10^9$	$2,92 \cdot 10^8$	$3,11 \cdot 10^8$	$-1,90 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$2,67 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^8$	$2,55 \cdot 10^8$	$-1,54 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	$3,01 \cdot 10^8$	$8,20 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^6$	$-6,80 \cdot 10^5$
	ФГУП «НИИП»	$5,83 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^6$	-
	ФГУП «НИТИ»	$5,92 \cdot 10^7$	$1,84 \cdot 10^4$	$1,53 \cdot 10^4$	$+3,10 \cdot 10^3$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$7,30 \cdot 10^5$	$2,68 \cdot 10^6$	$-1,95 \cdot 10^6$
	ФГУП ИРМ	$5,43 \cdot 10^{13}$	$4,38 \cdot 10^6$	$1,18 \cdot 10^6$	$+3,20 \cdot 10^6$
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$4,21 \cdot 10^8$	$3,88 \cdot 10^7$	$3,84 \cdot 10^7$	$+4,00 \cdot 10^5$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$2,20 \cdot 10^8$	$3,30 \cdot 10^7$	$2,49 \cdot 10^7$	$+8,10 \cdot 10^6$
ГУП Мос НПО «Радон»	$3,89 \cdot 10^6$	$6,10 \cdot 10^4$	$6,50 \cdot 10^4$	$-4,00 \cdot 10^3$	
ЦИРКОНИЙ-95 + НИОБИЙ-95	ФГУП ГХК	$2,20 \cdot 10^9$	$3,69 \cdot 10^8$	$1,27 \cdot 10^8$	$+2,42 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$9,66 \cdot 10^6$	$1,86 \cdot 10^7$	$-8,94 \cdot 10^6$
	ФГУП ПО «Маяк»	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,78 \cdot 10^7$	$1,86 \cdot 10^7$	$-8,00 \cdot 10^5$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$2,08 \cdot 10^8$	$2,29 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$+1,23 \cdot 10^7$
РУТЕНИЙ-103,106	ФГУП ПО «Маяк»	$6,66 \cdot 10^{10}$	$2,33 \cdot 10^8$	$2,18 \cdot 10^8$	$+1,50 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$8,28 \cdot 10^{10}$	$3,16 \cdot 10^8$	$3,47 \cdot 10^8$	$-3,10 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$5,00 \cdot 10^7$	$8,54 \cdot 10^6$	$4,77 \cdot 10^6$	$+3,77 \cdot 10^6$
СУРЬМА-125	ФГУП ПО «Маяк»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$8,99 \cdot 10^6$	$6,44 \cdot 10^6$	$+2,55 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$1,40 \cdot 10^9$	$1,41 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^8$	$-5,50 \cdot 10^7$
ЦЕЗИЙ-134	ФГУП ПО «Маяк»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,21 \cdot 10^7$	$1,42 \cdot 10^7$	$+5,79 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$7,20 \cdot 10^7$	$4,20 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	$-8,00 \cdot 10^5$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$3,00 \cdot 10^4$	$4,07 \cdot 10^5$	$-3,77 \cdot 10^5$

