

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 2013 году**

ЕЖЕГОДНИК

ОБНИНСК
2014

Утверждено:

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

Согласовано:

с Начальником 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 «Тайфун» В.М. Шершаковым.

***Редакционная коллегия: В.М. Шершаков, В.Г. Булгаков,
И.И. Крышев, С.М. Вакуловский, М.Н. Каткова, В.М. Ким,
А.И. Крышев***

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» Каткова М.Н., Ким В.М., Гниломедов В.Д.

Раздел 2

ИПМ ФГБУ «НПО
«Тайфун» Каткова М.Н., Ким В.М., Гниломедов В.Д., Агеева Н.В., Смирнова А.А., Газиев И.Я., Полянская О.Н., Волокитин А.А., Федорова А. В., Катрич И.Ю., Уваров А. Д., Виноградова Л.А., Козлова Е.Г.

УГМС Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Попова Е.И., Васильев Л.Ю., Миронова Е.А., Мокротоварова О.И., Соколов А.С., Третьяков В.Н., Андриянова Н.В., Костин А.А., Деманова О.В., Низовская Н.А., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Петрова М.В., Бычкова Е.Н., Голубцова И.В., Андрюк А.А., Дубровская О.Г., Макарьевская Т.П., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Чирков В.А., Котова О.П., Полежаева Л.С., Севостьянов П.Ф., Григорьев В.Д., Кудринская Г.Б., Коршунова Ю.В., Динева Ю.Ф., Золотухин Е.Г., Ивкин А.С., Калиновская Л.В., Репникова И.В., Паршин В.В., Кальченко Т.И., Тевс Н.П., Сидоркина Т.И., Неустроева А.А., Русак Л.А., Кейлер В.А., Ишонин М.И., Шевченко Н.А.

ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ» Якушкин В.С.

МосНПО «Радон» Осминов В.А., Атрашков В.К., Гордеев С.К., Лакаев В.С.

ФГУП «РосРАО» Брыкин С.Н., Брыкина М.С., Ефимова О.В., Марковский В.В., Рознова Н.С.

ОАО ППГХО Кириченко Т.Г., Бобошко В.И.

ФГУП «ПО «Маяк» Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А.

Раздел 3

ИПМ ФГБУ «НПО
«Тайфун» Крышев А.И., Сазыкина Т.Г., Косых И.В., Лунева К.В., Скакунова М.А., Газиев И.Я.

УГМС Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Смирнова Ю.В., Голубцова И.В., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Соколов А.С., Славская Л.А., Башкиров Н.И., Крутовский А.О., Зиненко В.И., Чирков В.А., Котова О.П.

РЦРКМ Республики Беларусь Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К.

Министерство
чрезвычайных ситуаций
РА ГНО «Государственная
служба Армении
по гидрометеорологии
и мониторингу»
(«Армгосгидромет») Варданян Л., Петросян З., Асикян А.

Балаковская АЭС Юдин В.А., Афанаскин Ю.А.

Белоярская АЭС Рафиков Е.М., Шонохов А.В.

Билибинская АЭС Петров С.С., Бычков Е.А., Рассказов А.А.

Волгодонская АЭС Лебедев О.В., Банников Г.Н., Симаков А.Ю.

Калининская АЭС Мамонтов Ю.Д., Ткачук В.А.

Кольская АЭС Никишаев П.И., Чирков А.Ю.

Курская АЭС Батарев С.Г., Полянских С.А., Увакин А.В.

Ленинградская АЭС Епихин А.И., Козлов Е.П., Сухоруков О.П., Степанов С.В.

Нововоронежская АЭС Соколов Ф.Г., Прытков А.Н.

Смоленская АЭС Краснов И.М., Кулеватов А.С., Барауля С.В.

УрО РАН Чеботина М.Я., Николин О.А.

ФГУП «ПО «Маяк» Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А.

ФГУП «ГХК» Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю.

Раздел 4

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Вакуловский С.М., Коломеев М.П., Андреев Ф.А., Рогашов А.Д., Фоломеев В.В., Артемьев Е.Б., Яхрюшин В.Н., О.Н. Полянская
ФГБУ «Уральское УГМС»	Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Голубцова И.В., Бычкова Е.Н., Петрова М.В.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А.

Раздел 5

ФГБУ «НПО «Тайфун»	Гниломедов В.Д.
РЦРКМ Республики Беларусь	Станкевич А.П., Русая И.Е., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Голиков Ю.Н., Орловская В.И., Коваленко М.К.
Агентство по гидрометеорологии при МЧС Кыргызской Республики	Итибаев З.С., Юдакова Э.В., Нышанбаева Л.Ж.
ЦГО Украины	Косолец А.А., Табачный Л., Гирий В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Корнейчук В.О., Варивода В., Загrevский В.

Раздел 6

ФГБУ «НПО «Тайфун»	Шершаков В.М., Никитин А.И., Вакуловский С.М., Валетова Н.К., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Колесникова Л.В., Тertyшник Э.Г., Уваров А.Д., Яхрюшин В.Н., Артемьев Г.Б.
--------------------	--

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений	8
Введение	12
1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории Российской Федерации	17
Список литературы к введению и разделу 1	37
2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов Российской Федерации	38
2.1. Центральный федеральный округ	38
2.1.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области	43
2.1.2. РОО г. Обнинска	49
2.2. Северо-Западный федеральный округ	59
2.2.1. РОО г. Северодвинска	65
2.2.2. РОО на территории Мурманской области	75
2.2.3. ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	80
2.3. Южный федеральный округ	81
2.3.1. ПЗРО Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	85
2.3.2. ПЗРО Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	85
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ	86
2.4.1. ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	87
2.5. Приволжский федеральный округ	88
2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровграда	94
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона	99
2.6. Уральский федеральный округ	104
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона	108
2.6.2. ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	110
2.6.3. ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	112
2.7. Сибирский федеральный округ	112
2.7.1. Новосибирский завод химконцентратов	117
2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение	124
2.7.3. Ангарский электролизный химический завод	130
2.7.4. ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	134
2.7.5. ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	138
2.8. Дальневосточный федеральный округ	140
2.8.1. РОО на территории Камчатской области	145
Список литературы к разделу 2	148
3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла	149
3.1. Балаковская АЭС	149
3.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов	158
3.3. Билибинская АЭС	172
3.4. Калининская АЭС	177
3.5. Кольская АЭС	186
3.6. Курская АЭС	195
3.7. Ленинградская АЭС	207
3.8. Нововоронежская АЭС	214
3.9. Ростовская АЭС	223
3.10. Смоленская АЭС	229
3.11. Производственное объединение «Маяк»	235

3.12. Горно-химический комбинат	252
3.13. Сибирский химический комбинат	268
Список литературы к разделу 3	277
4. Радиационная обстановка в районах, загрязненных в результате аварий и инцидентов	279
4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)	279
4.2. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС	282
Список литературы к разделу 4	283
5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств	285
5.1. Республика Беларусь	285
5.2. Кыргызская Республика	290
5.3. Украина	291
5.4. Армения	299
Список литературы к разделу 5	300
6. Радиоэкологическое обследование территорий и акваторий	301
6.1. Исследование вторичного радиоактивного загрязнения населенных пунктов, расположенных на территории России, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС	301
6.2. Совместная российско-норвежская экспедиция 2012 года в районы захоронения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива в заливе Степового Карского моря: окончательные результаты	316
Список литературы к разделу 6	324
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории Российской Федерации в 2013 году	327
Приложение А	329
Приложение В	341
Приложение С	342
Приложение D	350
Приложение Е	355
Приложение F	357

Список сокращений

АМБ	– реактор канального типа на тепловых нейтронах
АМЦ	– авиационный метеорологический центр
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 с.-м.	– Бк/кг сырой массы
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 Российской Федерации
ВНИИ	– Всероссийский НИИ
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	– ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
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 «Экоцентр»	– Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Чернобыльский радиоэкологический центр» (ДСНВП «Экоцентр»)
ДОУ	– детское образовательное учреждение
ДУА _{НАС.}	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ДФО	– Дальневосточный федеральный округ
ЕТР	– Европейская территория России
ЖБК	– железобетонный контейнер
ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗАТО	– закрытое административно-территориальное образование
ЗН	– зона наблюдения
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
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
ЛКРЗ	– лаборатория контроля радиационного загрязнения
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
МЯВ	– мирный ядерный взрыв
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
НИС	– научно-исследовательское судно
НИТИ	– Научно-исследовательский физиологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова
НПИ	– научно-прикладные исследования
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НРБУ	– нормы радиационной безопасности Украины
НС	– наблюдательная скважина
ОАО	– открытое акционерное общество
ОГМС	– объединенная гидрометеорологическая станция
ОИЯИ	– Объединенный институт ядерных исследований
ОКБМ	– Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова
ОРБ	– отдел радиационной безопасности
ОСК	– объединенный спецкорпус
ОСПОРБ	– основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОТВС	– отработавшая тепловыделяющая сборка
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
ПНЗ	– пост наблюдения за загрязнением
ПО	– производственное объединение
ППГХО	– Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ПСЗ	– приборостроительный завод
ПФО	– Приволжский федеральный округ
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
РЦРКМ	– Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
СанПиН	– санитарные правила и нормы
САЭС	– Смоленская АЭС
СВО	– спецводоочистка
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
СЗФО	– Северо-Западный федеральный округ
СК «Радон»	– спецкомбинат «Радон»
СКФО	– Северо-Кавказский федеральный округ
СКЦ	– сернокислый 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
СФО	– Сибирский федеральный округ
СХК	– Сибирский химический комбинат
США	– Соединенные Штаты Америки
ТВС	– тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	– тепловыделяющий элемент
ТЛД	– термолюминесцентный дозиметр
ТПА	– телеуправляемый подводный аппарат
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
УФО	– Уральский федеральный округ
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 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

ЦГиЭ	– Центр гигиены и эпидемиологии
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
ЦФО	– Центральный федеральный округ
ЦЧО	– Центрально-Черноземные области
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЧПЗРО	– Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ»
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	– Электрохимический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЮФО	– Южный федеральный округ
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2013 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. В Ежегоднике за 2013 г. приводится информация о радиационной обстановке на территориях федеральных округов и субъектов Российской Федерации, а также районам расположения радиационно опасных объектов (РОО), к которым относятся 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. В Ежегоднике приводится анализ радиационной обстановки на ранее загрязненных территориях в результате крупных радиационных аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк».

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, результаты международных экспедиционных исследований в районе северных морей и научных публикаций.

В Ежегоднике за 2013 г. представлены данные четырех сопредельных государств: Республики Беларусь, Кыргызстана, Украины и Армении.

В разделе 1 приводятся обобщенные данные о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ.

Раздел 2 посвящен описанию радиационной обстановки на территориях федеральных округов и находящихся в них субъектов Российской Федерации.

В разделе 3 приводятся результаты радиационного мониторинга окружающей природной среды в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла.

В разделе 4 описана радиационная обстановка в районах, загрязненных в результате аварий и инцидентов.

В разделе 5 представлены данные о радиационной обстановке на территориях сопредельных государств.

Раздел 6 посвящен результатам исследования вторичного радиоактивного загрязнения населенных пунктов в РФ, пострадавших от аварии на ЧАЭС, и окончательным результатам российско-норвежской экспедиции по радиоэкологическому обследованию северных морей.

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 г. № 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 в таблице 1.

Таблица 1

Наименование радионуклида	Воздух, Бк/м ³			Питьевая вода*, Бк/л			
	НРБ-76/87 [4] ДКБ	НРБ-96 [5] ДОА _{НАС.}	НРБ-99 НРБ-99/2009 ДОА _{НАС.}	НРБ-76/87 ДКБ	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:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк};$$

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

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

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

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

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

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

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

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.

При проведении радиационного мониторинга для первичной оценки радиационной обстановки используется наиболее просто определяемый критерий – суммарная бета-активность в объектах окружающей среды (вода, воздух, атмосферные выпадения и др.). Суммарная (общая) бета-активность ($\Sigma\beta$, Бк) радионуклидов в источнике – это отношение числа dN бета-частиц, испускаемых всеми радионуклидами в источнике (образце) за интервал времени dt , к этому интервалу времени. Аналогично определяется суммарная альфа-активность. Если суммарная бета-активность источника за равные интервалы времени не меняется, значит существенного дополнительного радиоактивного загрязнения не происходит.

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.

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет лаборатория **методического руководства радиометрической сети, анализа и представления данных мониторинга** Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» (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).

По состоянию на начало 2013 г. количество пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

1310 (фактически работало на 01.01.13 – 1291) – по измерению МЭД и более 30 ПНЗ в крупных городах; кроме этого дополнительно проводились измерения МЭД с помощью автоматических постов;

394 – по отбору проб выпадений;

61 (фактически работали на 01.01.13 – 51) – по отбору проб аэрозолей;

33 (фактически работавших – 33) – по отбору проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития;

15 (фактически работавших – 15) – по отбору проб воды из рек для определения содержания в них трития;

47 (на 01.01.13 – 44) – по отбору проб воды из пресных водоемов для определения содержания в них ^{90}Sr ;

14 (на 01.01.13 – 10) – по отбору проб морской воды для определения содержания в них ^{90}Sr и 10 – по отбору проб морского грунта на содержание гамма-излучающих радионуклидов.

На рисунке показано расположение пунктов радиационного мониторинга приземного слоя атмосферы на территории РФ, указаны атомные электростанции (АЭС) и основные радиационно опасные объекты (РОО). Полный перечень РОО на территории РФ представлен в Приложении А.1.

Состав сети радиационного мониторинга в федеральных округах РФ представлен в таблице 2.

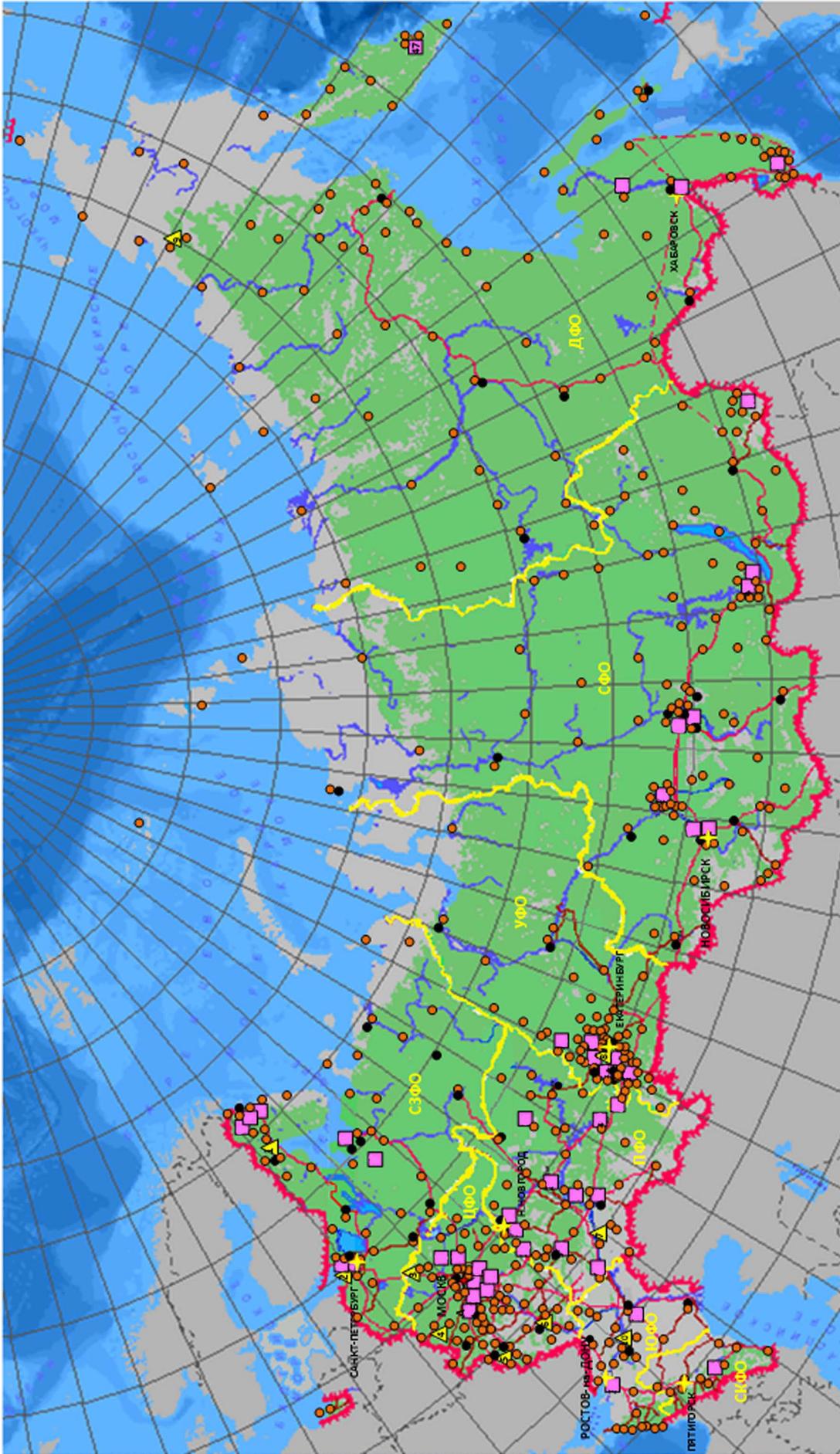


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:
● — отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
■ — отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
▲ — АЭС;
■ — радиационно опасные объекты.

Виды наблюдений и количество постов СРМ в федеральных округах РФ

Федеральный округ	МЭД	Количество постов наблюдения					
		Радиоактивные аэрозоли в атмосферном воздухе (ВФУ)	Радиоактивные выпадения (планшеты)	Стронций в речной и озерной воде (С)	Стронций в морской воде (М)	Тритий в речной воде (Р)	Тритий в атмосферных осадках (Т)
Центральный	148	6	51	3		2	2
Южный	93	4	25	3	1	1	2
Северо-Кавказский	42		10		1		
Приволжский	196	4	37	4		1	5
Северо-Западный	181	11	40	9	5	2	4
Дальневосточный	199	7	81	8	3	6	12
Сибирский	297	13	89	5		2	7
Уральский	135	6	61	12		1	4
Всего по РФ	1291	51	394	44	10	15	33

1. ОБОБЩЕННЫЕ ДАННЫЕ О СОДЕРЖАНИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Общее загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954–1980 годах в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах планеты.

На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на ЕТР в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, на АТР в 1957 г. вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области, и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия.

Источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае, ПО «Маяк». Существенно меньшее влияние оказывают атомные электростанции (АЭС).

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».

Наблюдения за содержанием радионуклидов в компонентах природной среды (приземная атмосфера, речные, озерные и морские воды, почва) на территории РФ проводятся стационарными пунктами наблюдения (гидрометеорологическими станциями и постами), входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2013 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем непрерывного отбора проб аэрозолей воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки. Суммарная β -активность ($\Sigma\beta$) суточных проб аэрозолей 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 рассчитывалась объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводится объемная $\Sigma\beta$ радионуклидов с измерением на пятые сутки после отбора. Если среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ по измерению через сутки превышает $3,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ или по измерению через четверо суток превышает в 5 и более раз фоновый уровень за предыдущий месяц, то определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью γ -спектрометрического анализа. Если значения объемной $\Sigma\beta$ 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. Проводился γ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения активности техногенных и природных γ -излучающих радионуклидов, а затем радиохимический анализ этих проб для определения содержания ^{90}Sr . Кроме того, проводился 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 ^{239}Pu и ^{240}Pu). Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6–14].

На рис. 1.1 показаны среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$, взвешенные по территориям отдельных географических районов России, территориям Европейской и Азиатской частей России (ЕТР и АТР) и по территории России в целом. Города Брянск и Курск показаны отдельно в связи с тем, что они расположены вблизи районов, загрязненных в результате чернобыльской аварии. Также отдельно показан п. Новогорный в Челябинской обл., расположенный вблизи ПО «Маяк». На диаграмме отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, где из-за проблем с энергообеспечением воздухофильтрующих установок с 1998 г. наблюдения не проводятся.

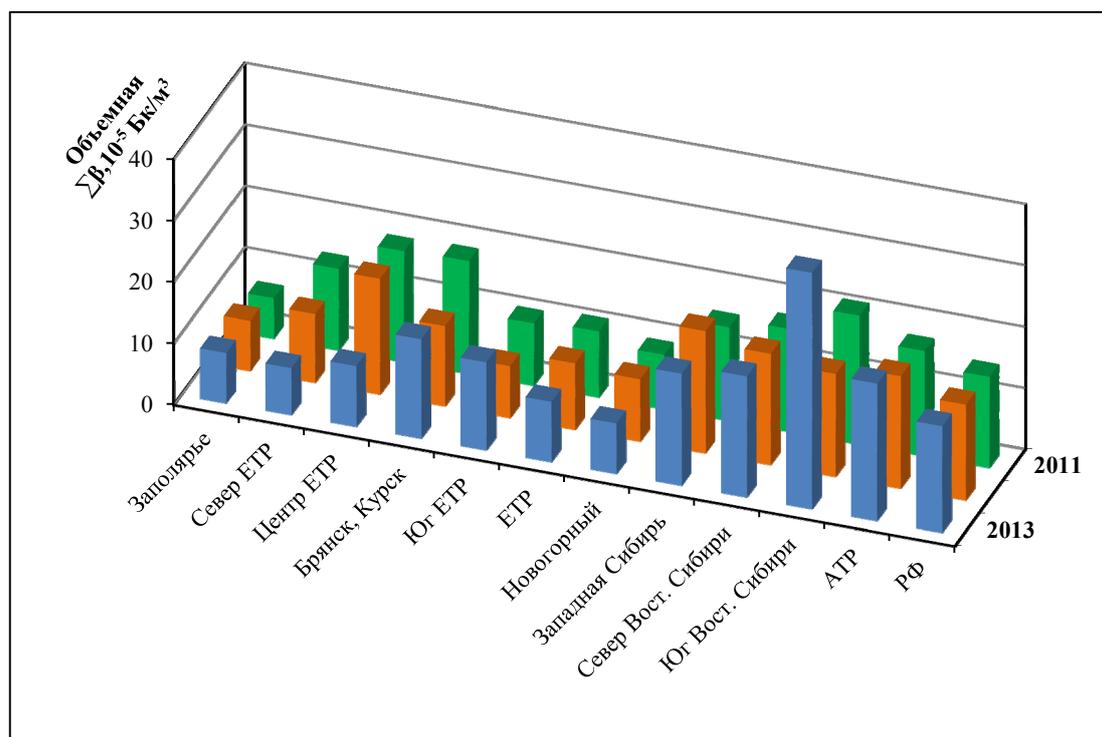


Рис. 1.1. Средние значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2011–2013 годах

Группировка пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ дана в Приложении А.2. В приложениях А.3–А.5 даны средневзвешенные объемные $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2013 г.

Территориальная принадлежность субъектов РФ географическим регионам, принятым в данном Ежегоднике, приведена в Приложении В.

В 2013 г. наиболее высокие значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдались в Центре ЕТР и юге Восточной Сибири $16,2$ и $38,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Средневзвешенное по территории РФ значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2013 г. составляло $17,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и было в пределах колебаний этой величины за последние 10 лет ($14,5 \cdot 10^{-5}$ – $17,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Выраженной временной тенденции изменения величины объемной $\Sigma\beta$ в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации радиационной обстановки в приземном слое атмосферы.

На рис. 1.1 показаны средние значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в отдельных географических районах РФ, в загрязненной «чернобыльской» зоне (Брянск, Курск) и районе расположения ПО «Маяк» (Новогорный) в 2011–2013 годах. Заметное увеличение объемной $\Sigma\beta$ в 2013 г. отмечено на юге Восточной Сибири – до $38,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2012 г. и на юге ЕТР – до $14,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $8,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В других частях, как и в среднем по РФ, уровни объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы сохранились в 2013 г. в пределах колебаний этой величины за последние 10 лет (таблица 1.1).

Таблица 1.1

Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2004–2013 годах.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране										Допустимые уровни
		2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	
Воздух												ДОА _{НАС.}
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере												Бк/м ³
$\Sigma\beta$	10 ⁻⁵ Бк/м ³	16,1	17,3	16	15,1	15,4	17,9	14,5	14,9	15,1	17,4	-
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	2,8	2,9	2,6	2,8	2,3	2,4	2,4	54,8	2,5	2,6	27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	1,19	0,87	0,9	0,9	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	2,7
^{239,240} Pu (Обнинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	8	4	4,3	5,4	5	9,9	11	6	3	24,9	2,5·10 ⁻³
Радиоактивные атмосферные выпадения												
$\Sigma\beta$	Бк/м ² сутки	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,14	1,1	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82	0,16	0,18	-
³ H	кБк/ м ² год	1,26	1,39	1,4	1,4	1,34	1,21	1,15	1,21	1,26	1,04	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках												
³ H	Бк/л	2,4	2,8	2,8	2,4	2,6	2,5	2,2	2,5	2,3	1,9	-
Вода												УВ,
Объемная активность радионуклидов в речной воде												Бк/л
⁹⁰ Sr**	мБк/л	6,2	5,7 (6,4)	5,3 (6,7)	5,1(5,7)	4,5(6,0)	4,3(5,6)	4,2(4,3)	4,1(4,5)	4,8 (5,0)	4,3(4,5)	4,9
³ H	Бк/л	1,8–3,0	1,8-3,5	1,9-3,5	1,9-3,8	2,1-3,3	1,6-3,1	1,6-2,9	1,6-2,5	1,3-3,4	1,2-2,7	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде												
⁹⁰ Sr	мБк/л	1,8-10,7	1,7-12,2	1,5-6,0	1,0-6,6	1,1-6,1	1,4-7,4	0,9-5,0	1,2-5,1	1,1-5,4	1,0-6,7	-

Примечание: ДОА_{НАС.} – допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009; УВ – уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009; ⁹⁰Sr** – дано осреднение без учета проб, отобранных в 2005–2012 годах в водах рек Кама, Вишера, Колва, а в 2013 г. – без р. Нева, данные в скобках с учетом всех проб.

По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения атмосферы в 2013 г. на территории России было зафиксировано 30 случаев высоких значений (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов. В 2012 г. зарегистрировано 102 таких случая, в 2011 г. – 164.

На рис. 1.2 показана среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2013 г. на территории РФ. Видно, что ее значение повышается во время отопительного сезона с ноября по март с максимумом в январе – феврале. Вероятно, это связано с наличием радионуклидов природного происхождения в топливе, потребление которого возрастает зимой. Среднемесячные величины объемной $\Sigma\beta$, взвешенные по географическим регионам, приведены в Приложении А.3.

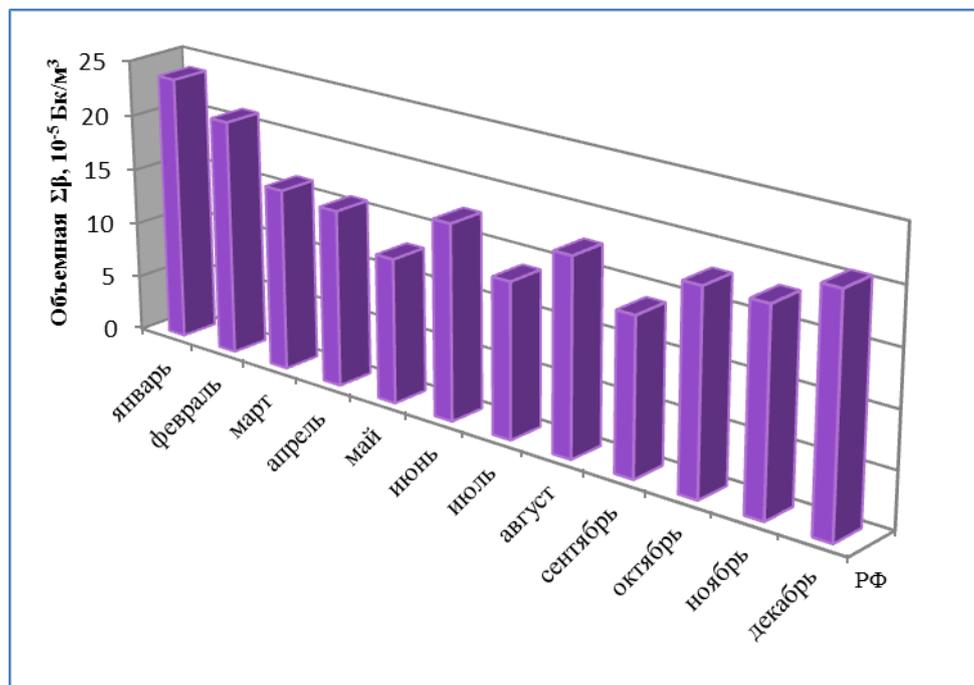


Рис. 1.2. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$, средневзвешенная по территории РФ в 2013 г.

Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в 2013 г. наблюдалось в г. Чите Забайкальского края 21–22 октября – $288 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2012 г. максимальное значение было зарегистрированного в п. Сухобузимское Красноярского края (ГХК) 22–23 декабря – $870 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях.

Повышенные величины объемной $\Sigma\beta$ в 2013 г. наблюдались также в пунктах наблюдения Сухобузимское (Красноярский край, ГХК) – $210 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, п. Уяр (Красноярский край, ГХК) – $201 \cdot 10^{-5}$ и $162 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Обнинске Калужской обл. (ГНЦ РФ ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова») – $173 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, п. Верхнее Дуброво (Свердловская обл., Белоярская АЭС; ПЗРО Свердловского СК «Радон») – $165 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, г. Астрахань – $146 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, г. Барнаул – $144,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Объемная $\Sigma\beta$ вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны с 2000 г. вышла на уровни, близкие наблюдающимся на незагрязненной территории ЕТР. Среднее за 2013 г. значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Брянске составляло $5,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Курске – $24,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Максимальные среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в отдельных населенных пунктах наблюдались: на территории ЕТР – в январе и апреле в г. Астрахани – $105,9 \cdot 10^{-5}$ и $123,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в августе в г. Курске – $105,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; на территории АТР – в поселках Красноярского края (ГХК) Большая Мурта в январе и Сухобузимское в феврале – $496,3 \cdot 10^{-5}$ и $459,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Во всех случаях повышенное загрязнение наблюдалось не более одних суток, и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория.

На рис. 1.3 показаны средние объемные активности ^{137}Cs в воздухе в 2011–2013 годах, взвешенные по площадям территорий, обслуживаемых каждой воздухофильтрующей установкой, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом. На диаграмме абсолютно доминирует величина объемной активности ^{137}Cs в п. Новогорный (ПО «Маяк») и наибольшие значения относятся к 2012 г. –

$436,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на два порядка выше, чем в других регионах и в 170 раз больше средневзвешенной по РФ ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

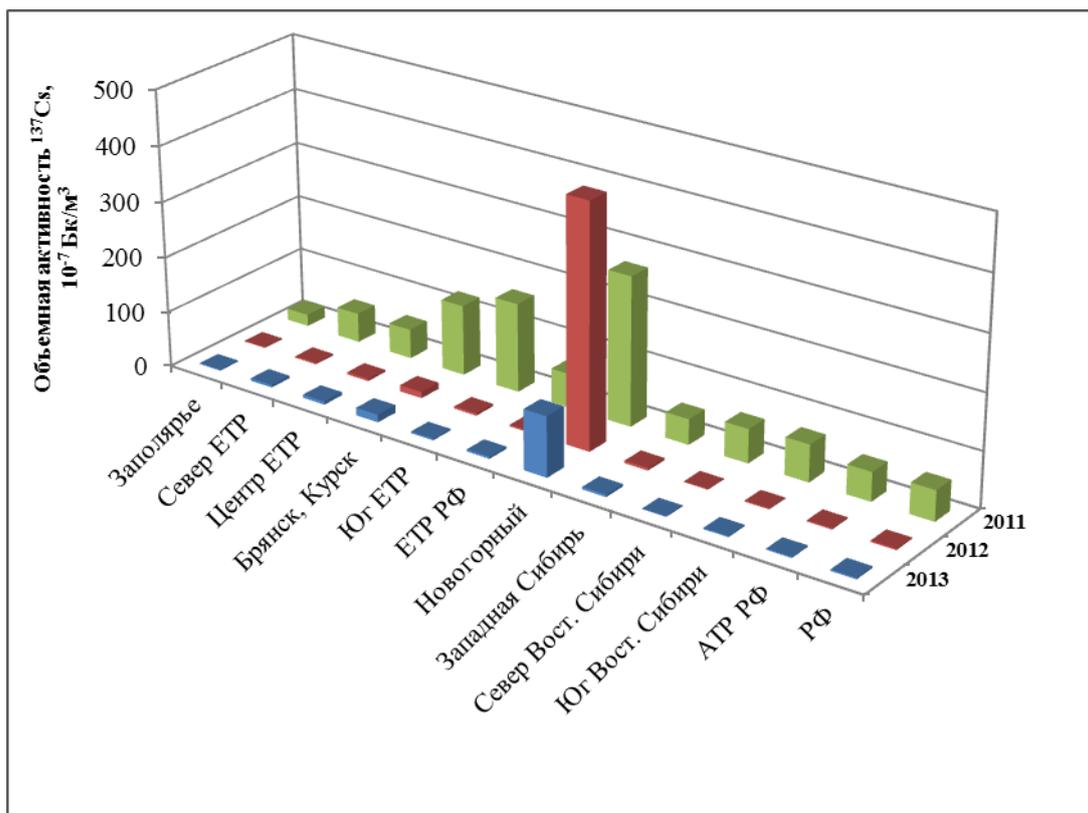


Рис. 1.3. Средние значения объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2011–2013 годах

Существенно повышенными значениями объемной активности ¹³⁷Cs – на порядок – по всем регионам и по РФ в целом выделяется 2011 г., что связано с аварийными выбросами на АЭС «Фукусима-1». Наиболее высокие среднегодовые значения объемной активности ¹³⁷Cs (не считая п. Новогорный) были на Юге ЕТР и в городах Брянске и Курске – $160 \cdot 10^{-7}$ и $126,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

В 2013 г. объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе соответствуют уровням предшествующих лет, за исключением 2011 г. (табл. 1.1).

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2013 г., взвешенные по территории РФ. Хорошо выражено увеличение его содержания в теплый период с наибольшими значениями в апреле и августе ($4,4 \cdot 10^{-7}$ и $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Средневзвешенные по отдельным регионам величины среднемесячной объемной активности ¹³⁷Cs по регионам приведены в Приложении А.4.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе наблюдались в октябре в г. Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ) – $240,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (при среднегодовом значении $25,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Курчатове (Курская АЭС) и Санкт-Петербурге в апреле – $33,0 \cdot 10^{-7}$ и $32,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (среднегодовое – $13,9 \cdot 10^{-7}$ и $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в Северодвинске – $36,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ во втором квартале (среднегодовое – $14,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в В. Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) – $36,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в апреле (среднегодовое – $9,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

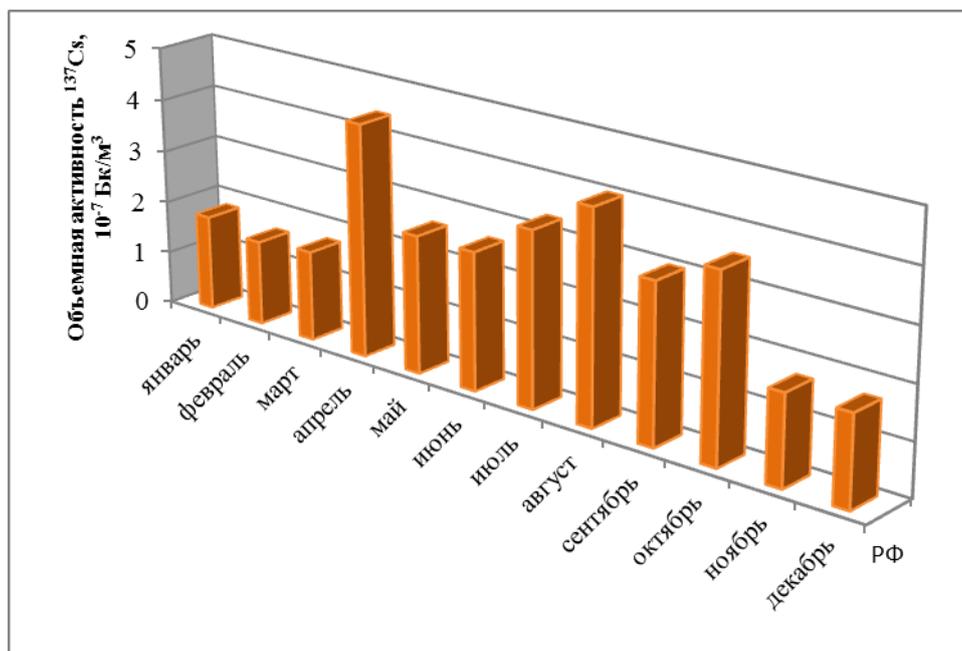


Рис. 1.4. Среднемесячная по территории РФ объемная активность ^{137}Cs в воздухе приземного слоя атмосферы в 2013 г.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались вблизи загрязненной в результате чернобыльской аварии зоны России в апреле в г. Брянске и г. Курске – $42,0 \cdot 10^{-7}$ и $44,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (среднегодовое – $14,7 \cdot 10^{-7}$ и $11,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 100-км зоне ПО «Маяк», в п. Кыштым – $46,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в июне, в п. Новогорный – $179,0 \cdot 10^{-7}$ и $193,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в сентябре и декабре соответственно.

Приведенные выше максимальные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs превышали средневзвешенное значение по территории РФ в 10–90 раз, однако были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОА_{НАС.} равна 27 Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1].

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2013 г. представлена на рис. 1.5. Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы наблюдалась на Юге Восточной Сибири ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), наименьшая, как и для ^{137}Cs , – в Заполярье ($0,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность ^{90}Sr также наблюдалась на Юге Восточной Сибири во II и IV кварталах ($2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Повышенные по сравнению с фоновыми среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2013 г. наблюдались: в I квартале в Архангельске («Звездочка», «Севмаш») – $3,46 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³; во II и III кварталах в Иркутске (ПХРВ, Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО») – $5,3 \cdot 10^{-7}$ и $5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в IV квартале в п. В. Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) – $8,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самое высокое содержание зафиксировано в IV квартале в г. Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ) – $29,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Средние за квартал объемные активности ^{90}Sr даны в Приложении А.5 (табл. 1). Указанные выше объемные активности ^{90}Sr были в 5–34 раза выше, чем средневзвешенная по территории РФ, но на шесть 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 (Брянск, Курск) с 2010 г. не превышала уровней, наблюдавшихся на незагрязненной территории ЕТР ($0,23 \cdot 10^{-7} - 0,94 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

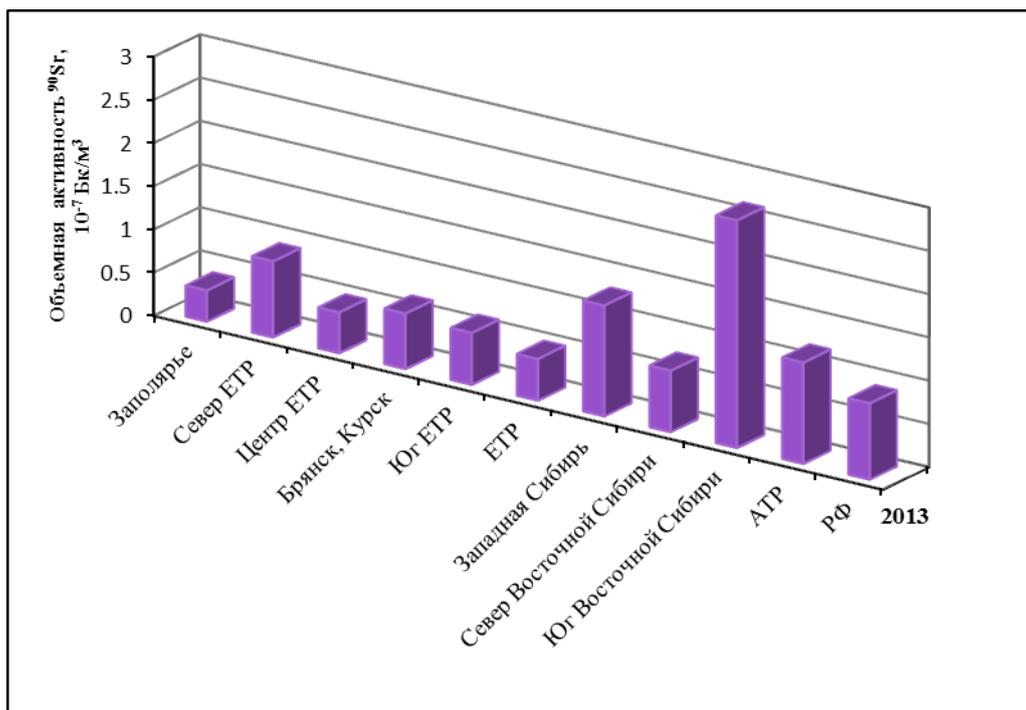


Рис. 1.5. Среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2013 г.

На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2013 годах. В 2013 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в пределах колебаний значений 2005–2012 годов и снизилась в 1,3–1,5 раза по сравнению со значениями предыдущих пяти лет и составляла $0,88 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [1].

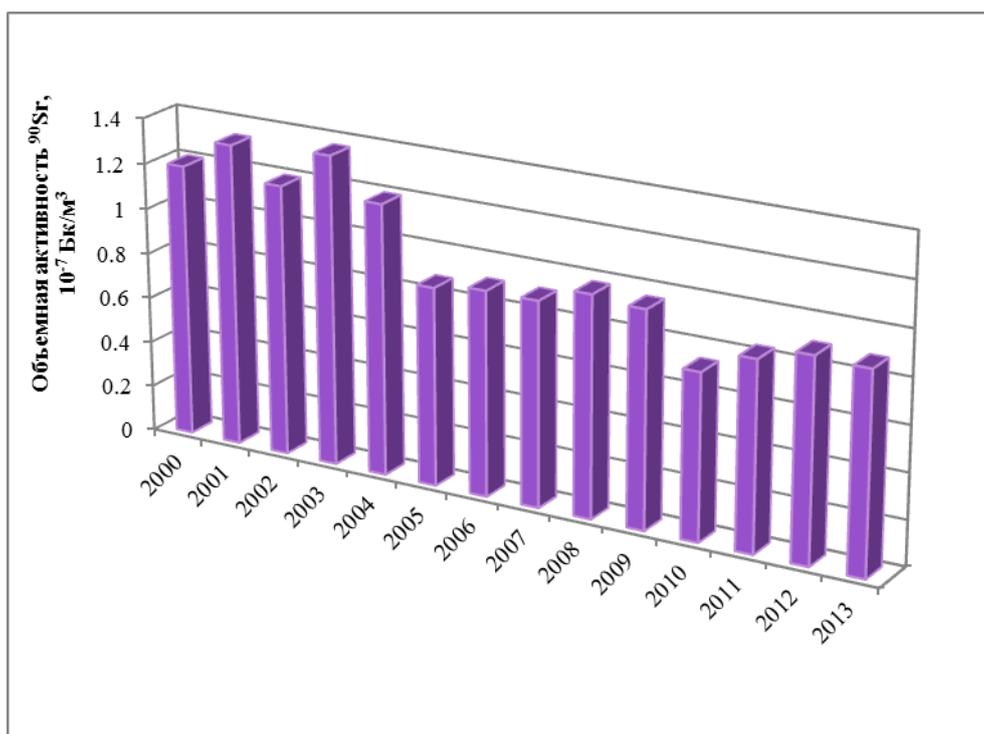


Рис. 1.6. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000–2013 годах

Следует отметить, что объемные активности ^{90}Sr , так же как и ^{137}Cs , в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход: наибольшие значения наблюдаются во II и III кварталах (что обусловлено сельхозработами на полях, сопровождающимися пылением почвы). На рис. 1.7 показаны средние за квартал значения объемной активности ^{90}Sr в 2001, 2007 и 2013 годах. Поквартальные данные за другие годы приведены в Приложении А.5, табл. 2.

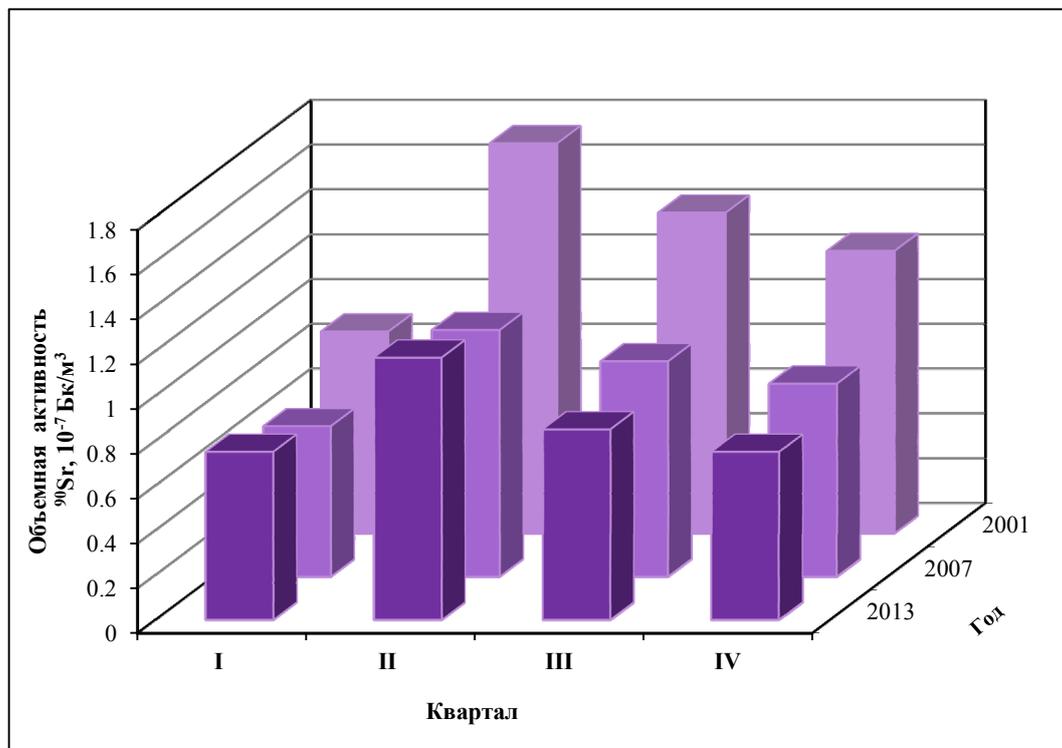


Рис. 1.7. Средняя поквартальная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2001, 2007 и 2013 годах (без В.Дуброво)

В ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных в г. Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ), и квартальных проб, отобранных в г. Курске (Курская АЭС), для определения содержания изотопов плутония. Анализ проб после радиохимического выделения плутония проводился на спектрометре 570А-450 фирмы «Ortec». Объемные активности суммы изотопов плутония $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы Обнинска и Курска показаны на рис. 1.8.

Хорошо видно, что в г. Обнинске в 2009 и 2010 годах средняя объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ была почти в 2 раза больше, чем в 2007–2008 годах. После 2010 г. наблюдалось уменьшение объемной активности до $6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в 2011 г. и $3 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в 2012 г. В 2013 г. среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ резко выросла до $24,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ за счет высокого уровня в октябре – $247 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Без учета октябрьского значения среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ составляет $4,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ. Среднемесячные объемные активности изотопов плутония в 2013 г. приведены в таблице 3 Приложения А.5. Объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в г. Обнинске изменялись от $1,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в марте до $247 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в октябре – это наиболее высокий уровень, зафиксированный за период наблюдений, однако и он на пять порядков ниже ДОА_{НАС} $^{239,240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1].