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.	
			2011 г.	2010 г.		
ЦЕЗИЙ-134	РОСТОВСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	2,90·10 ⁵	2,60·10 ⁵	+3,00·10 ⁴	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	8,80·10 ⁵	4,19·10 ⁶	-3,31·10 ⁶	
	КУРСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	1,88·10 ⁷	1,23·10 ⁷	+6,50·10 ⁶	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	1,87·10 ⁶	1,79·10 ⁷	-1,60·10 ⁷	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	9,50·10 ⁷	8,60·10 ⁷	+9,00·10 ⁶	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	9,61·10 ⁷	2,76·10 ⁷	2,86·10 ⁷	-1,00·10 ⁶	
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	1,00·10 ⁸	-	9,00·10 ⁴	-9,00·10 ⁴	
	ГУП Мос НПО «Радон»	3,72·10 ⁵	6,60·10 ⁴	1,80·10 ⁴	+4,80·10 ⁴	
ЦЕЗИЙ-137	ФГУП ПО «Маяк»	1,85·10 ¹⁰	9,24·10 ⁸	7,33·10 ⁸	+1,91·10 ⁸	
	ФГУП ГХК	6,21·10 ⁹	1,80·10 ⁸	3,40·10 ⁸	-1,60·10 ⁸	
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	4,23·10 ⁸	3,20·10 ⁷	7,60·10 ⁷	-4,40·10 ⁷	
	ФГУП «НИИП»	1,80·10 ⁴	1,78·10 ⁴	1,78·10 ⁴	-	
	ФГУП «НИТИ»	1,74·10 ⁸	7,52·10 ⁴	1,95·10 ⁴	+5,57·10 ⁴	
	ФГУП ИРМ	2,25·10 ¹¹	2,79·10 ⁸	6,40·10 ⁷	+2,15·10 ⁸	
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,03·10 ⁶	1,73·10 ⁶	-7,00·10 ⁵	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	2,40·10 ⁷	1,40·10 ⁷	+1,00·10 ⁷	
	РОСТОВСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	3,50·10 ⁵	4,60·10 ⁵	-1,10·10 ⁵	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,75·10 ⁶	6,15·10 ⁶	-4,40·10 ⁶	
	КУРСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	6,85·10 ⁷	8,08·10 ⁷	-1,23·10 ⁷	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	3,02·10 ⁷	4,40·10 ⁷	-1,38·10 ⁷	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,80·10 ⁸	1,30·10 ⁸	+5,00·10 ⁷	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	4,50·10 ⁹	5,26·10 ⁸	7,38·10 ⁸	-2,12·10 ⁸	
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	5,26·10 ⁸	4,85·10 ⁷	4,80·10 ⁷	+5,00·10 ⁵	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	1,74·10 ⁶	3,87·10 ⁶	-2,13·10 ⁶	
	ГУП Мос НПО «Радон»	4,88·10 ⁷	1,20·10 ⁷	6,18·10 ⁶	+5,82·10 ⁶	
	ОАО «ВНИИНМ»	8,10·10 ⁷	1,13·10 ⁶	2,61·10 ⁶	-1,48·10 ⁶	
	ЦЕРИЙ-141,144	ФГУП ГХК	7,12·10 ¹⁰	6,79·10 ⁸	1,05·10 ⁹	-3,71·10 ⁸
		ФГУП ПО «Маяк»	2,96·10 ¹¹	1,99·10 ⁷	1,78·10 ⁷	+2,10·10 ⁶
ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР		3,68·10 ⁷	2,44·10 ⁷	5,03·10 ⁶	+1,94·10 ⁷	
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ	ФГУП ГХК	3,00·10 ⁸	8,00·10 ⁵	1,00·10 ⁶	-2,00·10 ⁵	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	9,11·10 ⁷	8,41·10 ⁶	1,64·10 ⁷	-7,99·10 ⁶	
СВИНЕЦ-214	ОАО ППГХО	2,79·10 ¹⁴	9,02·10 ¹³	8,85·10 ¹³	+1,70·10 ¹²	
ВИСМУТ-214	ОАО ППГХО	7,20·10 ¹³	6,59·10 ¹³	6,47·10 ¹³	+1,20·10 ¹²	
ПОЛОНИЙ-210	ФГУП РФЯЦ – ВНИИЭФ	4,00·10 ⁶	6,44·10 ³	3,43·10 ³	+3,01·10 ³	
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	1,75·10 ⁷	1,20·10 ⁷	1,10·10 ⁷	+1,00·10 ⁶	
	ОАО ППГХО	8,44·10 ¹⁴	1,73·10 ¹³	1,70·10 ¹³	+3,00·10 ¹¹	
РАДОН-222	ОАО ЧМЗ	8,51·10 ¹⁴	3,88·10 ¹⁴	3,31·10 ¹⁴	+5,70·10 ¹³	
РАДИЙ-226	ОАО ЧМЗ	2,81·10 ⁸	3,77·10 ⁷	4,28·10 ⁷	-5,10·10 ⁶	
СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ	ОАО ЧМЗ	7,66·10 ⁸	9,34·10 ⁷	9,61·10 ⁷	-2,70·10 ⁶	
	ОАО ППГХО	1,92·10 ⁹	5,50·10 ⁸	1,61·10 ⁸	+3,89·10 ⁸	
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА*	НЗХК	3,96·10 ⁹	3,82·10 ⁹	3,96·10 ⁹	-1,40·10 ⁸	
	ОАО ЧМЗ	4,83·10 ⁹	4,85·10 ⁸	2,05·10 ⁹	-1,57·10 ⁹	
	ФГУП «НИИП»	3,40·10 ⁶	1,74·10 ⁵	1,73·10 ⁵	+1,00·10 ³	
	ФГУП ЭХП	6,32·10 ⁸	6,19·10 ⁸	6,23·10 ⁸	-4,00·10 ⁶	
	ФГУП РФЯЦ – ВНИИТФ	3,36·10 ¹⁰	9,03·10 ⁹	7,13·10 ⁹	+1,90·10 ⁹	
	ФГУП ПСЗ	3,23·10 ⁹	1,05·10 ⁵	1,14·10 ⁵	-9,00·10 ³	
	ФГУП РФЯЦ – ВНИИЭФ	2,96·10 ¹⁰	2,88·10 ⁹	4,47·10 ⁹	-1,59·10 ⁹	
	ФГУП ВНИИХТ	1,07·10 ⁷	3,03·10 ⁶	1,97·10 ⁶	+1,06·10 ⁶	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	1,92·10 ⁷	4,05·10 ⁵	6,81·10 ⁵	-2,76·10 ⁵	
	ФГУП ВНИИНМ	4,18·10 ⁷	3,47·10 ⁵	3,48·10 ⁶	-3,13·10 ⁶	
СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ	ФГУП РФЯЦ – ВНИИЭФ	7,40·10 ⁵	1,32·10 ⁵	1,49·10 ⁵	-1,70·10 ⁴	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	1,26·10 ⁸	7,74·10 ⁶	5,17·10 ⁶	+2,57·10 ⁶	
	ФГУП ГХК	1,39·10 ⁹	2,10·10 ⁷	1,50·10 ⁷	+6,00·10 ⁶	
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	1,76·10 ⁷	1,20·10 ⁷	1,10·10 ⁷	+1,00·10 ⁶	
	ФГУП ВНИИНМ	6,20·10 ⁷	5,11·10 ⁵	3,90·10 ⁵	+1,21·10 ⁵	
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ НУКЛИДОВ	ГУП Мос НПО «Радон»	1,31·10 ⁷	8,33·10 ⁵	9,66·10 ⁵	-1,33·10 ⁵	
	ФГУП СХК	6,88·10 ¹¹	4,85·10 ⁹	1,04·10 ¹⁰	-5,55·10 ⁹	
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	1,04·10 ⁹	5,00·10 ⁷	3,20·10 ⁷	+1,80·10 ⁷	
БАРИЙ-140+ЛАНТАН-140	ГУП Мос НПО «Радон»	3,10·10 ⁷	3,09·10 ⁶	1,31·10 ⁶	+1,78·10 ⁶	
	ФГУП ГХК	5,00·10 ⁸	-	1,30·10 ⁷	-1,30·10 ⁷	