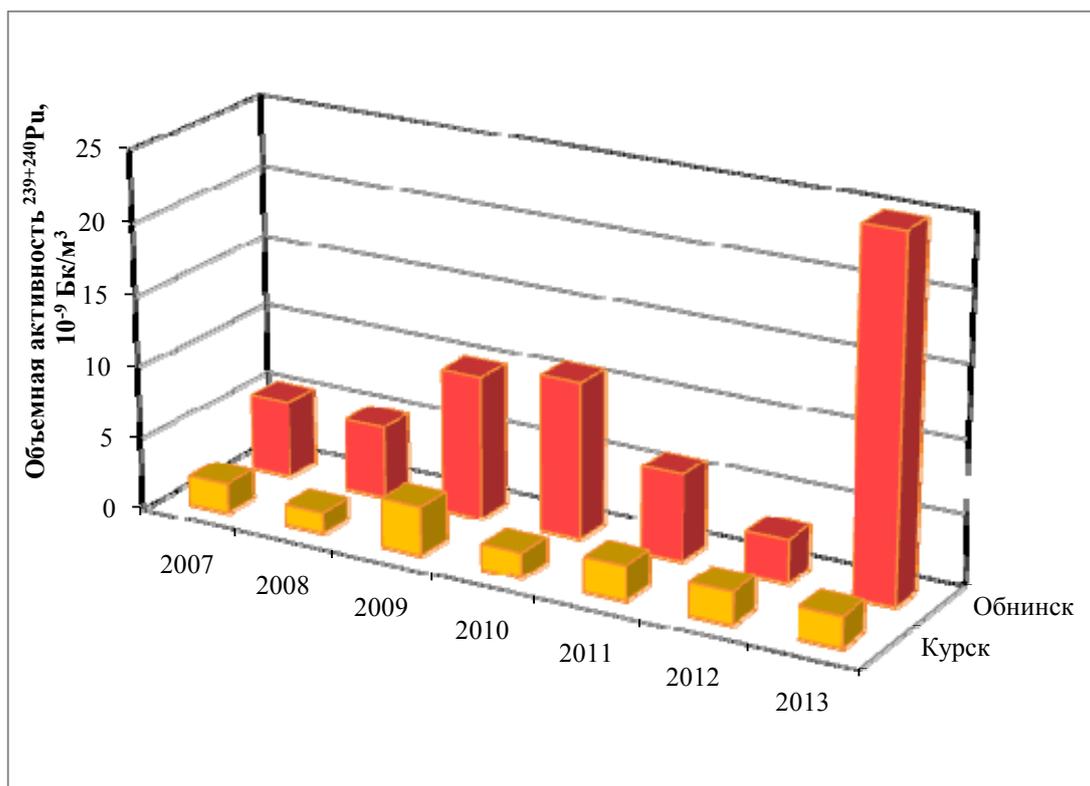


Рис. 1.8. Среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007–2013 годах

Среднемесячные объемные активности другого изотопа плутония – ^{238}Pu в 2013 г. в г. Обнинске изменялись от $0,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в сентябре до $92,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в октябре, при среднегодовом значении $9,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что почти в 5 раз выше, чем в 2012 г. – $2,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, когда был зафиксирован его самый низкий уровень с 2007 г., как и для $^{239,240}\text{Pu}$. Однако без учета октябрьского значения его среднегодовой уровень активности в 2013 г. увеличился незначительно – до $2,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2013 г., измеряемая поквартально, составила $2,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и находится в пределах колебаний за 2007–2012 годы, за исключением 2009 г., когда было зафиксировано максимальное значение $3,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Также в 2009 г. было зафиксировано максимальное содержание ^{238}Pu , равное $1,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, в 2011–2013 годах его содержание было почти в 4 раза меньше – $0,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

В предыдущие годы ^{131}I в приземном слое атмосферы регистрировался (чувствительность прибора – $0,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в трех пунктах, в зонах влияния РОО: в Обнинске (ГНЦ РФ – ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»), Курске и Курчатове (Курская АЭС). В 2011 г. в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» в конце марта и апреле ^{131}I наблюдался на всей территории России.

В приземном слое атмосферы г. Обнинска за 2013 г. при ежесуточных измерениях зарегистрировано 54 случая появления ^{131}I в воздухе (в 2012 г. – 67). В 2007–2010 годах регистрировалось от 21 до 42 случаев за год, в 2011 г. было зарегистрировано 82 случая, 35 из них связаны с аварией на АЭС «Фукусима-1» и зарегистрированы в конце марта и апреле.

Максимальное разовое значение объемной активности ^{131}I в приземной атмосфере г. Обнинска в 2013 г. ($1,6 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³) наблюдалось в середине апреля. Среднегодовая объемная активность ^{131}I составила $7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 2 раза меньше, чем в 2012 г. ($14,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Появление

^{131}I обусловлено местным источником – филиалом НИФХИ. Все зафиксированные значения были на два – пять порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ДОА_{НАС.}, равного $7,3 \text{ Бк/м}^3$.

В приземном слое атмосферы г. Курска в 2013 г. ^{131}I зафиксирована объемная активность $2,17 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$. В 2012 г. ^{131}I зафиксирован не был. В Курчатове в 2013 г., максимальная объемная активность ^{131}I была существенно меньше – $0,38 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, в Нововоронеже – $0,33 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$.

В 2013 г. существенных изменений объемной активности техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС и других РОО не наблюдалось.

На рис. 1.9 показана динамика средневзвешенных по территории РФ среднегодовых объемных активностей ^{90}Sr , ^{137}Cs и объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2013 годах. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период были на шесть–семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОА_{НАС.}) по НРБ-99/2009 [1]. На рис. 1.9 видно, что объемные активности радионуклидов в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr с 1991 г. уменьшились к 2010 г. в 9 и 3 раза соответственно. В 2011 г. произошло увеличение объемной активности ^{137}Cs за счет поступления аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1», в 2012 и 2013 годах вновь установились значения, близкие уровням 2004–2010 годов. Концентрация ^{90}Sr в воздухе при прохождении аварийных выбросов по территории России практически не изменилась.

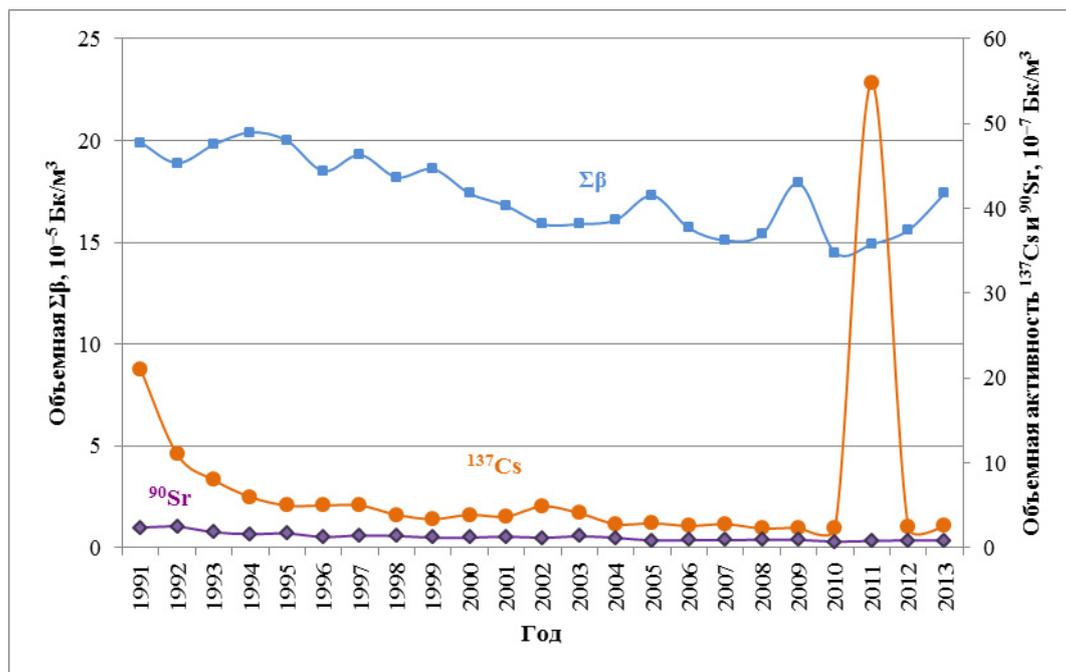


Рис. 1.9. Динамика объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ

Среднемесячная величина объемной активности трития в атмосферных осадках по территории РФ в 2013 г. колебалась в пределах 1,3–2,6 Бк/л и в среднем составила 1,9 Бк/л. Отчетливо выражен годовой ход ее величины с повышенными значениями в теплый период года с мая-июня по сентябрь, устойчиво повторяющийся из года в год (рис. 1.10).

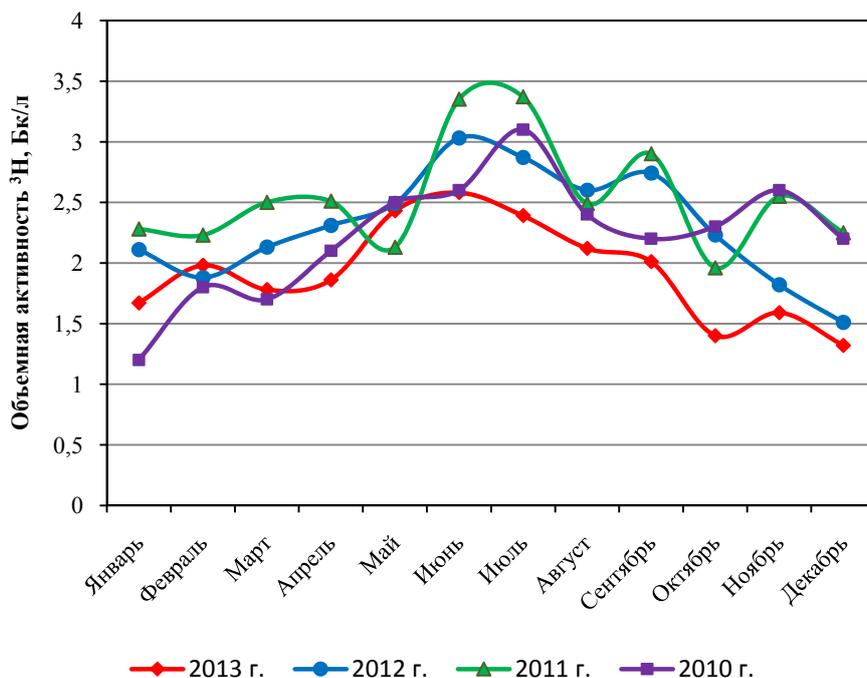


Рис. 1.10. Годовой ход среднемесячных значений объемной активности трития по территории РФ в 2010–2013 годах

Следует отметить, что хотя техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в последней декаде марта и в апреле 2011 г. в результате аварии на АЭС «Фукусима-1» и увеличили содержание техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы, однако все зарегистрированные величины были на шесть-семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения ($ДОА_{НАС.}$) по НРБ-99/2009 [1].

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2013 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 [6–13].

Группировка пунктов наблюдений за атмосферными выпадениями по географическим районам РФ приведена в Приложении А.6, а средневзвешенные по территории РФ величины выпадений $\Sigma\beta$ для этих районов – в Приложении А.7, табл. 1. Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении В.

Как видно на рис. 1.11, в 2013 г. по сравнению с предыдущим годом средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений практически не изменились по территории РФ и по отдельным регионам, за исключением Заполярья, где плотность выпадения составила $1,3 \text{ Бк/м}^2$ против $1,1 \text{ Бк/м}^2$ в 2012 г. В Заполярье в последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению $\Sigma\beta$ выпадений (в 2011 г. – $1,0 \text{ Бк/м}^2$, в 2012 г. – $0,8 \text{ Бк/м}^2$).

Однако в отдельные дни наблюдалось повышенные значения $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов в атмосферных выпадениях. В 2013 г. на территории России было зафиксировано 20 случаев высоких значений $\Sigma\beta$ (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) атмосферных выпадений (в 2012 г. – 41, в 2011 г. – 29).

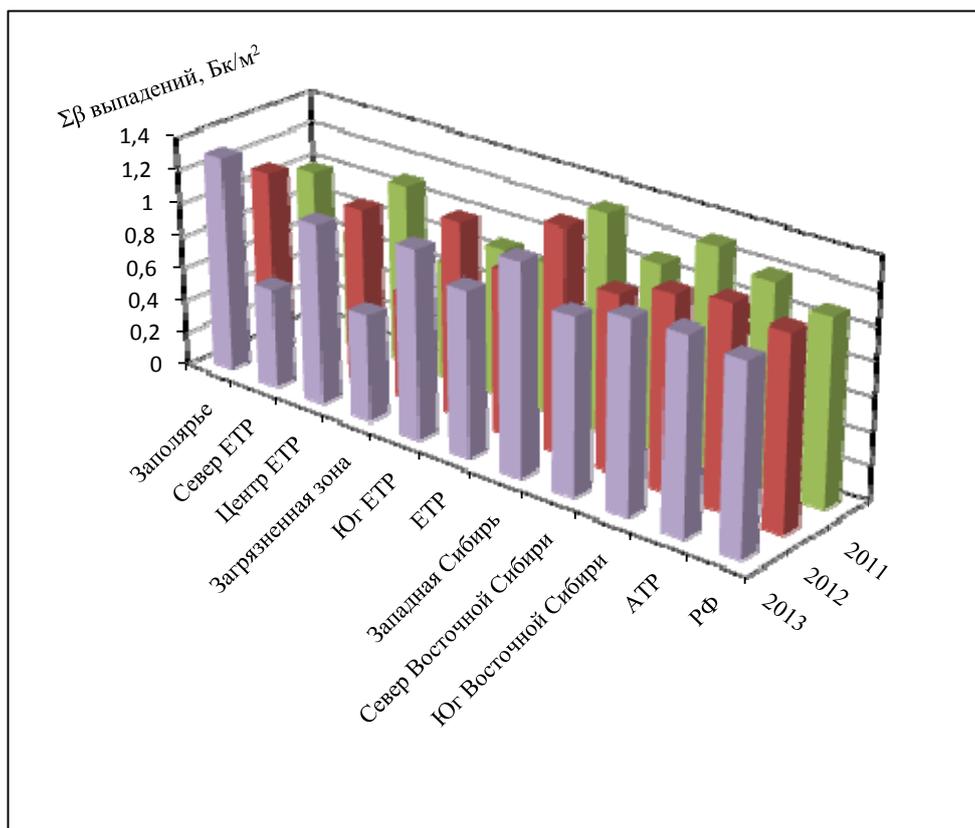


Рис. 1.11. Средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений по регионам РФ

Наибольшие суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в г. Туапсе (Краснодарский край) – 45,4 Бк/м², п. Метлино (Челябинская обл., ПО «Маяк») – 39 Бк/м², п. Круглик (Краснодар) – 22,6 Бк/м², г. Благовещенске – 16,4 Бк/м², г. Новороссийске – 15,9 Бк/м², г. Ставрополе – 11,7 и 11,4 Бк/м², вблизи Волгодонской АЭС в пунктах Зимовники, Константиновск, Морозовск, Нижний Чир – 16,5; 16,3; 13,3; 11,9 Бк/м² соответственно. В 2013 г. максимумы $\Sigma\beta$ выпадений, а также величины превышения фоновых уровней были меньше, чем в 2012 г.

Чаще всего высокие значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в пунктах Зимовники (Ростовская обл.) – 4 случая, Константиновск (Ростовская обл.), Котельниково (Волгоградская обл.), Черкесск (Карачаево-Черкесская Республика), Махачкала (Республика Дагестан) – по 2 случая. Большая часть превышений на территории РФ отмечалась зимой: в декабре – 16 случаев, январе – 12, в феврале – 5.

Атмосферные выпадения ¹³⁷Cs на территории ЕТР в 2011–2013 годах показаны на рис. 1.12. Средние по кварталам 2013 г. значения выпадений ¹³⁷Cs средневзвешенные по регионам ЕТР приведены в Приложении А.7, табл. 2. Годовые выпадения ¹³⁷Cs во всех регионах ЕТР увеличились по сравнению с уровнем 2012 г., однако по сравнению с 2011 г. были на порядок меньше. Только в загрязненной зоне были зафиксированы уровни 2011 г. (рис. 1.13).

Величина квартальных выпадений ¹³⁷Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения. В целом по АТР величина квартальных выпадений колебалась в интервале 0,023–0,032 Бк/м², годовые выпадения составили 0,10 Бк/м². Однако в отдельных регионах АТР наблюдались высокие уровни выпадений ¹³⁷Cs, наиболее значительные были определены в I, II и III кварталах в Среднесибирском УГМС – 0,136; 0,125 и 0,123 Бк/м² квартал соответственно. Во всех остальных случаях значения были на порядок меньше. В целом, выпадения ¹³⁷Cs, средневзвешенные по территории РФ, в 2013 г. составили 0,18 Бк/м², против 0,16 Бк/м² в 2012 г.

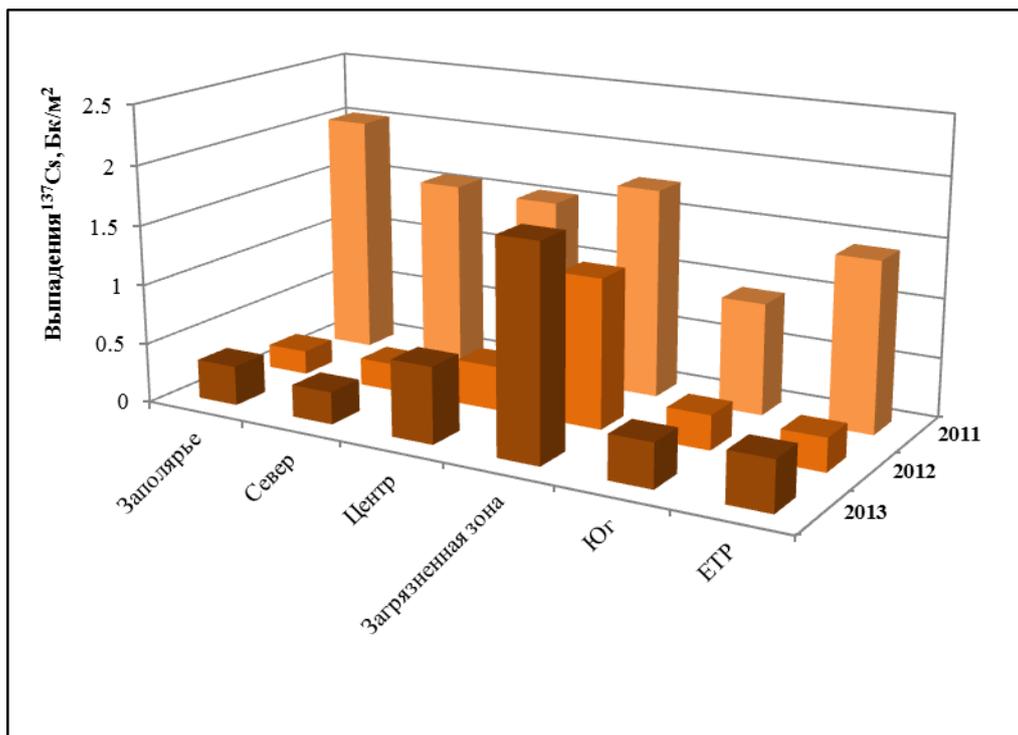


Рис. 1.12. Средневзвешенные годовые значения выпадений ^{137}Cs по регионам ЕТР

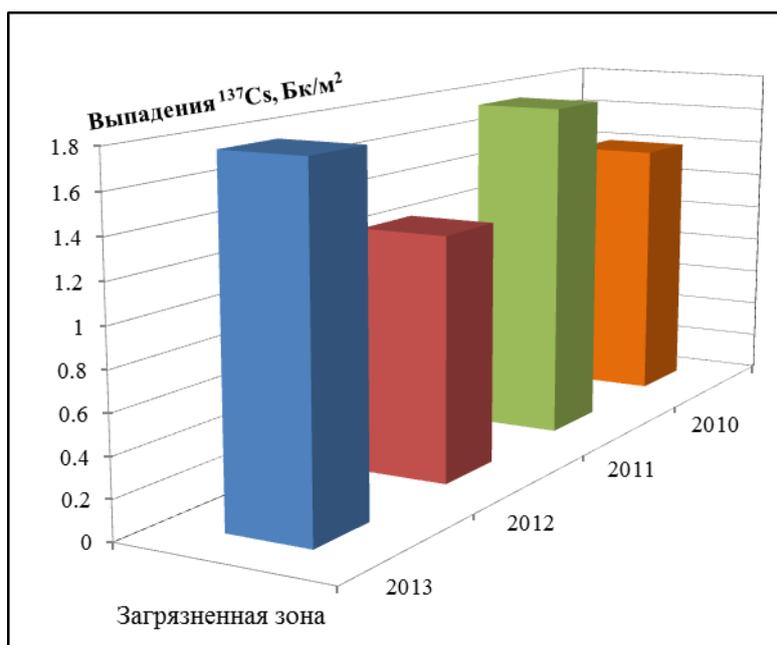


Рис. 1.13. Среднегодовые значения выпадений ^{137}Cs в загрязненной зоне

На загрязненных после чернобыльской аварии территориях годовые выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам – Брянск; в Тульской обл.: Волово, Ефремов, Тула, Узловая; в Орловской: Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел; в Курской: Фатеж; в Калужской – Жиздра) в 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. с 1,25 до 1,8 Бк/м²·год, что более чем в 4 раза превышает средневзвешенное значение по территории ЕТР.

В некоторых населенных пунктах загрязненной после чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs в 2013 г. были намного выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской обл. и составили 6,4 Бк/м²·год (в 2012 г. – 6,5 Бк/м²,

2004–2010 годах – от 7,8 до 17,8 Бк/м²·год). В 2011 г. величина выпадения ¹³⁷Cs составила здесь 6,1 Бк/м²·год.

На АТР наибольшие годовые выпадения ¹³⁷Cs (53,1 Бк/м²·год) в 2012 г. наблюдались в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Среднегодовая плотность выпадений в 2013 г. здесь составила 16,7 Бк/м²·год. Максимальные месячные выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Новогорный в августе и сентябре – 3,58 и 3,78 Бк/м²·месяц соответственно.

Величина выпадений ⁹⁰Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (<0,3 Бк/м²·год). Однако на АТР в 100-км зоне ПО «Маяк» средние выпадения ⁹⁰Sr по 14 пунктам были значительными и составили 4,05 Бк/м²·год, что несколько меньше значений 2012 г. – 4,3 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ⁹⁰Sr наблюдались в п. Новогорный – 10,3 Бк/м²·год (подробнее разд. 3.11).

Среднемесячная объемная активность трития (³H) в атмосферных осадках за 2010–2013 годы, усредненные по 33 пунктам, показаны на рис. 1.14. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2010–2013 годах и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России, приведены в Приложении А.8.

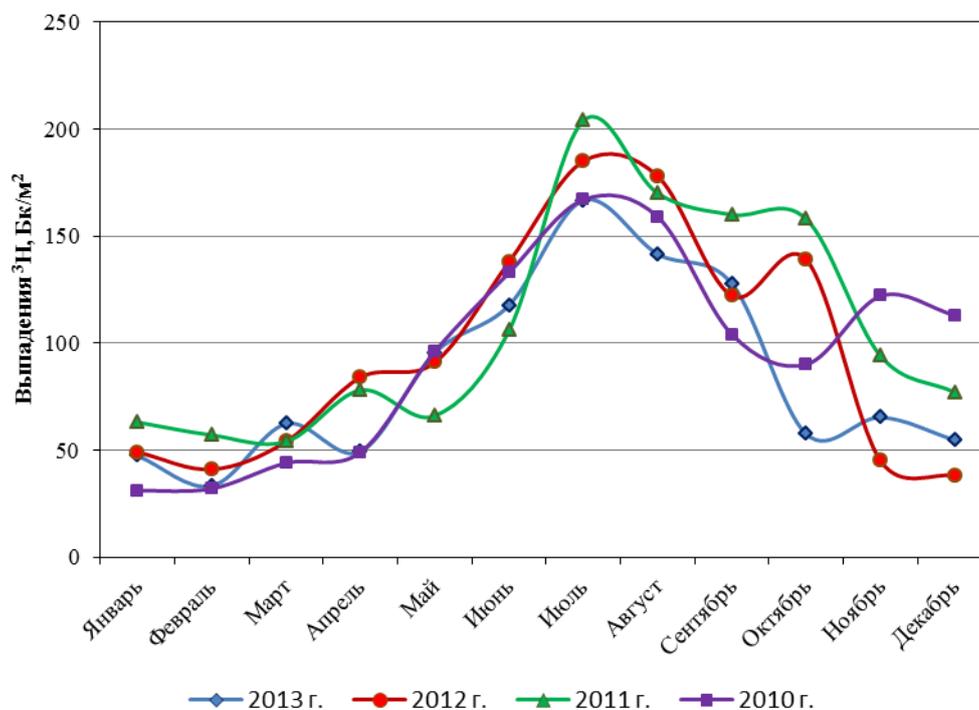


Рис. 1.14. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2010–2013 годах

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2013 г. изменялись в диапазоне 1,3–2,6 Бк/л. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2013 г. (1,94 Бк/л) незначительно уменьшилось по сравнению с 2010–2012 годами (2,2–2,5 Бк/л).

На рис. 1.15 показаны среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках, его среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные количества атмосферных осадков, усредненные по 33 пунктам на территории РФ. Отчетливо выражен сезонный ход величины выпадений трития из атмосферы его объемной активности. Обе эти величины в целом обнаруживают зависимость от среднемесячной суммы атмосферных осадков.

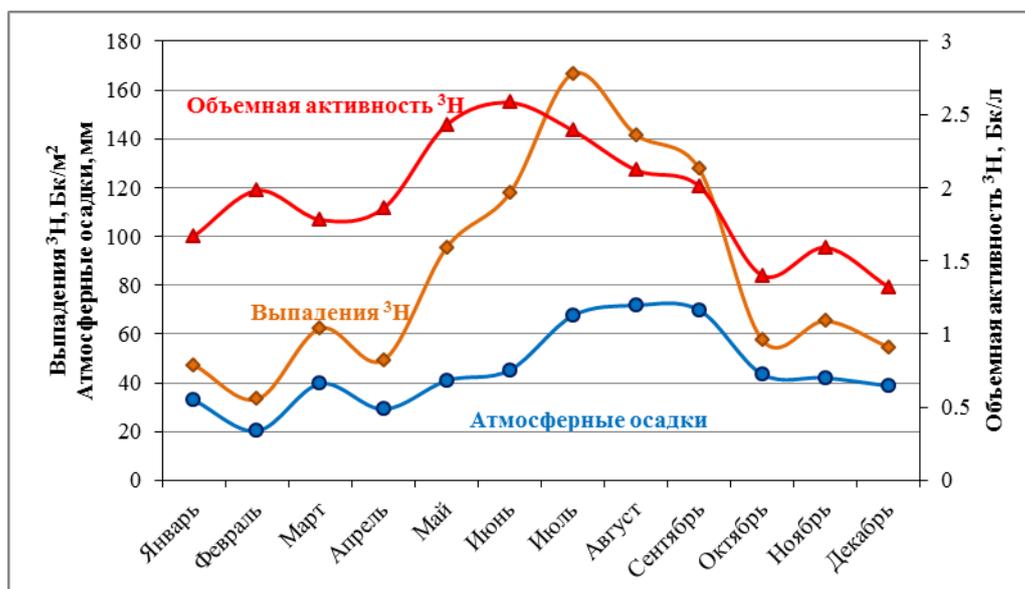


Рис. 1.15. Среднемесячная объемная активность ^3H в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, осредненные по 33 пунктам на территории РФ в 2013 г.

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2013 г. колебались в пределах $33\text{--}167\text{ Бк/м}^2$, составив в среднем 85 Бк/м^2 . Средняя величина среднемесячных выпадений уменьшилась по сравнению с предшествующими годами (в 2012 г. – 108 Бк/м^2), как и сумма выпадений по территории РФ в целом – $17,7 \cdot 10^{15}\text{ Бк}$ (в 2012 г. – $21,5 \cdot 10^{15}\text{ Бк}$). Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ ($17,075 \cdot 10^6\text{ км}^2$).

На рис. 1.14 хорошо выражена устойчивая закономерность увеличения плотности выпадения трития в июне – сентябре, что повторяет годовой ход его объемной активности в атмосферных осадках.

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2013 г. наименьшее с 2004 г. – $1,9\text{ Бк/л}$ против $2,2\text{--}2,8\text{ Бк/л}$ (Приложение А.8, табл. 1).

Сравнение приведенных данных о содержании 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 [15, 16]. Авария на АЭС «Фукусима-1» не оказала заметного влияния на среднемесячные величины выпадений и объемной активности трития в атмосферных осадках, как и на суммарные показатели по всей территории РФ.

На рис. 1.16 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ^{137}Cs и значений $\Sigma\beta$ выпадений на территории РФ в 1991–2013 годах. Выпадения ^{137}Cs за указанный период уменьшились более чем в 6 раз, выпадения трития – в $1,5\text{--}2$ раза, а $\Sigma\beta$ выпадений – почти в 2 раза. В 2011 г. за счет вклада аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» увеличилось выпадение ^{137}Cs , но в 2012 г. значения вернулись к уровню 2010 г. На величинах $\Sigma\beta$ выпадений и выпадениях трития аварийные выбросы практически не отразились.

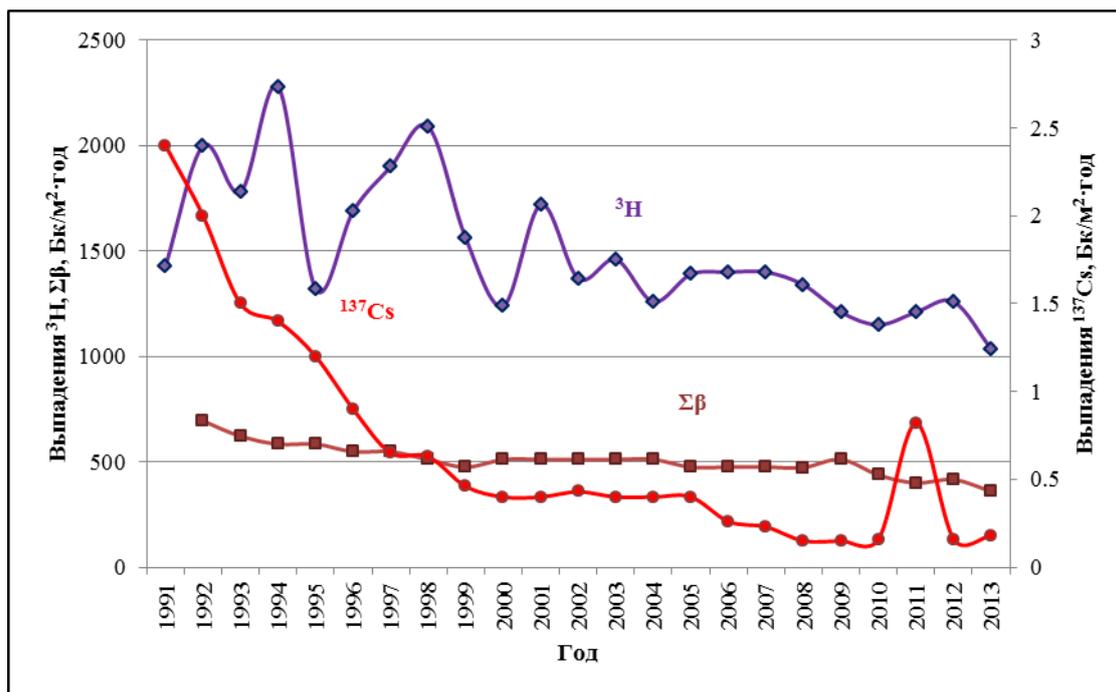


Рис. 1.16. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ в 1991–2013 годах

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 [17] 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 [18]. Анализ проб воды на содержание трития, отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод на территории России вносит техногенный ^{90}Sr , выносимый с загрязненных территорий.

В последние годы в воде рек России объемная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась. В 2012 г. она составила в среднем 4,8 мБк/л, в 2013 г. – уменьшилась до 4,3 мБк/л. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В период по 2012 г. в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колва (п. Чердын), Вишера (п. Рябино), Кама (п. Тюлькино), расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м. К настоящему времени уровни активности ^{90}Sr в воде этих рек снизились до средних по РФ, и целесообразность исключения этих значений из расчета средней активности отпала. Однако в последние годы увеличивалась активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка) и в 2013 г. составила 11,1 мБк/л, что в 2,6 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (рис. 1.18). Средние значения объемной активности ^{90}Sr в воде рек РФ в 2013 г. без учета р. Невы составили 4,3 мБк/л, а с учетом всех рек – 4,5 мБк/л.

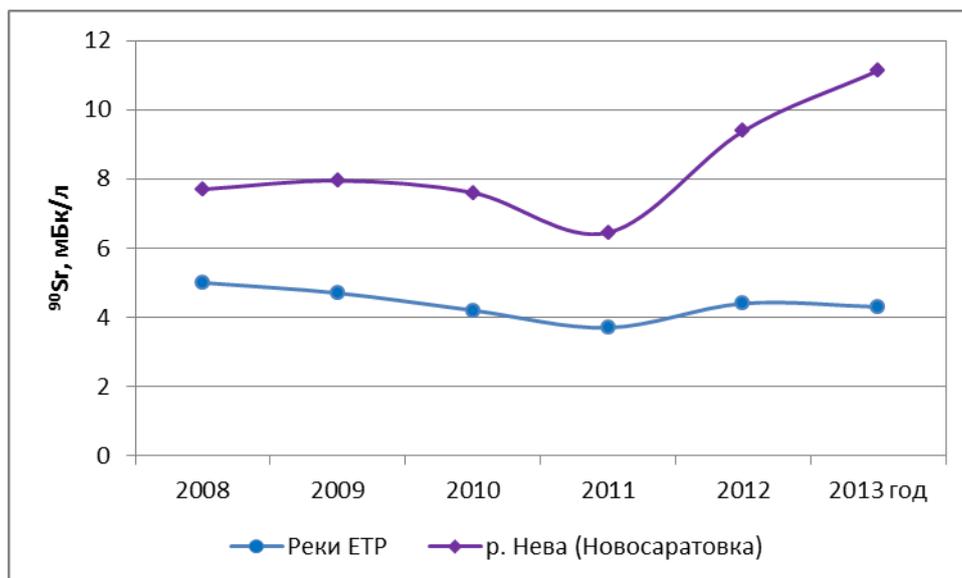


Рис. 1.17. Средние значения объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и р. Невы (п. Новосаратовка) в 2008–2013 годах

На рис. 1.18 приведены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1991–2013 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить стабилизации объемной активности ^{90}Sr – в реках АТР с 2001 г., а ЕТР – с 2010 г.

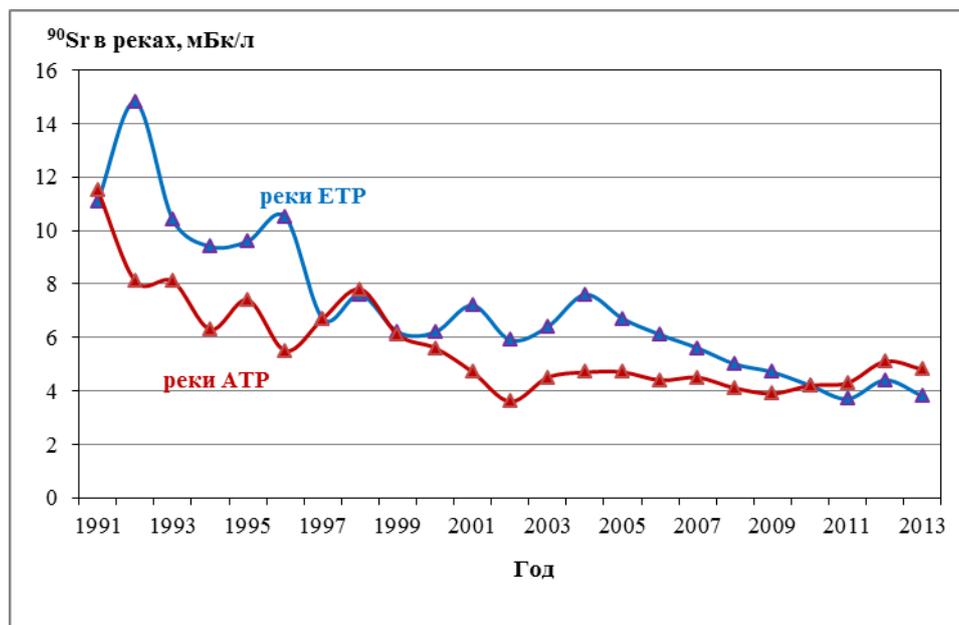


Рис. 1.18. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1991–2013 годах

Средняя объемная активность ^{90}Sr в воде рек как ЕТР, так и АТР в 2013 г. по сравнению с 2012 г. уменьшилась с 4,8 до 4,3 мБк/л. Эти величины на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (УВ = 4,9 Бк/л по НРБ-99/2009) [1].

Данные для озер ЕТР в 2000–2013 годах представлены в Приложении А.8, табл. 2 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.

В осреднение также не включались результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и др. (подробнее см. разд. 4.11 и 5.1), 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 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. в 1,3 раза и составляла 19,0 Бк/л, что в 3,9 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л) и на четыре порядка выше фонового уровня для рек России. В воде р. Исеть (п. Мехонское) после впадения в нее рек Течи и Миасса среднегодовая объемная активность ^{90}Sr изменялась в пределах 0,3–1,0 Бк/л и в среднем составила 0,7 Бк/л, что несколько меньше, чем в 2011 г. (0,8 Бк/л), и в 7 раз ниже УВ. В водах рек Караболка и Синара, протекающих по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr практически не изменилась с 2012 г. и составляла 0,9 и 0,2 Бк/л соответственно.

В Приложении А.9, табл. 1 приведены среднегодовые (осредненные по 5–6 пробам) объемные активности трития в 2000–2013 годах в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Объемная активность трития в водах рек постепенно уменьшается. Средняя удельная активность ^3H в обследованных реках РФ в 2013 г. колебалась в пределах 1,2–2,7 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. С. Двина (п. Соломбала), а большее – к р. Амур (г. Благовещенск). Среднее значение объемной активности по 15 пунктам на 11 реках составило в 2013 г. 1,9 Бк/л против 2,6 Бк/л в 2012 г.

На рис. 1.19 показана динамика объемных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1991–2013 годов, а также для сравнения – динамика объемной активности трития в атмосферных осадках за тот же период. Отчетливо видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в реках РФ постепенно уменьшается, с 1991 г. она уменьшилась в 2,5 раза. Анализ данных по тритию за период 1991–2013 годов показывает, что содержание трития в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, так же как и активность трития в осадках. Хорошо видно, что объемная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2013 г. содержание трития в осадках и речной воде было одинаковым – 1,9 Бк/л.

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

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало меняются от года к году (рис. 1.20). Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2013 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,0 мБк/л в Охотском море до 6,7 мБк/л – в Каспийском. Объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых (Приложение А.9, табл. 2).

В 2013 г. максимальное содержание ^{90}Sr было зафиксировано 25 октября в Каспийском море – 7,3 Бк/м³, минимальное – 0,38 Бк/м³ – 19 февраля в Тихом океане у берегов Камчатки.

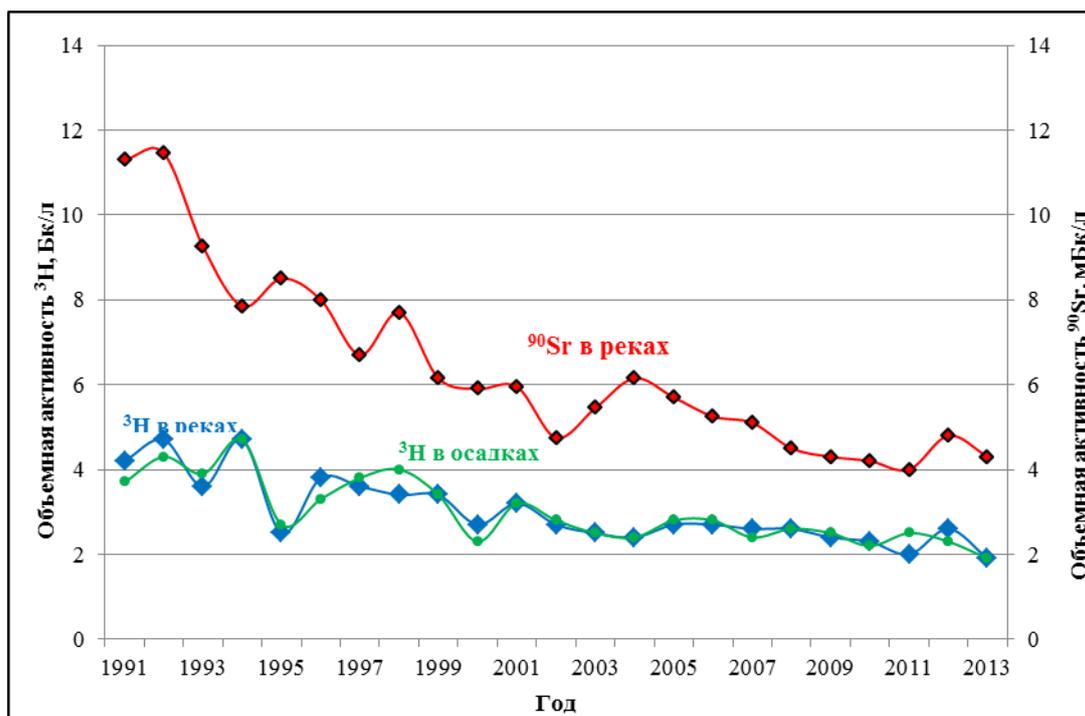


Рис. 1.19. Динамика объемной активности ^3H в реках и атмосферных осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ в 1991-2013 годах

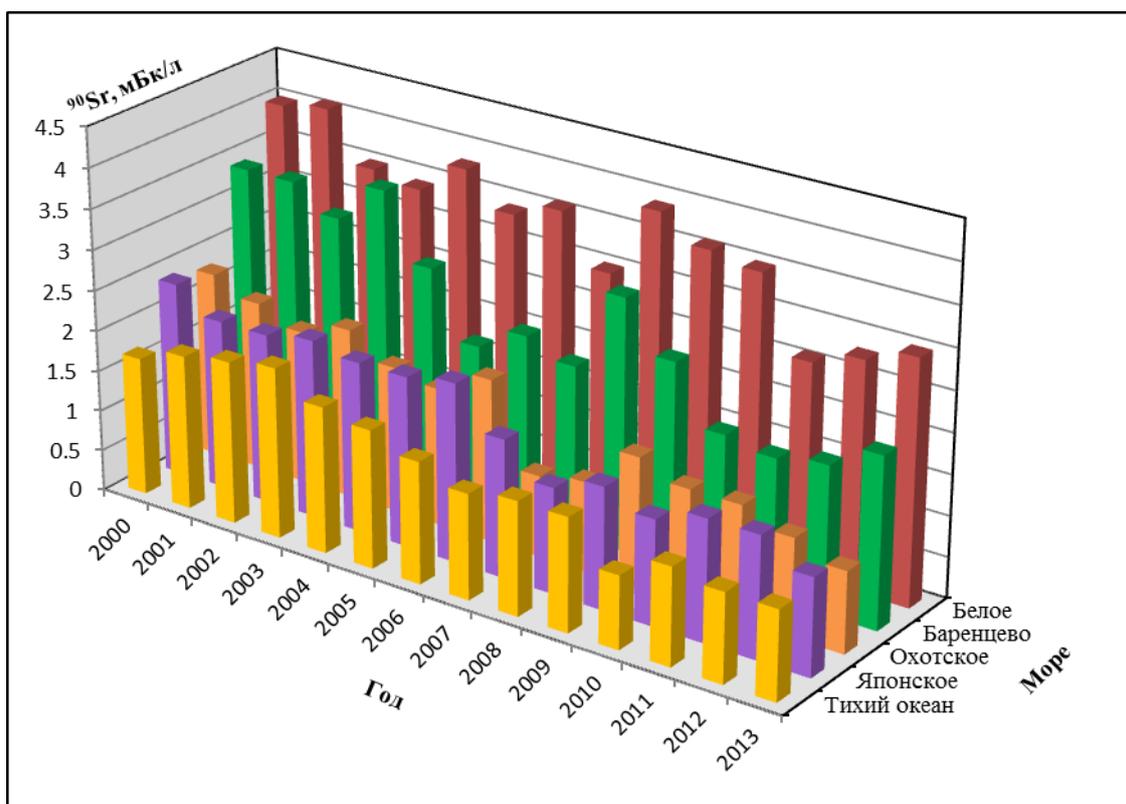


Рис. 1.20. Динамика объемной активности ^{90}Sr в открытых морях и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 2000–2013 годах

Радиационный фон на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2013 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее. Аварийные выбросы АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. также не оказали заметного влияния. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2013 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1302 пунктах, в течение 2013 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., во время аварии на АЭС «Фукусима-1» на всей территории РФ не выявили ни одного случая превышения пределов фоновых колебаний этого параметра радиационной обстановки. В 100-км зонах вокруг радиационно опасных объектов значения МЭД в основном не превышали фоновых уровней.

По данным Росгидромета за 12 месяцев 2013 г. на территории Брянской и Тульской областей, загрязненной в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, в населенных пунктах с плотностью загрязнения местности ^{137}Cs от 5 до 15 Ки/км² значения МЭД находились в пределах от 20 до 42 мкР/ч (с. Ущерпье Клинецкого района Брянской обл.) и от 13 до 29 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района Брянской обл. и г. Плавск Тульской обл.). В населенных пунктах с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² значения МЭД находились в пределах от 10 до 24 мкР/ч (п. Узловая Тульской обл.) и от 11 до 18 мкР/ч (с. Мартъяновка Клинецкого района, п. Красная Гора Красногорского района Брянской обл.). Эти значения незначительно отличаются от данных предыдущего года.

На Азиатской территории России имеются несколько зон, загрязненных в результате радиационных аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла. Наиболее значительным является Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), который образовался в результате взрыва емкости с радиоактивными отходами на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. В зоне ВУРС основным дозообразующим изотопом является ^{90}Sr . Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Этот след расположен широким веером и частично наложился на зону ВУРС. Среднегодовая МЭД на этих территориях по данным 11 пунктов наблюдения составила 10–15 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

Анализ всей совокупности данных 1991–2013 годов показал, что радиационная обстановка на территории РФ за последние 23 года была спокойной и практически по всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

В 2011 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», кратковременно увеличили радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы практически на всей территории России. Однако и в этот период все регистрируемые величины объемных активностей радионуклидов были на три–шесть порядков ниже допустимых среднегодовых объемных активностей в воздухе для населения (ДОО_{НАС}) по НРБ-99/2009 [1].

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. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды. Изд. 2-е, переработанное и дополненное / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат. – 1982. – Вып. 12. – 60 с.
8. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
9. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
10. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
11. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды / Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
13. Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха (МВИ.01-8/96) / Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
14. Методика определения содержания плутония-239, 240 в пробах и материалах окружающей среды с радиохимической концентрацией на альфа-спектрометре (МВИ.01-5/95). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1995.
15. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и ^{137}Cs в атмосфере // Атомная энергия. – 1998. – Т. 85, вып. 4. – С. 313–318.
16. Sources and effects of ionizing radiation // United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993. P. 199.
17. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96) / Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
18. Методика контроля содержания трития в природных водах (МВИ.01-6/96). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
19. Израэль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

По состоянию на 2013 г. Российская Федерация состоит из 8 федеральных округов: Центральный, Северо-Западный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский, Уральский, Сибирский, Дальневосточный. В разделе приводятся состав и виды наблюдений, проводимых СРМ Росгидромета для определения радиационной обстановки на территории округов и вокруг РОО, расположенных на их территориях. Радиационная обстановка в 100-км зонах РОО первой категории (АЭС, СХК, ГХК и ПО «Маяк») охарактеризована в разделе 3.

При анализе радиационной обстановки в районах размещения РОО кроме данных СРМ Росгидромета использованы данные служб радиационной безопасности самих предприятий и других организаций, проводящих радиационный мониторинг.

2.1. Центральный федеральный округ

Общая информация по округу

Центральный федеральный округ (ЦФО) расположен в центре ЕТР. В него входят 18 субъектов Федерации, включая г. Москву – административный центр региона: Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская и Ярославская области. Площадь территории региона составляет 651,7 тыс. км², население – 37 750 тыс. человек [1]. ЦФО занимает срединную часть Русской равнины, граничит с Украиной на юге и Беларусью на западе.