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
ДЖН	ОАО ППГХО	1,75·10 ¹¹	8,81·10 ⁹	5,92·10 ⁹	+2,89·10 ⁹
КАЛИЙ-40	ОАО ППГХО	8,90·10 ⁹	2,83·10 ⁹	1,18·10 ⁹	+1,65·10 ⁹
	ОАО ЧМЗ	2,80·10 ⁹	2,32·10 ⁸	1,83·10 ⁸	+4,90·10 ⁷
	ГНЦ Рф-ИФВЭ	3,00·10 ¹⁵	1,10·10 ¹⁴	1,15·10 ¹⁴	-5,00·10 ¹²
КЖН	ФГУП «НИИП»	1,90·10 ⁷	7,50·10 ⁶	1,47·10 ⁶	+6,03·10 ⁶
	ФГУП ГХК	1,00·10 ⁷	-	4,00·10 ⁶	-4,00·10 ⁶
СКАНДИЙ-46	ФГУП ПО «Маяк»	7,40·10 ⁹	4,60·10 ⁸	4,60·10 ⁸	-
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	1,36·10 ⁸	6,10·10 ⁶	2,11·10 ⁶	+3,99·10 ⁶
	ФГУП СХК	6,81·10 ⁹	2,94·10 ⁹	2,56·10 ⁹	+3,80·10 ⁸
	ФГУП МСЗ	6,75·10 ⁸	6,18·10 ⁷	1,03·10 ⁸	-4,12·10 ⁷
	УЭХК	7,40·10 ⁹	1,85·10 ⁸	1,91·10 ⁸	-6,00·10 ⁶
	НИИ НПО «ЛУЧ»	9,41·10 ⁷	1,04·10 ⁷	3,90·10 ⁶	+6,50·10 ⁶
	АЭХК	1,65·10 ¹⁴	5,93·10 ⁸	5,30·10 ⁸	+6,30·10 ⁷
	ГУП Мос НПО «Радон»	7,10·10 ⁶	2,14·10 ⁵	2,12·10 ⁵	+2,00·10 ³
	ОАО «ПО ЭХЗ»	3,70·10 ⁹	1,01·10 ⁸	9,86·10 ⁷	+2,40·10 ⁶
	ООО НКЦ	-	2,75·10 ⁶	7,40·10 ⁵	+2,01·10 ⁶
	СУММА ИРГ	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	1,88·10 ¹⁵	1,50·10 ¹⁵	9,90·10 ¹⁴
ФГУП «НИИП»		1,10·10 ¹⁴	1,32·10 ¹²	2,27·10 ¹²	-9,50·10 ¹¹
ФГУП «НИТИ»		1,20·10 ¹³	1,11·10 ¹²	6,00·10 ¹¹	+5,10·10 ¹¹
ФГУП ИРМ		3,18·10 ¹⁶	2,94·10 ¹⁴	2,95·10 ¹⁴	-1,00·10 ¹²
ФГУП ГХК		7,53·10 ¹⁵	-	5,93·10 ¹⁴	-5,93·10 ¹⁴
ФГУП ПО «Маяк»		3,65·10 ¹⁵	3,56·10 ¹³	3,78·10 ¹³	-2,20·10 ¹²
БЕЛОЯРСКАЯ АЭС		6,90·10 ¹⁴	3,67·10 ¹²	5,47·10 ¹²	-1,80·10 ¹²
БИЛИБИНСКАЯ АЭС		2,00·10 ¹⁵	3,75·10 ¹⁴	3,60·10 ¹⁴	+1,50·10 ¹³
РОСТОВСКАЯ АЭС		6,90·10 ¹⁴	1,04·10 ¹³	1,77·10 ¹³	-7,30·10 ¹²
КАЛИНИНСКАЯ АЭС		6,90·10 ¹⁴	9,35·10 ¹²	2,00·10 ¹³	-1,07·10 ¹³
КУРСКАЯ АЭС		3,70·10 ¹⁵	6,11·10 ¹⁴	5,18·10 ¹⁴	+9,30·10 ¹³
ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС		3,70·10 ¹⁵	9,13·10 ¹³	2,29·10 ¹⁴	-1,38·10 ¹⁴
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		3,70·10 ¹⁵	4,90·10 ¹³	5,64·10 ¹³	-7,40·10 ¹²
НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС		6,90·10 ¹⁴	3,70·10 ¹³	4,20·10 ¹³	-5,00·10 ¹²
ФГУП «Атомфлот»		1,10·10 ¹³	1,50·10 ¹²	1,46·10 ¹²	+4,00·10 ¹⁰
Филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»		1,15·10 ¹⁵	3,24·10 ¹⁴	1,52·10 ¹⁴	+1,72·10 ¹⁴
СУММА НУКЛИДОВ ЙОДА*		ФГУП ПО «Маяк»	3,70·10 ¹⁰	3,50·10 ⁹	1,88·10 ⁸
	ФГУП ГХК	1,56·10 ¹⁰	3,99·10 ⁸	1,05·10 ⁹	-6,51·10 ⁸
	ФГУП ИРМ	4,79·10 ¹⁴	8,66·10 ⁷	1,36·10 ⁸	-4,94·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	1,68·10 ¹⁰	1,31·10 ¹⁰	3,84·10 ⁹	+9,26·10 ⁹
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	-	1,80·10 ⁵	-1,80·10 ⁵
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	9,79·10 ⁸	1,70·10 ⁹	-7,21·10 ⁸
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	-	1,73·10 ⁷	-1,73·10 ⁷
	КУРСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	3,46·10 ⁹	2,72·10 ⁹	+7,40·10 ⁸
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	2,24·10 ⁷	-	+2,24·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,80·10 ⁸	2,20·10 ⁸	-4,00·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,00·10 ⁸	4,05·10 ⁸	-3,05·10 ⁸
	Филиал ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»	1,42·10 ¹²	4,72·10 ¹¹	2,12·10 ¹¹	+2,60·10 ¹¹
	РОСТОВСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	9,01·10 ⁶	4,60·10 ⁴	+8,96·10 ⁶
СУРЬМА-124	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	5,40·10 ⁷	2,69·10 ⁷	2,25·10 ⁷	+4,40·10 ⁶
УГЛЕРОД-14	ФГУП ИРМ	3,00·10 ¹⁶	3,96·10 ¹¹	4,28·10 ¹⁰	+3,50·10 ¹¹
КЮРИЙ-244	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	5,22·10 ⁷	1,78·10 ⁶	6,60·10 ⁵	+1,12·10 ⁶
СЕЛЕН-75	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	3,50·10 ⁹	2,25·10 ⁷	1,65·10 ⁷	+6,00·10 ⁶
МЬШЬЯК-76	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	7,60·10 ⁷	1,54·10 ⁷	4,58·10 ⁶	+1,08·10 ⁷
РУБИДИЙ-88	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	1,70·10 ¹⁰	7,62·10 ⁹	2,81·10 ¹⁰	-2,05·10 ¹⁰
СЕРЕБРО-110М	ФГУП ГНЦ Рф-НИИАР	4,40·10 ⁶	1,81·10 ⁶	3,47·10 ⁵	+1,46·10 ⁶

Окончание табл. П 2.1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
МОЛИБДЕН-99+ТЕХНЕЦИЙ-99М	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$3,71 \cdot 10^8$	$4,60 \cdot 10^8$	$5,26 \cdot 10^7$	$+4,07 \cdot 10^8$
БАРИЙ-139	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$7,70 \cdot 10^8$	$3,93 \cdot 10^8$	$6,01 \cdot 10^8$	$-2,08 \cdot 10^8$
РТУТЬ-203	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$2,40 \cdot 10^9$	$6,35 \cdot 10^5$	$1,93 \cdot 10^5$	$+4,42 \cdot 10^5$
ТЕЛЛУР-132	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$1,40 \cdot 10^7$	$5,69 \cdot 10^6$	$4,40 \cdot 10^5$	$+5,25 \cdot 10^6$
СВИНЕЦ-210	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$1,05 \cdot 10^8$	$9,70 \cdot 10^6$	$9,60 \cdot 10^6$	$+1,00 \cdot 10^5$

Примечание: * – в 2010 году данные приводились как сумма альфа-активных нуклидов.

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2011 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2011 г. по сравнению с 2010 г.	
			2011 г.	2010 г.		
Натрий-24	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{14}$	-	$1,23 \cdot 10^{13}$	$-1,23 \cdot 10^{13}$	
Фосфор-32	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{13}$	-	$3,52 \cdot 10^{12}$	$-3,52 \cdot 10^{12}$	
Скандий-46	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	-	$2,15 \cdot 10^{10}$	$-2,15 \cdot 10^{10}$	
Хром-51	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	-	$2,57 \cdot 10^{11}$	$-2,57 \cdot 10^{11}$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$3,10 \cdot 10^{12}$	$3,42 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^9$	$-9,76 \cdot 10^8$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$1,40 \cdot 10^{12}$	-	$1,85 \cdot 10^6$	$-1,85 \cdot 10^6$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,30 \cdot 10^{12}$	$3,22 \cdot 10^6$	$5,16 \cdot 10^6$	$-1,94 \cdot 10^6$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$4,60 \cdot 10^{12}$	$3,40 \cdot 10^5$	$1,40 \cdot 10^5$	$+2,00 \cdot 10^5$	
Марганец-54	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{11}$	-	$1,21 \cdot 10^9$	$-1,21 \cdot 10^9$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^{10}$	$1,24 \cdot 10^7$	$9,10 \cdot 10^6$	$+3,30 \cdot 10^6$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,20 \cdot 10^{11}$	$2,41 \cdot 10^7$	$6,53 \cdot 10^7$	$-4,12 \cdot 10^7$	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$3,80 \cdot 10^9$	-	$2,81 \cdot 10^5$	$-2,81 \cdot 10^5$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$8,00 \cdot 10^9$	$5,94 \cdot 10^6$	$7,48 \cdot 10^6$	$-1,54 \cdot 10^6$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$4,30 \cdot 10^{10}$	-	$3,45 \cdot 10^5$	$-3,45 \cdot 10^5$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^{10}$	$2,90 \cdot 10^6$	$4,40 \cdot 10^6$	$-1,50 \cdot 10^6$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,90 \cdot 10^{10}$	$6,10 \cdot 10^6$	-	$+6,10 \cdot 10^6$	
Железо-59	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	-	$1,37 \cdot 10^{10}$	$-1,37 \cdot 10^{10}$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,50 \cdot 10^{10}$	$1,81 \cdot 10^6$	$5,33 \cdot 10^6$	$-3,52 \cdot 10^6$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$9,50 \cdot 10^{10}$	-	$-6,20 \cdot 10^4$	$-6,20 \cdot 10^4$	
Кобальт-58	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	-	$3,93 \cdot 10^9$	$-3,93 \cdot 10^9$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,30 \cdot 10^{10}$	$2,65 \cdot 10^5$	$4,55 \cdot 10^5$	$-1,90 \cdot 10^5$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$3,60 \cdot 10^{10}$	$9,13 \cdot 10^5$	-	$+9,13 \cdot 10^5$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	-	$7,50 \cdot 10^4$	$-7,50 \cdot 10^4$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$5,90 \cdot 10^{10}$	$5,50 \cdot 10^6$	$2,80 \cdot 10^6$	$+2,70 \cdot 10^6$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,90 \cdot 10^{10}$	$4,86 \cdot 10^5$	-	$+4,86 \cdot 10^5$	