Согласно [2], на территории округа расположено 35 РОО, в состав которых входят особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты: 22 РОО находятся непосредственно в Москве, 7 – в Московской области, 2 – в Калужской области. По одной АЭС расположено в Смоленской, Курской, Нововоронежской и Тверской областях. В Москве можно выделить два крупных РОО, в которых эксплуатируются исследовательские ядерные реакторы: Российский научный центр «Курчатовский институт» и Московский инженерно-физический институт. На территории округа можно выделить следующие РОО: «Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна), ПО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь), филиал «Центральный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (г. Сергиев Посад), ФГУП «Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (ФЭИ, г. Обнинск) и филиал ФГУП «Физико-химический институт имени Л.Я. Карпова» (филиал НИФХИ, г. Обнинск), а также Калининскую, Курскую, Смоленскую и Нововоронежскую АЭС.

Во время аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. многие субъекты ЦФО подверглись радиоактивному загрязнению. На территориях Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Орловской, Рязанской и Тульской областей до сих пор есть населенные пункты, территории которых вследствие аварии на Чернобыльской АЭС загрязнены ¹³⁷Cs более 1 Ки/км² [3] (подробнее см. раздел 5).

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Центральным УГМС, УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (см. рис. 2.1.1): 148 пунктов наблюдения по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно), 50 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (на четырех пунктах экспозиция проб – одни сутки, на двух – пять суток), 2 пункта по отбору проб осадков для анализа на содержание трития (п. Балчуг в г. Москве и станция фонового мониторинга (СФО) в Серпуховском районе), 1 пункт (п. Брейтово, р. Волга) по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий и 3 (Бабьегородская плотина, Звенигород, Южный порт, р. Москва) – по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr .

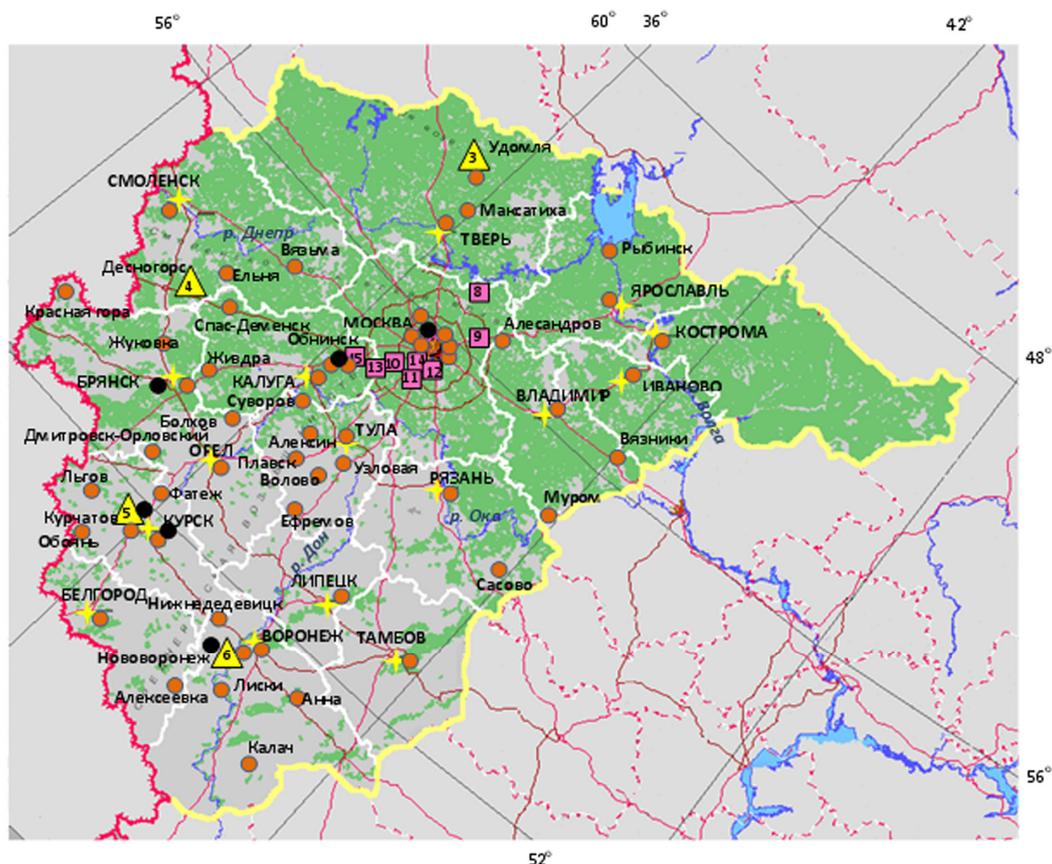


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов Федерации;
- — магистральные федеральные автодороги;
- — прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов Федерации;
- – границы федеральных округов;
- — государственная граница.

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности радионуклидов проводится в восьми радиометрических лабораториях и группах, в трех из них дополнительно проводится анализ проб на содержание гамма-излучающих техногенных и природных радионуклидов, в одной лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» – дополнительно анализ проб объектов окружающей среды на содержание ^{90}Sr , трития и изотопов плутония.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые значения мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД) по данным ежедневных измерений в населенных пунктах ЦФО изменялись от 0,08 до 0,19 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах ЦФО приведены в табл. 2.1.1.

Усредненное по всей территории округа значение МЭД осталось на уровне 2012 г. и составляло 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ. Максимальные суточные значения МЭД более 0,20 мкЗв/ч наблюдались на территории населенных пунктов, загрязненных в результате чернобыльской аварии.

Таблица 2.1.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах ЦФО в 2013 г., мкЗв/ч

Область	Среднегодовые	Максимальные суточные
Белгородская	0,12	0,19
Брянская	0,12	0,24 (Красная Гора)
Владимирская	0,11	0,18
Воронежская	0,11	0,17
Ивановская	0,10	0,15
Калужская	0,12	0,24 (Жиздра)
Костромская	0,10	0,18
Курская	0,12	0,19 (Поныри)
Липецкая	0,12	0,15
Москва	0,12	0,20
Московская	0,11	0,20
Орловская	0,14	0,24 (Болхов)
Рязанская	0,12	0,19
Смоленская	0,12	0,20
Тамбовская	0,11	0,16
Тверская	0,11	0,17
Тульская	0,13	0,25 (Плавск)
Ярославская	0,10	0,16

По результатам измерений МЭД, проводимых ежемесячно во время маршрутных обследований в некоторых пунктах на загрязненных территориях Брянской области, среднегодовое значение МЭД составляло: п. Ущерпье – 0,31 кЗв/ч, п. Творишино – 0,22 мкЗв/ч, Красная Гора – 0,19 мкЗв/ч, п. Мартьяновка – 0,14 мкЗв/ч.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ЦФО проводятся только в пяти субъектах Федерации. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.1.2. Приведенные в табл. 2.1.2 пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе, кроме п. Подмосковная, находятся вблизи РОО (Курск, Курчатов, Нововоронеж, Обнинск), которые могут

влиять на радиационную обстановку в местах их размещения, или на загрязненной территории (Брянск), поэтому данные в табл. 2.1.2 приводятся по каждому пункту отдельно.

Таблица 2.1.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в отдельных населенных пунктах
Центрального округа, 10^{-7} Бк/м³**

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs				⁹⁰ Sr			
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.
Московская область								
Подмосковная	4,4	4,0	43,3	10,1	0,32	0,43	0,36	0,68
Калужская область								
Обнинск (ФЭИ, фил. НИФХИ)	25,6	9,2	341	12,9	7,94	1,00	1,0	1,8
Курская область								
Курск (Курская АЭС)	11,1	8,7	139,2	11,5	0,47	0,47	0,74	0,93
Курчатов (Курская АЭС)	14,0	14,1	155,1	15,6	0,77	0,97	0,84	0,99
Воронежская область								
Нововоронеж (НВАЭС)	-	8,7	106,0	16,0	0,36	1,02	0,74	1,50
Брянская область								
Брянск	15,0	12,4	114,2	9,7	0,70	0,69	0,66	0,67
Средневзвешенное по Центру ЕТР	5,9	4,0	52,9	7,0	0,47*	0,64	0,58	0,94

Примечания: в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения;
 - – наблюдения не проводились;
 * – средневзвешенное по центру ЕТР без учета данных по Обнинску.

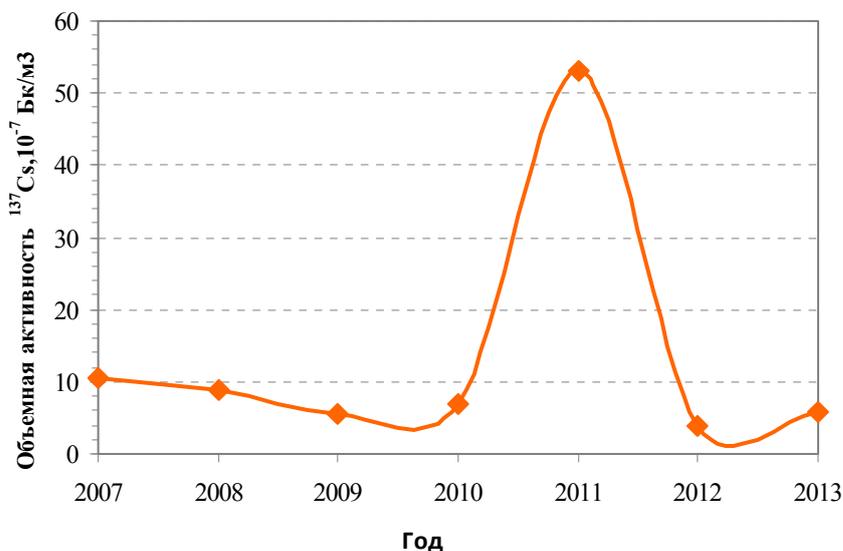


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

Высокие значения среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. обусловлены трансграничным переносом радионуклидов на территорию РФ вследствие аварии на японской АЭС «Фукусима-1» [4–6]. Из табл. 2.1.2 видно, что средневзвешенная объемная активность ¹³⁷Cs в 2013 г. по Центру ЕТР увеличилась в 1,5 раза в сравнении с 2012 г. и составляла $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs по НРБ 99-2009 [7]. В пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО или на загрязненной территории, объемная активность ¹³⁷Cs в 1,8–4,3 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2013 г. Если исключить значение 2011 г., то видно, что объемная активность ^{137}Cs постепенно уменьшается. За указанный период она уменьшилась в 1,7 раза.

Объемная активность ^{90}Sr во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО, кроме Обнинска, в 2013 г. (см. табл. 2.1.2) была ниже или оставалась на уровне 2012 г. Повышенная объемная активность ^{90}Sr в г. Обнинске связана с произошедшим в октябре инцидентом, который подробно рассматривается в разделе 2.1.2. Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr в Центре ЕТР в 2013 г. была ниже уровней предыдущих трех лет (см. табл. 2.1.2) и на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{90}Sr по НРБ 99-2009 [7].

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2013 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО в 2012 и 2013 гг. представлены в табл. 2.1.3. Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения ^{137}Cs увеличились по сравнению с 2012 г. на всей территории ЦФО. В субъектах ЦФО, кроме Тверской области, выпадения ^{137}Cs увеличились в 1,1 – 3,0 раза, а величина средневзвешенных по незагрязненной территории Центра ЕТР выпадений этого радионуклида увеличилась в 1,7 раза. В Тверской области выпадения ^{137}Cs были в 200 раз выше средневзвешенных выпадений по Центру ЕТР. На территории Тверской области отбор проб выпадений производится в двух пунктах (Тверь и Максатиха). Через оба этих пункта в апреле 2013 г. прошел след аэрозольного выброса ^{137}Cs , произошедшего на Машиностроительном заводе в г. Электросталь Московской области в результате радиационного инцидента [6]. Кроме того, Максатиха расположена в 100-км зоне Калининской АЭС, выбросы ^{137}Cs на которой в 2013 г. увеличились почти на порядок величины. Аномально высокие выпадения ^{137}Cs в Тверской области, по-видимому, связаны с указанными событиями.

Таблица 2.1.3

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО, Бк/м²-год

Область	Выпадения ^{137}Cs	
	2013 г.	2012 г.
Белгородская	2,01	0,66
Брянская	2,01	0,66
Владимирская	0,76	0,26
Воронежская	0,52	0,58
Ивановская	0,76	0,26
Калужская	0,48	0,42
Костромская	0,76	0,26
Курская	0,79	0,59
Липецкая	2,01	0,66
Московская	0,29	0,21
Орловская	0,73	0,66
Рязанская	0,76	0,26
Смоленская	0,63	0,38
Тамбовская	2,01	0,66
Тверская	128,02	0,23
Тульская	2,01	0,66
Ярославская	0,76	0,26
Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязненных территорий) Центра	0,64	0,37

На загрязненных территориях выпадения ^{137}Cs были значительно выше средневзвешенного значения для незагрязненных территорий Центра ЕТР. По измерениям в объединенной пробе по пп. Болхов, Брянск, Волово, Дмитров-Орловский, Ефремов, Орел, Тула, Узловая, Фатеж выпадения ^{137}Cs в 2013 г. составляли $1,85 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 3 раза выше средневзвешенного значения для незагрязненных зон Центра ЕТР. Самые высокие выпадения ^{137}Cs на загрязненных территориях регистрировались, как и ранее, в пп. Красная Гора Брянской обл. – $6,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ($6,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ в 2012 г.), Плавск Тульской области – $3,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ($3,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), Дмитров-Орловский – $2,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ($2,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), Брянск – $3,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ($2,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$).

Характер изменения средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по Центру ЕТР вне загрязненных территорий за период с 2006 по 2013 г. показан на рис. 2.1.3.

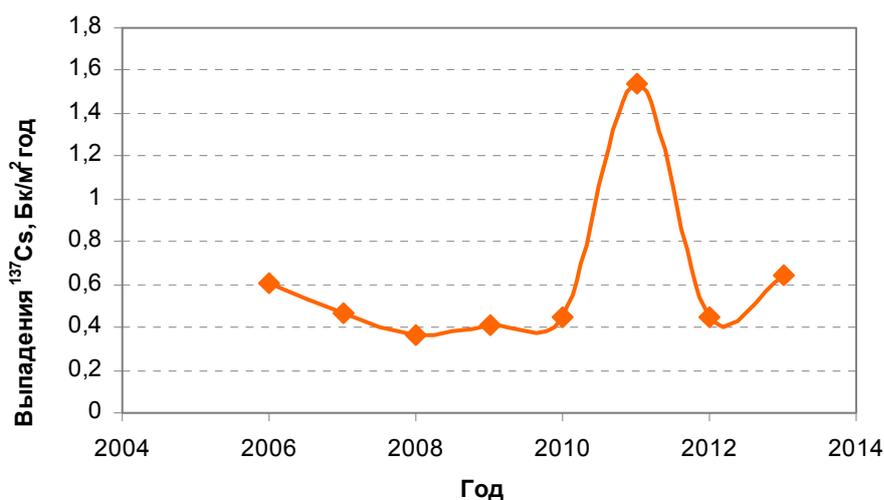


Рис.2.1.3. Изменение выпадений ^{137}Cs вне загрязненных территорий ЦФО

Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка в Москве и Московской области и в 100-км зоне ФЭИ и фил. НИФХИ, расположенных в г. Обнинске Калужской области. Радиационная обстановка в 100-км зонах Курской, Нововоронежской и Смоленской АЭС приведены в разделе 3.

2.1.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области

В г. Москве и Московской области мониторинг радиационной обстановки проводится Центральным УГМС. В 2013 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземной атмосфере проводились непрерывно в п. Подмосковная путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в одни сутки. 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. МЭД измерялась ежедневно на 17 станциях. 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 $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземном слое воздуха и выпадениях на подстилающую поверхность представлены в табл. 2.1.4.

Таблица 2.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Москвы и Московской области (данные Центрального УГМС и НПО «Гайфун»)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	2011 г.
		Выпадения, Бк/м ² -сутки														
Алексин	с	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7	0,8	0,8
	м	1,7	1,8	1,6	1,8	1,6	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,3	1,1			
Балчуг	с	1,0	0,8	0,7	0,9	1,0	1,2	0,7	1,0	1,1	1,0	1,0	1,4	1,0	0,9	1,0
	м	4,4	2,4	2,1	2,1	2,1	4,2	2,8	5,3	3,4	4,5	2,2	7,1			
ВДНХ	с	0,9	1,1	0,8	0,9	0,9	1,1	0,6	1,2	1,2	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9
	м	7,6	4,0	2,6	4,4	3,4	3,4	1,0	5,6	5,7	1,6	1,6	1,8			
Ново-Иерусалим	с	0,8	0,9	1,1	0,9	1,2	1,2	1,2	1,5	1,0	0,9	1,5	1,6	1,1	1,2	1,2
	м	1,6	2,2	2,3	2,0	3,0	4,5	4,2	4,8	2,7	1,9	4,4	5,2			
Подмосковная	с	1,2	0,9	0,8	0,9	1,9	1,4	1,4	1,7	1,6	1,6	1,1	0,8	1,3	1,3	1,0
	м	5,0	2,2	1,7	2,5	4,8	4,4	3,1	5,8	5,3	6,8	5,4	2,3			
Тушино	с	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,0	1,1	1,5	0,9	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0
	м	1,4	1,8	1,8	1,9	4,7	1,3	3,0	3,2	4,3	2,6	2,6	2,2			
Среднее, Бк/м ² -сутки:																
- по зоне наблюдения		0,9	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0
- по Центру ЕТР		1,0	1,1	0,9	0,9	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³																
Подмосковная	с	7,6	12,4	7,1	7,6	12,4	12,2	11,1	14,4	10,4	12,7	11,7	11,3	10,9	12,3	21,6
	м	15,8	30,4	15,4	22,4	25,8	28,2	29,3	23,8	24,0	40,2	37,6	28,6			

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $10,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже уровня прошлого года и в 1,5 раза ниже средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($16,23 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ ($40,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в октябре.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2009–2013 гг., выполненного в лаборатории ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун», приведены в табл. 2.1.5.

Таблица 2.1.5

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные НПО «Гайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
¹³⁷Cs							
Подмосковная	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
	2012	3,4	5,0	3,5	4,1	4,0	4,0
	2013	3,4	7,5	3,1	3,6	4,4	5,9
⁹⁰Sr							
Подмосковная	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
	2012	0,36	0,60	0,51	0,25	0,43	0,64
	2013	0,32	0,39	0,33	0,24	0,32	0,47

Примечание: - - нет данных.

Из табл. 2.1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2013 г. увеличилась в 1,1 раза ($4,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) по сравнению с 2012 г. ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но была в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2013 г. составляла $0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже, чем в 2012 г., и в 1,5 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ($0,47 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2013 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,7–1,3 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения (7,6 Бк/м²·сутки) были зарегистрированы в январе на метеостанции ВДНХ. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. (1,0 Бк/м²·сутки) в г. Москве и Московской области было на уровне предыдущего года и регионального уровня (Центр ЕТР).

Выпадения ^{137}Cs в объединенной по шести пунктам пробе в 2013 г. (табл. 2.1.3) были в 1,4 раза выше значений предыдущего года и составили 0,29 Бк/м²·год, но ниже уровня среднего значения для Центра ЕТР (0,64 Бк/м²·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг (центр г. Москвы) и на СФМ (Серпуховской район Московской области), по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2013 г. составляла 2,0 и 1,8 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднегодового значения для всей территории России (1,9 Бк/л).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Москва (данные ФГУП МосНПО «Радон») в течение 2013 г. колебалась в пределах от 4,1 до 4,8 мБк/л при среднем значении 4,4 мБк/л, что совпадает со средним значением для рек ЕТР (4,4 мБк/л). Самая низкая объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в п. Звенигород, самая высокая – в п. Южный порт.

Среднегодовая величина МЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,09 мкЗв/ч (г. Дмитров) до 0,15 мкЗв/ч в центре Москвы (Балчуг), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч (г. Кашира).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП МосНПО «Радон», 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. Схема радиационного мониторинга в г. Москве представлена на рис. 2.1.4.

Стационарные средства контроля ФГУП МосНПО «Радон» включают:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы на шести постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» и «Тайфун-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 высокобортовых кювет;
- сеть постов контроля водного бассейна – шесть стационарных гидропостов, расположенных на створах рек Москва, Сетунь, Сходня, Яуза и в устье Соболевского ручья (как наиболее вероятного места поступления промышленных загрязнений), на которых проводился отбор проб воды и донных отложений;

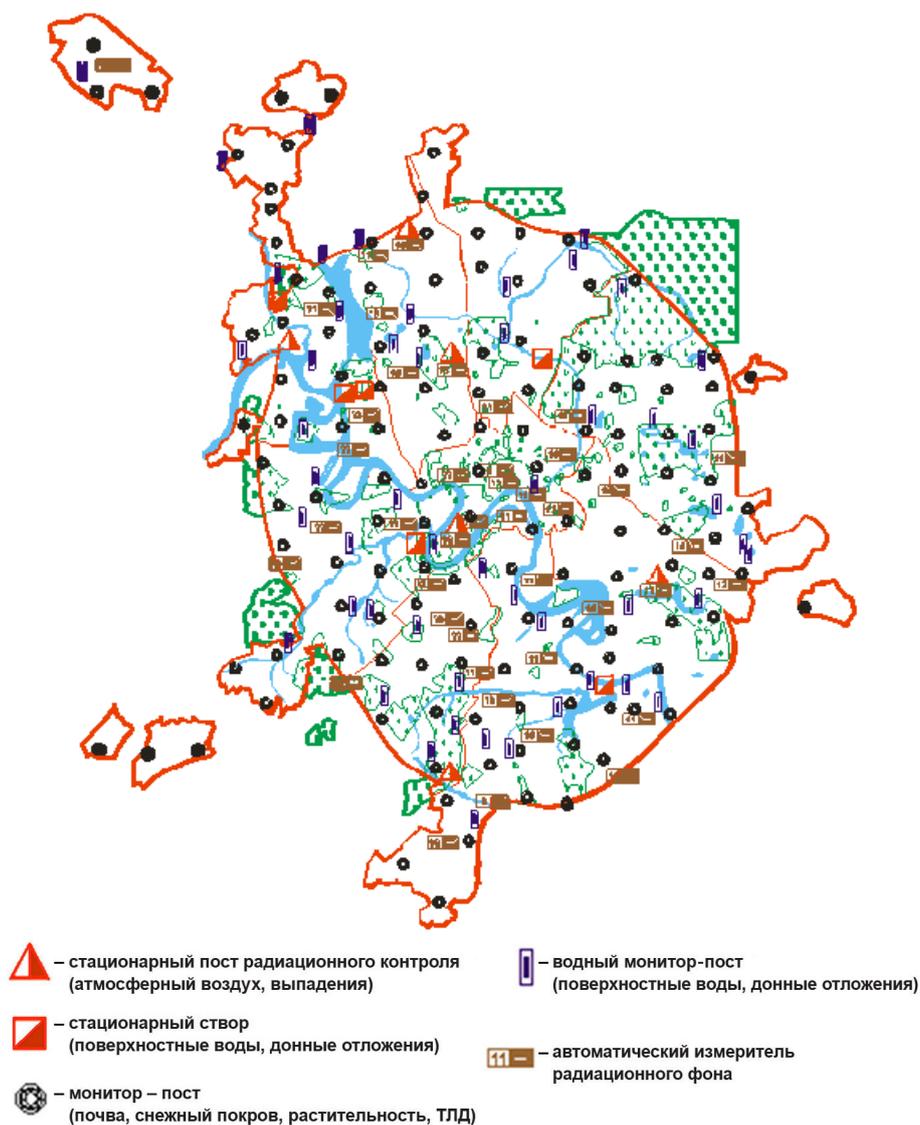


Рис. 2.1.4. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

– наземную режимную сеть наблюдения (134 пункта) за радиоактивностью почв и грунтов по пробам, отобранным из верхнего слоя на глубину 5 см с площадок $10 \times 10 \text{ м}^2$ методом «конверта». В этих же точках режимной сети термолюминесцентными датчиками (ТЛД) также определялась интегральная поглощенная доза облучения от внешних источников облучения;

– сеть измерителей радиационного фона, состоящую из 66 датчиков на территории г. Москвы и 9 датчиков в Московской области, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах массовых миграций населения и с учетом планомерного охвата всех административных округов. Это полностью автоматизированный элемент мониторинга города. Он выполняет функции непрерывного контроля радиационного фона в автоматическом режиме с представлением информации об измеренном значении на индикаторном табло в месте его установки и отслеживанием заданных пороговых уровней фона. Опрос показаний измерителей проводится круглосуточно с интервалом в 10 минут.

На 21 стационарном пункте радиоэкологического мониторинга режимной сети отбирались пробы снега, почвы и методом термолюминесцентных дозиметров (ТЛД) измерялась интегральная поглощенная доза внешнего гамма-излучения.

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.

В табл. 2.1.6 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2013 г. и для сравнения данные 2012 г. Наличие в воздухе естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K объясняется процессами вторичного ветрового переноса с поверхности земли.

Таблица 2.1.6

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы
(данные ФГУП МосНПО «Радон»)**

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$		$\Sigma\alpha$		Радионуклид															
					^{210}Pb		^{226}Ra		^{232}Th		^{40}K		^7Be		^{137}Cs		^{90}Sr		^{22}Na	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Среднегодовая объемная активность в приземной атмосфере, 10^{-5} Бк/ м^3	-	-	50	84	0,06	0,11	0,07	0,08	2,7	1,2	350	290	0,06	0,04	-	-	0,07	-	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{год}$	179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	219	474	-	-	-	-	-	-	-	-
Объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов г. Москвы, мБк/л	80	40	-	-	0,7	1,6	0,2	0,4	6,3	7,5	-	-	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-
Объемная активность радионуклидов в донных отложениях открытых водоемов г. Москвы, Бк/кг	410	220	-	-	12	11	17	15	320	280	-	-	7	6	-	-	-	-	-	-
Содержание радионуклидов: почва/грунт, Бк/ м^2 Бк/кг	465	305	-	-	14	17	14	22	325	390	-	-	470	480	110	110	-	-	-	-
													5	-						

Примечание: - - данные не поступали.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2013 г. увеличилась в 1,4 раза по сравнению с уровнем 2012 г. ($4,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) и составляла $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 . Это совпадает со средневзвешенным значением для Центра ЕТР, но в 1,3 раза выше объемной активности ^{137}Cs в п. Подмосковная $4,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , расположенном в 30 км от Москвы. В каждом месяце, но не каждую неделю в приземном слое атмосферы г. Москвы регистрировался ^{131}I . Диапазон изменения величин объемной активности ^{131}I составил от $1,7 \cdot 10^{-7}$ до $1,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 , что на пять–семь порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 для этого радионуклида ($7,3$ Бк/ м^3) [7].

Кроме указанных выше естественных радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы регистрировались естественные ^{210}Pb и ^7Be . Среднегодовая объемная активность ^{210}Pb составляла в 2013 г. $5 \cdot 10^{-4}$ Бк/ м^3 , что на два порядка ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 для этого радионуклида ($0,11$ Бк/ м^3) [7]. Среднегодовая объемная активность ^7Be составляла $3,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 .

Объемная активность ^{137}Cs в прудах, озерах и малых реках г. Москвы низкая – $0,5$ мБк/л.

В донных отложениях открытых водоемов г. Москвы наблюдались естественные радионуклиды ^{226}Ra (12 Бк/кг), ^{232}Th (17 Бк/кг), ^{40}K (320 Бк/кг), удельная активность которых осталась примерно на уровне 2012 г. и не превышала фоновых уровней, и техногенный ^{137}Cs

(7 Бк/кг), удельная активность которого была на уровне 2012 г. (табл. 2.1.6) и не превышала фоновых уровней.

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 (табл. 2.1.6).

Среднегодовая МЭД на территории г. Москвы, по данным МосНПО «Радон», в 2013 г. составила 0,12 мкЗв/ч при максимальном значении 0,20 мкЗв/ч (Котельническая набережная, 1/15), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составила 0,70 мЗв/год и осталась на уровне 2012 г. (0,72 мЗв/год).

Среднее значение удельной суммарной бета-активности в листе деревьев составило 420 Бк/кг (диапазон от 40 до 900 Бк/кг), ^{40}K – 300 Бк/кг (диапазон от 100 до 800 Бк/кг) и ^7Be – 120 Бк/кг (диапазон от 100 до 250 Бк/кг). Среднее значение удельной суммарной бета-активности травяного покрова составило 450 Бк/кг (диапазон от 60 до 700 Бк/кг), ^{40}K – 650 Бк/кг (диапазон от 150 до 900 Бк/кг) и ^7Be – 200 Бк/кг (диапазон от 120 до 650 Бк/кг).

Другие дозообразующие радионуклиды, такие как ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{137}Cs в растительном покрове с удельной активностью, превышающей МДА, обнаружены не были. Значения удельной радиоактивности растительности соответствуют значениям для Европейской территории России (ЕТР).

С целью определения радиоэкологических условий проживания населения в 2013 г. было проведено обследование на содержание эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона 256 жилых зданий, 175 зданий детских образовательных учреждений (ДООУ) и зданий школ. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от 14 до 152 Бк/м³, в подвалах – от 12 до 710 Бк/м³. Согласно НРБ-99/2009 [7], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³. Анализ радиационно-экологической обстановки в Москве за 2013 г. показал, что значения контролируемых параметров радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды находились в пределах многолетних колебаний техногенного фона столицы.

В 2013 г. ФГУП МосНПО «Радон» провел радиоэкологическое обследование в Троицком и Новомосковском административных округах (в «Новой Москве»). На 21 стационарном пункте радиоэкологического мониторинга отбирались пробы снега, почвы, растительности и методом термолюминесцентных дозиметров (ТЛД) измерялась интегральная поглощенная доза внешнего гамма-излучения. На 20 стационарных пунктах радиоэкологического мониторинга отбирались пробы поверхностных вод и донных отложений.

Полученные данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в этих округах не превышают данных, полученных для г. Москвы и контрольных уровней, установленных для г. Москвы. Среднегодовое значение МЭД в округах составляло 0,13 мкЗв/ч (в Москве – 0,09 мкЗв/ч), а поглощенная доза – 0,8 мЗв/год (0,7 мЗв/год в Москве).

В 2013 г. проведена пешеходная гамма-съемка территорий, прилегающих к РОО в п. Троицк и п. Щербинка. Максимальное значение МЭД на обследованной территории площадью 400 тыс. м² в Троицке составляло 0,28 мкЗв/ч, в Щербинке на территории площадью 100 тыс. м² – 0,23 мкЗв/ч.

Проводилась и автомобильная гамма-съемка территорий в Троицком и Новомосковском административных округах (АО). Автомобильная гамма-съемка проводилась по основным транспортным магистралям, на территориях в пределах населенных пунктов округа и на подъездных путях к радиационно опасным объектам округа. Значения МЭД около радиационно-опасных объектов определялись в фиксированных контрольных точках, расположенных в местах наибольшей потенциальной радиационной опасности. Результаты обследования объектов и магистралей приведены в табл. 2.1.7.

Таблица 2.1.7

Мощность дозы на обследованных маршрутах в Троицком и Новомосковском АО в 2013 г.

Название магистралей и объектов, находящихся на территории АО	МЭД, мкЗв/ч	
	мин.	макс.
Новомосковский АО		
Киевское шоссе	0,07	0,25
Калужское шоссе	0,06	0,23
Варшавское шоссе	0,07	0,22
Боровское шоссе	0,07	0,23
Трасса между Калужским и Киевским шоссе через д. Летово, Валуево, свхз. Московский	0,06	0,22
Завод «Мосрентген»	0,07	0,13
Троицкий АО		
Киевское шоссе	0,08	0,25
Калужское шоссе	0,07	0,22
Подольское шоссе	0,06	0,21
Боровское шоссе	0,06	0,20
Трасса между Калужским и Киевским шоссе через д. Птичное, Первомайское	0,06	0,19
Трасса между Калужским и Подольским шоссе через Щапово, Шаганино	0,07	0,20
Бетонное кольцо (часть) (трасса А107)	0,06	0,23
Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований (ТРИНИТИ)	0,06	0,11
Институт земного магнетизма имени Н.В. Пушкова (ИЗМИРАН)	0,07	0,11
Институт физики высоких давлений имени Л.Ф. Верещагина (ИФВД), Троицкий филиал ИФВД	0,07	0,15
Филиал Физического института РАН (ФИАН), ОКБ ФИАН	0,07	0,15
Институт спектроскопии РАН (ИСАН)	0,07	0,16
Институт ядерных исследований РАН (ИЯИ РАН)	0,07	0,12

Значения МЭД на обследованных маршрутах находились в пределах естественного радиационного фона от 0,06 до 0,25 мкЗв/ч.

2.1.2. РОО г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются ФЭИ и филиал НИФХИ. Местные РОО воздействуют на окружающую среду, производя газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу, жидкие сбросы их со сточными водами в р. Протву, а также загрязняя радионуклидами грунтовые воды. Данные ФЭИ и филиала НИФХИ с учетом данных о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2013 г. приведены в табл. 2.1.8, 2.1.9.

Из табл. 2.1.8 видно, что в ФЭИ в 2013 г. по сравнению с 2012 г. выбросы всех радионуклидов, за исключением $^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$, увеличились: для ^{57}Co – в 1,6 раза; для ^{65}Zn – в 1,4 раза; для ^{90}Sr – в 1,8 раза; для ^{137}Cs – в 1,6 раза; для ^{109}Cd – в 1,5 раза. Годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 1,8 % (^{65}Zn) до 39,0 % (^{109}Cd) от допустимых выбросов.

Таблица 2.1.8

Выбросы радионуклидов в атмосферу ФЭИ, Бк/год

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁵⁷ Co	5,6·10 ⁸	1,6·10 ⁸	1,0·10 ⁸	+ 0,6·10 ⁷
⁶⁵ Zn	9,4·10 ⁶	1,7·10 ⁵	1,3·10 ⁵	+ 0,4·10 ⁵
⁹⁰ Sr	2,5·10 ⁸	2,8·10 ⁶	1,6·10 ⁶	+ 1,2·10 ⁵
¹³⁷ Cs	3,2·10 ⁸	9,2·10 ⁷	5,6·10 ⁷	+ 3,6·10 ⁷
⁶⁸ Ge + ⁶⁸ Ga	1,1·10 ⁸	4,6·10 ⁶	5,5·10 ⁶	- 0,9·10 ⁶
¹⁰⁹ Cd	5,4·10 ⁷	2,1·10 ⁷	1,4·10 ⁷	+0,7·10 ⁷

Таблица 2.1.9

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2013г.	2012г.	2011 г.	2010 г.	2009 г.
¹²⁵ I	3,8·10 ¹⁰	-	-	-	-	-
¹³¹ I	7,8·10 ¹¹	1,2·10 ¹¹	2,8·10 ¹¹	2,6·10 ¹¹	1,3·10 ¹¹	8,5·10 ¹⁰
¹³² I	7,1·10 ¹¹	3,6·10 ¹⁰	1,9·10 ¹¹	2,2·10 ¹¹	5,2·10 ¹⁰	2,1·10 ¹⁰
¹³³ I	5,0·10 ¹¹	1,1·10 ¹⁰	9,0·10 ¹⁰	5,9·10 ¹⁰	2,8·10 ¹⁰	1,2·10 ¹⁰
¹³⁵ I	3,7·10 ¹¹	6,3·10 ⁷	3,3·10 ⁹	1,6·10 ⁹	1,8·10 ⁹	2,4·10 ⁸
⁴¹ Ar	1,5·10 ¹⁴	2,5·10 ¹³	5,7·10 ¹³	4,2·10 ¹³	3,2·10 ¹³	2,4·10 ¹³
^{85m} Kr	7,8·10 ¹³	5,2·10 ¹²	2,3·10 ¹³	1,9·10 ¹³	1,3·10 ¹³	8,9·10 ¹²
¹³³ Xe	5,2·10 ¹⁴	9,1·10 ¹³	2,5·10 ¹⁴	1,4·10 ¹⁴	4,3·10 ¹³	2,7·10 ¹³
¹³⁵ Xe	4,0·10 ¹⁴	5,0·10 ¹³	2,5·10 ¹⁴	2,0·10 ¹⁴	6,4·10 ¹³	5,0·10 ¹³

В связи с выводом из эксплуатации основных радиационно опасных участков (ИР АМ, ИР БР-10 и др.) и отсутствием источников поступления радионуклидов в открытую гидрографическую сеть, а также пп. 3.12.1, 3.12.11 ОСПОРБ-99/2010, техническим решением от 07.07.10 №57-01/86, согласованным с РУ №8 ФМБА России, для ФЭИ нормативы допустимого сброса не устанавливаются. Проводится только периодический технологический контроль сбросов.

Площадь, загрязненная радионуклидами, в зоне наблюдения ФЭИ составляет 0,0054 км².

Выбросы филиала НИФХИ в 2013 г. (табл. 2.1.9) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 0,02 % (¹³⁵I) до 17,5 % (¹³³Xe) от допустимых выбросов. В 2013 г. выбросы всех радионуклидов уменьшились в 2,3–52,4 раза по сравнению с 2012 г. [6] Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2013 г. уменьшился в 3,3 раза и составил 1,7·10¹¹ Бк.

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

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 (территории 1 и 2 на рис. 2.1.5 соответственно) проводят службы внешней дозиметрии ФЭИ и филиала НИФХИ. Радиационный мониторинг в г. Обнинске проводит ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» (рис. 2.1.5), в 100-км зоне вокруг Обнинска – Центральное УГМС (рис. 2.1.6).

В 2013 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;

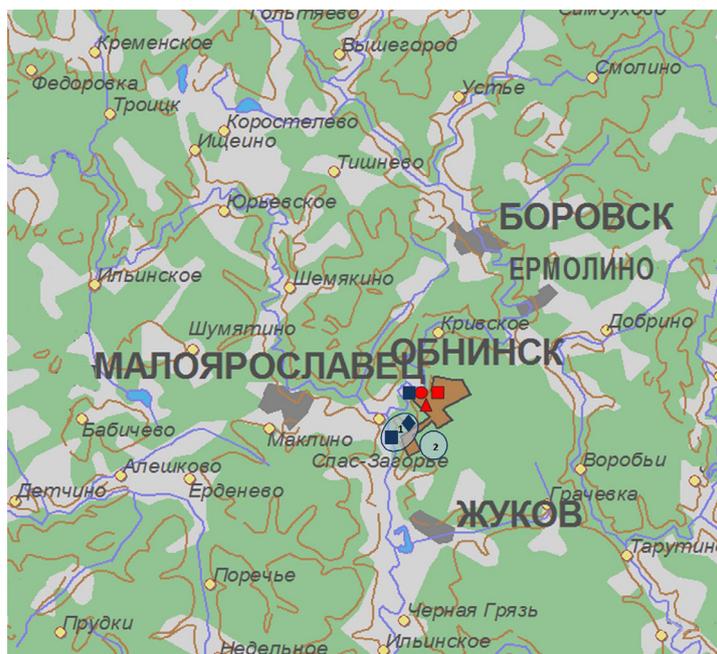


Рис. 2.1.5. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

НПО «Тайфун»: ФЭИ:

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

– содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в почве, растительности, р. Протве и $\Sigma\beta$ в снеге и скважинах хранилища РАО;

– МЭД.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске организован НПО «Тайфун» в соответствии с [8] 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;

– МЭД измеряется непрерывно на метеоплощадке НПО «Тайфун» с помощью дозиметра ДГДМ.

В 100-км зоне РОО г. Обнинска в 2013 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (см. рис. 2.1.6):

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в 5 пунктах;
- за величиной МЭД в 10 пунктах наблюдения.

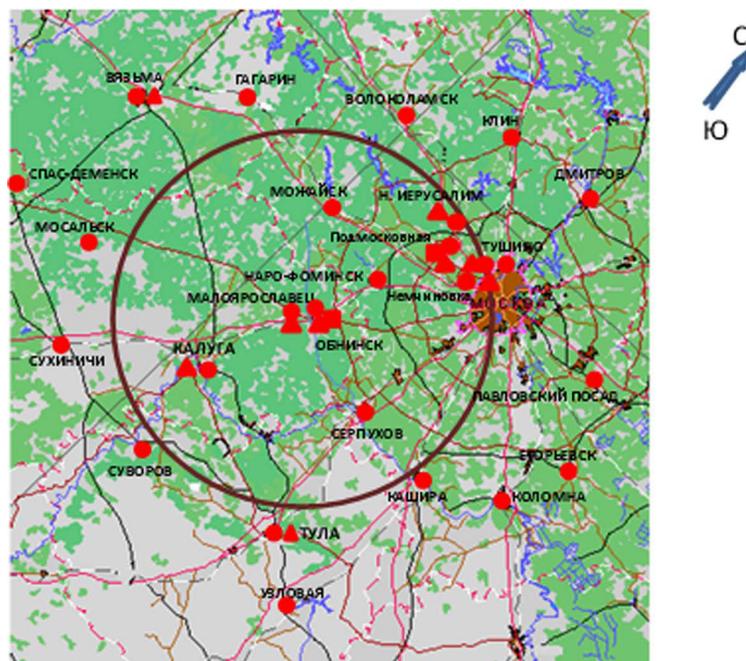


Рис. 2.1.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

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

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

По данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в СЗЗ и ЗН ФЭИ в 2013 г. была практически одинаковой и составляла $25 \cdot 10^{-5}$ и $26 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, а среднегодовая объемная $\Sigma\alpha$ в СЗЗ была в 30 раз ниже, чем в ЗН, и составляла $2,9 \cdot 10^{-6}$ и $8,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в ЗН и СЗЗ ФЭИ была $< 1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ФЭИ на шесть порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [7].

Данные наблюдений Центрального УГМС за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2013 г. приведены в табл. 2.1.10.

Из табл. 2.1.10 видно, что среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 1,3 до 3,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 5,0 – 12,2 Бк/м²·сутки. Среднее за год значение $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 2,6 Бк/м²·сутки, что в 2,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2013 г. (1,1 Бк/м²·сутки). Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Обнинске в 2013 г. увеличились в 1,1 раза по сравнению с 2012 г.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.10) в 2013 г., по данным НПО «Тайфун», колебалась в пределах $(15,8–46,1) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение ($26,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) снизилось в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом и практически совпадало с данными, полученными службой внешней дозиметрии ФЭИ в СЗЗ и ЗН. Наблюдаемая в 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска в 2,4 раза выше, чем в п. Подмосковная

(табл. 2.1.10), расположенном в 100-км зоне РОО г. Обнинска на расстоянии 85 км, и в 1,6 раза выше средневзвешенной объемной активности в Центре ЕТР ($16,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.1.10

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 2013 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н. Иерусалим	Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	0,5	0,5	3,8	30,6	0,8	1,2	7,6	1,0	18,5
	м	4,3	2,1	8,2	89,5	1,6	5,0	15,8		
Февраль	с	0,4	0,8	2,9	46,1	0,9	0,9	12,4	1,0	18,8
	м	0,8	3,5	9,2	119,5	2,3	2,2	30,4		
Март	с	0,6	0,6	3,1	22,8	1,1	0,8	7,1	1,0	11,4
	м	2,5	4,0	8,9	44,7	2,3	1,6	15,4		
Апрель	с	0,4	0,4	2,0	25,1	0,9	1,0	7,6	0,9	18,5
	м	1,3	1,2	5,0	72,9	2,1	2,5	22,4		
Май	с	0,7	0,7	2,8	31,1	1,2	1,9	12,4	0,9	18,1
	м	2,7	2,5	12,2	69,1	3,1	4,8	25,8		
Июнь	с	0,8	0,7	2,5	22,1	1,2	1,4	12,2	0,9	17,3
	м	2,3	1,0	6,3	40,1	4,5	4,4	28,2		
Июль	с	0,7	0,5	2,2	18,9	1,2	1,4	11,1	0,8	16,7
	м	2,4	1,4	7,0	40,2	4,2	3,1	29,3		
Август	с	0,4	0,5	2,8	31,5	1,5	1,7	14,4	1,1	17,7
	м	0,9	1,9	10,7	63,4	4,8	5,8	23,8		
Сентябрь	с	0,9	0,9	2,3	22,1	1,0	1,6	10,4	1,0	18,0
	м	3,8	3,8	6,8	47,5	2,7	5,3	24,0		
Октябрь	с	0,4	0,4	2,6	24,7	0,9	1,7	12,7	1,0	14,9
	м	1,2	1,6	5,4	137,2	1,9	6,8	40,2		
Ноябрь	с	0,8	1,6	2,3	22,6	1,5	1,1	11,7	1,0	16,5
	м	3,6	2,5	6,3	66,2	4,4	5,4	37,6		
Декабрь	с	0,34	0,3	1,3	15,8	1,6	0,8	11,3	1,1	8,5
	м	0,9	1,1	3,0	55,8	5,2	2,3	28,6		
Среднее:	2013 г.	0,6	0,7	2,6	26,1	1,1	1,3	10,9	1,1	16,2
	2012 г.	0,4	0,5	2,4	29,4	1,2	1,3	12,3	1,1	18,9
Сумма, Бк/м ² ·год:	2013 г.	219	255	949		401	474		401	
	2012 г.	146	182	868		438	474		401	

Примечание: * – данные НПО «Тайфун».

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Обнинске в 2013 г., как и в предыдущем году, регулярно регистрировались ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и изотопы плутония. В 2013 г. среднегодовая объемная активность этих радионуклидов была значительно выше, чем в 2012 г. (см. табл. 2.1.11 [5,6]): ¹³⁷Cs – в 2,8 раза, ⁹⁰Sr – в 8 раз, ^{239,240}Pu – в 8,3 раза, ²³⁸Pu – в 5 раз. Средняя за год объемная активность ¹³⁷Cs составила $25,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 5,8 раза выше, чем в п. Подмосковная ($4,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 4,3 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР в 2013 г. ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила $7,94 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 25 раз выше, чем в п. Подмосковная ($0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 17 раз выше средневзвешенной объемной активности ⁹⁰Sr для Центра ЕТР ($0,47 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Это обусловлено аномально высоким содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы г. Обнинска в октябре 2013 г.: ¹³⁷Cs – $240 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ⁹⁰Sr – $87 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{239,240}Pu – $247 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, ²³⁸Pu – $92 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Повышенные значения объемной активности ¹³⁷Cs наблюдались 15–16 и 16–17 октября, $6300 \cdot 10^{-7}$ и $180 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1060 и 300 раз выше фонового уровня для незагрязненных территорий Центра ЕТР соответственно. В срок 15–16 октября в приземном слое наблюдалась и максимальная за год среднесуточная объемная суммарная бета-активность – $137,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 2.1.10).

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	
	2013г	2012 г	2011 г	2010 г	2013 г	2012 г	2013 г	2012 г	2013 г	2012 г	2013 г	2012 г	2013 г	2012 г
Январь	5,3	4,5	10,0	11,0	1,8	2,0	3,6	3,2	0,3	0,4	8,0	89,6	142	250
Февраль	6,0	10,0	5,3	5,2	3,7	1,0	2,5	5,1	1,4	0,8	4,6	32,1	223	300
Март	3,2	44,0	260	10,0	1,0	3,5	1,2	7,0	0,7	2,0	9,5	9,7	240	240
Апрель	13,0	5,5	735	8,1	4,3	1,1	9,0	2,0	0,6	0,8	58	13,5	370	266
Май	8,5	8,4	21	7,5	1,7	2,7	7,0	2,1	0,8	1,2	0,60	8,2	460	400
Июнь	4,1	6,0	6,0	19,6	2,4	2,8	5,0	2,1	0,5	0,9	0,29	8,9	322	404
Июль	4,4	4,5	4,6	6,3	2,7	1,7	7,4	3,0	0,5	0,7	н	1,8	310	440
Август	3,6	3,0	5,5	23,0	0,7	1,4	3,6	2,0	0,3	0,5	н	0,7	333	330
Сентябрь	2,5	6,2	4,5	11,0	0,5	1,4	2,0	2,2	0,5	0,8	0,53	4,6	180	244
Октябрь	240,0	7,3	7,8	8,0	92,0	1,0	246,7	2,0	87,5	1,0	1,8	5,2	221	226
Ноябрь	8,5	6,5	10,0	12,0	1,0	4,4	7,5	2,8	0,9	2,5	3,7	0,8	164	202
Декабрь	8,2	5,0	9,2	33,0	4,7	1,6	3,0	1,9	1,3	0,9	0,19	1,3	164	234
Среднее	25,6* (6,1)	9,2	89,9	12,9	9,7* (2,2)	2,0	24,9* (4,7)	3,0	7,94	1,0	7,3	14,7	261	261

Примечание: н – ниже предела обнаружения; * – в скобках приведены данные без учета данных за октябрь.