Кобальт-60	ФГУП ГХК	$3,74 \cdot 10^{11}$	$9,11 \cdot 10^9$	$1,71 \cdot 10^{10}$	$-7,99 \cdot 10^9$	
	ФГУП «Атомфлот»	$2,90 \cdot 10^5$	$9,10 \cdot 10^6$	$6,50 \cdot 10^3$	$+9,09 \cdot 10^6$	
	ФГУП «НИТИ»	$6,10 \cdot 10^6$	$5,90 \cdot 10^3$	$2,36 \cdot 10^3$	$-1,77 \cdot 10^3$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$5,20 \cdot 10^{10}$	$4,61 \cdot 10^7$	$2,45 \cdot 10^8$	$-1,99 \cdot 10^8$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$9,44 \cdot 10^6$	$1,50 \cdot 10^6$	$+7,94 \cdot 10^6$	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$8,10 \cdot 10^8$	$5,20 \cdot 10^5$	$1,95 \cdot 10^6$	$-1,43 \cdot 10^6$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$8,60 \cdot 10^{10}$	$6,86 \cdot 10^6$	$8,60 \cdot 10^5$	$+6,00 \cdot 10^6$	
	КУРСКАЯ АЭС	$1,03 \cdot 10^{10}$	$1,99 \cdot 10^6$	$6,27 \cdot 10^6$	$-4,28 \cdot 10^6$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,14 \cdot 10^{11}$	$3,32 \cdot 10^9$	$5,51 \cdot 10^9$	$-2,19 \cdot 10^9$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,60 \cdot 10^9$	$7,64 \cdot 10^6$	$8,31 \cdot 10^6$	$-6,70 \cdot 10^5$	
	ФГУП «ДальРАО»	$1,00 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^6$	$1,11 \cdot 10^7$	$-9,14 \cdot 10^6$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,90 \cdot 10^9$	-	$7,43 \cdot 10^5$	$-7,43 \cdot 10^5$	
	Медь-64	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	-	$7,23 \cdot 10^{11}$	$-7,23 \cdot 10^{11}$
Цинк-65	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	-	$1,21 \cdot 10^{10}$	$-1,21 \cdot 10^{10}$	
Мышьяк-76	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	-	$1,68 \cdot 10^{11}$	$-1,68 \cdot 10^{11}$	
Стронций-89,90	ФГУП ГХК	$8,14 \cdot 10^{10}$	$3,16 \cdot 10^{10}$	$6,10 \cdot 10^9$	$+2,55 \cdot 10^{10}$	
	ФГУП ПО «Маяк»	$2,45 \cdot 10^{12}$	$5,48 \cdot 10^{11}$	$6,93 \cdot 10^{11}$	$-1,45 \cdot 10^{11}$	
	ФГУП РЯЦ – ВНИИТФ	$1,85 \cdot 10^8$	$4,45 \cdot 10^6$	$3,11 \cdot 10^6$	$+1,34 \cdot 10^6$	
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$1,20 \cdot 10^{10}$	$4,90 \cdot 10^7$	$5,10 \cdot 10^7$	$-2,00 \cdot 10^6$	
	ФГУП «НИТИ»	$1,30 \cdot 10^6$	$2,14 \cdot 10^5$	$2,58 \cdot 10^5$	$-4,40 \cdot 10^4$	
	ФГУП «ДальРАО»	$5,00 \cdot 10^7$	$3,72 \cdot 10^6$	$4,62 \cdot 10^7$	$-4,25 \cdot 10^7$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$9,30 \cdot 10^{10}$	$1,39 \cdot 10^8$	$8,60 \cdot 10^7$	$+5,30 \cdot 10^7$	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$5,90 \cdot 10^9$	$1,33 \cdot 10^5$	$1,94 \cdot 10^5$	$-6,10 \cdot 10^4$	
	КУРСКАЯ АЭС	$4,10 \cdot 10^8$	$4,31 \cdot 10^4$	$5,11 \cdot 10^4$	$-8,00 \cdot 10^3$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$6,02 \cdot 10^{11}$	$6,15 \cdot 10^4$	$5,73 \cdot 10^4$	$+4,20 \cdot 10^3$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,50 \cdot 10^{12}$	$1,50 \cdot 10^6$	$3,00 \cdot 10^6$	$-1,50 \cdot 10^6$	
	ФГУП «Атомфлот»	$1,20 \cdot 10^5$	$8,10 \cdot 10^6$	$1,53 \cdot 10^4$	$+8,08 \cdot 10^6$	
	ГУП Мос НПО «Радон»	$1,40 \cdot 10^8$	$4,75 \cdot 10^7$	$4,60 \cdot 10^7$	$-1,50 \cdot 10^6$	
	Цирконий-95+Ниобий-95	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{11}$	$1,16 \cdot 10^9$	$8,31 \cdot 10^9$	$-7,15 \cdot 10^9$
		СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,70 \cdot 10^{10}$	$4,86 \cdot 10^5$	$1,93 \cdot 10^6$	$-1,44 \cdot 10^6$
ФГУП «Атомфлот»		$1,35 \cdot 10^7$	$3,00 \cdot 10^3$	$1,01 \cdot 10^2$	$+2,90 \cdot 10^3$	
Рутений-103,106	ФГУП ГХК	$5,74 \cdot 10^{11}$	$3,18 \cdot 10^9$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$-2,64 \cdot 10^{10}$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$3,15 \cdot 10^{12}$	$1,89 \cdot 10^6$	-	$+1,89 \cdot 10^6$	
Сурьма-124	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	-	$6,02 \cdot 10^8$	$-6,02 \cdot 10^8$	
Свинец-210	ОАО ППГХО	-	$2,68 \cdot 10^9$	$2,70 \cdot 10^9$	$-2,00 \cdot 10^7$	