Отношение среднегодовых объемных активностей ²³⁸Pu/^{239,240}Pu в 2013 г. было равно 0,48, что почти в 10 раз выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [9]. Это подтверждает, что загрязнение приземного слоя атмосферы г. Обнинска указанными изотопами плутония обусловлено не только глобальным фоном, но и местным техногенным источником. Анализ направления ветра в дни регистрации максимальных значений радионуклидов показал, что в эти дни преобладало юго-западное направление ветра. Поскольку в этом направлении расположен ФЭИ, можно предположить, что высокое содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере г. Обнинска в октябре обусловлено газоаerosольными выбросами именно этого источника.

Тем не менее зарегистрированные объемные активности радионуклидов были на четыре–шесть порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности (ДОО_{НАС}) этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [7]: для ¹³⁷Cs ДОО_{НАС} = 27 Бк/м³, для ^{239,240}Pu – 2,5·10⁻³ Бк/м³, для ²³⁸Pu – 2,7·10⁻³ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – 2,7 Бк/м³. Без учета октябрьских данных среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов сохранились бы примерно на уровне 2012 г.

В 2013 г. в приземном слое атмосферы г. Обнинска всего было зарегистрировано 68 случаев появления ¹³¹I (20 случаев – в aerosольной форме и 48 случаев – в молекулярной форме). С 2007 года наблюдается тенденция к увеличению количества случаев регистрации ¹³¹I в приземном слое воздуха. Так в 2008 г. было зарегистрировано всего 33 случая появления ¹³¹I, а максимум регистраций пришелся на 2011–2012 годы – 122 (35 из них обусловлены регистрацией ¹³¹I в период аварии на АЭС «Фукусима-1») и 119 случаев соответственно. Появление йода обусловлено местным источником – филиалом НИФХИ. Максимальное содержание ¹³¹I в приземном слое атмосферы г. Обнинска наблюдалось 15–16 апреля 2013 г. и составляло 1,6·10⁻² Бк/м³, что на два порядка ниже ДОО_{НАС}, равной 7,3 Бк/м³ по НРБ-99/2009. В 2013 г. среднегодовая объемная активность ¹³¹I составила 7,3·10⁻⁵ Бк/м³, что в 2 раза ниже, чем в 2012 г., но выше уровня 2011 г. без учета дополнительного вклада в загрязнение атмосферы ¹³¹I в период аварии на АЭС «Фукусима-1».

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска определялись ⁷Be, ⁴⁰K и ²²Na. Среднегодовая объемная активность ⁷Be в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2013 г. составляла 261·10⁻⁵ Бк/м³. Объемная активность ⁴⁰K в 2013 г.

изменялась в диапазоне $(0,39-1,86) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $0,76 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне 2012 г. ($0,81 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В феврале – сентябре в пробах аэрозолей регистрировался ²²Na с объемной активностью $(1,2-4,4) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В табл. 2.1.12 приведены данные о выпадениях ¹³⁷Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ¹³⁷Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области. Согласно этим данным, выпадения этого радионуклида на территории Калужской области увеличились: в г. Обнинске сумма выпадений ¹³⁷Cs в 2013 г. увеличилась в 1,7 раза и составила 2,5 Бк/м²-год, что в 5,2 раза выше региональных фоновых выпадений и в 4 раза выше средневзвешенного значения выпадений ¹³⁷Cs на территории Центра ЕТР (0,64 Бк/м²-год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Фоновые выпадения ¹³⁷Cs в Калужской области (табл. 2.1.12) в 2013 г. также увеличились в 1,1 раза и составили 0,48 Бк/м²-год. В табл. 2.1.12 также приводятся данные о выпадениях ¹³⁷Cs в г. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs в п. Жиздра в 2013 г. (3,6 Бк/м²-год) увеличилась в 3,7 раза и была в 1,4 раза выше, чем в г. Обнинске.

Таблица 2.1.12

Выпадения ¹³⁷Cs в г. Обнинске и других районах Калужской области

Месяц	Обнинск, Бк/м ² -месяц			Фон*, Бк/м ² -квартал			Жиздра, Бк/м ² -месяц		
	2013	2012	2011	2013	2012	2011	2013	2012	2011
Январь	0,27	0,11	0,1	} 0,054	} 0,08	} 0,16	0,22	0,1	-
Февраль	0,3	0,12	0,04				0,13	0,07	0,008
Март	0,17	0,15	0,27				0,13	< 0,04	0,5
Апрель	0,23	0,14	0,56	} 0,19	} 0,16	} 0,23	0,25	< 0,03	0,26
Май	0,13	0,17	0,30				0,28	0,093	0,3
Июнь	0,13	< 0,03	0,15				0,3	0,04	0,91
Июль	0,18	нпо	0,84	} 0,048	} 0,07	} 0,13	0,47	0,25	0,16
Август	0,17	0,04	0,11				0,48	0,17	0,3
Сентябрь	0,12	0,043	0,11				0,5	0,12	
Октябрь	0,38	0,09	0,17	} 0,19	} 0,11	} 0,056	0,36	< 0,03	0,34
Ноябрь	0,24	0,06	0,4				0,16	нпо	0,16
Декабрь	0,17	0,53	0,22				0,31	0,03	0,17
Сумма за год, Бк/м ² -год	2,49	1,48	2,51	0,48	0,42	0,58	3,6	0,98	3,4

Примечания: * – среднее по трем пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец;
 нпо – ниже предела обнаружения;
 - – пробы не поступили на измерение.

Выпадения ⁹⁰Sr в г. Обнинске в 2013 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида ⁷Be в г. Обнинске в 2013 г. изменялись в диапазоне 24 – 137 Бк/м²-месяц, составив за год 733 Бк/м². Выпадения природного ⁴⁰K составили 23,9 Бк/м², изменяясь от < 0,1 до 5,9 Бк/м²-месяц.

Повышенное по сравнению с фоновыми уровнями содержание ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ^{239,240}Pu, ²³⁸Pu в приземном слое атмосферы г. Обнинска, регистрация радиоактивного ¹³¹I обусловлены выбросами в атмосферу местных РОО.

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль загрязнения подземных вод на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2013 г. выявил, что объемная Σβ в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,15 до 117,5 Бк/л, в ЗН – от 0,15 до 6,9 Бк/л. Объемные Σα и Σβ в воде р. Протва

составляли 0,1 и 0,15 Бк/л и не превышали показателей радиационной безопасности для питьевой воды 0,2 Бк/л ($\Sigma\alpha$) и 1,0 Бк/л ($\Sigma\beta$) в соответствии с НРБ 99/2009.

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития [6]. Поступление трития в подземные воды связано с нарушением герметичности хранилищ твердых РАО ФЭИ [10]. 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) НПО «Тайфун» периодически проводит отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды из водопровода в разных районах города Обнинска, проведенное 2–3 февраля 2013 г. приведено в табл. 2.1.13.

Таблица 2.1.13

Объемная активность трития в водопроводной воде, отобранной в разных районах г. Обнинска 01-02.2013

Место отбора	Адрес	Объемная активность трития, Бк/л
Greenway Park Hotel	Ленина 9/5	7,81 ± 0,55
ДК ФЭИ	Ленина 15	15,4 ± 0,69
Сбербанк РФ	Ленина 50	2,71 ± 0,43
ТЦ «Парус»	Красных Зорь 16	2,83 ± 0,44
Кинотеатр «Мир»	Шацкого 20	30,79 ± 0,95
ИНВИТРО	Ленина 85	28,61±0,91
Городской бассейн	Ленина 91	12,20±0,64
Дом Ученых	Ленина 129	2,42 ±0,43
Жилой дом	Гагарина 26	3,10 ±0,45
Макдональдс	Аксенова 17	2,99 ±0,44
Клиника №2 ИМП	Королева 4	2,60 ±0,43
Жилой дом	Энгельса 8	2,69 ±0,43
Боулинг-центр «Шторм»	Курчатова 51а	2,64 ±0,43
«Триумф Плаза»	Маркса 45	2,70 ±0,43
Жилой дом	Курчатова 26	3,12 ±0,44
Жилой дом	Жукова 7	4,33 ±0,47
Жилой дом (04.04.13)	Ленина 168	2,58 ±0,43
РМК НПО «Тайфун» (05.02.13)	Победы 4	28,73 ±0,83
Корпус 2/25 НПО «Тайфун» (04.02.13)	Победы 4	25,8 ±0,90

Из таблицы видно, что содержание трития в питьевой воде изменяется от 2,42 до 30,79 Бк/л. По-видимому, содержание трития в воде зависит от водозабора, из которого поступает вода в ту или иную часть города. По ранее проведенным исследованиям [11] в скважинах Центрального водозабора, примыкающего с севера к территории ФЭИ, содержание трития в воде изменялось в пределах от 34 Бк/л (скв. № 5) до 540 – 620 Бк/л (скв. №3), в Самсоновском водозаборе содержание трития достигало 210 Бк/л. В Вашутинском водозаборе содержание трития фоновое – 2 – 4 Бк/л.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске на территории НПО «Тайфун» в 2013 г. показало, что содержание трития в питьевой воде остается повышенным. Объемная активность трития измерялась каждый месяц и варьировала в пределах (табл. 2.1.14) от 4,9 до 72,8 Бк/л при среднем значении 27,8 Бк/л, что примерно на два порядка ниже УВ [7], но в 14 раз выше объемной активности трития в природных водах (атмосферные осадки, поверхностные воды в окрестностях г. Обнинска).

Таблица 2.1.14

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

2013 г.		2012 г.	
Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
10.01	68,9 ± 1,8	16.01	86,6
04.02	25,8 ± 0,9	13.02	92,2
06.03	72,8 ± 1,2	12.03	80,4
12.04	27,7 ± 1,1	17.04	66,0
13.05	4,9 ± 0,6	10.05	24,1
14.06	12,4 ± 0,8	13.06	22,0
16.07	24,7 ± 1,1	04.09	63,3
08.08	5,2 ± 0,6	20.09	76,7
09.09	21,2 ± 1,0	08.10	54,4
09.10	19,1 ± 1,0	26.11	66,9
11.11	21,5 ± 1,0	13.12	66,8
11.12	29,3 ± 1,1		
Среднее	27,8		63,4

Динамика изменения содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун» с 1997 г. представлена на рис. 2.1.7. Из рисунка видно, что содержание трития в воде постепенно снижается. За указанный период оно уменьшилось примерно в 2 раза. Максимальное измеренное содержание было зарегистрировано в 1999 г. и составляло 150 Бк/л, минимальное – 4 Бк/л зарегистрировано в 2005 г.

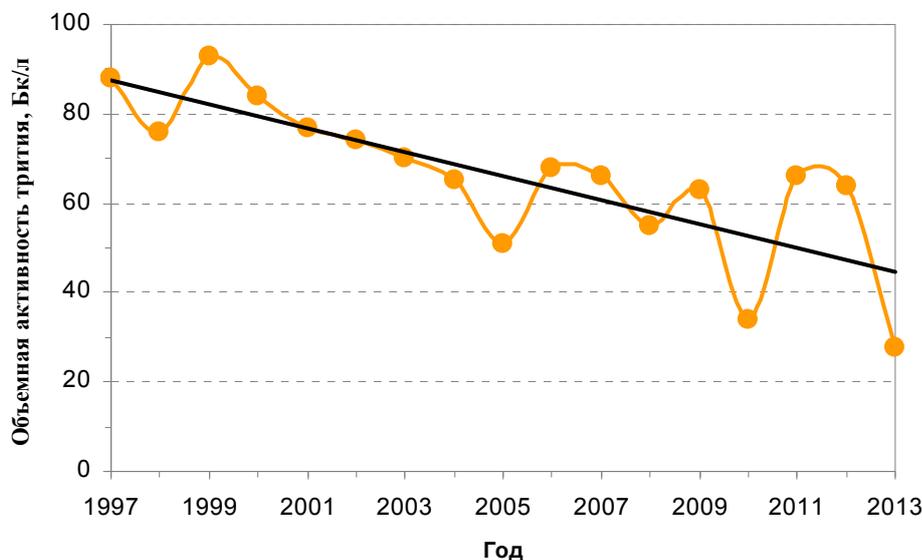


Рис. 2.1.7. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун»

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 [12].

Объемная активность трития в осадках в г. Обнинске в июле 2013 г. составляла 1,9 Бк/л и не отличалась от среднего значения по территории РФ.

Содержание $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ и ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, составило 690 и 870 Бк/кг соответственно, а $\Sigma\alpha$ в СЗЗ и ЗН – 130 и 110 Бк/кг соответственно.

Содержание $\Sigma\beta$ в растительности в СЗЗ составило 660 Бк/кг, а в ЗН – 870 Бк/кг. Содержание $\Sigma\alpha$ в растительности составляло 100 Бк/кг в СЗЗ и ЗН. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ФЭИ составляла 8,6 и 2,9 Бк/м²·год соответственно.

Среднегодовые значения МЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.6) в 2013 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: Малоярославец – 0,13 мкЗв/ч, Можайск – 0,12 мкЗв/ч, Наро-Фоминск – 0,12 мкЗв/ч, Немчиновка – 0,12 мкЗв/ч, Москва – 0,13 мкЗв/ч, Новый Иерусалим – 0,12 мкЗв/ч, Обнинск – 0,11 мкЗв/ч, Подмосковная – 0,11 мкЗв/ч, Калуга – 0,11 мкЗв/ч, Серпухов – 0,10 мкЗв/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч.

Вызывает беспокойство постоянная регистрация ¹³¹I в приземном слое атмосферы г. Обнинска, хотя количество случаев его появления и содержание в воздухе в 2013 г. уменьшилось. Необходимо отметить, что объемная активность ¹³¹I, измеряемая на территории ФГБУ «НПО «Тайфун», не всегда является максимальной, так как территория НПО «Тайфун» не обязательно расположена на оси следа выброса, где содержание ¹³¹I максимальное. На других территориях города содержание ¹³¹I может быть выше. Это зависит от расположения территории на следе выброса, т.е. от направления ветра, расстояния от источника и стратификации приземного слоя атмосферы.

Повышенное по сравнению с фоновым содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе ФЭИ [11, 12] требует организации постоянного радиоэкологического мониторинга (ежегодное обследование) водных объектов, поскольку по результатам исследований, проведенных НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 20 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки ФЭИ продолжается.

Наблюдавшиеся в 2013 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами в ближней 10-км зоне РОО г. Обнинска были ниже существующих нормативов [7]. Однако местные РОО оказывают влияние на загрязнение атмосферы ¹³¹I, отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона, на повышенное по сравнению с фоновыми уровнями радиоактивное загрязнение атмосферы ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, изотопами плутония и на загрязнение подземных вод тритием, создавая дополнительную техногенную нагрузку на население города.

Выводы

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ЦФО в 2013 г. была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы техногенных радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs было на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения. Однако в результате радиационного инцидента в апреле 2013 г. на Машиностроительном заводе в г. Электросталь с аэрозольным выбросом ¹³⁷Cs в атмосферу, годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории Тверской области, расположенной на следе аэрозольного выброса ¹³⁷Cs, увеличились в 200 раз, что составляет 8 % от сложившегося к настоящему времени глобального содержания ¹³⁷Cs в почве. Аэрозольный выброс одного из РОО г. Обнинска 15 – 16 октября 2013 г., содержащий техногенные радионуклиды ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁸Pu, ^{239,240}Pu, привел к увеличению годовой объемной активности в приземной атмосфере г. Обнинска от 3 до 8 раз. Вызывают также беспокойство повышенное содержание трития в питьевой воде г. Обнинска и большое количество случаев регистрации повышенного содержания радиоактивного йода в приземном слое атмосферы этого города.

2.2. Северо-Западный федеральный округ

Общая информация по округу

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) расположен на севере и северо-западе ЕТР. В него входят 11 субъектов Федерации: Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская, Вологодская, Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Калининградская области, Ненецкий автономный округ. Центром округа является Санкт-Петербург. Площадь территории федерального округа составляет 1 686,9 тыс. км², население – 13 800 тыс. человек.

Северо-Западный федеральный округ граничит с Финляндией, Норвегией, Польшей, Эстонией, Латвией, Литвой, Республикой Беларусь. Имеет выход в Балтийское, Белое, Баренцево, Карское моря.

Согласно [2], на территории округа расположено 22 РОО, в состав которых входят особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты. Две АЭС на территории СЗФО – Кольская и Ленинградская – находятся в г. Полярные Зори Мурманской области и в г. Сосновый Бор Ленинградской области. Девять РОО расположены в Санкт-Петербурге. Десять РОО, среди которых преимущественно предприятия МО, обслуживающие ВМФ, расположены на территории г. Мурманска и области и г. Северодвинска Архангельской области. Кроме того, на территории СЗФО находится центральный полигон РФ на о. Новая Земля.

Структура сети радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Мурманским, Северным и Северо-Западным УГМС Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.2.1): 181 пункт наблюдения по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы (ежедневно); 40 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция – одни сутки); 11 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ; 4 пункта по отбору проб осадков для анализа на содержание трития; 2 пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий; 9 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ⁹⁰Sr, 5 пунктов по отбору проб морской воды на содержание ⁹⁰Sr. Кроме того, в 10 точках Двинского залива Белого моря отбираются пробы морского грунта для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов.

В октябре 2013 г. прекращены наблюдения по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов на станции Йоканьга. Во втором полугодии 2013 г. прекращены наблюдения за радиоактивными аэрозолями с помощью вертикального экрана на о. Голомянный, а также измерения МЭД на 4 постах СРМ. Возобновлен отбор проб радиоактивных аэрозолей в п. Зашеек в 100-км зоне Кольской АЭС (Мурманская область).

Анализ проб аэрозолей и выпадений на содержание гамма-излучающих техногенных и природных радионуклидов, а также на суммарную бета-активность проводится в радиометрических лабораториях УГМС, расположенных на территории СЗФО. Анализ проб поверхностных вод на содержание трития и ⁹⁰Sr проводится в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун».

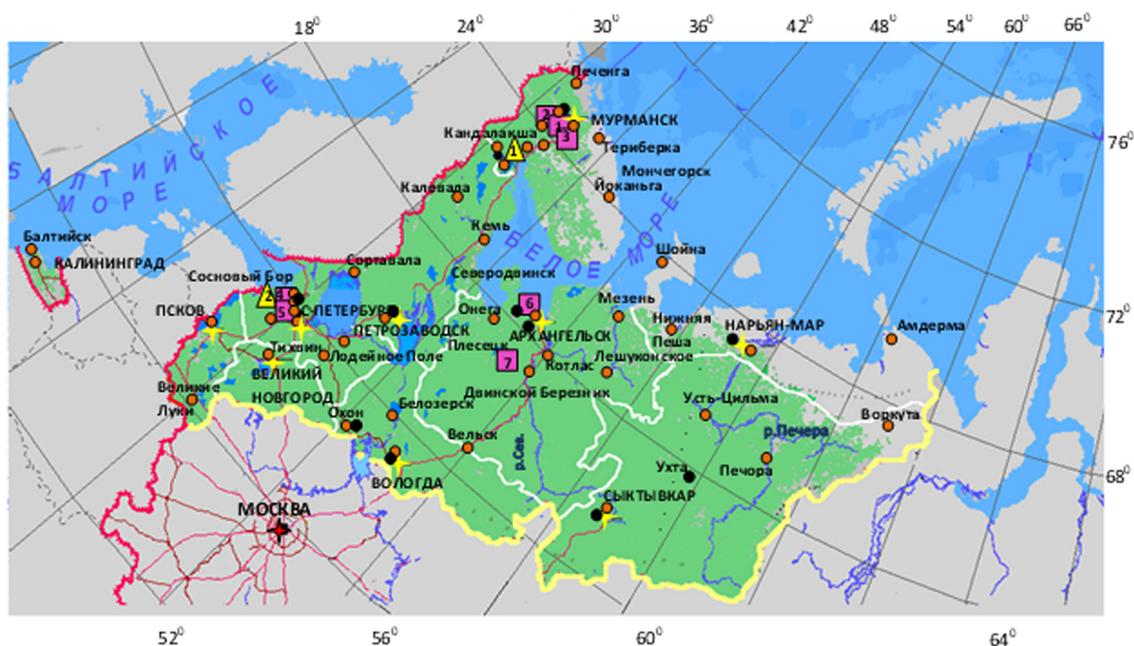


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- – магистральные федеральные автодороги;
- – прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- – границы федеральных округов;
- – государственная граница.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным ежедневных измерений в течение 2013 г. на территории СЗФО мощность амбиентного эквивалента дозы (МЭД) находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – до 0,24 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД в 2013 г. на территории СЗФО варьировали от 0,09 до 0,12 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.1.

Среднегодовое значение МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны Ленинградской АЭС изменялись от 0,11 до 0,15 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,05 до 0,14 мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МЭД по СЗФО в 2013 году составило 0,11 мкЗв/ч.

Таблица 2.2.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах СЗФО в 2013 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Среднегодовые	Максимальные суточные
Республика Карелия	0,10	0,15
Республика Коми	0,11	0,17
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	0,09	0,18
Вологодская область	0,11	0,18
Калининградская область	0,12	0,17
Ленинградская область	0,12	0,24
Мурманская область	0,10	0,16
Новгородская область	0,11	0,16
Псковская область	0,11	0,18
Санкт-Петербург	0,11	0,15
Среднее по округу	0,11	

Приземная атмосфера

На территории СЗФО из 11 субъектов только в 7 имеются пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ. Преимущественно пункты наблюдения с ВФУ расположены в 100-км зонах РОО, и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источника. В этой связи данные по объемной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно. В табл. 2.2.2 приведены среднегодовые значения объемной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пунктах наблюдения СЗФО в 2010–2013 гг.

Таблица 2.2.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах СЗФО, $\times 10^{-7}$ Бк/м³

Пункты наблюдения	^{137}Cs				^{90}Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Мурманская область							
Мурманск	0,8	0,7	14,1	0,4	0,09	0,03	0,07
Кандалакша	1,8	3,0	26,4	1,1	0,14	0,2	0,09
Зашеек	2,0	н/р	н/р	н/р	0,26	н/р	н/р
Республика Коми							
Сыктывкар	4,8	3,3	35,6	3,7	0,5	0,5	0,5
Ухта	1,7	1,4	22,0	2,0	0,22	0,3	0,25
Ленинградская область и г. Санкт-Петербург							
Санкт-Петербург	5,9	3,7	104,7	4,7	0,6	0,6	0,6
Петрозаводск	2,5	4,0	62,2	8,2	1,6	2,2	2,7
Вологодская область							
Вологда	5,6	1,8	46,7	2,7	0,4	0,5	0,4
Архангельская область							
Архангельск	2,5	4,5	47,7	3,3	1,8	3,6	2,7
Северодвинск	14,7	2,9	28,8	3,2	0,5	0,6	0,5
Нарьян-Мар	3,0	2,7	15,5	1,0	0,2	0,2	0,2
Новгородская область							
Охоны	20,5	3,8	103,5*	н/р	0,6	0,52	0,74*
Среднее по округу	5,5	2,9	46,1	3,0	0,6	0,9	0,8

Примечания: * – за 10 месяцев: с марта по декабрь; н/р – станция не работала.

Завышенные значения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в населенных пунктах Охоны и Северодвинск связаны с инцидентом, произошедшим в г. Электросталь Московской

области в апреле 2013 года с аэрозольным выбросом ^{137}Cs в атмосферу [6]. Указанные пункты попали на расчетную траекторию атмосферного переноса выброса, поэтому среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы п. Охоны в апреле 2013 г. были на два порядка величины выше среднемесячной объемной активности ^{137}Cs в апреле 2012 г., а в п. Северодвинск объемная активность ^{137}Cs во втором квартале была на порядок выше, чем в тот же период 2012 г.

В пунктах наблюдения Мурманск, Кандалакша, Нарьян-Мар, расположенных за полярным кругом, среднегодовые объемные активности ^{137}Cs практически не отличались от уровней 2012 г.

На Севере ЕТР среднегодовая объемная активность ^{137}Cs увеличилась в 1,6 раза по сравнению с 2012 г. ($2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и составила $4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Во всех пунктах наблюдения, отнесенных к Северу ЕТР на территории СЗФО, за исключением Архангельска и Петрозаводска, в 2013 г. также наблюдалось увеличение объемной активности ^{137}Cs по сравнению с 2012 г., что возможно объясняется инцидентом в г. Электросталь и расположением этих пунктов наблюдения в пределах следа радиоактивного выброса.

Среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs по всему СЗФО в 2013 году составило $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2 раза выше уровня 2012 г. – $2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. На рис. 2.2.2 представлена динамика изменения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2005–2013 гг. Пик на рис. 2.2.2 связан с аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2013 г. по всей территории СЗФО остались на уровне предшествующих лет или уменьшились. Средняя по территории СЗФО объемная активность ^{90}Sr была в 1,5 раза ниже, чем в 2012 г.

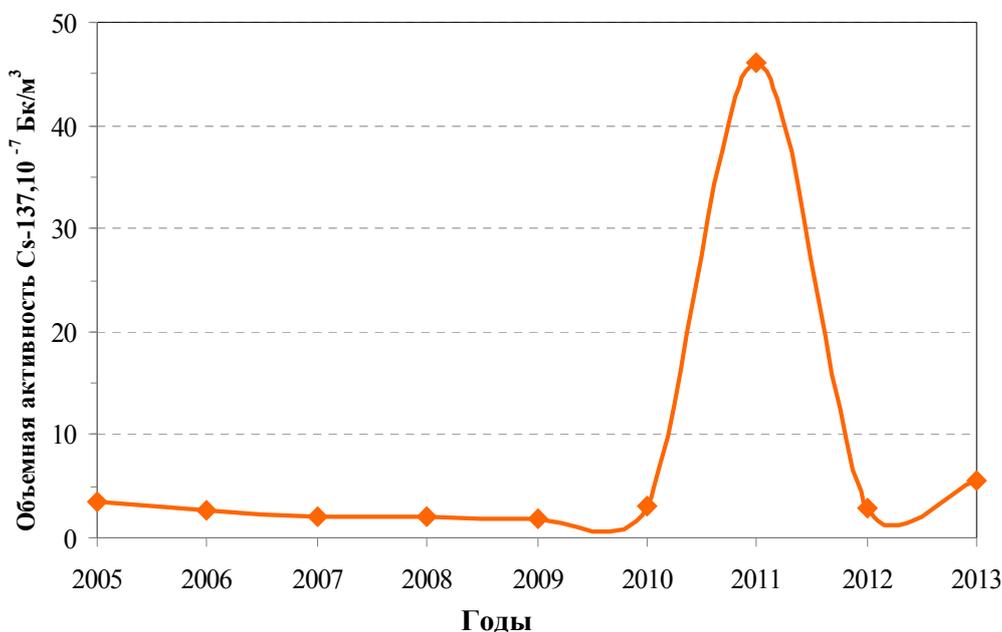


Рис. 2.2.2. Динамика изменения объемной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2005–2013 гг.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2013 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения ($<0,2$ Бк/м²·год). Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.3.

Таблица 2.2.3

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов СЗФО в 2013 г., Бк/м²-год

Субъекты Федерации	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.
Республика Карелия	0,30	0,30	1,57	0,24
Республика Коми	0,26	0,20	1,57	0,24
Архангельская область	0,26	0,20	1,57	0,24
Ненецкий автономный округ*	0,26	0,20	1,57	0,24
Вологодская область	0,26	0,20	1,57	0,24
Калининградская область	<0,01	0,01	1,47	0,31
Ленинградская область	0,3	0,30	1,58	0,48
Мурманская область*	0,46	0,21	1,12	0,48
Новгородская область	0,30	0,30	1,58	0,48
Псковская область	0,30	0,30	1,58	0,48
Санкт-Петербург	0,30	0,30	1,58	0,48
Среднее для СЗФО	0,27	0,23	1,52	0,36
Средневзвешенное для Севера	0,27	0,23	1,57	0,31
Средневзвешенное для Заполярья	0,33	0,20	2,03	0,12

Примечание: * – субъекты, расположенные в Заполярье.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, в 2013 г. значения годовых выпадений ^{137}Cs из атмосферы распределились следующим образом: на территории Мурманской области это значение составляло 0,46 Бк/м²-год, что в 1,4 раза выше средневзвешенного значения для Заполярья (0,33 Бк/м²-год), а в Ненецком автономном округе – 0,26 Бк/м²-год, что в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения для Заполярья. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях выпадения ^{137}Cs составили 0,26 Бк/м²-год, в Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г.Санкт-Петербурге уровень выпадений ^{137}Cs был равен 0,3 Бк/м²-год, что соответствует средневзвешенному значению выпадений ^{137}Cs для Севера РФ.

Средние выпадения ^{137}Cs за год на территории СЗФО в 2013 г.(0,27 Бк/м²-год) были несколько выше, чем в 2012 г. (0,23 Бк/м²-год).

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений ^{137}Cs на территории округа в период с 2007 по 2013 г.

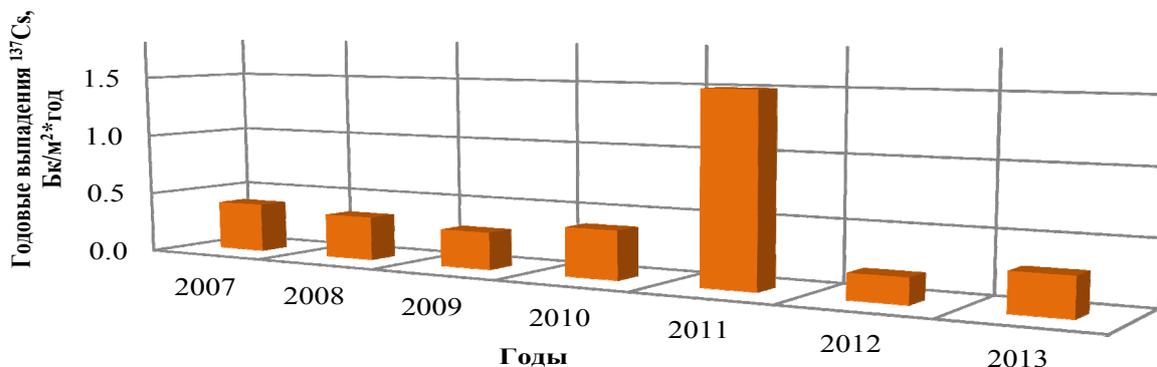


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений ^{137}Cs на территории СЗФО в 2007–2013 годах

Поверхностные воды

На территории СЗФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в речных, озерных, морских водах и в морских донных отложениях, а также наблюдения за содержанием трития в атмосферных осадках и в речной воде. Наблюдения за содержанием ^{90}Sr и трития ведутся в следующих субъектах СЗФО: Республика Карелия, Мурманская, Архангельская и Ленинградская области, Ненецкий автономный округ. Тритий в осадках и речной воде определяют на территории Мурманской, Архангельской, Калининградской области, а также в Ненецком автономном округе. Наблюдения за ^{90}Sr в морской воде проводят в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря и в Баренцевом море; за ^{137}Cs – в морских донных отложениях Двинского залива Белого моря.

В табл. 2.2.4 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках и озерах, расположенных в субъектах СЗФО в 2013 г.

Таблица 2.2.4

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках и озерах СЗФО в 2013 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2013	2012
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа	5,4	5,9
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	1,8	2,6
	оз. Имандра	Зашеек	1,3	2,3
Архангельская область	р.Сев.Двина	Архангельск (п.Соломбала)	4,9	5,1
	р.Мезень	Дорогорское	3,7	4,2
	р.Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	4,9	4,7
Ненецкий автономный округ	р.Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор.Порт)	2,5	2,6
Ленинградская область	р. Нева Новосаратовка (р. Нева)	Новосаратовка	11,1	9,4
Среднее по рекам ЕТР			4,4	4,4

Из табл. 2.2.4 видно, что среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в озерах Онежское и Имандра в 2013 г. были на уровне или ниже уровня предыдущих лет и составили 5,4 и 1,6 мБк/л (среднее по двум пунктам отбора проб) соответственно.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках СЗФО в 2013 г., за исключением р. Невы (Новосаратовка), были на уровне среднего значения для рек ЕТР. В р. Неве объемная активность ^{90}Sr более чем в 2,5 раза превышала среднюю по рекам ЕТР.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2013 г. составила 2,1 и 3,0 мБк/л соответственно. Аналогичный параметр в 2002–2012 годах для Баренцева моря изменялся от 1,8 до 3,6 мБк/л, а для Белого моря – от 2,6 до 3,9 мБк/л. Таким образом, содержание ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей было на уровне предшествующих лет.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Печора на территории Ненецкого автономного округа и в р. Северная Двина в Архангельской области в 2013 г. составила 1,9 и 1,2 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднего значения за год для основных рек России – 1,9 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по тритию в указанных реках в 2013 г. и в предыдущие годы (2002–2012) также указывает на стабильную ситуацию с содержанием трития в реках СЗФО.

Среднегодовые значения трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Архангельске, Калининграде, Мурманске и Нарьян-Маре в 2013 г., составили 1,5;

1,6; 1,4 и 1,6 Бк/л соответственно, что в 1,2–1,4 раза ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2013 г. – 1,9 Бк/л.

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях есть территории, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2014 г. [3] в Ленинградской области 10 пунктов имеют плотность загрязнения территории ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Новгородской области населенных пунктов с уровнями выше 1 Ки/км² не зафиксировано.

Обзор и анализ радиационной обстановки в районах расположения Кольской и Ленинградской АЭС представлен в разделе 3. Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка вокруг РОО г. Мурманска и Северодвинска и ПЗРО Мурманского отделения филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».

2.2.1. 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 осуществляются строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник «Миронова Гора», находящийся в ведении «Севмаш»), проводятся 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 – службы радиационной безопасности самих объектов. В 2013 г. Северным УГМС проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на двух станциях в Архангельске и Северодвинске (рис. 2.2.4). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки;
- радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях в Архангельске и Онеге (рис. 2.2.4). 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 ^{90}Sr 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 в заливах 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. 2.2.4);
- мощности амбиентного эквивалента дозы ежедневно на шести стационарных пунктах (рис. 2.2.4), а также во время проведения ежемесячной маршрутной γ -съемки до сентября 2013 г. (рис. 2.2.5).



Рис. 2.2.4. 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. 2.2.5. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

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

В летний период проводились маршрутные обследования местности вокруг РОО г. Северодвинска с отбором проб почвы и растительности, а в зимний период – с отбором проб снега. В 10 точках Двинского залива осуществлялся контроль за содержанием ^{137}Cs в донных отложениях.

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-01Г, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2013 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС по его данным приведены в табл. 2.2.5. Из табл. 2.2.5 видно, что в 2013 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(2,3-7,4)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(4,2-10,3)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $4,8\cdot 10^{-5}$ и $6,2\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Эти значения не превышали средней величины по Северному УГМС ($7,8\cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышений объемных активностей долгоживущих радионуклидов над фоновыми значениями в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2013 г. не наблюдалось.

Таблица 2.2.5

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 2013 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,20	3,4	0,54	4,5	0,73	10,7
	м	6,28	13,0	3,33	13,8	6,72	239,5
Февраль	с	0,83	4,5	0,67	5,6	0,66	8,4
	м	3,43	9,9	3,86	20,2	4,71	161,1
Март	с	1,01	5,1	0,94	5,4	0,66	9,8
	м	3,60	8,3	2,28	9,2	6,14	73,1
Апрель	с	0,97	6,5	0,85	8,0	0,66	8,0
	м	3,01	17,1	2,52	24,1	6,19	53,5
Май	с	0,57	4,3	0,33	6,5	0,48	7,2
	м	2,05	13,1	0,81	24,0	3,33	36,3
Июнь	с	0,78	7,4	0,54	10,3	0,56	8,1
	м	2,80	13,8	1,90	22,9	3,52	50,3
Июль	с	0,49	6,5	0,67	7,3	0,48	8,6
	м	1,48	17,9	2,43	18,2	2,71	55,6
Август	с	0,47	6,2	0,83	6,8	0,59	7,6
	м	1,75	12,1	2,68	15,5	4,13	61,2
Сентябрь	с	0,54	4,2	0,81	6,8	0,54	8,0
	м	4,38	8,0	5,52	15,9	5,52	81,6
Октябрь	с	0,93	3,6	0,81	4,6	0,62	5,7
	м	3,33	15,2	3,28	14,2	7,28	39,9
Ноябрь	с	0,62	2,3	0,54	4,2	0,62	5,7
	м	3,47	6,1	1,77	16,6	4,76	56,6
Декабрь	с	1,16	3,8	0,64	4,3	0,83	6,3
	м	5,02	11,0	2,44	10,4	6,39	51,3
Среднее:	2013 г.	0,80	4,8	0,68	6,2	0,61	7,8
	2012 г.	1,0	5,3	0,8	5,5	0,8	7,5
	2011 г.	1,0	4,9	0,8	4,3	0,7	6,7

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2013 г., а также динамика изменения этих величин за период 2011–2011 годов приведены в табл. 2.2.6. Объемная активность ^{137}Cs в 2011 г. была аномально высокой за счет поступления аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» на территорию РФ.

Таблица 2.2.6

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Севера ЕТР
^{137}Cs							
Архангельск	2011	8,0	166,0	12,0	4,7	47,7	52,9
	2012	8,0	4,2	3,4	2,2	4,5	2,9
	2013	3,0	2,8	3,0	1,3	2,5	4,6
Северодвинск	2011	2,2	99,0	3,8	0,5	28,8	52,9
	2012	2,7	3,1	3,7	2,0	2,9	2,9
	2013	1,2	36,0	14,0	7,7	14,7	4,6
$^{90}\text{Sr}^*$							
Архангельск	2011	3,9	2,3	1,8	2,7	2,7	1,0
	2012	6,2	3,0	2,2	3,1	3,6	1,0
	2013	3,5	1,6	1,2	0,9	1,8	0,9
Северодвинск	2011	0,4	0,4	0,4	0,9	0,5	1,0
	2012	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	1,0
	2013	0,5	0,6	0,6	0,3	0,5	0,9

Примечание:* – данные НПО «Тайфун».

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2013 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске – $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $14,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске во II квартале – $36,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2013 г. в г. Северодвинске была в 5 раз выше, чем в 2012 г., и в 3,2 раза выше средневзвешенного значения по Северу ЕТР ($4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Это обусловлено инцидентом на Машиностроительном заводе в г. Электросталь (см. обсуждение табл. 2.2.2).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в Архангельске в 2013 г. составляла $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2 раза меньше, чем в 2011 году, но в 2 раза выше средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР.

В Северодвинске среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2013 г. была на уровне предшествующих лет ($0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) при средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР, равной $0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В г. Северодвинске в 2013 г., как и в предшествующие годы, объемная активность ^{90}Sr была ниже, чем в г. Архангельске.

Указанные значения объемных активностей ^{90}Sr в этих двух пунктах были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009 [7].

Среднемесячные значения суточных атмосферных выпадений $\sum\beta$ в 2013 г. изменялись в пределах (0,5–1,2) Бк/м²сутки в Архангельске и (0,3–0,9) Бк/м²сутки в Онеге при среднегодовых значениях 0,8 и 0,7 Бк/м²сутки соответственно. Усредненные за год значения суммарной бета-активности выпадений на территории ответственности ФГБУ «Северное УГМС» не превышают

средневзвешенных значений по ЕТР в 2012 г. (1,0 Бк/м²сутки). Случаев повышенных значений Σβ радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) не отмечалось.

В 2013 г. сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs на территории деятельности Северного УГМС составляла 0,26 Бк/м²·год и находилась на уровне среднего значения по территории СЗФО и средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2013 г. (0,27 Бк/м²·год, табл. 2.2.3).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2013 г. составили 748,7 Бк/м²·год при годовом количестве осадков 531 мм. Месячные выпадения трития изменялись от 19,6 Бк/м²·месяц (декабрь) до 127,6 Бк/м²·месяц (октябрь). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2013 г. изменялась в диапазоне от 0,31 до 2,22 Бк/л при среднегодовом значении 1,51 Бк/л, что меньше фонового уровня для территории России (1,94 Бк/л).

По данным ежедневных измерений среднемесячные значения МЭД в шести пунктах, расположенных в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска, в течение всего года соответствовали естественному фону и колебались в пределах 0,08 – 0,16 мкЗв/ч, составив в среднем за 2013 г. 0,11 мкЗв/ч, что равно среднему значению по СЗФО.

Вода, донные отложения

Содержание ⁹⁰Sr в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», представлено в табл. 2.2.7. Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности ⁹⁰Sr в реках ЕТР. Из приведенных данных видно, что среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в Северной Двине и Онеге в 2013 г. уменьшились по сравнению с 2011–2012 гг. В Северной Двине среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила 4,5 мБк/л и была практически на уровне среднего значения для рек ЕТР, в Онеге – 4,58 мБк/л, что незначительно превышает среднее значение для рек ЕТР и на три порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения (⁹⁰Sr = 4,9 Бк/л).

Таблица 2.2.7

Объемная активность ⁹⁰Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2013 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	11.03	5,1
	22.04	5,1
	14.05	2,2
	04.06	4,0
	06.08	6,5
	28.10	4,1
Среднее:	2013 г.	4,5
	2012 г.	5,1
	2011 г.	4,9
р. Онега (п. Порог)	08.02	6,8
	17.04	5,1
	30.04	2,5
	01.06	4,1
	06.08	4,8
	06.10	4,2
Среднее:	2013	4,6
	2012 г.	4,7
	2011 г.	4,0
Среднее по ЕТР:	2013	4,4
	2012 г.	4,4
	2011 г.	3,7

Объемная активность трития в р. Северная Двина составляла 1,2 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,6 раза ниже средней величины для рек России (1,9 Бк/л). Содержание трития в Северной Двине постепенно уменьшается, с 2000 г. она уменьшилась в 1,6 раза.

Таблица 2.2.8

**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	2012	2013
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	1,3	1,2

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ⁹⁰Sr в 2013 г. проводился Северным УГМС на пяти гидрологических станциях. Результаты приведены в табл. 2.2.9.

Таблица 2.2.9

**Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Белого моря
(данные НПО «Тайфун»)**

Название места отбора	Координаты места отбора	Объемная активность ⁹⁰ Sr, мБк/л
Горло (поверхность)	66°08' с.ш., 40°20' в.д.	1,7
Бассейн (поверхность) (дно)	65°39' с.ш., 36°29' в.д.	3,7
	65°39' с.ш., 36°29' в.д.	2,2
Двинской залив (поверхность)	64°44' с.ш., 39°24' в.д.	3,3
Онежский залив (поверхность)	64°01' с.ш., 37°37' в.д.	4,2
Кандалакшский залив (поверхность)	66°40' с.ш., 33°22' в.д.	3,7
Среднее		3,1

Из табл. 2.2.9 видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в Белом море составляла в 2013 г. 3,1 мБк/л, что в 1,1 раза выше данных 2012 г. [6].

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб морских грунтов, отобранных Северным УГМС 24 июля 2013 г. в 9 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, приведены в табл. 2.2.10. Из гамма-излучающих техногенных радионуклидов в пробах морских грунтов был обнаружен только ¹³⁷Cs.

Таблица 2.2.10

**Удельная активность ¹³⁷Cs в пробах морских грунтов, отобранных
в Двинском заливе в районе г. Северодвинска
(данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

№ п/п	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина отбора, м	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса
1	64 38 01 с.ш., 39 25 00 в.д.	24.07.2013	10,5	1,7
2	64 38 08 с.ш., 39 28 00 в.д.	24.07.2013	12,2	7,5
3	64 38 09 с.ш., 39 32 00 в.д.	24.07.2013	12,2	3,9
4	64 39 05 с.ш., 39 35 06 в.д.	24.07.2013	11,6	5,0
5	64 40 00 с.ш., 39 29 00 в.д.	24.07.2013	13,8	2,1
6	64 41 01 с.ш., 39 31 06 в.д.	24.07.2013	14,0	<0,6
7	64 42 08 с.ш., 39 35 00 в.д.	24.07.2013	14,6	2,7
8	64 41 04 с.ш., 39 38 05 в.д.	24.07.2013	12,9	6,2
9	64 44 03 с.ш., 39 35 06 в.д.	24.07.2013	14,6	<0,6
10	64 44 03 с.ш., 39 38 06 в.д.	24.07.2013	15,0	<0,9
	Среднее			3,1

Среднее содержание ^{137}Cs в донных отложениях уменьшилось по сравнению с 2012 г. и составляет 3,1 Бк/кг воздушно-сухой массы проб (табл. 2.2.11).

Таблица 2.2.11

**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	2012	2013
^{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	3,8	3,1

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Из табл. 2.2.11 видно, что содержание ^{137}Cs в морских грунтах постепенно снижается. С 1994 г. оно уменьшилось в 3,2 раза.

Почва, растительность

До сентября 2013 г. Северным УГМС проводились маршрутные обследования в 30-км зоне вокруг РОО посредством γ -съемки местности с отбором проб растительности и почвы в летний период и проб снега в зимний период. Гамма-съемка местности производилась по 5 маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км. Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 26 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались в 5-см слое. 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. Точки отбора проб почвы, растительности и снега и данные измерений представлены в табл. 2.2.12.

Таблица 2.2.12

**Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности
в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2013 г., Бк/кг
(данные Северного УГМС)**

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МЭД, мкЗв/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	$\Sigma\beta$
т. 1 – Малое Тайнокурье	0,09	0,08	<3	<8	<7	195	<3	<8	<7	532	159
т. 2 – Цигломень	0,09	0,13	<3	<8	<7	271	<3	<8	<7	574	255
т. 3 – Лайский Док	0,11	0,12	<3	<8	<7	220	<3	<8	<7	527	218
т. 4 – Рикасиха	0,12	0,13	<3	10,8	11,6	363	<3	<8	<7	451	148
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,10	0,10	<3	<8	<7	269	3,53	<8	<7	323	184
т. 6 – база отдыха	0,09	0,10	<3	9,98	8,9	352	<3	<8	<7	486	230
т. 7 – Урочище Конецбор	0,12	0,11	<3	10,8	10,1	407	<3	<8	<7	574	200
т. 8 – Миронова Гора	0,13	0,09	<3	<8	<7	368	<3	<8	<7	586	357
т. 9 – у р. Солза	0,09	0,09	<3	31,3	17,6	738	<3	<8	<7	601	279
т. 10 – волость	0,10	0,09	<3	24,2	16,4	595	<3	<8	<7	644	248
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,09	0,09	<3	8,5	9,9	363	<3	<8	11,6	407	155
т. 12 – после Мироновой Горы	0,06	0,06	<3	<8	<7	325	<3	<8	<7	572	202
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	0,07	0,07	<3	<8	<7	249	<3	<8	11,4	377	132
т. 14 – дачи	0,11	0,08	9,3	8,5	8,96	263	<3	<8	25,2	582	225
т. 15 – садовые участки	0,11	0,10	<3	10,2	11,7	343	<3	<8	<7	855	296
т. 16 – заправка	0,11	0,12	<3	9,9	11,3	314	<3	<8	<7	510	284
т. 17 – гаражи	0,09	0,09	<3	<8	9,6	246	<3	<8	13,9	765	309

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МЭД, мкЗв/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. 18 – обелиск	0,07	0,09	<3	<8	8,7	200	<3	<8	10,1	846	225
т. 19 – военная часть	0,10	0,11	7,5	<8	9,4	240	6,3	<8	<7	760	241
т. 20 – развилка к р. Ягорка	0,07	0,08	<3	21,98	26,5	226	<3	<8	<7	416	143
т. 21 – о. Андрианов	0,07	0,09	<3	<8	<7	163,3	<3	<8	<7	438	164
т. 22 – о. Тиноватик	0,10	0,10	<3	8,3	8,2	318	<3	<8	<7	394	173
т. 23 – о. Кего	0,10	0,10	3,1	<8	7,6	266	<3	<8	<7	319	211
т. 24 – о. Никольский	0,09	0,06	<3	9,6	7,2	293	<3	<8	<7	134	91
т. 25 – фон М2 Архангельск	0,10	0,10	<3	17,1	16,8	444	<3	<8	<7	424	193
Аэрологическая станция	0,07	0,09	<3	<8	<7	152	<3	<8	<7	302	143

Из табл. 2.2.12 видно, что удельная активность ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения варьировала в почве на фоновом уровне: от предела обнаружения (23 точки) до 9,34 Бк/кг (т. 14). Удельная активность природных радионуклидов ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K в пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от <7 Бк/кг до 26,51 Бк/кг для ²²⁶Ra; от предела обнаружения до 31,33 Бк/кг для ²³²Th; от 152 до 738 Бк/кг для ⁴⁰K.

Удельная Σβ в пробах растительности (табл. 2.2.12) изменялась в интервале от 91 до 356 Бк/кг при среднем значении 210 Бк/кг и была обусловлена в основном содержанием природного ⁴⁰K. Максимальное значение Σβ долгоживущих радионуклидов (356 Бк/кг) было зафиксировано в т. 8 «Миронова Гора». Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что в 23 пробах из 26 удельная активность ¹³⁷Cs была ниже предела обнаружения. Максимальное значение удельной активности ¹³⁷Cs (6,34 Бк/кг) наблюдалось в т. 19 «Военная часть» (рис. 2.2.5). В районе хранилища ТРО «Миронова Гора» удельная активность ¹³⁷Cs была ниже предела обнаружения. Содержание ²²⁶Ra в пробах растительности было ниже предела обнаружения в 21 точке, максимальное значение составило 25,2 Бк/кг и было зафиксировано в т. 14 (Дачи), а содержание ²³²Th было ниже предела обнаружения. Содержание ⁴⁰K в растительности изменялось от 134 Бк/кг в пробе, отобранной в т. 24, до 855 Бк/кг в т. 15. Среднее значение ⁴⁰K по зоне наблюдения составило 515,3 Бк/кг.

Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,06 до 0,12 мкЗв/ч, что соответствует уровням естественного γ-фона.

Отбор проб снега проводился в марте перед началом весеннего снеготаяния. В 2013 г. была отобрана 21 проба снега. Значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 0,06 до 0,14 мкЗв/ч. Объемная Σβ талой воды изменялась от 3,61 мБк/л (т. 2, рис. 2.2.5) до 20,71 мБк/л (т. 9). Максимальная плотность загрязнения снега Σβ наблюдалась также в т. 9 (0,96 мБк/м²), минимальная – в точках 12 и 2–0,17 мБк/м². По результатам γ-спектрометрического анализа техногенных радионуклидов в пробах не было обнаружено.

В 2013 г. на шести станциях (Архангельск, Мудьюг, Онега, Северодвинск, Унский маяк, Холмогоры), находящихся в 100-км зоне РОО г. Северодвинска, на изотопный анализ Северным УГМС были отобраны 6 проб почвы (рис. 2.2.4). Гамма-спектрометрический анализ показал, что удельная активность ⁴⁰K, ²³²Th, ²²⁶Ra в почве во всех точках была ниже фоновых значений.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs составила 0,07 кБк/м² на метеостанции Северодвинск и 0,04 кБк/м² – на метеостанции Мудьюг.

Среднемесячные значения МЭД на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в течение всего 2013 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах 0,06–0,13 мкЗв/ч.

Данные радиационного мониторинга отдела ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) в СЗЗ и ЗН ОАО «ПО «Севмаш»

В 2013 г. ОЯРБ «Севмаш» проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ на первой набережной. 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 кюветы с площадью сбора 0,25 м² 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;
- МЭД. 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 2013 г. приведены в табл. 2.2.13.

Таблица 2.2.13

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения «Севмаш» в 2013 г. (данные ОЯРБ «Севмаш»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Атмосферные аэрозоли	10^{-5} Бк/м³		10^{-5} Бк/м³		
СЗЗ (ВФУ - 1, первая набережная)	130	130	<5,0	<5,0	<5,0
СЗЗ (ВФУ - 2, первая набережная)	19	19	<5,0	<5,0	<5,0
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год					
СЗЗ (р-н цеха 9-го предприятия)	254	259	-	-	-
СЗЗ (первая набережная)	78	94	-	-	-
ЗН (город, р-н цеха 19-го предприятия)	120	122	-	-	-
Почва, Бк/кг					
СЗЗ	Среднее	Среднее	-	-	-
ЗН	442	437	-	-	-
Растительность, Бк/кг					
СЗЗ (береза напротив здания ПКБ)	240	383	-	-	-
ЗН (береза в городе, территория цеха 19-го предприятия)	210	288	-	-	-
ЗН (тополь напротив ПКБ)	450	322	-	-	-
ЗН (тополь напротив поликлиники предприятия)	530	330	-	-	-
Водоросли, Бк/кг					
СЗЗ, акватория Севмаш	920	1095	<13	4,0	<9
СЗЗ, фоновый район, северо-запад жилого массива г. Северодвинска	730	810	<14	<1,6	<2

Примечание: -- нет данных.

Как видно из табл. 2.2.13, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в СЗЗ «Севмаш» в 2013 г. была на уровне 2012 г. и значительно превышала объемную $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере по Северному УГМС ($7,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³): в точке с ВФУ-1 – в 16,7 раза; в точке с ВФУ-2 –

в 2,4 раза. Объемная активность ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности, которая составляла $5,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. $\Sigma\beta$ выпадений в СЗЗ и ЗН в 2013 г. была незначительно ниже, чем в 2012 г.

Удельная $\Sigma\beta$ проб почвы в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2013 г. (табл. 2.2.13) осталась на уровне 2012 г. и ряда предыдущих лет. В пробах растительности в СЗЗ и ЗН и водорослей в СЗЗ и фоновой точке удельная $\Sigma\beta$ была в основном ниже уровней 2012 г. В пробах водорослей регистрировался ^{90}Sr , в водорослях акватории предприятия его содержание было достаточно высоким и составляло 4 Бк/кг.

Максимальное значение объемной $\Sigma\beta$ в морской воде акватории «Севмаш» в 2013 г. составляло 10,8 Бк/л, суммарная удельная активность в пробах морской воды не отличается от уровня значений ряда предыдущих лет. Техногенные радионуклиды в пробах морской воды обнаружены не были.

МЭД в СЗЗ и ЗН предприятия «Севмаш» колебалась в пределах естественного фона – от 0,07 до 0,15 мкЗв/ч.

Данные радиационного мониторинга отдела ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) в ЗН ЦС «Звездочка»

В 2013 г. ОЯРБ ЦС «Звездочка» 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;
- МЭД. В ЗН контролировались пешеходные магистрали.

В табл. 2.2.14 представлены данные о радиоактивном загрязнении объектов окружающей среды в ЗН ЦС «Звездочка».

Таблица 2.2.14

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звездочка» в 2013 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звездочка»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
Атмосферные аэрозоли, 10^{-5} Бк/м³		10^{-7} Бк/м³		
ЗН	9,8	<2,6	<2,5	<5,1
Атмосферные выпадения, Бк/м²-год				
ЗН	4,88	<0,44	<0,9	<0,31
Почва, кБк/м²				
пр. Бутомы	21	0,22	<0,062	<0,011
ул. Макаренко	35	0,18	<0,094	<0,009
район мемориала	17	0,054	<0,090	<0,011
Донные отложения, Бк/кг				
ЗН	270	0,72	<1,4	<0,08
Морская вода, мБк/л				
ЗН	6700	<12	<8,4	<7,4

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2013 г. составляла $9,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в 1,3 раза превышала среднюю объемную $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере по Северному УГМС ($7,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Из техногенных радионуклидов в воздухе ЗН ЦС «Звездочка» определялись ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co. Содержание ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co было ниже порога обнаружения, содержание ¹³⁷Cs было низким – $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в июне и декабре.

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в ЗН не превышала фонового уровня. Однако в почве регистрировался ⁶⁰Co, отсутствующий в составе глобального фона.

Объемная суммарная бета активность воды в Двинском заливе Белого моря составляла 6,7 Бк/л, объемная активность ¹³⁷Cs была менее 12 мБк/л, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co – менее 7,4 и 8,4 мБк/л соответственно, что на два – четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [7].

Мощность дозы в ЗН изменялась от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч и не превышала естественного гамма-фона. Из приведенных данных можно сделать вывод, что РОО г. Северодвинска оказывают влияние на загрязнение акватории предприятий техногенными радионуклидами.

2.2.2. 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 береговые 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 закрыто, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;
- ОАО «Мурманский судоремонтный завод», осуществляющее ремонт судов с ядерными установками;
- Ловозерский и Ковдорский горно-обогачительные 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. 2.2.15 приводится информация о сбросах радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую сеть. В 2013 г. сбросы ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁹⁵Zr, ^{89,90}Sr, ⁵⁴Mn и суммы европия увеличились, так же в отличие от 2012 г. в сбросах РТП «Атомфлот» регистрировались ¹³⁴Cs, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb и изотопы европия (см. табл. 2.2.15).

Таблица 2.2.15

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

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Co	2,90·10 ⁷	5,6·10 ⁶	1,2·10 ⁶	+4,4·10 ⁶
¹³⁴ Cs	5,25·10 ⁴	6,0·10 ⁵	-	-
¹³⁷ Cs	3,9·10 ⁸	3,1·10 ⁷	9,1·10 ⁶	+2,21·10 ⁷
^{89,90} Sr	1,2·10 ⁸	5,9·10 ⁷	9,1·10 ⁵	+5,8·10 ⁷
⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	4,11·10 ⁶	1,5·10 ⁵	-	-
¹⁵² Eu+ ¹⁵⁴ Eu+ ¹⁵⁵ Eu	3,56·10 ⁵	3,6·10 ⁵	-	-
⁵⁴ Mn	3,30·10 ⁷	5,6·10 ⁴	1,6·10 ⁴	+4·10 ⁴

В 2013 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС на 37 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (рис. 2.2.6):

- 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 ⁹⁰Sr 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 МЭД, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МЭД контролировалась с помощью 29 дополнительных постов.



Рис. 2.2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

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

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. Радионуклидный анализ проб выпадений и аэрозолей проводился с помощью γ -спектрометрической установки «Canberra S100».

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся 3 стационарных пункта по измерению МЭД (Мурманск, Ура-Губа, Полярное) и 15 автоматических, 3 пункта контроля за радиоактивными выпадениями (Мурманск, Печенга, Полярное) и 1 пункт контроля за объемной активностью радиоактивных аэрозолей (Мурманск).

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Мурманске представлены в табл. 2.2.16. Из табл. 2.2.16 видно, что среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в г. Мурманске в 2013 г. было в 2,5 раза ниже уровня предыдущего года и составляло $1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 8 раз ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья в 2013 г. ($8,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась от $0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в ноябре) до $2,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в марте). В 2013 г. случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз не наблюдалось.

Таблица 2.2.16

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2013 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	3,2	2,4	3,4	1,5
	м	14,1	7,2	7,2	3,4
Февраль	с	2,5	3,2	3,6	1,5
	м	6,5	7,2	8,5	2,2
Март	с	2,7	2,5	3,3	2,6
	м	8,9	8,1	7,5	6,4
Апрель	с	3,8	2,1	3,1	1,3
	м	8,6	3,9	5,8	2,7
Май	с	2,0	2,2	1,4	0,6
	м	5,9	5,6	3,5	1,9
Июнь	с	1,7	1,1	1,4	0,7
	м	4,2	1,9	2,8	2,9
Июль	с	1,6	1,3	1,2	0,4
	м	6,8	2,4	2,6	0,9
Август	с	1,4	-	1,6	0,6
	м	5,5	-	4,5	2,5
Сентябрь	с	2,1	2,5	2,1	0,7
	м	6,5	5,3	4,8	1,6
Октябрь	с	1,7	1,3	1,6	0,6
	м	6,8	2,9	4,9	3,0
Ноябрь	с	2,2	2,3	2,0	0,5
	м	5,8	7,3	5,9	1,3
Декабрь	с	2,2	-	2,5	1,4
	м	6,6	-	5,9	2,3
Среднее:	2013 г.	2,3	2,1	2,3	1,0
	2012 г.	2,5	2,3	1,3	2,6
	2011 г.	3,3	2,7	1,5	3,2

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова были в 1,1 раза ниже, чем в 2012 г. (табл. 2.2.16). Выпадения $\Sigma\beta$ в пос. Полярное и Печенга в 2013 г. были на уровне и ниже $\Sigma\beta$ в г. Мурманске и в 1,7 раз превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья ($1,3$ Бк/м²-сутки). Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах находились в пределах от $1,2$ Бк/м²-сутки (в июне в г. Мурманске) до $3,6$ Бк/м²-сутки (в феврале в г. Мурманске). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений ($14,1$ Бк/м²-сутки) в 2013 г. наблюдалось в январе в п. Полярном. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2013 г. в этих пунктах не отмечалось.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2009–2013 годах представлена в табл. 2.2.17.

Таблица 2.2.17

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
^{137}Cs							
Мурманск	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
	2012	0,63	0,1	нпо	нпо	0,7	1,6
	2013	0,59	2,0	0,1	0,5	0,8	1,8
^{90}Sr							
Мурманск	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	0,07	0,29
	2012	0,07	0,02	0,01	0,01	0,03	0,33
	2013	0,26	0,07	0,02	0,02	0,09	0,36

Примечания: н/д – нет данных;
нпо – ниже предела обнаружения.

Как видно из табл. 2.2.17, среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. в 1,1 раза и составила $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr увеличилась в 3 раза по сравнению с 2012 г. и составила $0,09 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs были ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья (в 4 и 2,2 раза соответственно).

Выпадения ^{137}Cs в 2012 г. в пунктах Мурманск, Печенга, Полярное, Териберка, Йоканьга в среднем были ниже пределов обнаружения.

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2013 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. 2.2.18. Из табл. 2.2.18 видно, что объемная активность ^{90}Sr в пробах воды Баренцева моря в 2013 г. колебалась от 1,6 до 2,4 мБк/л при среднем значении 2,1 мБк/л, что выше уровня предыдущего года в 1,2 раза [4; 5; 14; 15].

Таблица 2.2.18

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

Баренцево море	
Дата отбора	Координаты пункта отбора 68°37' с.ш., 33°03' в.д.
19.03.2013	2,4
16.07.2013	1,6
17.09.2013	1,8
15.11.2013	2,7
Среднее: 2013 г.	2,1
2012 г.	1,8

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2013 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,64 Бк/л (в октябре) до 2,1 Бк/л (в мае). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2013 г. снизилось по сравнению с 2011 г. в 1,2 раза и составило 1,4 Бк/л, что в 1,4 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2013 г. (1,9 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2013 г. МЭД 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 0,04 мкЗв/ч (в г. Мурманске) до 0,12 мкЗв/ч (в Полярном). Максимальные значения МЭД не превышали 0,14 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2013 г. практически не изменилась по сравнению с 2012 г.

2.2.3. 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 (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 осуществлялись 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 м³ каждая и 2 емкости для жидких радиоактивных отходов (ЖРО) объемом также по 200 м³ 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 ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов 320 м³.

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. 2.2.6). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были рассмотрены выше (см. раздел 2.2.2). Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2013 г. изменялись от 0,04 до 0,12 мкЗв/ч, что не превышало пределов естественного γ -фона в этом регионе. Максимальные значения МЭД не превышали 0,14 мкЗв/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.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СЗФО в 2013 г. была стабильной. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения.

2.3. Южный федеральный округ

Общая информация по округу

Южный Федеральный округ (ЮФО) расположен на юге ЕТР и включает юг Восточно-Европейской равнины и Предкавказье. В него входят шесть субъектов Федерации: Республики Адыгея и Калмыкия, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская и Ростовская области. Площадь территории региона составляет 485 тыс. км², население – 16,714 млн человек [1].

Согласно [2], на территории округа расположено три РОО: Ростовская АЭС и два ПЗРО: Ростовское и Волгоградское отделения филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО». В Еланском районе Волгоградской области есть один пункт (с. Дубовое) с плотностью загрязнения территории ¹³⁷Cs в результате чернобыльской аварии более 1 Ки/км² [3].

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.3.1): 93 пункта наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно), 25 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 4 пункта по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (экспозиция проб – одни сутки), 2 пункта (Астрахань и Цимлянск) по отбору проб осадков для анализа на содержание трития, 2 пункта (п. Верхнее Лебяжье, р. Волга, Горьковское вдхр., Астраханская обл. и п. Аксай, р. Дон, Ростовская обл.) по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий, 3 пункта (п. Верхнее Лебяжье, р. Волга; п. Аксай, р. Дон; п. Тиховской, р. Кубань, Краснодарский край) по отбору проб поверхностных вод и 1 пункт (о. Чечень, п-ов Мангышлак, Астраханская область) по отбору проб морской воды для анализа на содержание ⁹⁰Sr.

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС. В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание ⁹⁰Sr и трития.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МЭД на территории ЮФО в 2013 г. изменялись от 0,08 до 0,19 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах Федерации округа приведены в табл. 2.3.1. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2013 г. составлял 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ЮФО в предыдущие годы.

Из табл. 2.3.1 следует, что среднегодовое значение МЭД в степных районах ниже, чем в горных (в большинстве субъектов – 0,10–0,12 мкЗв/ч, а в Республике Адыгея – 0,15 мкЗв/ч). Максимальное суточное значение МЭД 0,26 мкЗв/ч наблюдалось в п. Даховское в горном районе Республики Адыгея. Среднегодовое значение МЭД в этом пункте – 0,146 мкЗв/ч.

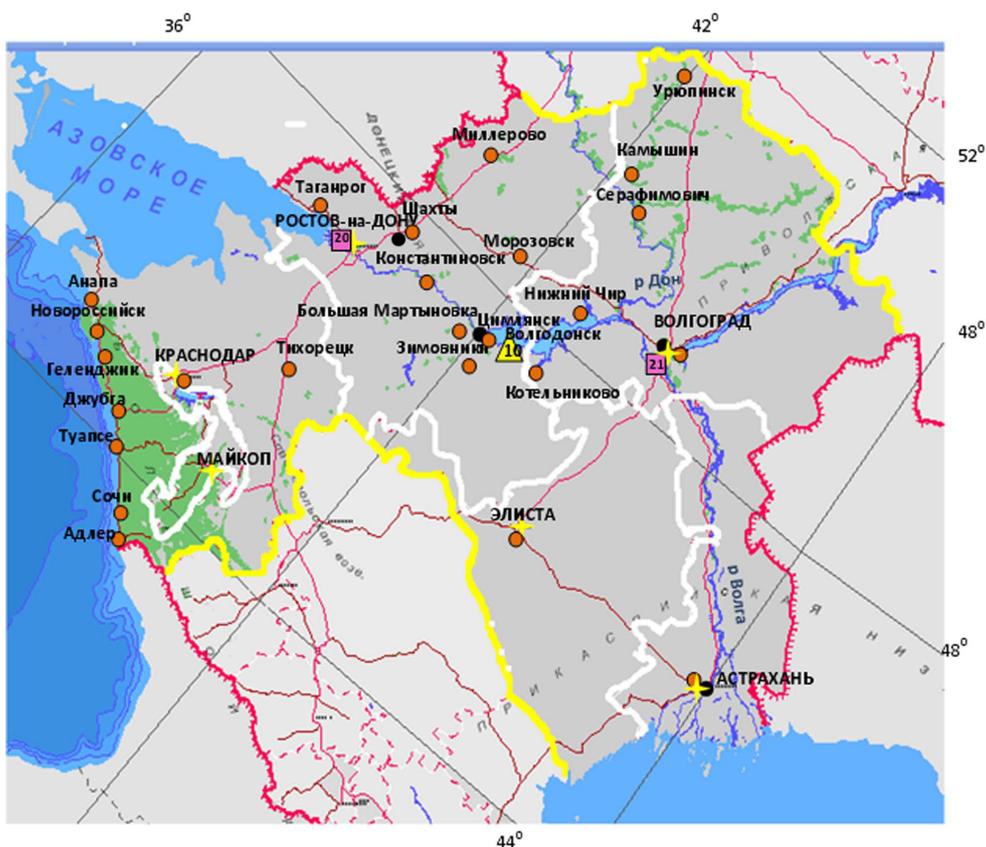


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- (красная) – магистральные федеральные автодороги;
- (коричневая) – прочие федеральные автодороги;
- (белый) – границы субъектов РФ;
- (желтый) – границы федеральных округов;
- (красная) – государственная граница.

Таблица 2.3.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД
в субъектах ЮФО в 2013 г., мкЗв/ч
(данные Северо-Кавказского УГМС)**

Субъекты Федерации	Кол-во пунктов	Среднегодовые МЭД	Максимальные МЭД
Ростовская область	20+4*	0,12	0,19 (Зерноград)
Астраханская область	9	0,12	0,19 (Черный Яр)
Волгоградская область	16	0,10	0,17 (Рудня)
Краснодарский край	31	0,12	0,23 (Красная Поляна)
Республика Адыгея	2	0,15	0,26 (Даховская)
Республика Калмыкия	10	0,12	0,20 (Городовиковск)

Примечания: в скобках указаны пункты наблюдения, в которых были измерены максимальные по каждому субъекту значения МЭД; * – 4 ПНЗ в Ростове-на-Дону.

Приземная атмосфера

На территории округа только в 3 субъектах Федерации из 6 проводятся наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения на территории ЮФО приведена в табл. 2.3.2.

Таблица 2.3.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ЮФО, 10^{-7} Бк/м³
(данные Северо-Кавказского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Ростовская область						
Ростов-на-Дону	2,6	7,0	321,9	0,78	1,26	0,51
Цимлянск (Ростовская АЭС)	4,7	2,4	140,9	0,51	0,51	0,27
Волгоградская область						
Волгоград	1,9	2,8	32,0	0,33	0,52	0,36
Астраханская область						
Астрахань	3,7*	5,8	260,2	0,86	1,34	1,01
Средневзвешенное по Югу ЕТР	3,1	4,1	160,0	0,60	0,80	0,54

Примечания: * - данные только за IV квартал;
в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения.

Высокие значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. были обусловлены трансграничным переносом радионуклидов на территорию РФ вследствие аварии на японской АЭС «Фукусима-1». По данным табл. 2.3.2, объемная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения уменьшилась по сравнению с 2012 г., только в Цимлянске увеличилась в 2 раза. Средневзвешенная объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr по Югу ЕТР составляла в 2013 г. $3,1 \cdot 10^{-7}$ и $0,60 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности этих радионуклидов по НРБ 99/2009 [7]. На рис. 2.3.2 представлена динамика изменения средневзвешенного значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО с 2006 г. Видно, что объемная активность ^{137}Cs в рассматриваемый период без учета данных 2011 г. медленно снижается.

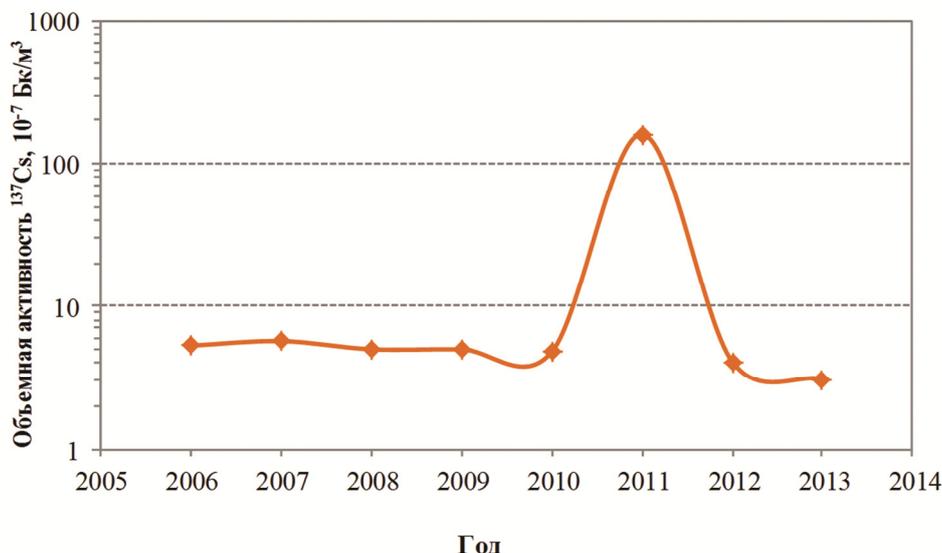


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Радиоактивные выпадения

В 2013 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях ЮФО сохранились на уровне 2012 г., изменяясь от 0,59 Бк/м²·сутки в п. Котельниково до 2,65 Бк/м²·сутки в г. Астрахани (при среднем значении для территории округа – 1,17 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2013 г. в г. Астрахани в феврале – 6,26 Бк/м²·сутки.

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2013 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО составили в 2013 г. 0,37 Бк/м²·год, что примерно на 30 % выше уровня 2012 г. (0,29 Бк/м²·год). Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3. Если исключить данные 2011 г., обусловленные аварией на АЭС «Фукусима-1», то из рис. 2.3.3 видно, что выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО также постепенно снижаются. За указанный период они уменьшились в 1,5 раза.

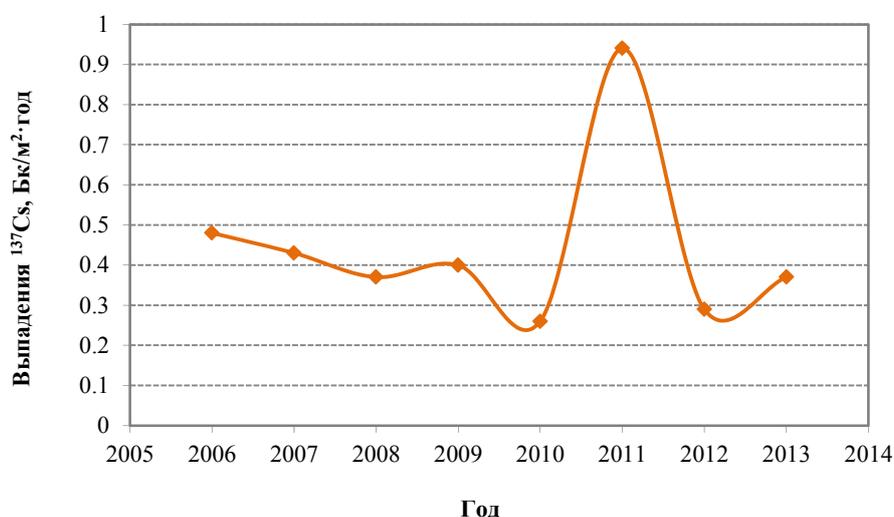


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Поверхностные и морские воды

На территории ЮФО наблюдения за содержанием трития в осадках проводятся в Астраханской и Ростовской областях, за содержанием трития и ⁹⁰Sr – в реках Астраханской, Ростовской областей и Краснодарского края. В Волгоградской области проводятся наблюдения за содержанием ⁹⁰Sr в Каспийском море.

Объемная активность трития в осадках в 2013 г. составляла: в Астрахани – 1,56 Бк/л, в Цимлянске – 1,95 Бк/л, что соответствует среднему значению по территории РФ (1,94 Бк/л).

Объемная активность трития в р. Волге (п. В. Лебяжье) и в р. Дон (п. Аксай) в 2013 г. составляла 1,6 и 1,7 Бк/л соответственно и не превышала среднего значения по территории РФ (1,9 Бк/л).

Объемная активность ⁹⁰Sr составляла: 1,7 мБк/л в р. Кубань (Краснодарский край); 2,6 мБк/л в р. Волге (Астраханская область); 3,9 мБк/л в р. Дон (Ростовская область) и находилась ниже среднего значения для рек ЕТР (4,4 мБк/л).

Объемная активность ⁹⁰Sr в Каспийском море составляла 6,7 мБк/л, что также незначительно превышает значение 2012 г. (5,4 мБк/л).

**2.3.1. ПЗРО Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ»
ФГУП «РосРАО»**

ПЗРО расположен в Волгоградской области на территории Городищенского муниципального района в 5 км от хут. Грачи и примерно в 20 км от г. Волгограда. Территория ПЗРО вместе с СЗЗ составляет 78 га. В 200 м от ПЗРО «Радон» проходит канал Городищенской оросительной системы. ПЗРО принимает на захоронение медицинские отходы, источники ионизирующего излучения геофизического, медицинского и технологического оборудования от предприятий и учреждений Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия. Переработку РАО ПЗРО не производит.

В 100-км зоне ПЗРО действует один пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей и выпадений в г. Волгограде и два пункта по измерению МЭД.

В соответствии с табл. 2.3.2 в 2013 г. объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в г. Волгограде не превышала соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР. Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Волгограде отдельно не измеряются (соответствуют выпадениям ^{137}Cs по всей территории ЮФО и составляли в 2013 г. 0,37 Бк/м²-год). Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

**2.3.2. ПЗРО Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ»
ФГУП «РосРАО»**

ПЗРО расположен на стыке трех районов Ростовской области Аксайского, Мясницкого и Родионо-Несветайского. Территория ПЗРО представляет собой участок, имеющий прямоугольную форму размером 100 х 600 м (6 га) и СЗЗ в радиусе 1000 м. Река Тузлов (приток р. Дона) протекает на расстоянии 2,5 км севернее ПЗРО. ПЗРО осуществляет сбор, транспортирование и захоронение ТРО и ИИИ. ПЗРО принимает на захоронение медицинские отходы, ампульные источники геофизического, медицинского и технологического оборудования от предприятий и учреждений Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев. Переработка РАО не производится.

В 100-км зоне ПЗРО действуют 1 пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей в г. Ростове-на-Дону, 3 пункта по отбору проб выпадений и 13 пунктов по измерению МЭД. Данные по объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в г. Ростове-на-Дону приведены в табл. 2.3.2. Среднегодовая МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны варьировала от 0,1 до 0,14 мкЗв/ч и не превышала уровней колебания естественного радиационного фона.

Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зоне Ростовской АЭС приведен в разд. 4.

Выводы

Радиационная обстановка на территории ЮФО в 2013 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МЭД не показали значимого влияния РОО, расположенных на территории ЮФО, на радиационную обстановку в регионе. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 [7] нормативов и не представляют опасности для здоровья населения.

2.4. Северо-Кавказский федеральный округ

Общая информация по округу

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО) расположен на юге ЕТР в Предкавказье и предгорных районах Кавказского хребта. В него входят 7 субъектов Федерации: Республики Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская и Ставропольский край. Площадь территории региона составляет 104,2 тыс. км², население – 6,186 млн человек [1].

Согласно [2], на территории округа расположено 2 РОО: ФГУП «Гидрометаллургический завод», расположенный в г. Лермонтове Ставропольского края, и ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.4.1): 42 пункта наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно) и 10 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки).

Анализ отобранных проб выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС.

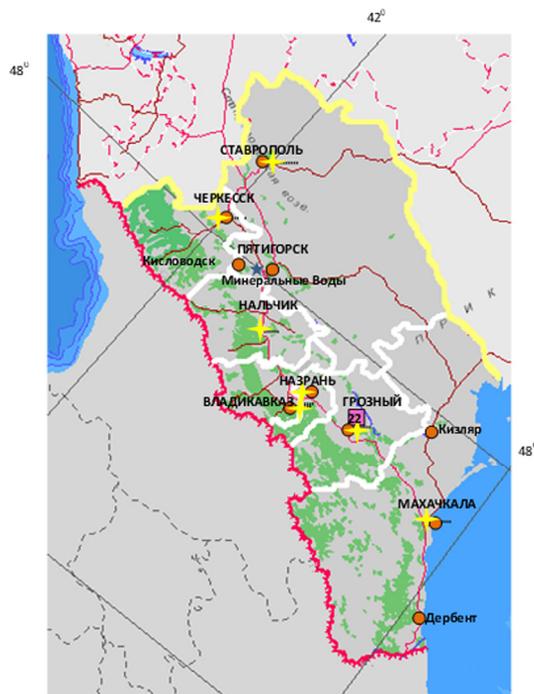


Рис. 2.4.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- – центры субъектов РФ;
- — магистральные федеральные автодороги;
- — прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- – границы федеральных округов;
- — государственная граница.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга среднемесячные значения МЭД на территории СКФО в 2013 г. изменялись от 0,09 до 0,17 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории СКФО в предыдущие годы. Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах Федерации округа приведены в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД (мкЗв/ч)
в субъектах СКФО в 2013 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)**

Субъекты Федерации	Кол-во пунктов	Среднегодовые МЭД	Максимальные МЭД
Республика Дагестан	12	0,11	0,20 (Кизляр)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,15	0,20 (Моздок)
Республика Ингушетия	1	0,13	0,18 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,13	0,19 (Прохладная)
Карачаево-Черкесская Республика	2	0,16	0,23 (Зеленчукская)
Чеченская Республика	5	0,14	0,20 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,13	0,22 (Зеленокумск)

Примечание: в скобках указаны пункты наблюдения, в которых были измерены максимальные по каждому субъекту значения МЭД.

Радиоактивные выпадения

В 2013 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2012 г., изменяясь от 0,55 Бк/м²-сутки в г. Кисловодске до 1,68· Бк/м²-сутки в г. Кизляр (при среднем значении для территории округа 1,03 Бк/м²-сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2013 г. в г. Дербенте в декабре – 2,81 Бк/м²-сутки.

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории СКФО в 2013 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ¹³⁷Cs по на территории СКФО составляли в 2013 г. 0,37 Бк/м²-год, что примерно на 30 % выше уровня 2012 г. (0,29 Бк/м²-год). Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3.

2.4.1. ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ»

ФГУП «РосРАО»

ПЗРО расположен в с. Толстой-Юрт Грозненского района на территории горы Карах. ПЗРО предназначено для захоронения твердых и жидких РАО от предприятий округа. С 2002 г. ПЗРО законсервирован и в настоящее время осуществляет транзитное хранение РАО в Саратовском отделении филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО». Территория ПЗРО разделена на две зоны: «грязную» и «чистую». В состав «грязной» зоны входят: законсервированное хранилище (зона постоянной консервации), хранилище бесконтейнерного хранения РАО, пункт транзитного (временного) хранения радиационных упаковок, каньоны для хранения жидких биологических РАО.

В 100-км зоне ПЗРО действуют три пункта по отбору проб радиоактивных выпадений и семь пунктов по измерению МЭД.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне ПЗРО отдельно не измеряются (соответствуют выпадениям ¹³⁷Cs по всей территории СКФО и составляли в 2013 г. 0,37 Бк/м²-год). Среднемесячная

мощность дозы в 100-км зоне ПЗРО в течение года изменялась от 0,09 до 0,17 мкЗв/ч, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

В 2013 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от 0,83 до 1,68 Бк/м²·сутки (при среднем значении 1,3 Бк/м²·сутки), незначительно отличаясь от уровня 2012 г. (1,2 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2013 г. в г. Грозный в январе – $10,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м²·сутки.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2013 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МЭД не показали значимого влияния РОО, расположенных на территории СКФО, на радиационную обстановку в регионе. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 [7] нормативов и не представляют опасности для здоровья населения.

2.5. Приволжский федеральный округ

Общая информация по округу

Приволжский федеральный округ (ПФО) расположен на юго-востоке Европейской части Российской Федерации (занимает часть Восточно-Европейской равнины и Приволжской возвышенности) и в южном Предуралье. Часть территории округа (Республика Башкортостан, Оренбургская область) расположена на рубеже Европы и Азии на Южном Урале и прилегающих к нему равнинах Предуралья и Зауралья. В состав округа входят 14 субъектов Федерации: Республика Башкортостан, Кировская область, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Нижегородская область, Оренбургская область, Пензенская область, Пермский край, Самарская область, Саратовская область, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Ульяновская область, Чувашская Республика. Центром округа является город Нижний Новгород. Площадь федерального округа составляет 1 035,9 тыс. км², население – 32 017,8 тыс. человек.

Согласно [2], на территории округа расположено 12 РОО, среди которых есть особо радиационно опасные и ядерно-опасные объекты. На территории ПФО находятся Балаковская АЭС (г. Балаково, Саратовская область), 5 ПЗРО – Нижегородское, Благовещенское (г. Благовещенск, Башкортостан), Самарское, Саратовское, Казанское отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», а также ОАО «ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова» (г. Нижний Новгород), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров, Нижегородская область), ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов, Удмуртская Республика), НИИ атомных реакторов (г. Димитровград Ульяновской области).

Структура сети радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Верхне-Волжским, Приволжским, Башкирским, Уральским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.5.1): 196 пунктов наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно), 37 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 5 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ, 5 пунктов по

отбору проб осадков для анализа на содержание трития, 1 пункт по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий, 4 пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr .

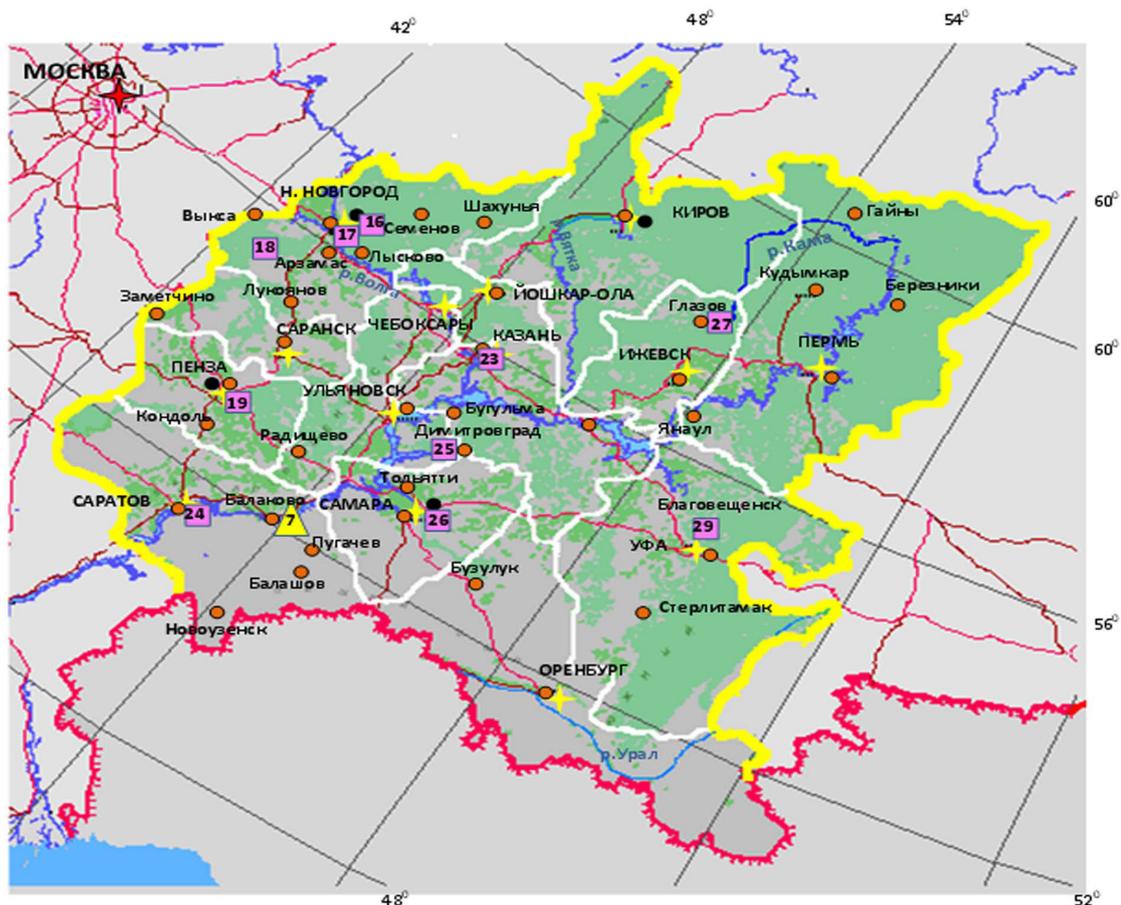


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- – магистральные федеральные автодороги;
- – прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- – границы федеральных округов;
- – государственная граница.

Анализ проб аэрозолей и выпадений на содержание гамма-излучающих техногенных и природных радионуклидов, а также на суммарную бета-активность проводится в радиометрических лабораториях УГМС, расположенных на территории ПФО. Анализ проб поверхностных вод на содержание трития проводится в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун», ^{90}Sr – в лабораториях ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным ежедневных измерений на 196 пунктах в течение 2013 г. на территории ПФО мощность амбиентного эквивалента дозы γ -излучения (МЭД) на местности находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона. Диапазон значений МЭД в 2013 году на территории ПФО был от 0,05 до 0,26 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные значения МЭД в

субъектах ПФО представлены в табл. 2.5.1. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2013 г. составлял 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ПФО в предыдущие годы

Таблица 2.5.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД (мкЗв/ч)
в субъектах ПФО в 2013 г. (данные УГМС)**

Субъекты Федерации	Кол-во пунктов	Среднегодовые МЭД	Максимальные МЭД
Республика Башкортостан	35	0,10	0,17 (Сибай, Федоровка)
Республика Марий Эл	4	0,11	0,16 (Йошкар-Ола)
Республика Мордовия	6	0,11	0,22 (Темников)
Республика Удмуртская	8	0,11	0,16 (Глазов)
Республика Чувашская	5	0,12	0,26 (Чебоксары)
Кировская область	20	0,10	0,19 (Уни)
Нижегородская область	18	0,10	0,16 (Н. Новгород, Лысково)
Республика Татарстан	17	0,11	0,15 (Лайшево)
Оренбургская область	16	0,11	0,19 (Первомайский)
Пензенская область	8	0,12	0,19 (Земетчино, Пенза)
Самарская область	12	0,11	0,29 (Новодевичье)
Саратовская область	19	0,12	0,18 (Балаково, Ершов, Карабулак, Октябрьский городок)
Ульяновская область	7	0,11	0,15 (Инза, Сенгилей)
Пермский край	20	0,11	0,17 (Бисер, Гайны)

Приземная атмосфера

На территории ПФО расположены 5 пунктов наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ: Казань, Нижний Новгород, Киров, Пенза, Самара. Пункты наблюдения с ВФУ в Нижнем Новгороде и Самаре расположены в 100-км зоне РОО и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источника. В этой связи данные по объемной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения на территории ПФО приведена в табл. 2.5.2.

Таблица 2.5.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ПФО, 10^{-7} Бк/м³
(данные УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Республика Татарстан						
Казань	1,7*	-	-	1,05*	-	-
Нижегородская область						
Нижний Новгород	1,4	1,4	36,8	0,27	0,34	0,30
Кировская область						
Киров	3,0	3,4	61,9	0,95	1,21	1,05
Пензенская область						
Пенза	4,4	5,2	42,3	0,51	0,65	0,49
Самарская область						
Самара	2,4	1,8	30,7	0,61	0,59	0,66
Средневзвешенное по Центру ЕТР	5,9	4,0	52,9	0,47	0,64	0,58

Примечание: * – данные за II кв., ВФУ в Казани начала работать с июля.

На рис. 2.5.2 представлены среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs по пунктам наблюдения в ПФО в 2010–2013 годах. Из рисунка видно, что среднегодовые объемные активности

^{137}Cs в 2011 г. значительно превышали уровни предыдущих лет, что связано с аварией на японской АЭС «Фукусима-1». Исключая 2011 г., стоит отметить, что более высокие уровни объемной активности ^{137}Cs в ПФО уже на протяжении ряда лет отмечаются в Пензе. Так в 2013 г. объемная активность ^{137}Cs в Пензе была в 1,5–3,2 раза выше, чем в других пунктах округа, но в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по центру ЕТР.

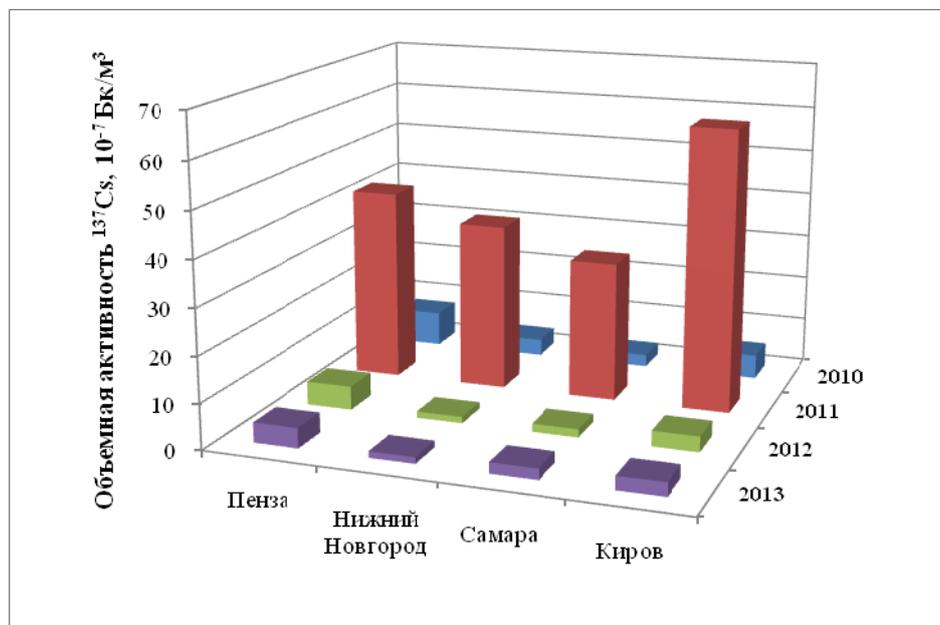


Рис. 2.5.2. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в атмосферном воздухе на территории ПФО в 2010–2013 годах

На рис. 2.5.3 представлена динамика усредненных по территории округа объемных активностей ^{137}Cs в 2005–2013 годах.

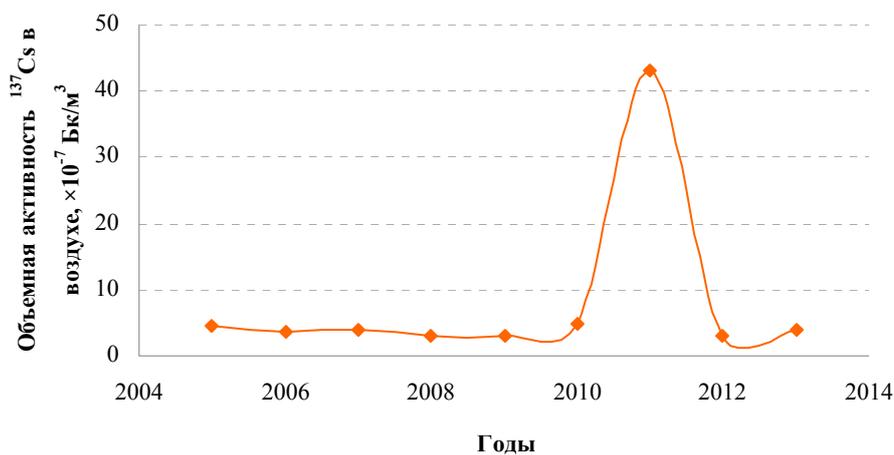


Рис. 2.5.3. Динамика объемной активности ^{137}Cs на территории ПФО в 2005–2013 годах

В 2011 г. из-за аварии на АЭС «Фукусима-1» средняя объемная активность ^{137}Cs по ПФО составила $43,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2013 г. этот показатель был ниже или на уровне неаварийных 2010 и 2012 гг. и составил $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr на территории ПФО в 2013 г. составила $0,68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует предыдущим годам наблюдений – $(0,6 - 0,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории ПФО в 2013 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения.

В табл. 2.5.2. представлены данные годовых выпадений ^{137}Cs на территории ПФО в 2009 – 2013 гг.

Таблица 2.5.2

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов ПФО в 2009 – 2013 гг., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	2013	2012	2011	2010	2009
Республика Башкортостан	0,14	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Марий Эл	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Мордовия	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Удмуртская	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Чувашская	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Кировская область	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Нижегородская область	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Татарстан	0,25	0,3	1,4	0,3	0,3
Оренбургская область	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Пензенская область	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Самарская область	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Саратовская область	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Ульяновская область	1,01	0,4	1,1	0,5	0,4
Пермский край	0,14	0,3	0,8	0,6	0,2
Среднее по округу	0,4	0,2	2,0	0,3	0,3

В 2013 г. уровень выпадений ^{137}Cs , усредненный по территории округа, составил 0,4 Бк/м²·год, что в 2 раза выше, чем в 2012 г. (0,2 Бк/м²·год), и в 1,5 раза, чем в 2009 – 2010 годах (0,3 Бк/м²·год). Наибольший уровень выпадений ^{137}Cs на территории ПФО был зарегистрирован на территории Ульяновской области – 1,01 Бк/м²·год.

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы, усредненные по субъектам ПФО в 2006 – 2013 гг., представлены на рис. 2.5.4. На рис. 2.5.4 видно, что максимальные уровни выпадений ^{137}Cs на территории ПФО наблюдались в 2011 г., что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1».