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2011 г. по сравнению с 2010 г.
			2011 г.	2010 г.	
Цезий-134	ФГУП ГХК	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,36 \cdot 10^8$	$3,43 \cdot 10^8$	$-2,07 \cdot 10^8$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$8,70 \cdot 10^9$	$2,48 \cdot 10^6$	$7,62 \cdot 10^6$	$-5,14 \cdot 10^6$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,70 \cdot 10^{10}$	$7,20 \cdot 10^3$	-	$+7,20 \cdot 10^3$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,60 \cdot 10^{10}$	$1,54 \cdot 10^5$	$1,34 \cdot 10^6$	$-1,19 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,20 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^3$	$3,42 \cdot 10^1$	$+1,97 \cdot 10^3$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$9,60 \cdot 10^9$	$2,70 \cdot 10^4$	$1,30 \cdot 10^5$	$-1,03 \cdot 10^5$
Цезий-137	ФГУП ГХК	$1,15 \cdot 10^{11}$	$2,56 \cdot 10^{10}$	$1,49 \cdot 10^{10}$	$+1,07 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «НИТИ»	$8,00 \cdot 10^5$	$6,98 \cdot 10^5$	$5,69 \cdot 10^5$	$+1,29 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,70 \cdot 10^{10}$	$9,64 \cdot 10^7$	$1,80 \cdot 10^8$	$-8,36 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,19 \cdot 10^{10}$	$4,15 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^9$	$-5,85 \cdot 10^8$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,80 \cdot 10^9$	$6,72 \cdot 10^6$	$1,26 \cdot 10^7$	$-5,88 \cdot 10^6$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$5,00 \cdot 10^{10}$	$1,04 \cdot 10^6$	$7,69 \cdot 10^6$	$-6,65 \cdot 10^6$
	КУРСКАЯ АЭС	$8,10 \cdot 10^7$	$2,89 \cdot 10^6$	$9,84 \cdot 10^6$	$-6,95 \cdot 10^6$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$1,10 \cdot 10^9$	-	$6,75 \cdot 10^5$	$-6,75 \cdot 10^5$
	ФГУП «ДальРАО»	$3,00 \cdot 10^7$	$1,49 \cdot 10^6$	$6,19 \cdot 10^6$	$-4,70 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,10 \cdot 10^9$	$4,51 \cdot 10^6$	$4,16 \cdot 10^6$	$+3,50 \cdot 10^5$
	ФГУП «Атомфлот»	$3,90 \cdot 10^8$	$1,31 \cdot 10^7$	$3,53 \cdot 10^4$	$+1,31 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – НИИАР	$2,70 \cdot 10^{10}$	$4,60 \cdot 10^8$	$1,80 \cdot 10^8$	$+2,80 \cdot 10^8$
	ГУП Мос НПО «Радон»	$2,30 \cdot 10^8$	$2,10 \cdot 10^7$	$1,81 \cdot 10^7$	$+2,90 \cdot 10^6$
	ФГУП РФЯЦ – ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^8$	$4,98 \cdot 10^6$	$1,44 \cdot 10^7$	$-9,42 \cdot 10^6$
Церий-141,144	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	$3,98 \cdot 10^9$	$8,11 \cdot 10^9$	$-4,13 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,08 \cdot 10^{13}$	$9,45 \cdot 10^5$	-	$+9,45 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов урана	ФГУП РФЯЦ – ВНИИТФ	$3,33 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^5$	$2,08 \cdot 10^5$	$-1,02 \cdot 10^5$
	ФГУП РФЯЦ – ВНИИЭФ	$6,10 \cdot 10^9$	$1,77 \cdot 10^7$	$4,37 \cdot 10^7$	$-2,60 \cdot 10^7$
	ОАО ППГХО	$2,59 \cdot 10^{10}$	$2,13 \cdot 10^{10}$	$2,23 \cdot 10^{10}$	$-1,00 \cdot 10^9$
	ОАО ПСЗ	$1,30 \cdot 10^6$	$1,13 \cdot 10^5$	$9,65 \cdot 10^4$	$+1,65 \cdot 10^4$
	ОАО ВНИИХТ	$2,77 \cdot 10^7$	-	$5,55 \cdot 10^4$	$-5,55 \cdot 10^4$