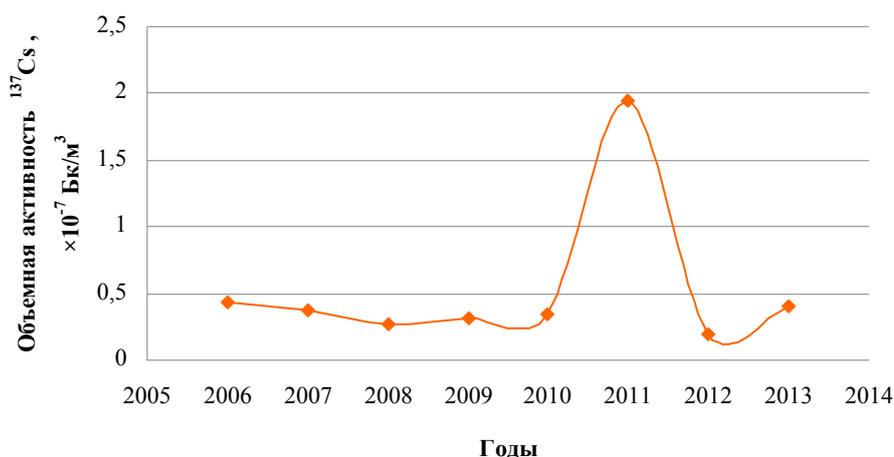


Рис. 2.5.4. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории Приволжского федерального округа в 2006–2013 гг.

Поверхностные воды

На территории ПФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в поверхностных водах, а также наблюдения за содержанием трития в атмосферных осадках и в речной воде.

Наблюдения за содержанием ^{90}Sr в поверхностных водах ПФО ведутся на реках Урал, Вишера, Кама и Колва.

Наблюдения за содержанием трития в осадках ведутся в следующих субъектах ПФО: Чувашская Республика, Пермский край, Нижегородская область и Республика Татарстан. Тритий в речной воде на территории округа определяют в одном месте – в р. Волга г. Балаково Саратовской области.

В табл. 2.5.3 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках, расположенных в субъектах ПФО, в 2013 г.

Таблица 2.5.3

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках ПФО в 2013 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2012	2013
Оренбургская область	р.Урал	Оренбург	3,6	3,2
Пермский край	р.Вишера	Рябиново	8,3	4,8
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	5,8	5,7
Пермский край	р.Колва	Чердынь	9,0	3,2
Среднее по рекам ЕТР			4,6	4,4

Из табл.2.5.3 видно, что для р. Урал и р. Колва (п. Чердынь)объемная активность ^{90}Sr в 2013 г. не превышала среднее значение по рекам ЕТР и составила 3,2 мБк/л. Содержание ^{90}Sr в водах рек Вишера (п. Рябиново) и Кама (п. Тюлькино) в 2013 г., как и в предыдущие годы, незначительно превышало среднее значение по рекам ЕТР – в 1,1 и 1,3 раза соответственно. Вероятно, повышенное содержание ^{90}Sr в этих реках обусловлено влиянием радиоактивных продуктов тройного ядерного взрыва на выброс почвы «Тайга» (каждый мощностью 15 кт на глубине 128 м), проведенного в 1971 г. в Чердынском районе Пермского края в 100 км севернее г. Красновишерска для предполагаемого строительства канала, соединяющего р.Печору с р. Колвой.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2013 г. варьировала от 1,3 до 2,7 Бк/л и в среднем составила 1,7 Бк/л, что ниже среднего значения за год для основных рек России – 1,9 Бк/л.

Среднегодовые значения объемной активности трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Чебоксарах (Чувашская Республика), Городце (Нижегородская область), Казани и Тетюшах (Республика Татарстан), Перми (Пермский край), в 2013 г. составили 2,3; 1,9; 1,8; 1,8; 1,9 Бк/л соответственно, что либо равно, либо незначительно превышает среднегодовое значение объемной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2013 г. – 1,9 Бк/л.

По состоянию на 1 января 2013 г. в ПФО в 16 населенных пунктах Пензенской области наблюдались уровни загрязнения ^{137}Cs более 1 Ки/км² [3]. На 1 января 2014 г. количество таких пунктов сократилось до 10. В остальных субъектах ПФО уровни загрязнения ^{137}Cs были значительно ниже 1 Ки/км².

Обзор и анализ радиационной обстановки в районах расположения Балаковской АЭС даны в разд. 3.

Ниже более подробно рассматривается радиационная обстановка вокруг РОО, расположенных на территории ПФО.

2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровграда

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

- 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 территории 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 2013 г. на территории НИИАР представлены в табл. 2.5.4. В 2013 г. выбросы ^{75}Se , ^{88}Rb , $^{134, 137, 138}\text{Cs}$, ^{244}Cm , суммы нуклидов йода, урана, трития и суммы инертных радиоактивных газов увеличились по сравнению с 2012 г., выбросы ^{51}Cr , ^{54}Mn , $^{58,60}\text{Co}$, ^{59}Fe , ^{65}Zn , ^{125}Sb , ^{76}As , ^{124}Sb , ^{132}Te , ^{139}Ba , ^{203}Hg , $^{89,90}\text{Sr}$, $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$, $^{99}\text{Mo}+^{99m}\text{Tc}$, $^{103,106}\text{Ru}$, $^{141,144}\text{Ce}$, суммы нуклидов плутония и европия уменьшились.

Стоки с промплощадки НИИАР сбрасываются в бывшие торфяные карьеры и через р. Большой Черемшан в границах города (в 10–13 км от НИИАР) могут поступать в Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища р. Волги. В 2013 г. было сброшено [3] $5,5 \times 10^7$ Бк ^{90}Sr (46 % от допустимого сброса), что в 1,6 раза ниже, чем в 2012 г. и $1,0 \cdot 10^8$ Бк ^{137}Cs (37 % от допустимого сброса), что в 1,3 раза меньше, чем в 2012 г. Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах. Загрязненная площадь в санитарно-защитной зоне НИИАР по состоянию на 1 января 2013 г. составляла $0,236 \text{ км}^2$ [6].

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2013 г. в 100-км зоне НИИАР проводились следующие систематические наблюдения (рис. 2.5.5):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте (в г. Самаре);
- 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;
- за МЭД 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 отложениях из Черемшанского залива.

Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013	2012	
²⁴ Na	1,6·10 ⁹	-	2,2·10 ⁹	-
⁵¹ Cr	2,00·10 ⁸	4,20·10 ⁷	4,5·10 ⁸	-4,08·10⁸
⁵⁴ Mn	3,02·10 ⁸	9,33·10 ⁷	1,1·10 ⁸	-1,7·10⁷
⁵⁶ Mn	6,20·10 ⁸	-	6,8·10 ⁸	-
⁵⁸ Co	1,36·10 ⁸	1,81·10 ⁷	4,6·10 ⁷	-2,79·10⁷
⁶⁰ Co	2,32·10 ⁸	9,55·10 ⁷	1,1·10 ⁸	-1,45·10⁷
⁵⁹ Fe	6,20·10 ⁷	1,64·10 ⁷	5,8·10 ⁷	-4,16·10⁷
⁶⁵ Zn	1,40·10 ⁸	5,35·10 ⁷	1,6·10 ⁸	-1,10·10⁸
⁷⁵ Se	3,50·10 ⁹	1,32·10 ⁷	9,8·10 ⁶	+3,40·10⁶
⁷⁶ As	7,60·10 ⁷	4,36·10 ⁶	9,2·10 ⁶	-4,84·10⁶
⁸⁸ Rb	1,70·10 ¹⁰	4,71·10 ¹⁰	1,2·10 ¹⁰	+3,50·10¹⁰
⁸⁹ Rb	3,30·10 ⁸	-	4,9·10 ⁸	-
¹²² Sb	3,00·10 ⁷	-	2,5·10 ⁷	-
¹²⁵ Sb	1,40·10 ⁹	2,34·10 ⁷	4,4·10 ⁷	-2,06·10⁷
¹²⁴ Sb	5,40·10 ⁷	1,16·10 ⁷	4,4·10 ⁷	-3,24·10⁷
¹³² Te	1,40·10 ⁷	1,66·10 ⁶	1,7·10 ⁶	-0,04·10⁶
¹³⁴ Cs	9,61·10 ⁷	2,93·10 ⁷	2,7·10 ⁷	+0,23·10⁷
¹³⁷ Cs	4,50·10 ⁹	4,13·10 ⁸	2,1·10 ⁸	+2,03·10⁸
¹³⁸ Cs	1,80·10 ¹⁰	6,26·10 ¹⁰	2,0·10 ¹⁰	+4,26·10¹⁰
¹³⁹ Ba	7,70·10 ⁸	1,94·10 ⁹	4,0·10 ⁸	-1,54·10⁹
²⁰³ Hg	2,40·10 ⁹	2,98·10 ⁵	5,1·10 ⁹	-5,09·10⁹
^{89,90} Sr	2,20·10 ⁸	1,64·10 ⁷	1,7·10 ⁷	-0,06·10⁷
⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	2,08·10 ⁸	3,68·10 ⁷	1,1·10 ⁸	-7,32·10⁷
⁹⁹ Mo+ ^{99m} Te	3,50·10 ⁸	6,45·10 ⁷	6,2·10 ⁸	-5,55·10⁸
^{103,106} Ru	5,00·10 ⁷	6,46·10 ⁶	1,8·10 ⁷	-1,15·10⁷
^{141,144} Ce	3,68·10 ⁷	5,01·10 ⁵	1,7·10 ⁷	-1,65·10⁷
²⁴² Cm	2,44·10 ⁶	6,68·10 ⁴	-	-
²⁴⁴ Cm	5,22·10 ⁷	1,3·10 ⁶	3,4·10 ⁵	+9,6·10⁵
^{110m} Ag	4,40·10 ⁶	-	1,4·10 ⁶	-
²⁴¹ Am	2,10·10 ⁶	-	7,1·10 ⁶	-
¹⁹¹ Os	4,2·10 ⁸	-	2,5·10 ⁸	-
⁸² Br	6,6·10 ⁸	-	2,2·10 ⁸	-
¹⁸⁷ W	1,80·10 ⁷	-	7,5·10 ⁶	-
¹⁵³ Gd	1,80·10 ⁶	-	4,3·10 ⁶	-
⁸¹ Hf	1,34·10 ⁶	-	6,1·10 ⁵	-
Сумма нуклидов I	1,68·10 ¹⁰	1,83·10 ¹⁰	1,7·10 ¹⁰	+0,13·10¹⁰
Сумма нуклидов Ru	1,26·10 ⁸	1,39·10 ⁷	1,7·10 ⁷	-0,31·10⁷
Сумма нуклидов U	1,92·10 ⁷	4,07·10 ⁶	4,1·10 ⁵	+3,66·10⁶
Сумма нуклидов Eu	8,93·10 ⁷	2,42·10 ⁷	9,1·10 ⁷	-6,68·10⁷
³ H	2,20·10 ¹²	5,69·10 ¹²	4,8·10 ¹²	+0,89·10¹²
Сумма ИРГ	1,88·10 ¹⁵	1,41·10 ¹⁵	1,1·10 ¹⁵	+0,31·10¹⁵

Примечание: - - нет данных.

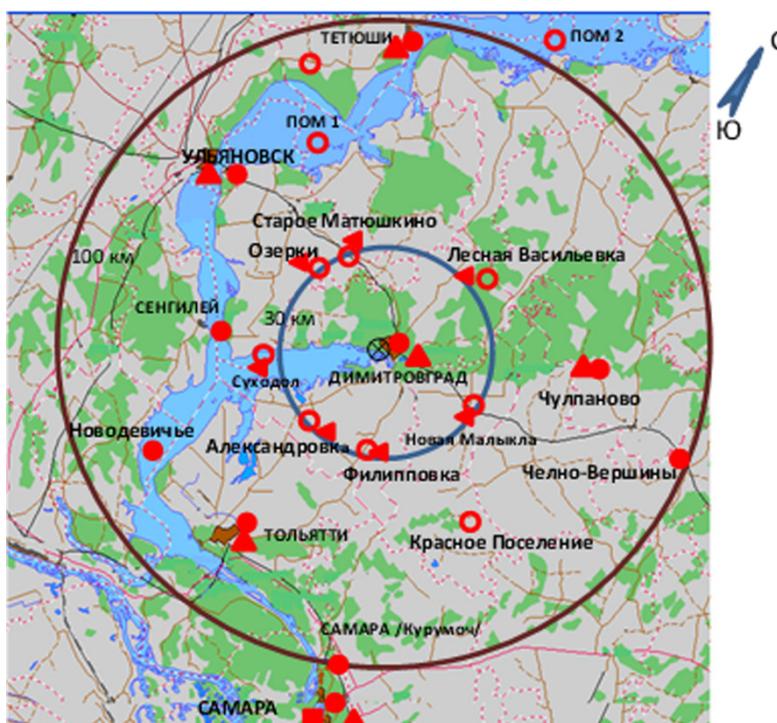


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

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 сцинтиляционном γ -спектрометре «Прогресс БГ» в Приволжском 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 выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтиляционного спектрометра «Quantulus-1220».

Данные о выпадениях и объемной $\Sigma\beta$ воздуха в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 2.5.5. Из табл. 2.5.5 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2013 г. составляла $18,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что незначительно ниже уровня предыдущего года и в 1,2 раза ниже значения средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($16,23 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от $7,7 \cdot 10^{-5}$ до $27,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в сентябре и составило $78,2 \cdot 10^{-5}$ 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 2013 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.5.5

**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 2013 г.
(данные Приволжского УГМС и УГМС РТ)**

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск	Тетюши*	Чулпаново*
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	0,79	22,5	0,44	1,22	0,37	0,68	0,69
	м	3,21	100,4	1,00	3,39	1,04	1,79	1,68
Февраль	с	1,07	18,7	0,41	1,57	0,37	0,54	0,49
	м	2,50	86,5	0,93	3,15	0,17	1,19	1,36
Март	с	1,19	12,6	0,57	0,97	0,47	0,77	0,56
	м	2,74	50,7	1,45	2,62	2,57	4,41	2,56
Апрель	с	1,46	23,9	0,79	1,40	0,45	0,46	0,44
	м	2,92	61,3	1,71	3,87	1,00	1,11	1,31
Май	с	2,02	18,5	0,99	1,89	0,51	0,46	0,34
	м	8,09	44,2	3,03	6,55	1,77	1,06	0,89
Июнь	с	1,59	21,6	1,16	1,87	0,44	0,88	0,79
	м	2,92	58,9	3,93	4,70	2,21	2,51	2,08
Июль	с	1,58	21,3	0,32	1,61	0,25	0,70	0,75
	м	4,40	71,8	1,00	3,69	0,61	1,49	1,63
Август	с	1,26	16,0	0,27	1,89	0,34	0,56	0,59
	м	3,39	54,0	0,82	5,12	1,13	1,39	1,84
Сентябрь	с	1,44	27,1	0,53	1,46	0,40	0,99	0,91
	м	3,81	78,2	1,86	3,87	1,08	2,46	2,33
Октябрь	с	1,27	17,2	0,40	1,63	0,36	0,76	0,63
	м	6,66	41,3	1,18	6,31	0,82	1,62	2,27
Ноябрь	с	1,76	19,5	0,32	2,14	0,36	1,05	0,63
	м	6,13	76,3	1,25	8,57	1,99	4,31	1,41
Декабрь	с	1,70	7,7	0,31	2,07	0,26	1,01	1,00
	м	4,28	15,4	0,87	5,59	1,00	3,20	3,06
Среднее: 2013 г.		1,4	18,9	0,5	1,6	0,4	0,74	0,65
2012 г.		1,7	22,3	0,5	1,5	0,4	0,7	0,6
2011 г.		1,7	20,4	0,8	1,4	0,5	0,6	0,7
Сумма, Бк/м ² -год: 2013 г.		521		198	600	139	270	238
2012 г.		606		197	562	142	237	215
2011 г.		507		277	515	172	219	256

Примечание: * – данные УГМС РТ.

Данные о среднегодовых объемных активностях ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2009–2013 годы представлены в табл. 2.5.6. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2013 г. составила 2,4 · 10⁻⁷ Бк/м³, что в 2,5 раза ниже средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила 0,61 · 10⁻⁷ Бк/м³ и была в 1,3 раза выше средневзвешенной объемной активности ⁹⁰Sr для Центра ЕТР.

Таблица 2.5.6

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
¹³⁷Cs							
Самара	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
	2012	2,3	1,7	1,4	1,6	1,8	4,0
	2013	2,0	2,4	3,0	2,2	2,4	5,9
⁹⁰Sr							
Самара	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
	2012	0,30	0,56	0,85	0,64	0,59	0,64
	2013	0,19	1,30	0,58	0,37	0,61	0,47

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР (табл. 2.5.5) в 2013 г. колебались от 0,17 до 2,14 Бк/м²-сутки, а среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений остались примерно на уровне 2012 и 2011 гг. и изменялись от 0,4 до 1,6 Бк/м²-сутки, что находится на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. наблюдалась в мае в Самаре – 8,09 Бк/м²-сутки. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым в 10 и более раз в 2013 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.

Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2013 г. составила 1,78 Бк/л, что находится на фоновом уровне для территории РФ (1,94 Бк/л), изменяясь в диапазоне от 0,87 Бк/л в декабре до 3,34 Бк/л в августе.

В 2013 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР (рис. 2.5.5). Обследование проводилось с отбором проб почвы от поверхности на глубину 5–10 см (по пять точек в каждом пункте) и измерением МЭД в точках отбора проб почвы на высотах 0,1 и 1 м. Всего было отобрано 35 проб почвы и произведено 253 измерения МЭД. Результаты определения содержания ¹³⁷Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2013 г. представлены в табл. 2.5.7.

Таблица 2.5.7

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

Населенный пункт	МЭД, мкЗв/ч		¹³⁷ Cs, кБк/м ²	
	0,1 м	1 м	2013	2012
п. Новая Малыкла	0,10–0,12 (0,11)	0,09–0,11 (0,10)	0,07–1,89(0,60)	2,4–4,2 (3,4)
с. Лесная Васильевка	0,10–0,12 (0,11)	0,08–0,13 (0,10)	0,04–2,04(0,73)	1,9–2,6 (2,2)
с. Александровка	0,10–0,14 (0,12)	0,09–0,13 (0,10)	0,19–2,81(1,49)	0,4–4,0 (2,8)
с. Филипповка	0,11–0,12 (0,12)	0,09–0,13 (0,10)	0,11–2,52(1,18)	1,1–5,2 (3,6)
с. Суходол	0,11–0,13 (0,12)	0,09–0,14 (0,11)	0,04–1,44(0,37)	1,1–3,8 (2,6)
с. Старое Матюшкино	0,09–0,13 (0,12)	0,08–0,13 (0,10)	0,37–2,96(1,40)	3,0–3,9 (3,5)
с. Озерки	0,12–0,14 (0,13)	0,09–0,14 (0,11)	0,19–2,92(1,33)	2,6–4,8 (3,6)

Примечание: в скобках указаны средние значения.

Как видно из табл. 2.5.7, уровни МЭД в 30-км зоне вокруг НИИАР на высоте 0,1 м практически не отличались от уровней МЭД на высоте 1 м и составляли 0,09–0,14 и 0,08–0,14 мкЗв/ч соответственно. Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в этих пунктах в 2013 г. по данным γ -спектрометрического анализа колебалась от 0,4 до 2,96 кБк/м². Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы ¹³⁷Cs изменялись от 0,37 до 2,96 кБк/м², что ниже в сравнении с результатами, полученными в этих населенных пунктах в 2012 г. Это различие, вероятнее всего, объясняется неоднородностью загрязнения почвы в населенных пунктах и разной глубиной отбора проб почв.

В течение года специалистами Ульяновского ЦГМС также был произведен отбор 6 проб воды и 2 проб донных отложений из Черемшанского залива, куда могут поступать стоки с промплощадки НИИАР. Результаты γ -спектрометрического анализа показали, что содержание ¹³⁷Cs в пробах воды и донных отложениях не превышали значений 0,3 и 0,5 Бк/кг соответственно. Содержание ¹³⁷Cs в пробах воды примерно на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009.

По данным ежедневных измерений МЭД на 7 пунктах наблюдения, среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР в 2013 г. изменялись от 0,10 до 0,13 мкЗв/ч, а среднегодовые составляли 0,10–0,12 мкЗв/ч, что не отличается от естественного уровня γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,14 мкЗв/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.

2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО:

– 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 годов 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 морского 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 Республики Мордовия 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.

В процессе работы РФЯЦ-ВНИИЭФ (см. Приложение С) в воздух выбрасываются ^{210}Po , изотопы плутония и урана. В 2013 г. выбросы ^{210}Po увеличились в 1,1 раза и составили $5,00 \cdot 10^3$ Бк/год (допустимый выброс – $5,30 \cdot 10^9$ Бк/год), изотопы плутония составляли $1,69 \cdot 10^5$ Бк/год (допустимый выброс – $1,52 \cdot 10^9$ Бк/год), что ниже в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом, сумма нуклидов урана составляла $1,34 \cdot 10^9$ Бк/год (допустимый выброс – $6,91 \cdot 10^{11}$ Бк/год), что в 2,2 раза ниже, чем в 2012 г. Также в выбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствует тритий ($1,17 \cdot 10^{14}$ Бк/год), выбросы которого уменьшились в 1,4 раза (допустимый выброс – $1,43 \cdot 10^{16}$ Бк/год).

В сбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана и тритий. В 2013 г. сбросы изотопов урана увеличились по сравнению с предыдущим годом в 1,3 раза и составили $2,82 \cdot 10^7$ Бк (0,4 % от допустимых сбросов – $6,60 \cdot 10^9$ Бк/год), сбросы трития в 2013 г. составили $1,04 \cdot 10^{11}$ Бк/год, что выше в 1,2 раза значения прошлого года и составляют 0,4 % от допустимого сброса.

Газоаэрозольные выбросы ЧМЗ содержат изотопы урана, тория, ^{226}Ra (Приложение С). В 2013 г. выбросы нуклидов урана ($1,06 \cdot 10^8$ Бк/год), ^{226}Ra ($7,64 \cdot 10^6$ Бк/год) и изотопов тория

($2,5 \cdot 10^7$ Бк/год) увеличились в 1,8; 7,9 и 1,5 раза соответственно. При этом выбросы радионуклидов были на один-три порядка ниже допустимых выбросов. В 2013 г. выбросов ^{40}K не регистрировалось. Сбросы ЧМЗ в 2013 г. не регистрировались.

Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» переработку РАО не производит, поэтому сбросы и выбросы в окружающую среду отсутствуют.

В 2013 г. радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского УГМС осуществляли 20 станций, из них 19 станций сети Верхне-Волжского УГМС и 1 станция (АМЦ Н. Новгород) Верхне-Волжского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», где проводились измерения МЭД; на 7 из них велся отбор проб атмосферных выпадений; наблюдения за радиоактивными аэрозолями проводились на одной станции.

В 100-км зоне ОКБМ проводились наблюдения (рис. 2.5.6) за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – на девяти пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Ройка, Семенов, Н. Новгород, АМЦ Н. Новгород), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (Городец).

В 100-км зоне ПЗРО проводились наблюдения (рис. 2.5.6) 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 (две станции), Городец, Дзержинск, Красные Баки, Воскресенское, Ройка). Из рис. 2.5.6 видно, что пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в 100-км зонах ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и ОКБМ совпадают.

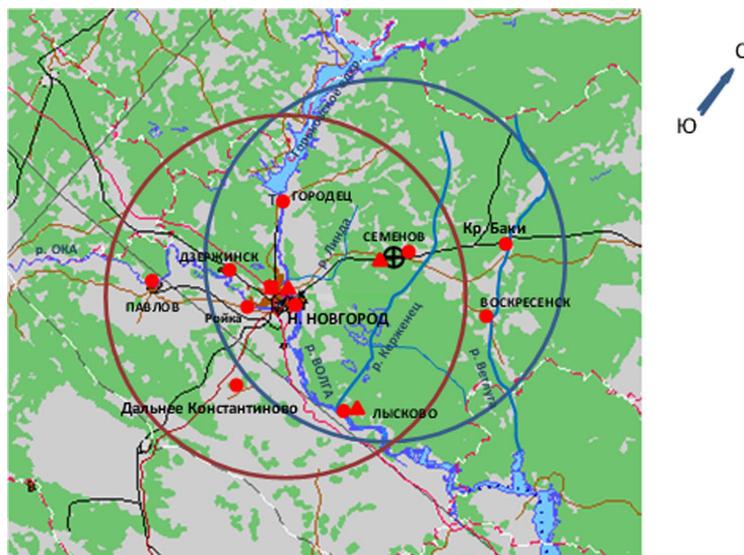


Рис. 2.5.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

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

В 100-км зоне РОО г. Сарова действуют пять станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), где в течение всего 2013 г. велись наблюдения за МЭД, в трех пунктах (Арзамас, Выкса, Лукоянов) – за радиоактивными выпадениями.

В 100-км зоне ЧМЗ расположено 4 станции (Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки), где проводились измерения МЭД. В одном пункте (г. Глазов) велись наблюдения за атмосферными выпадениями.

Результаты наблюдений за радиоактивными аэрозолями и выпадениями в 100-км зонах всех РОО Верхне-Волжского региона представлены в табл. 2.5.8.

Таблица 2.5.8
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 зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2013 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,9	13,7	1,6	0,8	1,2	2,0	1,4	1,3
	м	10,0	34,2	6,8	3,7	4,6	9,2	4,2	6,5
Февраль	с	1,3	9,4	1,0	0,8	1,0	1,2	1,0	0,9
	м	3,2	23,9	5,8	2,3	4,5	2,9	4,7	3,5
Март	с	0,9	6,1	1,0	1,2	0,8	0,9	0,9	1,4
	м	3,3	37,0	2,4	6,1	1,9	2,4	2,8	12,4
Апрель	с	0,7	9,2	0,8	1,2	1,0	0,8	0,8	1,2
	м	2,8	26,7	1,9	2,5	2,0	2,7	2,1	3,2
Май	с	0,8	10,7	1,5	1,2	0,9	1,2	0,7	1,1
	м	3,0	21,6	5,5	2,5	3,3	3,4	1,8	3,2
Июнь	с	0,7	8,9	0,8	0,8	1,2	1,2	0,6	1,0
	м	3,0	27,7	3,3	1,8	7,6	5,0	2,3	3,2
Июль	с	0,9	8,5	1,1	0,9	0,7	1,0	1,5	1,0
	м	2,3	22,6	2,6	2,1	2,0	2,7	4,0	2,8
Август	с	1,3	12,3	1,3	1,5	1,7	2,1	2,0	1,3
	м	5,9	42,4	3,8	5,9	6,3	9,0	10,2	3,3
Сентябрь	с	0,9	8,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1,1
	м	2,3	21,1	4,2	2,7	5,1	4,5	2,4	3,1
Октябрь	с	0,9	7,6	1,4	2,2	1,6	1,9	3,1	1,5
	м	2,5	33,1	2,9	11,9	4,0	3,6	11,4	3,1
Ноябрь	с	1,1	11,7	2,0	1,8	1,4	1,5	1,4	1,1
	м	3,3	35,1	4,7	4,8	6,7	3,0	8,3	8,8
Декабрь	с	0,9	4,4	1,7	1,9	1,3	2,5	1,7	1,7
	м	1,7	14,3	4,3	5,7	2,7	11,0	6,8	3,1
Среднее:	2013 г.	1,0	9,2	1,3	1,3	1,2	1,5	1,4	1,2
	2012 г.	1,5	15,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	2011 г.	1,7	14,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,4
Сумма, Бк/м ² ·год:	2013 г.	365		460	475	438	548	511	438
	2012 г.	560		428	448	438	438	438	437
	2011 г.	552		460	448	438	398	438	511

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Н. Новгород в 2013 г. (табл. 2.5.8) изменялась от $6,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в марте) до $13,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в декабре) при среднегодовом значении $9,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже значений 2012 г. в 1,7 раза, и не превышает средневзвешенное значение по территории Центра ЕТР в 2013 г. – $16,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (Приложение А.3). В 2013 г. в г. Н. Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 5 и более раз.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2009–2013 гг. представлены в табл. 2.5.9. Из табл. 2.5.9 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе Н. Новгорода в 2013 г. составляла $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, находится на уровне 2010 г. и в 4,2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2013 г. составляла $0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже, чем в 2012 г., и в 4,8 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($1,54 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2013 г. (табл. 2.5.8) варьировали в диапазоне от 0,7 до 1,9 Бк/м²-сутки. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений составили 1,0–1,3 Бк/м²-сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по региону.

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2013 г. не наблюдалось.

Таблица 2.5.9

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
¹³⁷Cs							
Н. Новгород	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
	2012	1,8	1,4	1,2	1,2	1,4	4,0
	2013	1,3	1,6	1,3	1,3	1,4	5,9
⁹⁰Sr							
Н. Новгород	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
	2012	0,48	0,36	0,30	0,20	0,34	0,64
	2013	0,27	0,30	0,33	0,24	0,32	1,54

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2013 г. составляла 1,9 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 1,2 Бк/л (январь) до 2,9 Бк/л (май). В 2013 г. содержание трития в осадках уменьшилось по сравнению с 2012 г. (табл. 2.5.10) и находилось на уровне среднего значения по стране (1,94 Бк/л).

Таблица 2.5.10

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

Год	2009	2010	2011	2012	2013
³ H	2,4	1,8	2,4	2,6	1,9

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОАО «ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова» (г. Н.Новгород) в 2013 году колебались в диапазоне от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч.

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

Отходы, поступающие на захоронение в ПЗРО, представляют собой отработавшие источники ионизирующего излучения (ИИИ), радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. В 2013 г., по данным ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», на хранение были приняты 321,22 м³ кондиционированных РАО массой 339,23 т и общей активностью 15,9·10¹³ Бк; отработавшие ИИИ – 55 шт. общей активностью 15,9·10¹³ Бк с определяющими радионуклидами: ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ¹⁹²Ir, ⁷⁵Ce.

Содержание радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в пунктах наблюдения 100-км зоны ПЗРО приведены в табл. 2.5.8–2.5.10, там же приводятся данные по радиационной обстановке вокруг ОКБМ.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения в 100-км зоне ПЗРО составили 0,09–0,13 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08–0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона. Максимальные суточные значения не превышали 0,17 мкЗв/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МЭД в ЗН предприятия в 2013 г. составила 0,12 мкЗв/ч. Среднее значение удельной активности почвы по β -излучающим радионуклидам – 36,88 Бк/кг, по радионуклиду ^{90}Sr – 3,61 Бк/кг, растительности по β -излучающим радионуклидам – 31,76 Бк/кг, по радионуклиду ^{90}Sr – 5,99 Бк/кг, что соответствует фоновым значениям.

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.

РОО г. Сарова

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова изменялись в пределах 0,6–3,1 Бк/м²·сутки. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 году составили 1,2–1,5 Бк/м²·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.8).

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2013 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2013 г. составляли 0,09–0,11 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,22 мкЗв/ч.

ОАО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2013 году изменялась в диапазоне 0,9–1,7 Бк/м²·сутки при среднегодовом значении 1,2 Бк/м²·сутки, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.8). Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2013 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ОАО «ЧМЗ» в 2013 г. составляли 0,10–0,13 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,09–0,13 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч.

Годовые выпадения ^{137}Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2013 г. составляли 0,51 Бк/м²·год, что в 1,6 раза выше уровня 2012 г. (0,31 Бк/м²·год) и в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,64 Бк/м²·год).

Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в 2013 г. в 100-км зонах РОО (табл. 2.5.8–2.5.10) 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.

Выводы

Радиационная обстановка на территории ПФО в 2013 г. была стабильной. Основной вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы приносят РОО, расположенные на территории округа. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения.

2.6. Уральский федеральный округ

Общая информация по округу

Уральский Федеральный округ (УФО) занимает центральное положение на территории РФ на стыке между европейской и азиатскими частями. В него входят шесть субъектов Федерации: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Свердловская, Челябинская, Курганская и Тюменская области. Площадь территории региона составляет 1788 тыс. км², население – более 13 млн человек [1]. Административный центр региона – г. Екатеринбург.

Согласно [2], на территории округа расположено 10 РОО: четыре из них, включая крупнейший химический комбинат ПО «Маяк», расположены на территории Челябинской области, шесть – на территории Свердловской области. На территории УФО в Челябинской, Свердловской и Курганской областях есть территории, загрязненные в результате двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк», произошедших в 1957 г. с образованием Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа (ВУРС) и в 1967 г. с образованием Карачайского «цезиевого» следа, который частично наложился на ВУРС.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Уральским, Обь-Иртышским, Западно-Сибирским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (см. рис. 2.6.1): 135 пунктов наблюдений за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно), 61 пункт по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (экспозиция проб – одни сутки), один пункт по отбору проб осадков для анализа на содержание трития, один пункт по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий, два пункта по отбору проб поверхностных вод на содержание ^{90}Sr и 10 – по отбору проб на содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводится в трех радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС, Челябинского ЦГМС и в радиометрической группе Обь-Иртышского УГМС. В радиометрических лабораториях дополнительно проводится гамма-спектрический и радиохимический анализы проб (^{90}Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития и изотопов плутония.

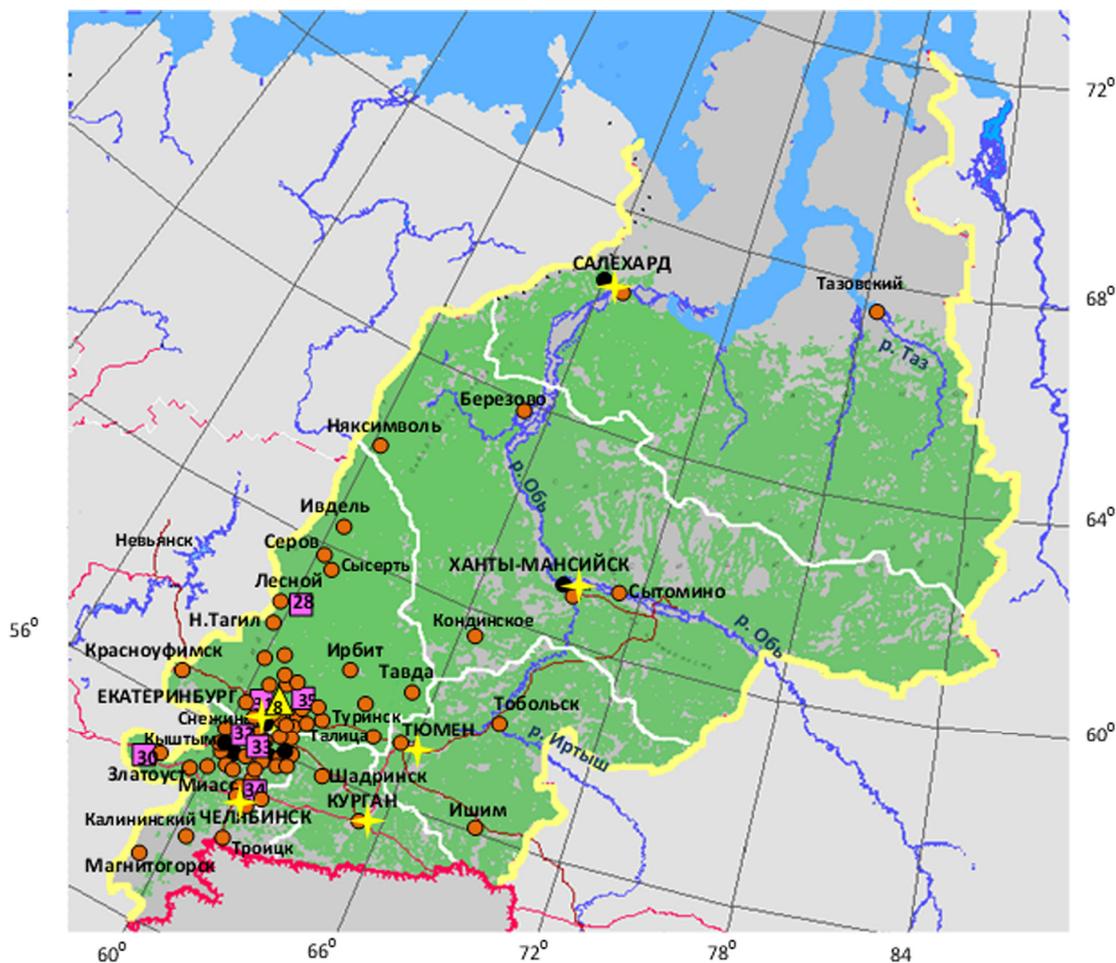


Рис. 2.6.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов Федерации;
- — магистральные федеральные автодороги;
- — прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов Федерации;
- – границы федеральных округов;
- — государственная граница.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга МЭД на территории УФО изменялась от 0,08 до 0,22 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязненные территории. Среднегодовые значения МЭД на территории УФО в 2012 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,10 – 0,12 мкЗв/ч. Эти значения не отличаются от многолетних уровней, наблюдаемых на территории Уральского региона.

Приземная атмосфера

На территории округа в четырех субъектах Федерации из шести проводятся наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы. Четыре пункта наблюдения в Свердловской и Челябинской областях находятся в зонах влияния РОО. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения на территории УФО приведена в табл. 2.6.2.

Таблица 2.6.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах Федерации
УФО в 2012 г., мкЗв/ч**

Субъекты Федерации	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	0,11	0,21
Челябинская область	0,12	0,20
Курганская область	0,12	0,22
Тюменская область	0,11	0,20
Ямало-Ненецкий АО	0,10	0,19
Ханты-Мансийский АО	0,10	0,18

Таблица 2.6.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах УФО, 10^{-7} Бк/м³
(данные Свердловского и Западно-Сибирского УГМС)**

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Свердловская область						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	9,5	8,8	84,9	4,6	9,0	113
Челябинская область						
Новогорный (ПО «Маяк»)	108,2	345,4	268,6	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	9,6	19,2	33,1	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	12,8	19,1	36,6	-	-	-
Средневзвешенное по Западной Сибири*	4,5	4,5	46,1	1,28	1,46	1,40
Ямало-Ненецкий АО						
Салехард	1,3	1,6	9,7	0,25	0,23	0,30
Ханты-Мансийский АО						
Ханты-Мансийск	2,0	1,6	14,9	0,58	0,60	0,65
Средневзвешенное по Заполярью	1,8	1,6	21,2	0,36	0,33	0,29

Примечания: в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения;
 - - измерения не проводились;
 * - без учета данных в Верхнем Дуброво.

Из табл. 2.6.2 видно, что выбросы радионуклидов на ПО «Маяк» оказывают существенное влияние на содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг предприятия. В меньшей степени на загрязнение воздуха в 100-км зоне оказывает влияние Белоярская АЭС. Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зонах этих предприятий представлен в разделе 4.

На большей территории УФО в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объемная активность ¹³⁷Cs в 2013 г. составляла $2,0 \cdot 10^{-7}$ и $1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно и находилась на уровне данных 2012 г. и средневзвешенного значения по Заполярью. Более высокие значения объемной активности ¹³⁷Cs в 2011 г. обусловлены дополнительным поступлением ¹³⁷Cs на территорию РФ в результате аварии на АЭС «Фукусима-1». Объемная активность ⁹⁰Sr в Ханты-Мансийском АО в 2,3 раза выше, чем в расположенном севернее Ямало-Ненецком АО. Это, видимо, можно объяснить влиянием ветрового переноса ⁹⁰Sr с территории Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа. Содержание ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы рассматриваемых АО в течение последних трех лет остается практически постоянным. Наблюдаемые активности радионуклидов на семь порядков ниже нормативных уровней по НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

На территории УФО, в отличие от других территорий РФ, наблюдаются выпадения ^{90}Sr . Это объясняется влиянием, как уже указывалось выше, ветрового выноса радионуклидов с территории ВУРС. На территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей вне загрязненных зон и вне 100-км зон РОО (фоновые территории) выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs в 2013 г. были ниже, чем в 2012 г., и составляли для ^{90}Sr 0,84 Бк/м²-год, а ^{137}Cs – 0,14 Бк/м²-год. Выпадения ^{137}Cs были ниже средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири (0,17 Бк/м²-год). На рис. 2.6.2 приведена динамика изменения фоновых уровней выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr в период с 2006 по 2013 г. Из рисунка видно, что фоновые уровни выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr значительно колеблются от года к году, но имеют тенденцию к уменьшению.

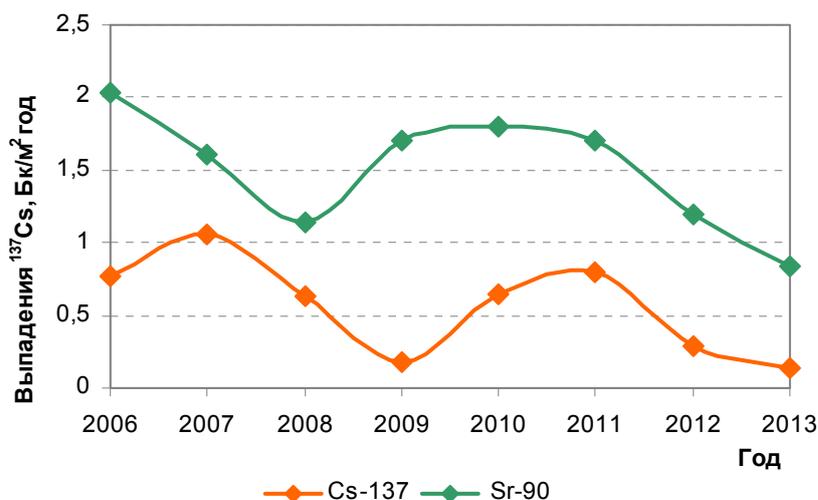


Рис. 2.6.2. Динамика изменения фоновых уровней выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения ^{137}Cs в 2013 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения ^{90}Sr за три квартала 2013 г. остались на уровне выпадений за три квартала 2012 г. (0,38 Бк/м²) и составляли 0,35 Бк/м².

Поверхностные воды

На территории УФО наблюдения за содержанием трития в осадках и поверхностных водах проводятся в Ямало-Ненецком АО в г. Салехарде и в трех пунктах 100-км зоны ПО «Маяк» (см. раздел 3). В Салехарде объемная активность трития в осадках в 2013 г. была на уровне среднего значения для территории РФ (1,8 Бк/л) и составила 1,8 Бк/л. Объемная активность трития в р. Обь (г. Салехард) в 2013 г. составила 1,7 Бк/л, что в 1,7 раза ниже значения предыдущего года (2,9 Бк/л) [7] и ниже среднего значения содержания трития в реках РФ (1,9 Бк/л).

Содержание ^{90}Sr в реках определяется в 12 пунктах. 10 из этих пунктов находятся на территории ВУРС и в 100-км зоне Белоярской АЭС и будут рассмотрены в соответствующих разделах (см. раздел 3 и 4). Два оставшихся пункта находятся на р. Обь (г. Салехард) и на р. Пур (г. Уренгой) в Ямало-Ненецком АО. Объемная активность ^{90}Sr в 2013 г. в реках на территории АО была выше среднего значения для рек АТР, равного 4,9 мБк/л (5,1 мБк/л в 2012 г.). Объемная активность ^{90}Sr в р. Обь составила 7,7 мБк/л (7,8 мБк/л в 2012 г.), в р. Пур – 6,5 мБк/л (5,3 мБк/л в 2012 г.). В р. Обь

(г. Салехард) постоянно регистрируются повышенные по сравнению со средним значением величины объемной активности ^{90}Sr , что объясняется влиянием стоков ПО «Маяк» на загрязнение рек Обь-Иртышского региона.

Наблюдаемое содержание трития и ^{90}Sr в поверхностных водах на три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) по НРБ-99/2009 [7].

Ниже приводятся результаты мониторинга радиационной обстановки в окрестностях некоторых РОО на территориях Свердловской и Челябинской областей.

2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона

Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг населенных пунктов, на территории которых расположены предприятия, работающие с радиоактивными веществами, а именно:

- пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен Ключевской завод ферросплавов (КЗФ) и Ключевская обогатительная фабрика;
- г. Новоуральск, где находится Уральский электрохимический комбинат (УЭХК);
- г. Лесной с расположенным на его территории комбинатом «Электрохимприбор» (ЭХП).

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. За 65 лет работы КЗФ накопил более 2 млн т отвальных шлаков. Захоронение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землей и с последующим одерновыванием поверхности кургана. Источником загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид ^{232}Th и его дочерние продукты распада. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3 км от пос. Двуреченск. В настоящее время в Двуреченске начала работу обогатительная фабрика по переработке шлаков для выделения из них цветных металлов. Вокруг шлакоотвалов возведен защитный комплекс длиной по периметру 2,5 км, который включает бетонный забор, дамбу, технологическую дорогу. Подходы к объекту просматриваются сотрудниками службы безопасности предприятия. 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 марлевого планшета с суточной экспозицией и измерения МЭД. Результаты наблюдений за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2013 г., а также для сравнения данные 2009–2013 гг. представлены в табл. 2.6.3.

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 2013 г. были в 1,3 раза ниже значения 2012 г. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. было зарегистрировано в августе и составило $2,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в пос. Двуреченск составляли $0,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 9 раз выше регионального фона ($0,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Годовые выпадения ^{90}Sr остались на уровне 2012 г., но превышали уровень регионального фона в 4 раза. Среднегодовая МЭД в пос. Двуреченск в 2013 г. составила 0,12 мкЗв/ч, что не превышает среднего значения по УФО. Загрязнение приземной атмосферы (пос. Двуреченск) ^{137}Cs и ^{90}Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и Ключевской обогатительной фабрики. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

Город Новоуральск

Новоуральск – один из первых центров атомной промышленности на Среднем Урале. В 1946 г. в Новоуральске началось строительство первого в стране газодиффузионного завода для производства высокообогащенного урана, позже на заводе был получен материал для первой советской урановой атомной бомбы. На сегодняшний день здесь расположено и действует одно из крупнейших предприятий Урала – 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. Также г. Новоуральск входит в 100-км зону Белоярской АЭС.

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 МЭД. Результаты наблюдений приведены в табл. 2.6.3.

Таблица 2.6.3

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²-сутки), ^{137}Cs (Бк/м²-месяц) и ^{90}Sr (Бк/м²-квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2013 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	0,4	нпо	1,2	0,5	нпо	0,9	0,4	0,2	0,4
Февраль	0,3	0,2		0,6	нпо		0,4	0,2	
Март	0,2	0,2		0,5	0,1		0,3	0,1	
Апрель	0,5	0,2	0,6	0,4	0,2	0,9	0,2	0,4	0,9
Май	0,1	0,2		0,4	нпо		0,5	0,2	
Июнь	0,4	нпо		1,0	0,2		1,1	нпо	
Июль	0,3	0,1	1,0	0,5	нпо	0,6	0,4	0,2	1,5
Август	0,6	нпо		0,4	нпо		0,2	0,2	
Сентябрь	0,3	нпо		0,6	0,2		0,4	0,2	
Октябрь	0,4	нпо	0,6	0,4	нпо	0,7	0,4	0,2	0,6
Ноябрь	0,2	нпо		0,5	нпо		0,5	нпо	
Декабрь	0,2	нпо		0,6	нпо		0,3	0,3	
Сумма, Бк/м ² -год:									
2013 г.	117	0,9	3,4	193	0,7	3,1	157	2,2	3,4
2012 г.	124	0,3	3,4	124	0,9	5,5	139	1,5	2,8
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
Фон для Уральского региона, Бк/м ² -год:									
2013 г.	161	0,1	0,8	161	0,1	0,8	161	0,1	0,8
2012 г.	165	0,3	1,2	165	0,3	1,2	165	0,3	1,2
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

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м² месяц).

Годовые выпадения суммарной бета-активности в г. Новоуральск составили 193 Бк/м²-год, что в 1,2 раза выше фонового значения по Уральскому региону (161 Бк/м²-год). Максимальное

суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. было зарегистрировано в июне и составило 3,7 Бк/м²·сутки. В 2013 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Новоуральске уменьшились в 1,3 раза по сравнению с уровнем 2012 г. Годовые выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в г. Новоуральск (0,7 Бк/м²·год) в 7 раз выше, чем в среднем по Уральскому региону (0,1 Бк/м²·год). Годовые выпадения ⁹⁰Sr в г. Новоуральске в 2013 г. уменьшились в 1,8 раза и в 3,9 раза превышали уровень регионального фона. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске составило 0,11 мкЗв/ч, что соответствует среднему значению по УФО. 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 (ранее Свердловск-45) расположен ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (ЭХП) (основан в 1947 г.) – многопрофильное предприятие, выпускающее военную и гражданскую продукцию, в том числе осуществляющее утилизацию (демонтаж), сборку ядерных боеприпасов, производство стабильных изотопов. На комбинате происходит обогащение, а также разбавление урана, вследствие чего ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана.