Кирово-Чепецкое отделение ФГУП «РосРАО»	-	$7,74 \cdot 10^8$	$3,08 \cdot 10^9$	$-2,31 \cdot 10^9$	
Нептуний-239	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{12}$	-	$8,25 \cdot 10^{11}$	$-8,25 \cdot 10^{11}$
Плутоний-239	ФГУП РФЯЦ – ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^6$	$1,16 \cdot 10^6$	$9,01 \cdot 10^4$	$+1,07 \cdot 10^6$
Торий-230	ОАО ППГХО	-	$4,64 \cdot 10^9$	$3,46 \cdot 10^9$	$+1,18 \cdot 10^9$
Сумма нуклидов йода	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	-	$8,72 \cdot 10^9$	$-8,72 \cdot 10^9$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$8,90 \cdot 10^{11}$	$5,55 \cdot 10^4$	-	$+5,55 \cdot 10^4$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,60 \cdot 10^{12}$	$3,31 \cdot 10^5$	-	$+3,31 \cdot 10^5$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,55 \cdot 10^{12}$	$2,00 \cdot 10^5$	$1,30 \cdot 10^6$	$-1,10 \cdot 10^6$
Сумма бета-активных радионуклидов	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$1,20 \cdot 10^9$	$7,70 \cdot 10^7$	-	$+7,70 \cdot 10^7$
	Кирово-Чепецкое отделение ФГУП «РосРАО»	-	$4,42 \cdot 10^8$	$2,15 \cdot 10^9$	$-1,71 \cdot 10^9$
Сумма альфа-активных радионуклидов	ФГУП МСЗ	$5,60 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^9$	$4,85 \cdot 10^8$	$+8,65 \cdot 10^8$
	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{10}$	$1,90 \cdot 10^9$	-	$+1,90 \cdot 10^9$
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$4,60 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^7$	$2,60 \cdot 10^7$	$-3,00 \cdot 10^6$
Полоний-210	ОАО ППГХО	-	$1,55 \cdot 10^9$	$1,60 \cdot 10^9$	$-5,00 \cdot 10^7$
Радий-226	ОАО ППГХО	-	$5,87 \cdot 10^8$	$7,70 \cdot 10^8$	$-1,83 \cdot 10^8$
	ГУП Мос НПО «Радон»	$9,50 \cdot 10^7$	$3,67 \cdot 10^7$	-	$+3,67 \cdot 10^7$
Барий-140+Лантан-140	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	-	$9,06 \cdot 10^9$	$-9,06 \cdot 10^9$
Тритий	ФГУП «НИТИ»	$2,40 \cdot 10^{12}$	$1,19 \cdot 10^{11}$	$1,58 \cdot 10^{11}$	$-3,90 \cdot 10^{10}$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,70 \cdot 10^{13}$	$5,00 \cdot 10^{11}$	$1,20 \cdot 10^{12}$	$-7,00 \cdot 10^{11}$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,00 \cdot 10^{14}$	$3,77 \cdot 10^{12}$	$1,28 \cdot 10^{12}$	$+2,49 \cdot 10^{12}$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,08 \cdot 10^{15}$	$1,11 \cdot 10^{13}$	$2,19 \cdot 10^{13}$	$-1,08 \cdot 10^{13}$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,30 \cdot 10^{14}$	$2,46 \cdot 10^{11}$	$3,12 \cdot 10^{11}$	$-6,60 \cdot 10^{10}$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,60 \cdot 10^{14}$	$1,06 \cdot 10^{13}$	$1,32 \cdot 10^{13}$	$-2,60 \cdot 10^{12}$
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$2,40 \cdot 10^{13}$	$7,90 \cdot 10^{11}$	$8,70 \cdot 10^{11}$	$-8,00 \cdot 10^{10}$
Сумма нуклидов европия	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{11}$	$2,33 \cdot 10^8$	$3,31 \cdot 10^9$	$-3,08 \cdot 10^9$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^7$	$2,90 \cdot 10^6$	$+1,81 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$3,56 \cdot 10^5$	$3,76 \cdot 10^5$	$3,56 \cdot 10^2$	$+3,76 \cdot 10^5$

Площадь загрязненных радионуклидами земель в 2011 г., км²

№	Наименование организации	Площадь загрязненных территорий			
		Всего	на промплощадке	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	0,100	0,084	-	0,015
6	ПО «Старт»	0,015	0,015	-	-
7	ЭХП	0,014	0,014	-	-
8	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	0,161	0,009	0,152	0,0002
9	ОАО «ВНИИХТ»	0,0004	0,0004	-	-
10	ИТЭФ	0,00001	0,00001	-	-
11	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	0,003	0,003	-	-
12	ФГУП ГНЦ РФ–ФЭИ	0,042	0,036	-	0,0054
13	ФГУП ГНЦ РФ–НИИАР	0,385	0,150	0,236	-
14	Отделение губа Андреева-СЗЦ «СевРАО» филиала ФГУП «РосРАО»	0,011	0,011	-	-
15	Центр обращения с РАО–отделение Гремеха СЗЦ «СевРАО» филиала ФГУП «РосРАО»	0,002	0,002	-	-
16	Отделение Фокино ДВЦ «ДальРАО» филиала ФГУП «РосРАО»	0,0031	0,0031	0,0001	-
17	ОАО МСЗ	0,405	0,027	0,258	0,120
18	ОАО НЗХК	0,421	0,167	0,254	-
19	ОАО ЧМЗ	1,987	1,987	-	-
20	ОАО ППГХО	8,973	7,800	0,755	0,418
21	ДАЛУР	0,005	0,005	-	-
22	«Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0022	0,0022	-	-
23	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,003	0,003	-	-
24	«Хабаровский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,020	0,020	-	-
25	«Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0007	0,0007	-	-
26	Приволжский центр, Кирово-Чепец. отделение	0,638	0,134	0,111	0,393
27	ОХТЗ ОАО «ВНИИХТ»	0,0001	0,0001	-	-
ИТОГО		474,675	62,510	215,038	197,127

**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	$5,73 \cdot 10^3$ (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	$1,28 \cdot 10^9$ (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	$7,50 \cdot 10^4$ (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	$1,6 \cdot 10^3$ (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	$1,405 \cdot 10^{10}$ (лет)
^{99m} Te	технеций-99m	6,006 (час)	²³⁴ U	уран-234	$2,445 \cdot 10^5$ (лет)
¹⁰³ Ru	рутений-103	39,28 (сут)	²³⁵ U	уран-235	$7,04 \cdot 10^8$ (лет)
¹⁰⁶ Ru	рутений-106	368,2 (сут)	²³⁸ U	уран-238	$4,47 \cdot 10^9$ (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	$2,41 \cdot 10^4$ (лет)
¹¹³ Sn	олово-113	115,2 (сут)	²⁴⁰ Pu	плутоний-240	$6,54 \cdot 10^3$ (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)

**Радиационная обстановка на территории России
и сопредельных государств в 2011 году
Ежегодник**

Научный редактор *Вакуловский Сергей Мстиславович*

Составитель *Каткова Маргарита Николаевна*

ЛР №020228 от 10.11.1996

Технический редактор Каткова М.Н.

Корректор Гришкина Л.В.

Художник Виноградова Л.А.

Компьютерная верстка Курланова Г.П., Хомченкова Н.Б.

Утверждено и подписано к печати 20.07.2012. Формат издания 60×84/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 34,6. Тираж 370 экз. Заказ № 23.

Оригинал-макет подготовлен ФГБУ «НПО «Тайфун»,

249038, г. Обнинск, Калужская область, ул. Победы, 4.

Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 249035, г. Обнинск, ул. Королева, 6.