С 1992 г. в г. Лесном Уральское УГМС проводит наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов с помощью горизонтального планшета с суточной экспозицией и за МЭД ежедневно. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений приведены в табл. 2.6.3.

Анализ результатов показывает, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Лесном в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. было зарегистрировано в июне и составило 4,3 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Лесном в 2013 г. увеличились в 1,5 раза по сравнению с 2012 г. и составляли 2,2 Бк/м²·год, что в 22 раза превышает фоновые выпадения по Уральскому региону.

Годовые выпадения ⁹⁰Sr увеличились по сравнению с 2012 г. в 1,2 раза и в 4 раза превышали уровень регионального фона. Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2013 г. составляло 0,10 мкЗв/ч, что находится на уровне среднего по УФО значения. Поскольку ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, загрязнение приземной атмосферы, как и в предыдущих случаях, происходит за счет ветрового выноса этих радионуклидов с загрязненных территорий.

Таким образом, из приведенных данных радиационного мониторинга β - и γ -излучающих радионуклидов в пунктах расположения трех РОО Свердловской области следует, что в 2013 г. выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в рассматриваемых населенных пунктах по-прежнему превышали региональный фоновый уровень. Выпадения ⁹⁰Sr за год в рассматриваемых пунктах превышали фоновый уровень примерно в 4 раза.

2.6.2. 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 как малоопасное в соответствии с ОПОРБ-99 [18], так как переработка РАО не производится. Технология эксплуатации объекта такая, что даже при максимальной аварии загрязнение окружающей среды не выйдет за пределы СЗЗ предприятия, совпадающей с границей рабочей площадки. ПЗРО 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 на хранение жидких радиоактивных отходов не было.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО осуществляется Уральским УГМС. Поскольку 100-км зона ПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС, 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. 4.2.2 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне ПЗРО. Здесь рассматриваются данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10-км и 30-км зонах вокруг ПЗРО.

В 30-км зоне ПЗРО находятся 2 пункта наблюдения (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.

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ПЗРО в 2013 г. (табл. 2.6.4) составляли $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, оставаясь на уровне ряда предыдущих лет, и не превышали фоновые значения, характерные для Уральского региона. Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в сентябре ($3,03 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$), в г. Сарапулке – в сентябре ($4,04 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$).

Таблица 2.6.4

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», $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	
Екатеринбург	с	0,41	0,48	0,22	0,38	0,29	0,31	0,23	0,32	0,58	0,30	0,25	0,22	0,3	0,3
	м	2,00	2,09	1,65	1,26	2,54	1,49	0,92	1,89	3,03	1,12	1,27	0,73		
Сарапулка	с	0,52	0,59	0,44	0,58	0,30	0,82	0,46	0,41	0,80	0,37	0,38	0,35	0,5	0,4
	м	1,85	3,90	2,00	2,11	1,08	2,83	2,25	2,84	4,04	1,05	1,66	2,77		
Среднее:	2013	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,4	
	2012 г.	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
Фон для Уральского региона:	2013 г.	0,46	0,44	0,36	0,43	0,39	0,47	0,42	0,48	0,60	0,45	0,43	0,35	0,44	
	2012 г.	0,41	0,40	0,48	0,51	0,49	0,47	0,37	0,49	0,36	0,45	0,45	0,51		

МЭД в пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Н. Березовский, Монетный) в 2013 г. колебалась в диапазоне $0,11 - 0,14 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,12 \text{ мкЗв/ч}$, что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону ($0,11 \text{ мкЗв/ч}$).

**2.6.3. ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ»
ФГУП «РосРАО»**

ЧПЗРО расположен в 55 км на север от г. Челябинска и в 6 км от деревни Чишма. Производит захоронение твердых РАО и отработавших ИИИ. Выбросов и сбросов в окружающую среду ПЗРО не производит.

Расположение ПЗРО и пунктов радиационного мониторинга показано на рис. 3.11.1 в разделе 3.11. ПЗРО попадает в зону ВУРС и 100-км зону ПО «Маяк», поэтому оценить влияние ЧПЗРО на окружающую природную среду не представляется возможным.

Выпадения суммарной бета-активности в пунктах наблюдений, характеризующих радиационную обстановку в зоне ЧПЗРО, отражены в табл. 2.6.5. Там же приведены среднемесячные и среднегодовые значения по 30-км зоне наблюдения вокруг ПЗРО и значения регионального фона.

Среднегодовое значение суммарной бета-активности в зоне влияния Челябинского ПЗРО «Радон» (0,60 Бк/м²·сутки) ниже, чем в 2011 г., и в 1,7 раза выше уровня регионального фона (0,44 Бк/м²·сутки).

Таблица 2.6.5

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ЧПЗРО, Бк/м²·сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013	2012 г.	
Аргаяш	с	0,65	0,62	0,41	0,58	0,74	0,69	0,71	0,90	0,87	0,67	0,51	0,42	0,65	0,74
	м	0,29	2,11	0,94	1,29	2,40	1,60	1,90	2,42	3,75	1,82	1,13	1,54	3,75	
Муслюмово	с	0,41	0,57	0,39	0,59	0,53	0,48	0,61	0,86	0,63	0,55	0,49	0,42	0,54	0,74
	м	1,08	1,71	1,26	1,82	2,23	1,46	1,75	2,53	2,57	1,07	1,29	0,87	2,57	
Среднее по зоне		0,53	0,60	0,40	0,59	0,64	0,59	0,66	0,88	0,75	0,61	0,50	0,42	0,60	0,74
Фон для Уральского региона:	2013 г.	0,46	0,44	0,36	0,43	0,39	0,47	0,42	0,48	0,60	0,45	0,43	0,35	0,44	
	2012 г.	0,41	0,40	0,48	0,51	0,49	0,47	0,37	0,49	0,36	0,45	0,45	0,51		0,45

Выводы

Радиационная обстановка на территории УФО вне 100-км зон ПО «Маяк» и Белоярской АЭС и загрязненных вследствие радиационных аварий территорий в 2013 г. была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs вне указанных территорий было на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов. Влияние ветрового выноса радионуклидов с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа и сбросов ПО «Маяк» прослеживается на большие расстояния и в воздушной и водной средах. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях в отличие от других территорий РФ наблюдаются выпадения ⁹⁰Sr. На фоне влияния ВУРС выделить влияние РОО второй и третьей категории практически не возможно, поэтому радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

2.7. Сибирский федеральный округ

Общая информация по округу

Сибирский федеральный округ (СФО) расположен в пределах трех экономико-природных районов: Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Забайкальского. В его состав входят 12 субъектов РФ:

4 республики (Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия), 3 края (Алтайский, Красноярский, Забайкальский), 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Административный центр округа – г. Новосибирск. Общая территория округа – 5 114,8 тыс. км² (30 % территории России). Протяженность территории с севера на юг – 3 566 км, а с запада на восток – 3 420 км. На юге СФО граничит с Республикой Казахстан, Республикой Монголия, Китайской Народной Республикой. Протяженность государственной границы составляет 7 269,6 км. В СФО проживают 20 млн. человек (13,8 % населения России). Плотность населения – 3,9 человека на 1 км².

Согласно [2], на территории СФО размещены 11 РОО: ОАО ППГХО (г. Краснокаменск Забайкальского края), ОАО НЗХК (г. Новосибирск), СХК (г. Северск Томской области), ГХК (г. Железногорск Красноярского края), АЭХК (г. Ангарск Иркутской области), ХМЗ (г. Красноярск), ЭХЗ (г. Зеленогорск Красноярского края), ПО Север (г. Новосибирск), 2 ПЗРО – Иркутское и Новосибирское отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», Томский государственный политехнический университет (г. Томск).

Структура сети радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории СФО осуществляют Северное, Западно-Сибирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское, Забайкальское, Приморское УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.7.1): 297 пунктов по измерению МЭД, 89 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 13 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ, 7 пунктов по отбору проб осадков и 2 пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития, 5 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ⁹⁰Sr.

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводятся в трех радиометрических группах и четырех радиометрических лабораториях. В радиометрических лабораториях дополнительно проводится гамма-спектрометрический анализ проб. В лабораториях Западно-Сибирского и Приморского УГМС дополнительно проводится радиохимический анализ проб (⁹⁰Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание ⁹⁰Sr в поверхностных и морских водах, трития и изотопов плутония.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные суточные величины МЭД, измеренные СРМ в 2013 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1.

Анализ измеренных МЭД в целом показывает, что максимальные значения МЭД в большинстве пунктов наблюдений не превышают 0,25 мкЗв/ч. Единичные случаи повышения МЭД до 0,3 мкЗв/ч наблюдались в основном в 100-км зонах РОО. Среднегодовые значения МЭД изменялись в субъектах Федерации на территории округа от 0,11 до 0,18 мкЗв/ч и не превышали многолетних средних значений. Среднегодовая МЭД на территории СФО составляла в 2013 г. 0,13 мкЗв/ч.



Рис. 2.7.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Сибирского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ★ – центры субъектов РФ;
- — магистральные федеральные автодороги;
- — прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- — границы федеральных округов;
- — государственная граница.

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах СФО в 2013 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Среднегодовые МЭД	Максимальные суточные МЭД
Забайкальский край	0,14	0,30
Алтайский край	0,11	0,28
Красноярский край	0,13	0,28
Республика Бурятия	0,18	0,25
Республика Алтай	0,13	0,25
Республика Тыва	0,16	0,25
Республика Хакасия	0,13	0,25
Иркутская область	0,14	0,26
Кемеровская область	0,12	0,19
Омская область	0,13	0,25
Томская область	0,13	0,25
Новосибирская область	0,11	0,22
Среднее значение по СФО	0,13	

Приземная атмосфера

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводятся в 8 из 12 субъектов Федерации округа на 13 пунктах наблюдения (рис. 2.7.1). В табл. 2.7.2 приведены данные СРМ о среднегодовой объемной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в населенных пунктах СФО.

Таблица 2.7.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в отдельных населенных пунктах СФО, 10^{-7} Бк/м³

Пункты наблюдения	^{137}Cs				^{90}Sr			
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.
Красноярский край								
Б.Мурта	4,3	6,2	56,7	2,3	1,35	2,85	1,35	1,35
Красноярск	2,0	1,7	33,6	2,1	2,73	2,33	2,4	2,22
Сухобузимское	4,9	4,8	46,5	2,0	2,0	2,68	2,48	2,13
Уяр	4,3	3,0	41,4	0,7	1,08	0,98	0,98	0,63
Туруханск	2,7	2,5	26,5	0,1	0,58	0,53	0,48	0,28
Диксон	0,3	0,2	27,2	0,3	0,08	0,08	0,08	0,12
Забайкальский край								
Чита	1,5	1,7	21,9	2,2	1,85	0,98	0,7	0,55
Алтайский край								
Барнаул	4,7	3,5	49,9	1,3	0,75	0,73	-	0,80
Новосибирская область								
Огурцово	2,1	3,6	34,9	2,3	1,64	2,20	3,58	2,12
Томская область								
Колпашево	2,1	2,8	8,5	1,2	0,43	0,98	0,53	0,33
Омская область								
Омск	3,6	4,8	74,4	3,6	1,45	2,48	1,95	2,73
Иркутская область								
Иркутск	3,9	2,4	99,6	2,5	4,85	5,00	4,28	3,48
Республика Тыва								
Кызыл	1,8	1,6	10,8	0,1	1,60	1,03	1,2	1,02
Среднее по СФО	2,9	3,0	40,9	1,6	1,6	1,8	1,7	1,4

Из табл. 2.7.2 видно, что объемная активность ^{137}Cs в 2013 г. увеличилась более чем в 1,5 раза по сравнению с 2012 г. в г. Иркутске, расположенном в 100-км зоне ПЗРО (рис. 2.7.1). Среднее по округу содержание ^{137}Cs в приземном слое было на уровне 2012 г.

Величины среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в атмосферном воздухе населенных пунктов СФО в 2013 г. варьировали в пределах от $0,08 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в п. Диксон на севере Красноярского края до $4,85 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в Иркутске, находящемся в 30 км от АЭХК. Причем в Иркутске последние несколько лет содержание ^{90}Sr в воздухе постоянно выше, чем в других населенных пунктах СФО. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в среднем по округу осталась на уровне 2011–2012 гг.

В целом, наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории СФО на шесть-семь порядков ниже пределов, установленных НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

Отбор проб атмосферных выпадений с помощью планшетов охватывает практически всю территорию СФО (рис. 2.7.1), что, соответственно, обеспечивает в определенной мере контроль состояния атмосферного воздуха на всей территории СФО.

Величины плотности выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в субъектах Федерации СФО вне 100-км зон РОО в 2010 – 2013 гг. приведены в табл. 2.7.3.

Таблица 2.7.3

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в субъектах Федерации на территории СФО в 2010–2013 гг., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	Выпадения ¹³⁷ Cs			
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.
Забайкальский край	0,01	0,17	0,46	0,17
Алтайский край	0,45	0,20	0,34	0,01
Красноярский край	0,40	0,21	0,83	0,01
Республика Бурятия	0,01	0,17	0,46	0,17
Республика Алтай	0,45	0,20	0,34	0,01
Республика Тыва	0,40	0,21	0,83	0,01
Республика Хакасия	0,40	0,21	0,83	0,01
Иркутская область	0,20	0,10	0,58	0,01
Кемеровская область	0,45	0,20	0,34	0,01
Омская область	0,01	0,11	0,23	0,5
Томская область	0,45	0,20	0,34	0,01
Новосибирская область	0,45	0,20	0,34	0,01
Среднее по СФО	0,31	0,18	0,49	0,08

Видно, что до 2011 г. выпадения ¹³⁷Cs на территории АТР были очень низкими. Увеличение выпадений ¹³⁷Cs в 2011 г. по сравнению с 2010 г. было вызвано поступлением этого радионуклида на территорию РФ вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1». Но и в 2012 и 2013 гг. выпадения ¹³⁷Cs были выше, чем в 2010 г. Причем в 2013 г. выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 1,7 раза по сравнению с 2012 г. В 2013 г. увеличились выпадения в 2 раза в Алтайском крае, Красноярском крае, Республике Алтай, Республике Тыва, Республике Хакасия, Иркутской, Кемеровской, Томской и Новосибирской областях.

Выпадения ⁹⁰Sr на территории СФО за три квартала 2013 г. были на уровне 2012 г. за этот же период (0,34 Бк/м²·год) и составляли 0,35 Бк/м²·год.

Поверхностные воды и атмосферные осадки

Объемная активность трития в осадках на территории СФО в 2013 г. определялась в шести пунктах (табл. 2.7.4). Из табл. 2.7.4 видно, что среднегодовая объемная активность трития в осадках в субъектах Федерации на территории СФО изменялась в пределах от 1,63 Бк/л на о. Диксон Красноярского края до 2,63 в п. Иркутск при среднем значении по территории СФО, равном 2,3 Бк/л. Это в 1,2 раза выше среднего значения (1,9 Бк/л) по территории РФ.

Усредненная объемная активность трития в реках на территории СФО (Красноярский край) в 2013 г. (табл. 2.7.4) была ниже, чем в 2012 г. (2,8 Бк/л), как и в других реках на территории РФ, и составляла 2,05 Бк/л, незначительно превышая среднее значение по рекам РФ (1,9 Бк/л).

Объемная активность ⁹⁰Sr в реках на территории СФО (табл. 2.7.4) изменялась от 2,6 мБк/л в р. Хатанга до 6,5 мБк/л в р. Игарка при среднем значении по территории СФО, равном 5,1 мБк/л, что несколько выше среднего значения по рекам АТР (4,9 мБк/л).

Наименьшее содержание радионуклидов в осадках, реках и приземном слое атмосферы наблюдалось на севере Красноярского края на полуострове Таймыр.

Таблица 2.7.4

Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2013 г. (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Гайфун»)

Пункты наблюдения	Осадки	Реки	
	³ H, Бк/л	³ H, Бк/л	⁹⁰ Sr, мБк/л
Красноярский край			
о. Диксон	1,63		
Енисейск	2,42		
Тура (Нижняя Тунгуска)	2,44	2,0	
Игарка (Енисей)		2,1	6,5
Хатанга (р. Хатанга)			2,6
Иркутская область			
Иркутск	2,63		
Исток Ангары (р. Ангара)			5,8
Республика Бурятия			
Мостовой (р. Селенга)			4,4
Новосибирская область			
Новосибирск	2,43		
Омская область			
Омск	2,42		
Республика Алтай			
СФМ Яйлю (р. Кокша)			6,4
Среднее по СФО	2,3	2,05	5,1
Среднее по АТР	1,9	1,9	4,9

Ниже приводятся результаты мониторинга радиационной обстановки в 100-км зонах основных РОО, расположенных на территории СФО. Анализ радиационной обстановки вокруг РОО первой категории – Сибирский химический комбинат – приведен в разд. 4.

2.7.1. 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), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 г. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м³. 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. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, размеры которой меняются до 1000 м от границы территории промплощадки. 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 проживают около 80 % населения района. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4. В 2013 г. выбросы суммы нуклидов урана в атмосферу на НЗХК были в 6 раз ниже допустимого выброса и составляли $5,54 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $3,37 \cdot 10^9$ 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. В настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производится. Однако на хвостохранилище имеются три водоема-отстойника (секции), где под слоем воды хранятся радиоактивные отходы. Водоемы-отстойники предназначены для разделения РАО на твердую и жидкую фазы и являются частью технологического процесса обезвреживания и дезактивации РАО. 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 укреплен дамба. 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.

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 01.01.2013 г. было загрязнено $0,420 \text{ км}^2$ почвы. В 2013 г. было выявлено $0,0011 \text{ км}^2$ новых участков загрязненных территорий. Также было реабилитировано $0,0031 \text{ км}^2$ земель. В результате на 01.01.2013 г. на НЗХК было загрязнено $0,418 \text{ км}^2$ почвы. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении С.

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

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2013 г. был организован следующим образом:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились в п. Огурцово (15 км от НЗХК, рис. 2.7.2) путем ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 и последующего радиоизотопного анализа отобранных проб в радиометрической лаборатории;

- в этом же пункте проводились наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений путем ежесуточного отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов;

- определялось содержание трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в этом же пункте;

- на четырех станциях 100-км зоны (пп. Колывань, Коченево, Чулым, Огурцово) и дополнительно на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки) измерялась мощность эквивалента амбиентной дозы γ -излучения (МЭД);

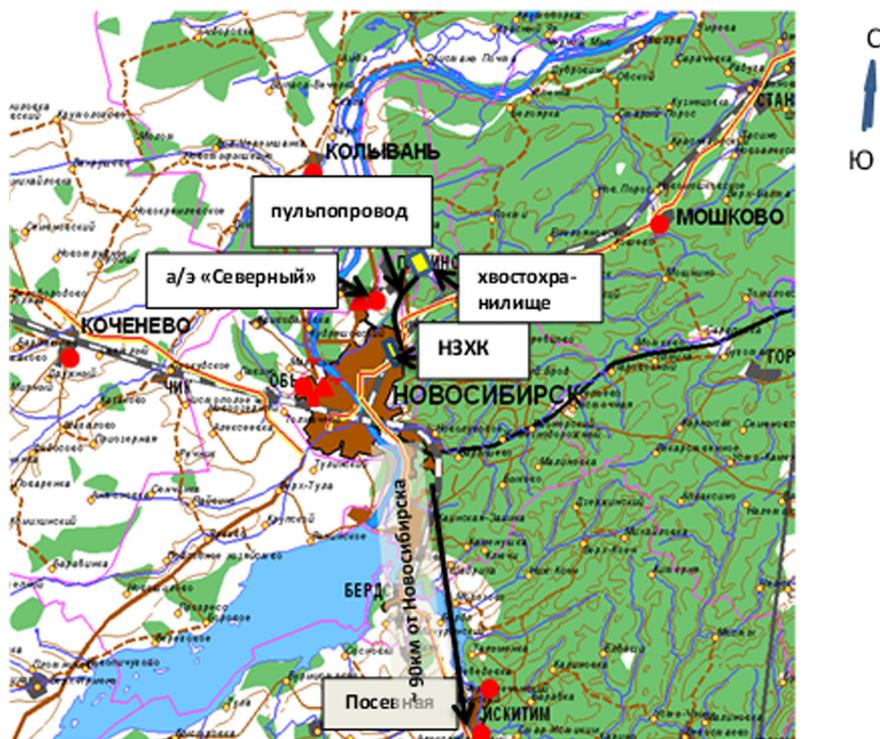


Рис. 2.7.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

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

– в мае, июле и сентябре проводились обследования радиоактивного загрязнения оз. Круглое и ручья Пашенский: измерение МЭД, отбор проб воды, донных отложений (рис. 2.7.3);

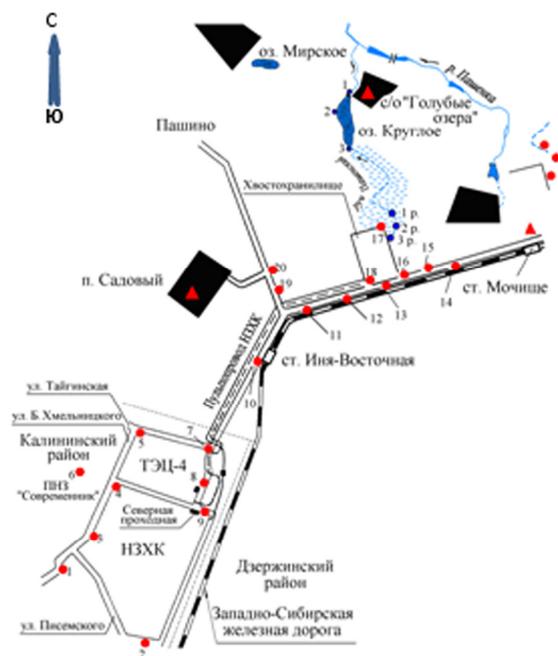


Рис. 2.7.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.7.3) для анализа на содержание $\Sigma\beta$ радионуклидов;
- 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. 2.7.3);
- один раз в год проводилась маршрутная γ -съемка с интервалом 100 м вдоль пульпопровода (рис. 2.7.4).

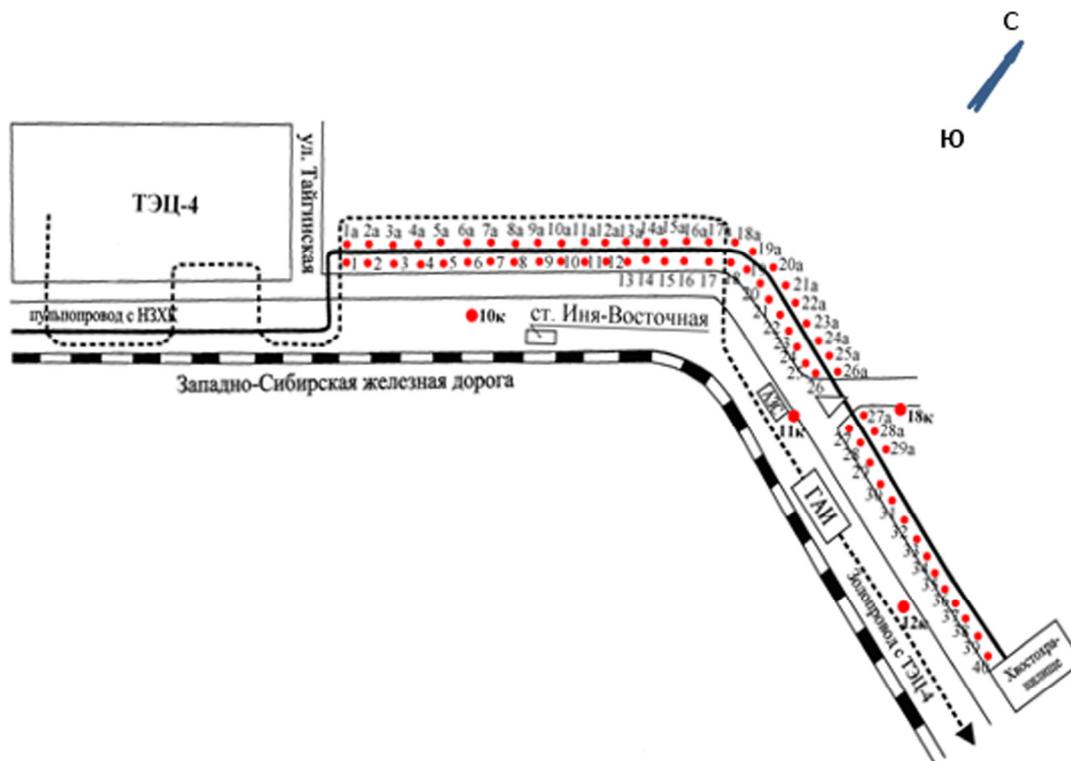


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- – дорога с асфальтовым 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 использовался тонкопленочный сцинтилляционный детектор. 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

Результаты наблюдений за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы п. Огурцово (рис. 2.7.2) приведены в табл. 2.7.6. Из табл. 2.7.6 видно, что среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово в 2013 г. колебалась в диапазоне $(7,3 - 27) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 2013 г. ($14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с 2012 г. и была в 1,3 раза меньше средневзвешенной активности по Западно-Сибирскому региону ($18 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ ($88 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалось в сентябре.

В 2013 г. в п. Огурцово не было зарегистрировано случаев превышения среднесуточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой в 5 и более раз. По результатам γ -спектрометрического анализа техногенных радионуклидов в пробах обнаружено не было.

Таблица 2.7.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемная $\Sigma\beta$ (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НЗХК (данные Западно-Сибирского УГМС)

Месяц		Огурцово			
		Р		q	
		2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Январь	с	3,0	3,4	8,5	12
	м	7,8	11,5	22	53
Февраль	с	2,6	2,1	7,3	9,8
	м	7,6	6,1	21	26
Март	с	2,4	2,0	7,9	11
	м	8,2	7,5	18	47
Апрель	с	1,2	1,5	-	23
	м	2,9	4,9	-	52
Май	с	1,8	1,8	15	27
	м	5,7	4,9	36	223
Июнь	с	1,6	1,8	27	40
	м	4,3	5,4	75	119
Июль	с	1,6	1,7	19	38
	м	3,9	5,2	44	70
Август	с	1,7	2,7	21	26
	м	5,0	7,4	71	101
Сентябрь	с	1,5	2,5	16	27
	м	4,1	5,8	88	113
Октябрь	с	2,2	1,7	9	23
	м	10,5	6,8	32	75
Ноябрь	с	1,5	1,6	11	8,3
	м	5,1	4,5	32	33
Декабрь	с	1,5	3,0	11	11
	м	5,9	6,4	38	27
Среднее: Бк/м ² ·сутки		1,9	2,2		
10 ⁻⁵ Бк/м ³				14	21
Сумма: Бк/м ² ·год		686	787		
Среднее по Зап.-Сиб. региону: Бк/м ² ·год		456	485		
10 ⁻⁵ Бк/м ³				18	20

Из техногенных радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовали ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr. Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы п. Огурцово в 2013 г. и в предыдущие годы представлены в табл. 2.7.7. В 2013 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs была в 1,7 раза ниже уровня 2012 г. и в 2,1 раза ниже средневзвешенного значения по Западно-Сибирскому региону. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2013 г. была в 1,4 раза ниже уровня 2012 г. и в 1,25 раза ниже средневзвешенного значения для территории Западной Сибири.

Результаты измерения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Огурцово приведены в табл. 2.7.6. Из табл. 2.7.6 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в Огурцово в 2013 г. уменьшились на 16 % по сравнению с 2012 г. и превышали средневзвешенное значение по Западно-Сибирскому региону (456 Бк/м²·год) в 1,5 раза. Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2013 г. зафиксировано не было.

Выпадения ¹³⁷Cs в п. Огурцово были зарегистрированы в июне (0,54 Бк/м²) и сентябре (1,10 Бк/м²). В остальные месяцы содержание ¹³⁷Cs было ниже предела обнаружения. Выпадения ⁹⁰Sr в этом пункте в 2013 г. составили 0,95 Бк/м²·год, что в 1,2 раза ниже, чем в 2012 г.

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2009–2013 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун» и Западно-Сибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
^{137}Cs							
Огурцово	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
	2012	1,5	5,2	6,6	1,1	3,6	4,5
	2013	1,3	3,1	2,9	1,1	2,1	4,5
^{90}Sr							
Огурцово	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
	2012	1,6	3,2	2,7	1,3	2,2	1,46
	2013	0,7	3,4	1,4	1,1	1,6	2,0

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Снег, радиационный фон на местности

В 5-км зоне вокруг НЗХК в период перед началом снеготаяния был проведен отбор проб снега в 19 контрольных точках (рис. 2.7.3, в т. 17 в 2013 г. отбор пробы не проводился).

Результаты анализа проб показали, что среднее значение содержания $\Sigma\beta$ в снежном покрове в ближней зоне НЗХК в 2013 г. составляло 256 Бк/м² (при максимальном 994 Бк/м² в т. 9), что в 3,5 раза выше среднего значения 2012 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 0,07 до 0,15 мкЗв/ч.

МЭД в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2013 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. 2.7.3) изменялись в пределах 0,07–0,24 мкЗв/ч (максимальное значение, как и в предыдущие годы, отмечалось в т.8), вдоль пульпопровода (точки 10–12) – от 0,08 до 0,18 мкЗв/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13–20) – от 0,08 до 0,16 мкЗв/ч.

Во время маршрутной γ -съемки вдоль пульпопровода (точки 1 – 40 и 1а – 29а с обеих сторон вдоль пульпопровода, рис. 2.7.4) в 2013 г. измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 100 м на расстоянии 3–5 м от пульпопровода. Признаков протекания радиоактивных отходов из труб пульпопровода при визуальном осмотре обнаружено не было, но на некоторых участках трубы были выявлены дефекты изоляции. В ходе обследования пульпопровода в районе контрольных точек: 8, 8а, 9, 9а, 10, 10а, 11, 11а, 12, 12а было обнаружено локальное пятно радиоактивного загрязнения. МЭД на данном участке варьировала от 0,20–1,05 мкЗв/ч. Мощность дозы γ -излучения вдоль пульпопровода изменялась в пределах от 0,08 до 0,83 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД измерены в т. 8а пульпопровода.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2013 г. изменялись от 0,07 до 0,14 мкЗв/ч и находились в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Коченёво (в августе), не превышали 0,19 мкЗв/ч.

Вода, донные отложения и почва

Как указывалось ранее, 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 (рис. 2.7.3). Поскольку озеро доступно жителям Новосибирска, оно находится под постоянным радиационным контролем Западно-Сибирского УГМС.

В 2013 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (точки 1р, 2р и 3р, рис. 2.7.3) и в озере (точки 1–3, рис. 2.7.3) 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 2013 г. представлены в табл. 2.7.8.

Таблица 2.7.8

Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л) и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое и руч. Пашенский в 2013 г., МЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб (данные Западно-Сибирского УГМС)

Точки отбора проб	МЭД на высоте		Вода ¹ Σβ	Донные отложения			
	3–4 см	1 м		²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
т. 1	0,12	0,11	1,21	41	146	11	405
т. 2	0,09	0,09	1,34	23	59	15	343
т. 3	0,09	0,09	1,28	6,0	55	10	250
т. 1р	0,10	0,09	0,82	39	32	2,2	371
т. 2р	0,10	0,09	0,92	37	52	2,8	450
т. 3р	0,10	0,10	0,58	38	705	4,5	278
Среднее:							
2013 г.	0,10	0,10	1,03	31	175	7,8	350
2012 г.	0,09	0,09	1,27	27	48	7,3	409
2011 г.	0,11	0,11	0,77	27	46	10	394
2010 г.	0,12	0,11	0,79	28	34	3	483
2009 г.	0,1	0,09	0,82	32	129	5	397

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

Из табл. 2.7.8 видно, что среднее значение объемной Σβ в исследуемых водоемах в 2013 г. уменьшилось в 1,23 раза по сравнению с 2012 г. и было близко к контрольной величине (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [6] для питьевой воды. Объемные Σβ в воде руч. Пашенский уменьшились и, в отличие от прошлого года, не превышают контрольную величину. Возможно, что увеличение удельной активности естественных радионуклидов в 2013г. в озере связано не только с поступлением из водостойников, но и в результате длительного выпадения большого количества осадков в течение летнего периода, что привело к смыву почвенного покрова с осушенной в прошлые годы береговой зоны ручья и озера. В настоящее время наблюдается заиливание и зарастание озера камышом, практически нет подхода к его традиционным контрольным точкам.

Содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях исследуемых водоемов в 2013 г. незначительно увеличилось, а ²²⁶Ra – увеличилось в 3,6 раза по сравнению с 2012 г. МЭД в местах отбора проб (табл. 2.7.8) на высоте 1 м от поверхности в среднем составляла 0,10 мкЗв/ч, что не превышает колебаний уровней глобального фона.

Объемная Σβ в пробах питьевой воды в трех населенных пунктах 10-км зоны НЗХК (пункты Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера», рис. 2.7.3) в 2013 г. составляла в среднем 0,28 Бк/л, что подтверждает безопасность питьевой воды для населения согласно НРБ-99/2009 [6].

В 2013 г. осуществлен отбор проб почвы в 20 контрольных точках 5-км зоны наблюдения вокруг РОО «НЗХК». По результатам отбора проб средняя активность радионуклидов составила: ²²⁶Ra – 27 Бк/кг; ²³²Th – 52 Бк/кг; ⁴⁰K – 451 Бк/кг; ¹³⁷Cs – 2,9 Бк/кг. Следующий отбор проб почвы по регламенту Росгидромета будет в 2018 г.

Содержание трития в атмосферных осадках в Новосибирске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В 2013 г. среднегодовая объемная активность трития составила 2,43 Бк/л, что на 5 % ниже уровня 2012 г., но превышает среднее значение для территории РФ (1,94 Бк/л). Наблюдаемое содержание трития в воде на три порядка ниже норматива УВ по содержанию трития в воде (7600 Бк/л) [6].

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2013 г. деятельность РОО ОАО «НЗХК» не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения в окрестностях РОО и на всей территории Новосибирской области.

2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО), до акционирования известно 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-окси 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 сернокислотным цехом (СКЦ) и Урановое горно-рудное управление (УГРУ).

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 2013 г. и для сравнения в 2012 г. представлены в табл. 2.7.9. 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.

Таблица 2.7.9

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{40}K	$7,60 \cdot 10^9$	$3,31 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^9$	$+2,0 \cdot 10^9$
^{218}Po	$9,03 \cdot 10^{14}$	$1,66 \cdot 10^{13}$	$1,77 \cdot 10^{13}$	$-1,1 \cdot 10^{12}$
^{214}Pb	$2,79 \cdot 10^{14}$	$8,64 \cdot 10^{13}$	$9,20 \cdot 10^{13}$	$-5,6 \cdot 10^{12}$
^{214}Bi	$7,24 \cdot 10^{13}$	$6,32 \cdot 10^{13}$	$6,72 \cdot 10^{13}$	$-4,0 \cdot 10^{12}$
^{222}Rn	$9,47 \cdot 10^{14}$	$5,17 \cdot 10^{14}$	$4,46 \cdot 10^{14}$	$+7,1 \cdot 10^{13}$
^{232}Th	$1,95 \cdot 10^9$	$9,68 \cdot 10^8$	$5,57 \cdot 10^8$	$+4,1 \cdot 10^8$
ДЖН	$1,78 \cdot 10^{11}$	$9,07 \cdot 10^9$	$8,14 \cdot 10^9$	$+9,3 \cdot 10^8$

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

Из табл. 2.7.9 видно, что в 2013 г. выбросы ^{232}Th на ППГХО увеличились в 1,75 раза, ^{40}K – в 2,5 раза, выбросы остальных радионуклидов изменились незначительно по сравнению с уровнем 2012 г. При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых и составляли от 1,8 % (для ^{218}Po) до 87,3 % (для ^{214}Bi) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2013 г. составила $6,84 \cdot 10^{14}$ 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. Взаимное проникновение шахтных вод и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объем сбросных вод в систему Умыкейских озер в 2013 г. составил $1,33 \cdot 10^7$ м³. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2012–2013 гг. представлена в табл. 2.7.10.

Таблица 2.7.10

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 [6], Бк/л
		2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
^{210}Pb	-	$4,12 \cdot 10^9$	$2,94 \cdot 10^9$	0,30	0,24	0,20
^{210}Po	-	$1,8 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^9$	0,14	0,11	0,11
^{226}Ra	-	$3,9 \cdot 10^8$	$4,9 \cdot 10^8$	0,05	0,04	0,49
^{230}Th	-	$6,04 \cdot 10^9$	$5,84 \cdot 10^9$	0,45	0,46	0,65
Сумма нуклидов U	$2,59 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	$2,57 \cdot 10^{10}$	1,14	1,21	3,0

По данным табл. 2.7.10, в 2013 г. сбросы ^{210}Pb и ^{210}Po увеличились примерно на 35–40 %. Сбросы ^{226}Ra уменьшились на 20 %, сбросы урана – в 1,7 раза. Сбросы ^{230}Th незначительно увеличились. Радионуклиды ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra и ^{230}Th сбрасываются ППГХО без утвержденных

нормативов допустимых сбросов. Объемная активность урана, ^{230}Th , ^{226}Ra и ^{210}Po в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО, в 1–10 раз ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [6]. Объемная активность ^{210}Pb в сбросных водах остается выше УВ для питьевой воды в среднем в 1,5 раза, но не превышает десятикратной величины УВ для водоемов технической воды.

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах. Имеются искусственные защитные дамбы, в чаще 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. 2.7.11.

Таблица 2.7.11

Обращение и характеристика РАО на ППГХО в 2013 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	1,18·10 ⁶ т	6,96·10 ¹³	1,95·10 ¹³
Радиоактивный лом черных металлов	В хвостохранилище ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	513,3 т	4,36·10 ⁹	2,56·10 ⁹
Радиоактивные строительные отходы	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	311,3	1,31·10 ¹⁰	1,2·10 ¹⁰

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.

Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО по состоянию на 31.12.2013 г. по сравнению с 2012 г. не изменились и составили 8,973 км². В СЗЗ на площади 0,125 км² МЭД не превышала 0,5 мкЗв/ч, на площади 4,202 км² – колебалась от 0,5 до 2,0 мкЗв/ч; в ЗН – находилась на уровне 0,5–2,0 мкЗв/ч. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ППГХО приведены в Приложении С.

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

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС путем ежедневных наблюдений за МЭД на шести станциях и атмосферными радиоактивными выпадениями на пяти станциях, расположение которых показано на рис. 2.7.5. Выпадения $\Sigma\beta$, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.7.12.

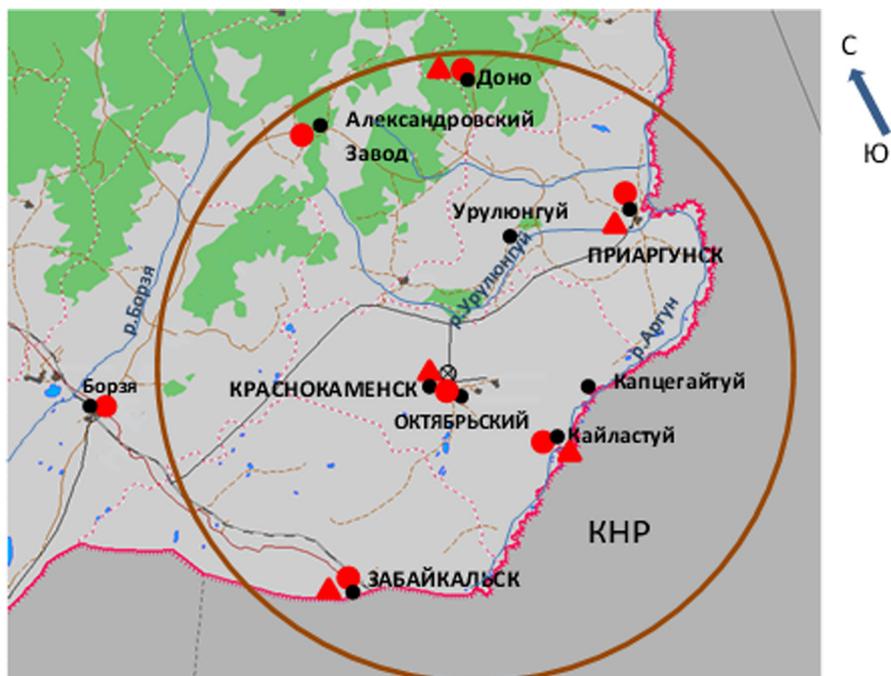


Рис. 2.7.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

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

Таблица 2.7.12

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2013 г., Бк/м²·сутки (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому краю	
		ст. Доно	п. Забайкальск	с. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2013 г.	2012 г.
Январь	с	1,5	1,1	1,7	1,2	1,0	1,2	1,2
	м	3,7	2,4	3,0	7,1	2,1		
Февраль	с	1,1	1,2	1,4	1,3	1,6	1,2	1,5
	м	2,6	2,4	4,5	2,1	4,4		
Март	с	1,4	1,6	1,6	1,3	1,2	1,3	1,2
	м	3,5	2,6	3,4	3,2	2,3		
Апрель	с	1,1	1,3	1,3	1,2	1,5	1,3	1,3
	м	2,1	4,0	2,7	2,7	2,7		
Май	с	1,6	1,7	1,4	1,1	1,3	1,2	1,3
	м	3,3	3,4	2,8	2,7	3,3		
Июнь	с	1,8	1,9	1,6	1,4	1,4	1,5	1,4
	м	3,0	2,8	3,1	3,2	2,7		
Июль	с	1,6	1,6	2,1	2,0	1,9	1,6	1,4
	м	4,4	3,5	4,8	4,4	4,1		
Август	с	1,1	1,5	0,8	1,3	1,4	1,3	1,3
	м	2,7	3,8	2,0	2,5	6,1		
Сентябрь	с	1,6	1,7	1,7	1,2	1,1	1,3	1,2
	м	3,0	3,6	3,0	2,2	2,2		
Октябрь	с	1,0	1,1	1,4	1,0	1,1	1,2	1,2
	м	2,5	2,3	2,4	2,0	2,6		
Ноябрь	с	1,3	1,0	1,1	1,3	1,0	1,2	1,0
	м	3,2	2,4	2,1	3,0	2,0		
Декабрь	с	0,9	1,2	1,1	1,4	1,0	1,1	1,1
	м	2,7	2,1	3,6	2,3	1,9		
Среднее за год		1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
Сумма, Бк/м ² ·год:								
2013 г.		476	512	512	476	476	476	
2012 г.		476	549	439	549	512		476
МЭД, мкЗв/ч:	с	0,14	0,14	0,14	0,17	0,15	0,14	0,15
	м	0,18	0,18	0,18	0,23	0,19		

Как видно из табл. 2.7.12, среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ППГХО в 2013 г. незначительно изменились по сравнению с 2012 г. и колебались от 1,3 Бк/м²·сутки (ст. Доно, г. Краснокаменск и п. Приаргунск) до 1,4 Бк/м²·сутки (с. Кайластуй и п. Забайкальск). Максимальная величина суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений (7,1 Бк/м²·сутки) была зарегистрирована в г. Краснокаменск в январе. Усредненная по 100-км зоне ППГХО $\Sigma\beta$ годовых выпадений в 2013 г. (1,3 Бк/м²·сутки) была на уровне средних значений по Забайкальскому краю (1,3 Бк/м²·сутки) и в 1,15 раза выше средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири, что характерно для всего Забайкальского края.

В табл. 2.7.13 приводятся данные ППГХО об эффективной объемной активности радионуклидов в 2012–2013 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулунгуй и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Таблица 2.7.13

**Эффективная объемная активность радионуклидов
в воде открытых водоемов в районе ППГХО в 2012–2013 гг.
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\Sigma(A_i/УВ_i)$	
	2013 г.	2012 г.
Система Умыкейских озер	3,71	4,06
Резервное водохранилище	3,39	3,86
Карьер ПГС-2	4,26	5,09
Оз. Ланцово	3,35	3,02

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

Перечисленные в табл. 2.7.13 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. 2.7.13 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 [7], вода из этих водоемов классифицируется как техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено. Эффективная объемная активность радионуклидов, согласно приведенным в табл. 2.7.13 данным, в озере Ланцово увеличилась на 11 %, а в других объектах – уменьшилась на 9 – 19 %.

В 2013 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находились 34 скважины, расположенные в районах огаркохранилища серноокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО, в скважине № 2, расположенной на промплощадке в 10 м от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного ²³⁸U, ²³⁰Th, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb в 94; 3,4; 6,5 и 1,6 раза соответственно. Это связано с локальным загрязнением под зданием в радиусе до 30 м от наблюдательной скважины; ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет. Содержание естественного урана в остальных скважинах было ниже уровня вмешательства для питьевой воды (меньше 3,0 Бк/л по НРБ-99/2009).

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МЭД на шести пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2013 г. колебались в диапазоне 0,13–0,18 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МЭД –

0,23 мкЗв/ч – было отмечено в п. Краснокаменск в сентябре и октябре. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2013 г. составило 0,14 мкЗв/ч, что находится на уровне 2012 г. и соответствует фоновому значению для территории Забайкалья (табл. 2.7.12).

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 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.7.13) составила $19,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше уровня 2012 г. ($12,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири. Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ – $288,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась 21–22 октября и превышала фоновый уровень предыдущего месяца в 19 раз.

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Читы в 2009–2013 гг. приведены в табл. 2.7.14 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС). В 2013 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) понизилась по сравнению с 2012 г. на 12 % и была в 1,5 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2013 г. повысилась по сравнению с 2012 г. в 1,8 раза и составила $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО последние несколько лет остается стабильной. Однако производственная деятельность предприятия сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоемы в районе ППГХО, вода из которых из-за превышения нормативов по НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

Таблица 2.7.14

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2008–2013 гг., Бк/м³
(данные Забайкальского УГМС, Приморского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
¹³⁷Cs, 10⁻⁷							
Чита	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
	2012	1,1	1,9	1,5	2,4	1,7	2,0
	2013	1,7	1,4	1,3	1,7	1,5	2,2
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
Чита	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
	2012	0,4	1,0	1,3	1,2	1,0	2,3
	2013	1,0	2,2	1,4	2,8	1,8	2,6
$\Sigma\beta$, 10⁻⁵							
Чита	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
	2012	6,8	12,8	18,2	13,5	12,8	16,8
	2013	11,7	15,4	17,1	32,6	19,2	38,52

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

2.7.3. 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.

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, в 2013 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 21 %, северо-западные – 15 % и западные – 16 %. Наибольшая повторяемость западного ветра приходилась на июль (25 %).

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу. В 2013 г. выбросы $\Sigma\alpha$ в атмосферу на АЭХК составили $5,37 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $4,27 \cdot 10^9$ Бк/год.

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Твердые радиоактивные отходы, образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности (твердые технологические урансодержащие продукты с содержанием общего урана менее 2 % массы для сублиматного завода и менее 1,2 % массы для разделительного завода, не подлежащие к дальнейшему использованию, а также нетехнологические материалы и изделия, загрязненные радионуклидами или содержащие их и превышающие 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 [6], и нейтрализации направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК. 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.

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. Поэтому в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [15] 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 2013 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения (рис. 2.7.6):

- 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. Определение качественного и количественного гамма-излучающего радионуклидного состава проб атмосферных аэрозолей проводилось на полупроводниковом детекторе с использованием программы обработки спектров «SpectraLineGP»;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах;

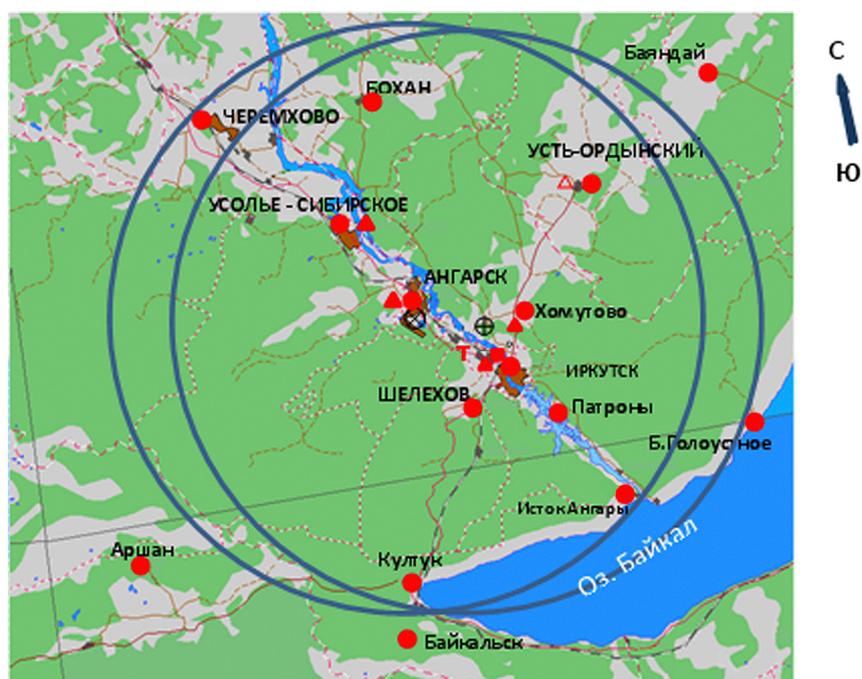


Рис. 2.7.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРВ:

- – 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 трития в атмосферных осадках в п. Иркутск;
- за содержанием ^{90}Sr в Иркутском водохранилище на одной станции (Исток Ангары);
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;
- за МЭД на 13 метеостанциях, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах выпадений проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П5, УМФ-2000. 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, ДП-5 (Б, В).

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2013 г., по данным Иркутского УГМС (табл. 2.7.15), увеличилась на 56 % по сравнению с 2012 г. и составила $64 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,6 раза выше среднего значения по Югу Восточной Сибири в 2013 г. ($39 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $32 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в июне) до $107 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2013 г. наблюдалась 9 февраля – $370 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная – $7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – 22 мая.

Таблица 2.7.15

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 2013 г. (данные Иркутского УГМС)

Месяц		Ангарск	Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,1	2,2	96	2,6	4,7	4,6	2,3
	м	2,9	6,7	194	9,1	12,6	15,5	6,7
Февраль	с	4,2	2,6	107	0,8	3,3	1,3	4,2
	м	10,7	10,0	370	2,5	11,0	7,7	13,8
Март	с	2,0	2,2	72	1,6	1,5	1,5	1,7
	м	9,6	6,3	184	8,4	7,7	10,6	10,3
Апрель	с	3,3	1,4	52	4,0	1,9	2,3	3,1
	м	10,6	4,8	123	11,9	8,8	10,1	6,4
Май	с	3,4	1,4	35	2,1	2,5	1,7	2,8
	м	9,2	5,7	111	7,4	7,7	6,5	9,9
Июнь	с	2,9	0,9	32	2,9	2,8	2,9	2,0
	м	9,5	2,9	94	10,1	7,9	7,2	9,0
Июль	с	1,1	1,0	43	1,7	2,6	1,6	3,0
	м	5,8	2,9	89	9,2	10,6	5,5	9,0
Август	с	1,1	2,2	72	2,6	4,7	4,6	2,3
	м	10,3	7,2	170	8,9	8	10,1	7,6
Сентябрь	с	4,2	2,6	46	0,8	3,3	1,3	4,2
	м	6,7	7,3	230	10,2	10,3	8,5	6,6
Октябрь	с	2,0	2,2	62	1,6	1,5	1,5	1,7
	м	7,3	9,1	197	7,5	13,3	12,5	10,5
Ноябрь	с	3,3	1,4	67	4,0	1,9	2,3	3,1
	м	16,4	3,1	185	10,9	13,3	16,6	14,6
Декабрь	с	3,4	1,4	81	2,1	2,5	1,7	2,8
	м	11,5	8,2	198	7,0	6,9	19,9	10,2
Среднее:								
	2013 г.	2,6	1,8	64	2,3	3,0	2,7	3,0
	2012 г.	2,2	1,5	41	2,8	2,4	2,7	2,5
Сумма, Бк/м ² ·год:								
	2013 г.	971	668		860	1107	998	1086
	2012 г.	807	541		1010	872	983	910

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере г. Иркутска в 2009–2013 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы представлены в табл. 2.7.16. Согласно табл. 2.7.16, в 2013 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске увеличилась в 1,6 раза по сравнению с уровнем 2012 г. и составила $3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,8 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Иркутске в 2013 г. составляла $4,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что незначительно ниже уровня 2012 г. и в 1,9 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на шесть-семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [7].

Таблица 2.7.16

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске в 2009–2013 годах, 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	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
	2012	0,5	1,0	4,2	3,9	2,4	2,0
	2013	3,0	2,0	6,0	4,5	3,9	2,2
^{90}Sr							
Иркутск	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
	2012	5,5	4,6	4,7	5,2	5,0	2,3
	2013	4,7	5,3	5,6	3,8	4,9	2,6

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
* – оценка «сверху».

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне АЭХК в 2013 г. (табл. 2.7.15) остались на уровне 2011 г. или немного увеличились, изменяясь в пределах от 1,8 до 3,0 Бк/м², что находится на уровне $\Sigma\beta$ выпадений в среднем по Иркутской области в 2013 г. (2,8 Бк/м²·сутки). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 13 декабря в п. Хомутово и составило 19,9 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2013 г. составили 914 Бк/м². Наибольшее значение выпадений трития наблюдалось в июле – 207 Бк/м². Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 0,85 Бк/л (в декабре) до 4,99 Бк/л (в феврале) при среднегодовом значении 2,63 Бк/л (табл. 2.7.17), что на 10–20 % ниже, чем в прошлые годы, но превышает среднее значение для территории РФ (1,94 Бк/л).

Таблица 2.7.17

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

Год	2009	2010	2011	2012	2013
^3H	3,2	2,9	3,2	3,2	2,6

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде в 2013 г. составила 6,0 мБк/л, что на 3,4 % выше, чем в 2012 г. (5,8 мБк/л) и на 22 % выше средней объемной активности ^{90}Sr в реках АТР (4,9 мБк/л).

В 2013 г. группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МЭД в 20-км зоне АЭХК проводились 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 0,11–0,20 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД (0,23 мкЗв/ч) было зарегистрировано в ноябре на 1-м км участка дороги на Новоодинск от перекрестка «Савватеевка-Новоодинск».

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 18 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, 17 июня – пробы почвы, а 31 октября – пробы растительности. Результаты измерения $\Sigma\beta$ проб приведены в табл. 2.7.18.

Таблица 2.7.18

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

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	18.03.2013 г.	05.03.2012 г.	17.06.2013 г.	14.06.2012 г.	31.10.2013 г.	24.08.2012 г.
16-й км дороги на д. Б. Елань	8,6	11,8	87	85	2,6	11,0
7-й км то же	13,7	14,8	164	166	3,9	6,3
2-й км – " –	4,9	4,7	357	373	18,6	6,1
1-й км дороги на д. Савватеевка	8,9	8,2	74	77	7,5	10,3
д. Савватеевка	6,7	2,5	135	144	7,3	7,6
2-й км дороги на д. Одинск	7,3	1,6	319	321	30,8	16,5
2-й км Московского тракта	5,8	2,1	447	572	21,3	16,2
4-й км дороги на г. Иркутск	5,7	18,1	284	294	13,9	12,0
п. Мегет	5,8	17,9	316	318	7,1	10,6
Среднее в 20-км зоне	8,4	8,8	244	264	11,6	10,6
Фоновая точка	16,6	5,8	257	294	3,1	9,4

По сравнению с 2012 г. радиоактивное загрязнение снежного покрова в районе АЭХК немного уменьшилось. Максимальный уровень загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова (13,7 Бк/м²) был зарегистрирован на 7-м км дороги на д. Б. Елань, что в 1,2 раза ниже уровня в фоновой точке (16,6 Бк/м²). Средний уровень содержания радиоактивных веществ ($\Sigma\beta$) в растительности района АЭХК в 2013 г. увеличился на 9 % по сравнению с 2012 г. Максимальная плотность загрязнения $\Sigma\beta$ травяного покрова была зарегистрирована на 2-м км дороги на д. Одинск и составила 30,8 Бк/м², что в 9,9 раза выше значения в фоновой точке (3,1 Бк/м²). В почве максимальная $\Sigma\beta$ отмечалась на 2-м км Московского тракта и достигала 447 Бк/м², что в 1,7 раза выше значения в фоновой точке (257 Бк/м²).

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2013 г., рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях (рис. 2.7.6), составляли 0,07–0,20 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МЭД достигали 0,24 мкЗв/ч (в Ангарске – в октябре).

2.7.4. 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 осуществляется подразделениями Департамента Росгидромета по СФО. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения НЗХК, результаты обследования которого приводятся в разделе 2.7.1.

В 30-км зоне ПЗРО мониторинг приземной атмосферы проводится в п. Огурцово (рис. 2.7.7), 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 2013 г. и предыдущие годы подробно обсуждаются в разделе 2.7.1.



Рис. 2.7.7 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.

Для выявления влияния ПЗРО на загрязнение окружающей среды подразделениями Департамента Росгидромета по СФО проводится радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В 2013 г. в этой зоне контролировались следующие параметры окружающей среды:

– содержание радионуклидов в снежном покрове (в феврале и 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 МЭД в восьми точках, а также при отборе проб снега и воды.

В 2013 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МЭД в восьми контрольных точках. МЭД, измеряемая на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг РОО, в 2013 г. варьировала в диапазоне 0,08–0,16 мкЗв/ч при средних значениях в каждой точке 0,09–0,13 мкЗв/ч, 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. 2.7.8). Пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 2.7.9) 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 и 3–4 см от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 2.7.19.

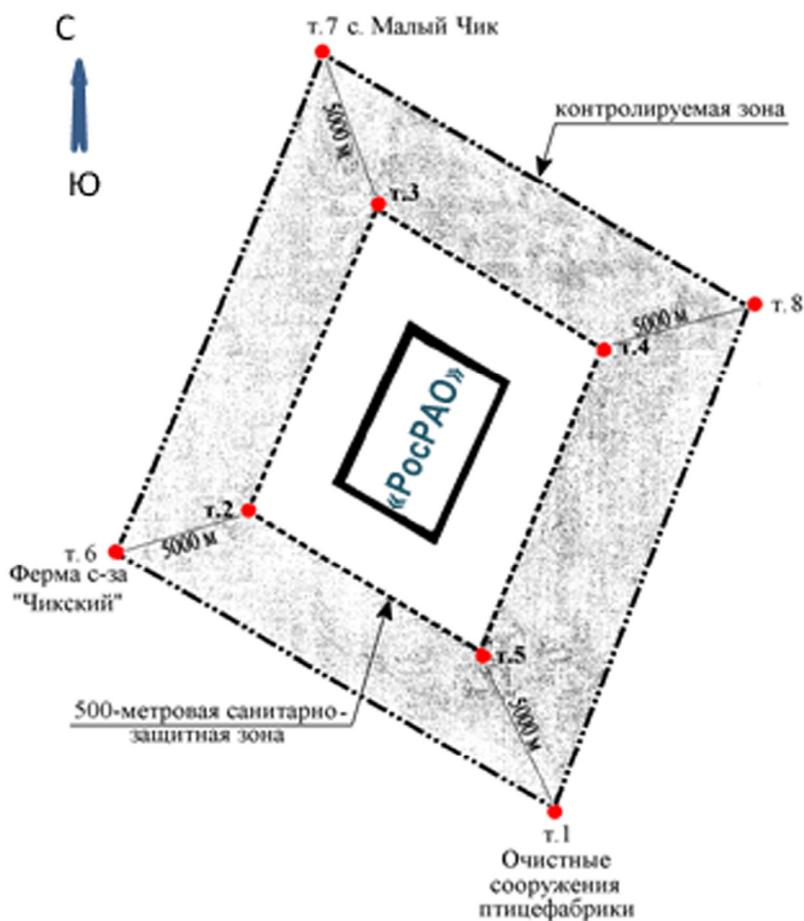


Рис. 2.7.8. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

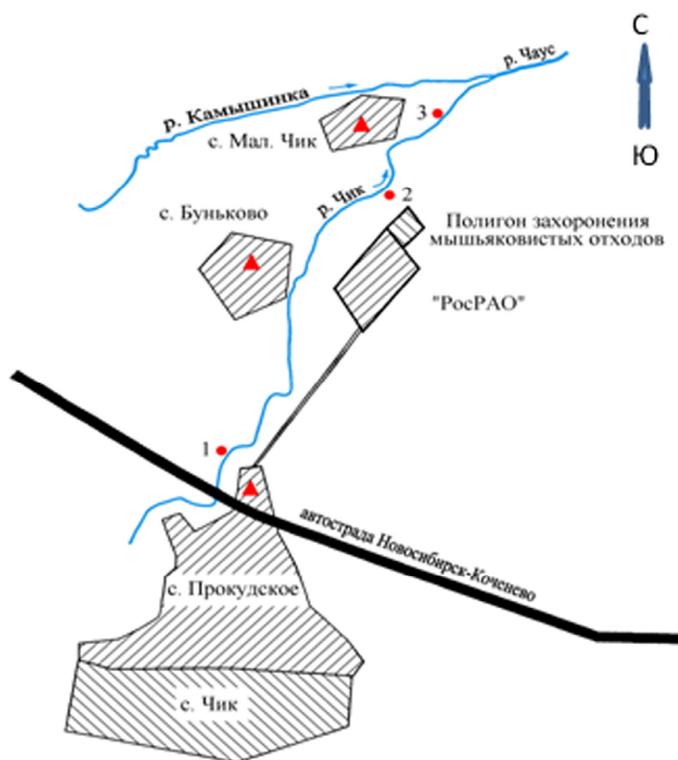


Рис. 2.7.9. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»:

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

Таблица 2.7.19

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2013 г.

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	МЭД, мкЗв/ч	
Зоны контроля вокруг ПЗРО (рис. 2.7.8):	Снег, Бк/м²	Почва, Бк/кг*				3–4 см	1 м
В 500 м от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 4	-	1,80	22,0	9,6	470	-	-
– на север (С) – т. 3	-	н	20,1	8,0	440	-	-
– на запад (З) – т. 2	38,8	2,40	17,3	18,7	420	0,11	0,10
– на юг (Ю) – т. 5	88,5	2,97	14,9	31,3	514	0,11	0,11
В 5 км от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 8	151,0	3,70	20,9	33,8	548	0,09	0,08
– с. Малый Чик (С) – т. 7	75,1	2,79	21,7	38,7	562	0,10	0,10
– ферма совхоза «Чикский» (З) – т. 6	244,8	0,60	19,0	24,9	440	0,11	0,11
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	153,0	5,06	22,5	39,2	584	0,11	0,08
Среднее:							
2013 г.	125,2	2,42	19,8	25,5	497	0,11	0,10
2012 г.	57,2	-	-	-	-	0,15	0,14
*2008 г.		4,1	21,0	20,0	-	0,16	0,15
Пункты по течению р. Чик (рис. 2.7.9):	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг					
– выше ПЗРО: т. 1	1,1	-	24,4	30,7	514	0,10	0,09
– ниже ПЗРО: т. 2	1,9	-	12,5	14,2	469	0,08	0,07
т. 3	1,6	-	8,57	5,47	475	0,08	0,09
Среднее:							
2013 г.	1,53	-	15,2	16,8	486	0,09	0,08
2012 г.	0,56	0,46	10,4	7,91	400	0,09	0,08

Примечания: * – почва отбирается раз в пять лет на глубину 5 см, следующий отбор проб – в 2018 г.
 - – измерения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 2.7.19 видно, что средняя плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2013 г. составила 125,2 Бк/м², что выше в 2,2 раза по сравнению в прошлым годом и ниже уровня выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы за период накопления снежного покрова на ближайшей станции, п. Огурцово.

Средняя объемная $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в 2013 г. (1,53 Бк/л) увеличилась в 2,7 раза по сравнению с 2012 г. и превысила допустимый уровень для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009, согласно которому в таких случаях необходимо проведение анализа проб воды на радионуклидный состав [6]. Измерения по содержанию ¹³⁷Cs в пробах донных отложений р. Чик в 2013 г. не проводились, содержание природных ⁴⁰K, ²²⁶Ra и ²³²Th находилось в пределах колебаний фоновых уровней, средние значения не превышали фоновых значений.

В 2013 г. проводился массовый отбор проб почвы в 5-км зоне наблюдения. Гамма-спектрометрический анализ почвы показал неоднородность загрязнения радионуклидами радия-226, тория-232, калия-40, цезия-137, что соответствует их природному распределению. Средние значения активности радионуклидов также не превышали фоновых значений.

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. 2.7.9) в 2013 г. не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [6]: в с. Прокудское составляла 0,2 Бк/л, в с. Малый Чик – 0,3 Бк/л, а в с. Буньково – 0,4 Бк/л.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что свежих продуктов радиоактивного загрязнения в ближней зоне наблюдения предприятия ПЗРО «Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2013 г. не обнаружено. Суммарная β -активность воды из скважин населенных пунктов контролируемой зоны «РосРАО» не превышала допустимую для питьевой воды концентрацию (1 Бк/л) согласно НРБ-99/2009.

Деятельность предприятия «Новосибирское отделение филиала ФГУП «РосРАО» существенного влияния на состояние экологии территории Новосибирской области не оказала.

2.7.5. 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. 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. 100-км зона вокруг ПХРВ практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому основные данные радиационного мониторинга Иркутского УГМС по этой зоне были приведены выше (раздел 2.7.3, рис. 2.7.6).

В 2013 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе до 20 км. Измерения МЭД осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги. 27 февраля одновременно с маршрутной γ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 28 августа в этих же точках – 15 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубину 5 см, а снега – на всю глубину снежного покрова.

Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения в радиусе 20 км от ПХРВ в 2013 г. по результатам маршрутных обследований изменялись в пределах 0,9–0,19 мкЗв/ч, т.е. на фоновом уровне. Максимальное значение МЭД (0,23 мкЗв/ч) было зарегистрировано в ноябре на 1-м км участка дороги на Новоодинск от перекрестка «Савватеевка-Новоодинск».

Результаты измерений $\Sigma\beta$ радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2013 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 2.7.20. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 2.7.20 видно, что в 2013 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова в среднем уменьшилась в 2 раза по сравнению с 2012 г. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 8-м км в сторону д. Тихонова Падь – 8,27 Бк/м², что в 4,2 раза выше значения в фоновой точке. $\Sigma\beta$ в пробах травы в 2013 г. уменьшилась в среднем в 2 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – 10,84 Бк/м² – была зарегистрирована на 33-м км в сторону Александровского тракта и превышала плотность загрязнения травы в фоновой точке в 9,3 раза. Максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ в 2013 г. отмечалась на 8-м км в сторону д. Тихонова Падь и достигала 612,1 Бк/м², что в 6,7 раза выше, чем в фоновой точке. В целом $\Sigma\beta$ радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2013 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

Таблица 2.7.20

$\Sigma\beta$ радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг Иркутского ПХРВ в 2012–2013 гг., Бк/м² (данные Иркутского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	27.02.13	28.02.12	28.08.13	24.08.12	28.08.13	24.08.12
14-й км Александровского тракта	1,83	3,0	353,1	357,7	0,92	15,22
19-й км то же	1,86	10,4	130,9	57,7	2,22	1,89
25-й км – " – , д. Московщина	2,11	3,6	409,4	100,8	3,80	5,92
33-й км – " –	6,38	4,9	186,7	302,8	10,84	4,54
35-й км – " – , ПХРВ	4,81	4,6	259,1	481,4	4,14	3,74
36-й км – " –	2,11	9,2	360,5	117,0	1,86	8,66
п/л «Солнечный»	1,33	3,3	56,6	306,6	3,37	5,33
д. Усть-Балей	2,62	6,3	512,8	352,8	2,03	4,30
д. Урик	0,75	7,5	525,6	231,9	1,67	8,76
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	0,62	1,5	532,1	132,8	3,06	4,23
8-й км то же	8,27	6,0	566,4	117,0	4,32	4,62
12-й км – " –	0,67	4,4	376,0	112,1	2,91	5,69
16-й км – " –	2,37	14,1	393,5	197,0	7,26	4,37
д. Тихонова Падь	5,87	4,3	612,1	176,2	3,13	5,77
Среднее в 20-км зоне	2,90	5,8	357,7	235,1	3,51	6,09
Фоновая точка	1,99	3,7	91,4	432,7	1,16	8,41

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2013 г. соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Выводы

Таким образом, в 2013 г. радиационная обстановка на территории СФО была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды было значительно ниже установленных нормативов и не представляло опасности для здоровья населения.

2.8. Дальневосточный федеральный округ

Общая информация по округу

Дальневосточный федеральный округ (ДФО) расположен в восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение. В ДФО входят 9 субъектов Федерации: Приморский, Хабаровский, Камчатский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Площадь территории региона составляет 6215,9 тыс. км², население – 6,6 млн человек. Административный центр округа – г. Хабаровск.

Согласно [2], на территории округа расположено 7 РОО: Билибинская АЭС (г. Билибино Чукотского автономного округа), 49-й судоремонтный завод ВМФ (г. Вилючинск Камчатского края), 30-й судоремонтный завод ВМФ (г. Фокино Приморского края), Дальневосточный завод «Звезда» (г. Большой Камень Приморского края) и др.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Приморским, Камчатским, Сахалинским, Дальневосточным, Колымским, Якутским, Чукотским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.8.1): 199 пунктов наблюдения по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно), 81 пункт по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 7 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (экспозиция проб – одни сутки), 12 пунктов по отбору проб осадков и 6 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития, 8 пунктов по отбору проб поверхностных вод и 3 пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание ⁹⁰Sr.

Во втором полугодии 2013 г. прекращены наблюдения за радиоактивными аэрозолями с помощью вертикального экрана в п. Хабаровск (Дальневосточное УГМС), м. Кигилях, о. Котельный, ГМО Тикси, АМСГ Черский (Якутское УГМС) и на двух постах СРМ прекращены измерения МЭД.

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводятся в пяти радиометрических группах, двух радиометрических лабораториях и лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун». В радиометрических лабораториях проводится гамма-спектрометрический анализ проб. В лаборатории Приморского УГМС дополнительно проводится радиохимический анализ проб поверхностных вод (⁹⁰Sr), поступающих со всего региона. В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития в осадках и поверхностных водах и ⁹⁰Sr в морских и частично в поверхностных водах.

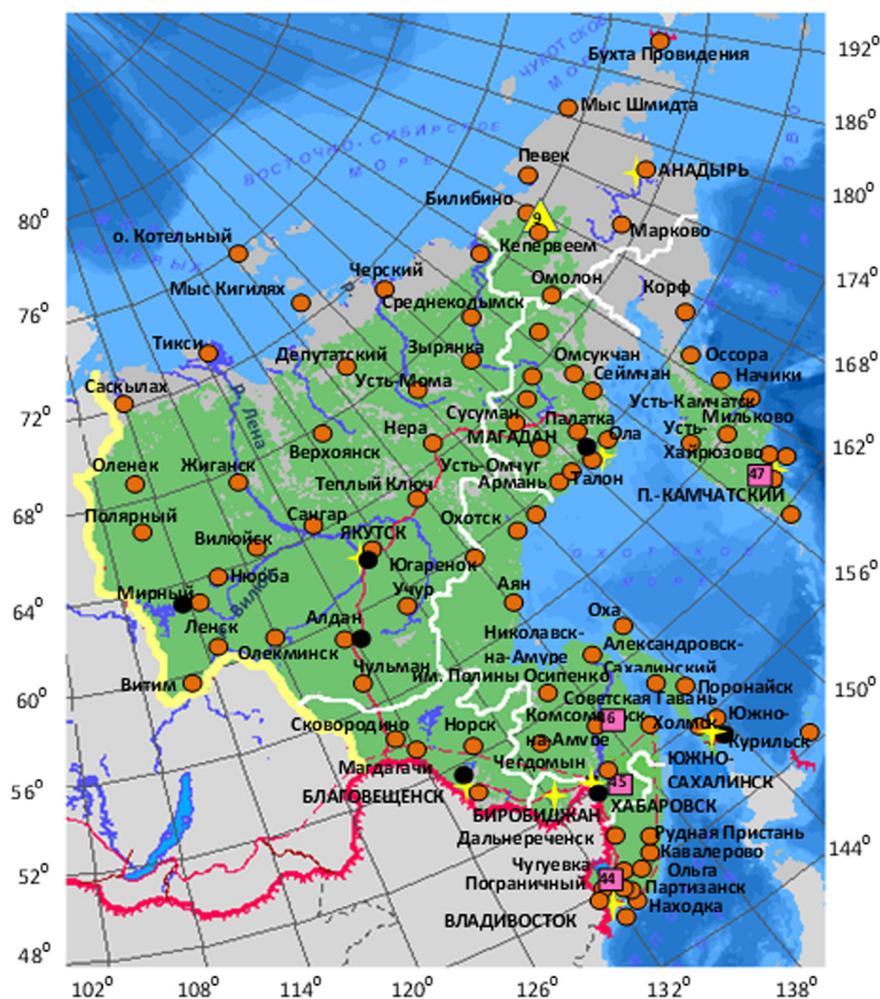


Рис. 2.8.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Дальневосточного федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- — магистральные федеральные автодороги;
- - - - строящиеся автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- ▭ – границы федеральных округов;
- — государственная граница.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга радиационный фон на территории ДВФО в течение последних лет остается без изменений. Среднегодовые значения МЭД в субъектах ДВФО в 2013 г. изменялись от 0,10 мкЗв/ч в Камчатском крае (табл.2.8.1) до 0,13 мкЗв/ч в Амурской, Магаданской областях и Приморском крае при среднем значении МЭД по всему округу, равном 0,12 мкЗв/ч.

Таблица 2.8.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД
в субъектах РФ ДВФО в 2013 г., мкЗв/ч**

Субъекты Федерации	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	0,13	0,27
Хабаровский край	0,12	0,20
Камчатский край	0,10	0,15
Амурская область	0,13	0,21
Магаданская область	0,13	0,20
Сахалинская область	0,11	0,18
Республика Саха (Якутия)	0,11	0,22
Чукотский автономный округ	0,12	0,20
Еврейская автономная область	0,12	0,21
По округу	0,12	

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ДВФО проводятся в шести субъектах Российской Федерации. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.8.2.

Таблица 2.8.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ДВФО, 10^{-7} Бк/м³

Пункты наблюдения	^{137}Cs				^{90}Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2010 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Приморский край							
Владивосток	2,2	5,0	110,7	9,1	1,5	1,8	2,7
Хабаровский край							
Хабаровск	-	-	86,8	0,8	-	-	0,8
Амурская область							
Благовещенск	2,3	2,6	82,8	1,5	1,8	1,6	1,3
Магаданская область							
Магадан	0,8	1,0	14,6	2,0	0,5	0,4	0,4
Сахалинская область							
Южно-Сахалинск	0,8	1,7	42,0	1,1	0,8	0,5	0,9
Республика Саха (Якутия)							
Якутск	1,5	1,9	104,8	1,1	1,3	1,2	1,2
Алдан	1,7	2,5	169,8	0,8	0,9	0,7	0,8
Мирный	0,8	0,8	56,2	0,9	0,5	0,6	0,4
Среднее по ДВФО	1,6	2,2	95,4	2,2	1,0	1,0	1,1

Как видно из табл. 2.8.2, среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в отдельных субъектах региона в 2013 г. находились в пределах $(0,8 - 2,3) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Минимальное значение объемной активности отмечалось в Магаданской области, максимальное – в Амурской области. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по ДВФО составила $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности по АТР ($2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). По сравнению с 2010 и 2012 гг. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по ДВФО уменьшилась в 1,4 раза и остается на семь порядков ниже нормативного уровня в соответствии с НРБ-99/2009. На рис. 2.8.2 показана динамика изменения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по ДВФО в 2006–2013 годах. Видно, что содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ДВФО в указанный период сохраняется примерно на одном уровне, за исключением 2011 г., когда дополнительный вклад в загрязнение атмосферы внесли радионуклиды аварии на АЭС «Фукусима-1».

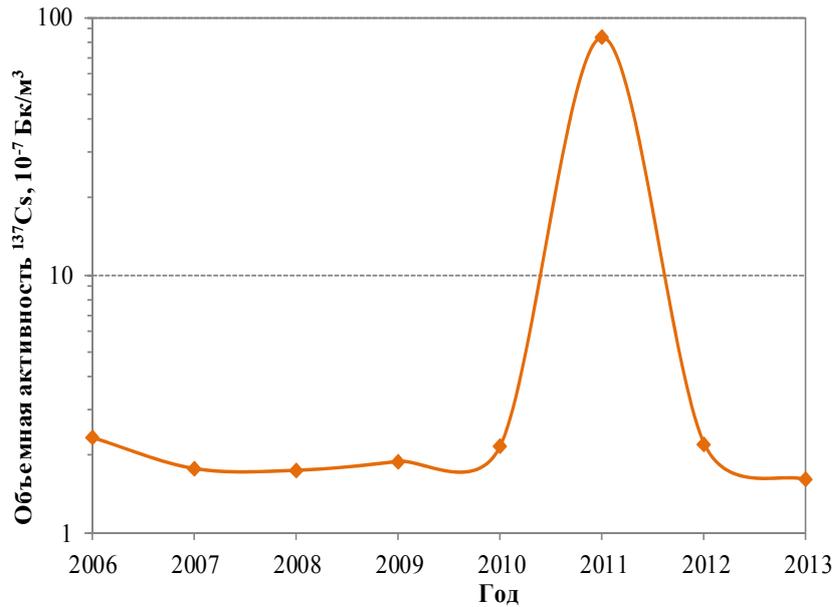


Рис. 2.8.2. Изменение объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ДВФО

Объемная активность ⁹⁰Sr в атмосферном воздухе на территории ДВФО в 2013 г. осталась на уровне последних 10 лет. Средняя по ДВФО объемная активность этого радионуклида составила $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в отдельных субъектах региона в 2013 г. изменялись в пределах $(0,5-1,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Минимальная объемная активность ⁹⁰Sr, так же как и ¹³⁷Cs, отмечалась в Магадане и Мирном, максимальная – в Благовещенске (табл. 2.8.2). Наблюдаемое содержание ⁹⁰Sr на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2013 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в субъектах ДВФО в 2013 г. представлены в табл. 2.8.3. В среднем по ДВФО годовые выпадения в 2013 г. составили 0,05 Бк/м²-год и не превышали средневзвешенных годовых выпадений по АТР (0,1 Бк/м²-год). В Приморском крае годовые выпадения ¹³⁷Cs были в 4 раза выше среднего значения по округу, а в Хабаровском крае, Амурской, Сахалинской областях и Еврейской автономной области – в 1,2 раза. В Камчатском крае, Республике Саха (Якутия) и Чукотском автономном округе годовые выпадения ¹³⁷Cs были ниже предела обнаружения измерительной аппаратуры. Изменение выпадений ¹³⁷Cs, осредненных по территории ДВФО, с 2007 г. по настоящее время приведено на рис. 2.8.3.

Таблица 2.8.3
Годовые выпадения ¹³⁷Cs в субъектах РФ ДВФО в 2013 г., Бк/м²-год

Субъекты РФ	Выпадения ¹³⁷ Cs
Приморский край	0,20
Хабаровский край	0,06
Камчатский край	<0,01
Амурская область	0,06
Магаданская область	<0,01
Сахалинская область	0,06
Республика Саха (Якутия)	<0,01
Чукотский автономный округ	<0,01
Еврейская автономная область	0,06
Среднее по ДВФО	0,05

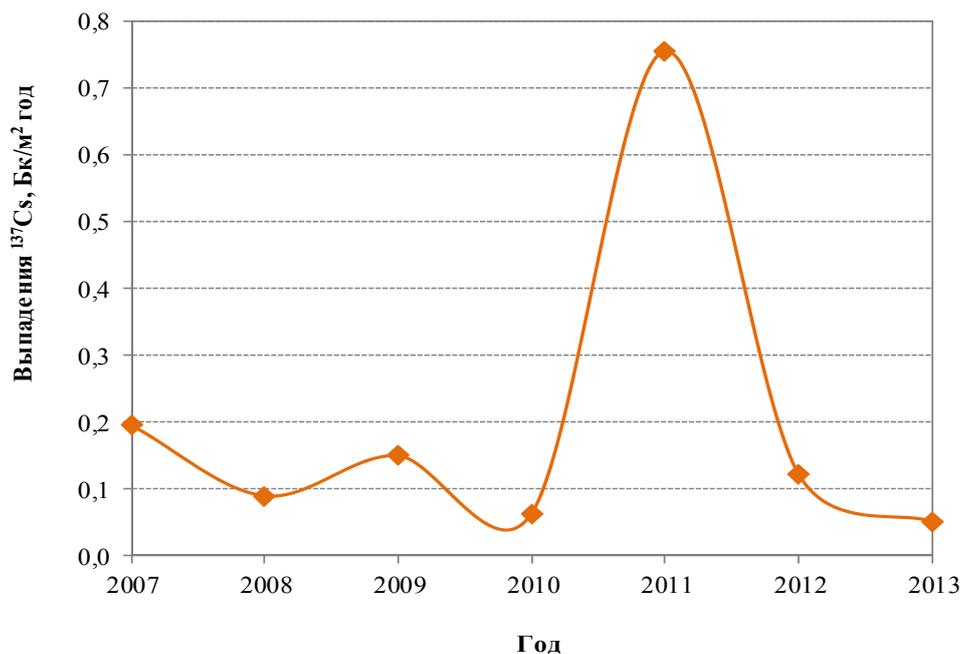


Рис. 2.8.3. Динамика выпадений ¹³⁷Cs, усредненных по территории ДВФО

Из рис. 2.8.3 видно, что выпадения ¹³⁷Cs на территории ДВФО, за исключением выпадений 2011 г., обусловленных дополнительным вкладом радионуклидов от аварии на АЭС «Фукусима-1», постепенно снижаются. По сравнению с 2007 г. они снизились в 4 раза и вышли на уровень 2010 г.

Поверхностные и морские воды

Объемная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2013 г. составила 1,9 Бк/л, что находится на уровне среднего значения по территории РФ (табл. 2.8.4), изменяясь в субъектах региона от 1,0 до 2,7 Бк/л. Максимальное содержание трития в осадках наблюдалось в Амурской области (Сковородино), минимальное – в Камчатском крае (Петропавловск-Камчатский).

В 2013 г. объемная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.4) составляла 2,2 Бк/л, что превышает в 1,2 раза среднее значение по рекам на территории РФ (1,9 Бк/л). Однако по сравнению с 2012 г. (2,9 Бк/л) объемная активность трития в реках ДВФО уменьшилась в 1,3 раза.

Средняя объемная активность ⁹⁰Sr в реках на территории ДВФО в 2013 г. составляла 4,1 мБк/л и не превышала среднего значения этого параметра по РФ (табл. 2.8.4). Содержание ⁹⁰Sr выше среднего значения по рекам РФ было зарегистрировано в р. Амур (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края), р. Лена и р. Оленек (Республики Саха (Якутия)). Наибольшее содержание ⁹⁰Sr наблюдалось, как и в предыдущие годы, в оз. Ханка в Приморском крае (9,0 мБк/л), загрязненном во время проведения китайских ядерных взрывов.

Ниже приведены результаты мониторинга радиационной обстановки в 100-км зоне РОО в ЗАТО Вилючинск Камчатского края.

**Объемная активность радионуклидов в осадках, поверхностных и морских водах ДВФО
(данные Приморского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункты наблюдения	Осадки	Реки и озера		Моря
	³ H, Бк/л	³ H, Бк/л	⁹⁰ Sr, мБк/л	⁹⁰ Sr, мБк/л
Камчатский край				
Петропавловск-Камчатский	1,0			1,0
Каменское*	1,5			
Ключи, р. Камчатка			3,7	
Амурская область				
Благовещенск (р. Амур)		2,7		
Сковородино	2,7			
Хабаровский край				
Хабаровск (р. Амур)	2,1	2,0		
Комсомольск-на-Амуре (р. Амур)		2,2	5,2	
Магаданская область				
Магадан	1,5			
Сахалинская область				
Холмск (Японское море)	1,4			1,2
Корсаков (залив Анива, Тихий океан)				1,1
Чукотский автономный округ				
Певек	1,6			
Анадырь	1,6			
Республика Саха (Якутия)				
Верхоянск	2,4			
Оденек	2,6			
Тикси	1,8			
Якутск	2,3			
Индигирский (р. Индигирка)		2,1	2,9	
Черский (р. Колыма)		1,9		
Среднеколымск (р. Колыма)			3,2	
Хабарово (р. Лена)		2,3		
Кюсюр (р. Лена)			4,8	
Тюмети (р. Оленек)			5,7	
Верхоянск (р. Яна)			3,3	
Среднее по ДВФО	1,9	2,2	4,1	
Среднее по РФ	1,9	1,9	4,7	
Приморский край				
Астраханка (оз. Ханка)			9,0	

Примечание: * – данные без учета 5 месяцев (июнь – октябрь).

2.8.1. РОО на территории Камчатской области

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне РОО за пределами ЗАТО Вилочинск осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 2.8.4.

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО организован Камчатским УГМС следующим образом:

- 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 и непрерывно в одном пункте на метеостанции Петропавловск МГ-1;
- отбор проб морской воды на содержание ⁹⁰Sr проводился ежемесячно в прибрежной части акватории Авачинской губы;
- отбор проб атмосферных осадков на содержание трития проводился в одном пункте.



Рис. 2.8.4. 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.

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2013 г. представлены в табл. 2.8.5. Из табл. 2.8.5 видно, что среднемесячные суточные величины $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2013 г. изменялись от 0,6 до 2,8 Бк/м²-сутки. Самое высокое суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений наблюдалось на ст. Сосновка в мае (12,8 Бк/м²-сутки) и было в 12,8 раза выше фонового уровня по Камчатскому краю. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне в 2013 г. незначительно увеличилось и было в 1,5 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,2 Бк/м²-сутки).

Сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs по Камчатской области в 2013 г. была ниже предела обнаружения.

Таблица 2.8.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатского края в 2013 г., Бк/м²-сутки (данные Камчатского УГМС)

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне			Среднее по Камчатскому краю		
						2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Январь	с	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	1,1	0,9	0,8	0,9
	м	2,0	1,6	2,3	1,6						
Февраль	с	0,6	0,6	1,2	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
	м	1,2	1,6	2,9	3,8						
Март	с	0,8	1,0	1,3	0,9	1,0	0,7	0,7	1,2	0,8	0,9
	м	2,2	2,5	4,3	2,5						
Апрель	с	0,8	0,9	1,3	0,9	1,0	0,8	-	1,0	0,9	1,0
	м	3,0	2,6	5,5	6,3						
Май	с	0,7	0,9	2,8	2,1	1,6	0,8	1,1	1,3	0,9	0,9
	м	2,9	2,7	12,8	8,8						
Июнь	с	0,7	1,2	1,7	0,9	1,1	0,8	1,0	1,3	0,9	1,0
	м	2,2	4,0	4,2	4,4						

Месяц	Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне			Среднее по Камчатскому краю		
					2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Июль	с	0,6	0,9	0,9	0,8	1,1	1,1	0,7	1,0	0,9
	м	1,3	2,3	2,7	2,2					
Август	с	0,6	1,0	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	0,8	1,0
	м	1,1	2,6	2,3	1,7					
Сентябрь	с	0,6	0,9	0,8	0,8	0,6	1,0	1,0	0,8	0,9
	м	1,3	2,9	2,2	2,4					
Октябрь	с	0,8	1,4	1,5	1,3	0,8	1,1	1,4	0,9	1,1
	м	2,3	4,4	4,3	3,8					
Ноябрь	с	0,6	1,3	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0
	м	1,1	3,8	2,9	3,0					
Декабрь	с	0,7	1,3	0,7	0,9	0,7	1,3	0,9	0,8	1,3
	м	2,1	3,5	2,2	3,9					
Среднее, Бк/м ² -сутки:										
2013 г. 0,8 1,0 1,2 1,0 1,0 1,0 1,0										
2012 г. 0,7 0,8 0,8 0,8 0,8 0,8 1,0										
2011 г. 0,8 1,0 1,1 1,1 1,1 1,0 1,1										
Сумма, Бк/м ² -год:										
2013 г. 292 365 438 365 365 376										
2012 г. 241 310 281 292 277 307										
2011 г. 285 350 412 398 365 358										

Поверхностные и морские воды

Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2013 г. менялась в диапазоне от 0,4 мБк/л (февраль) до 1,8 мБк/л (июнь). Среднегодовая объемная активность составила 1,1 мБк/л. Как следует из табл. 2 Приложения А.9, среднегодовое содержание ⁹⁰Sr в водах Авачинской губы в 2013 г. 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 2013 г. изменялась в диапазоне от 0,5 Бк/л (январь-февраль) до 1,8 Бк/л (июнь). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,0 Бк/л, что в 1,9 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ в 2013 г. (1,9 Бк/л).

Радиационный фон

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2013 г. не превышали 0,14 мкЗв/ч (п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч, что соответствует флуктуациям естественного γ -фона.

Специалистами Камчатского УГМС ежемесячно проводились автомобильные γ -съемки территории в 100-км зоне РОО. Значений МЭД, соответствующих высокому и экстремально высокому радиоактивному загрязнению, не обнаружено.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО, расположенных в ЗАТО Вилучинск, 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.

Выводы

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ДВФО в 2013 г. была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы техногенных радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs было на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения. Содержание техногенных радионуклидов в осадках, морских и поверхностных водах было на уровне средних значений для территории РФ.

Список литературы к разделу 2

1. Цаликов Р.Х., Акимов В.А., Козлов К.А. Оценка природной техногенной и экологической безопасности России. – Москва: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. – 463 с.
2. Распоряжение Правительства РФ от 14 сентября 2009 г. №1311-р (в ред. распоряжения Правительства РФ от 11 апреля 2011 г. №604-р) «Перечень организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты».
3. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием (239+240) / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2013. – 228 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2010 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2011. – 281 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 297 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году. Ежегодник / Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Вакуловского С.М. и др. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2013. – 344 с.
7. 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.
8. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
9. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
10. 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.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник. – СПб: Гидрометеиздат, 2002. – 225 с.
12. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
14. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
15. 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.

3. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС И КРУПНЕЙШИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

3.1. Балаковская АЭС

В 2013 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 венттруб реакторных отделений энергоблоков № 1 – 4 и включает населенные пункты: г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также поселки Богородское и Широкий Буерак.

На промплощадке Балаковской АЭС расположены все основные и вспомогательные сооружения энергоблоков. На прилегающей к промплощадке территории располагаются сооружения ряда цехов и подразделений Балаковской АЭС, строительного-монтажных организаций, тепличного хозяйства, поля и сельскохозяйственные угодья сел Натальино и Матвеевка, а также водоем-охладитель.

Объем радиационного контроля за объектами окружающей среды в связи с утверждением новых границ СЗЗ и ЗН не изменился и охватывает территорию вокруг АЭС радиусом 30 км. Река Волга пересекает эту зону в направлении с северо-востока на юго-запад и в ее пределах делится на два участка: в верхней части до Балаковского гидроузла – Саратовское водохранилище, в нижней части – Волгоградское. Из крупных притоков Волги в 30-км зону попадают устье р. Малый Иргиз, затопленное Саратовским водохранилищем, и участок нижнего течения р. Большой Иргиз.

В 30-км зону Балаковской АЭС входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачевского), в которых располагаются 43 населенных пункта (рис. 3.1.1). Общая численность населения на конец 2013 г. составляла 230 тыс. человек. Средняя плотность населения в 30-км зоне Балаковской АЭС составляет 81,3 человека на 1 км².

Подробно организация хранения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива на Балаковской АЭС описана в [1].

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся раздельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2012–2013 гг. представлены в табл. 3.1.1.

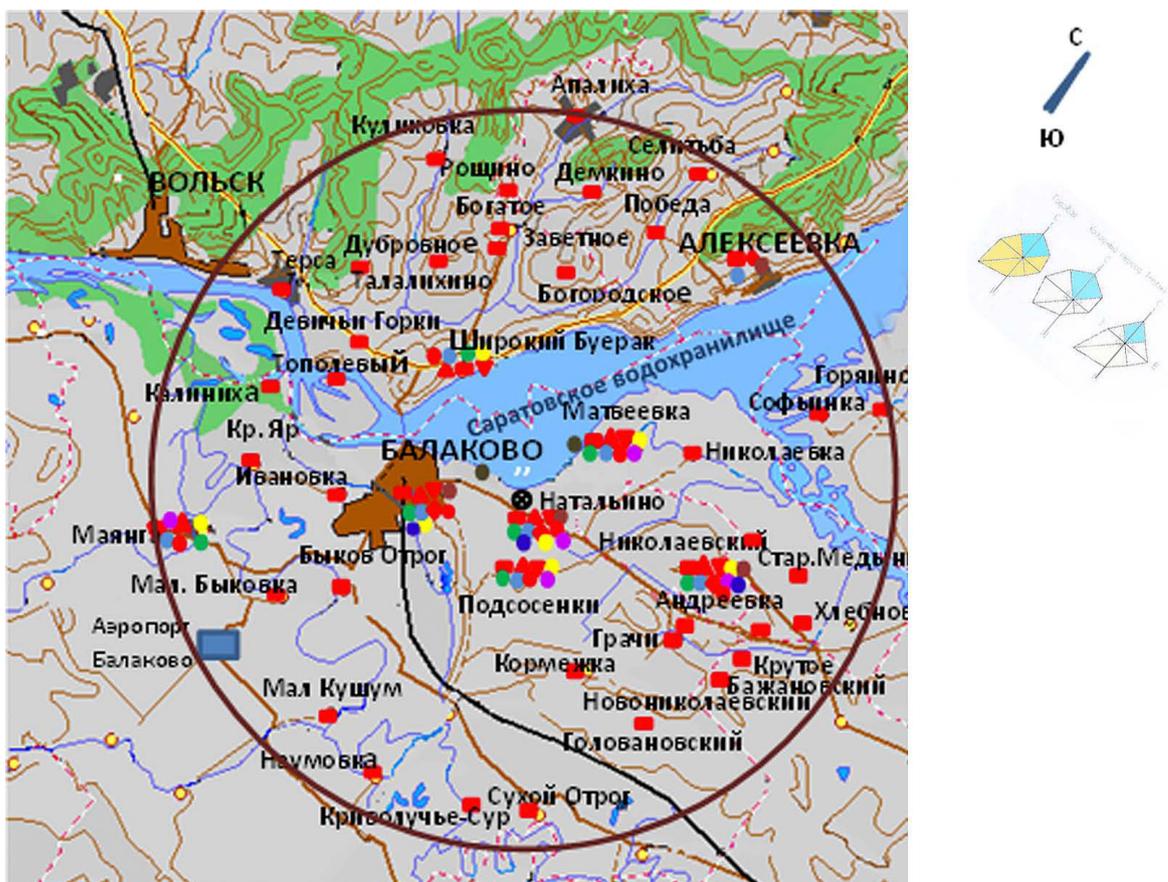


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- – наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения;
- – измерение накопленной дозы γ -излучения;
- ▲ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб снега;
- – отбор проб почвы;
- – отбор проб луговой растительности;
- ◆ – отбор проб воды поверхностных водоемов;
- – отбор проб продуктов питания местного производства;
- – отбор проб донных отложений;
- – отбор проб водной растительности;
- – отбор проб рыбы;
- ⊗ – Балаковская АЭС.

Таблица 3.1.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$2,57 \cdot 10^6$	$3,15 \cdot 10^7$	$-2,89 \cdot 10^7$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	< МДА	-
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,10 \cdot 10^4$	$5,38 \cdot 10^6$	$-5,37 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,27 \cdot 10^6$	$3,88 \cdot 10^6$	$-2,61 \cdot 10^6$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	< МДА	< МДА	-

Примечание: МДА – минимально детектируемая активность

Из табл. 3.1.1 видно, что в 2013 г. по сравнению с предыдущим годом уменьшились выбросы ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{134}Cs ; выбросы ИРГ и ^{131}I были меньше МДА ($\text{МДА} = 1 \cdot 10^5 \text{ Бк/м}^3$).

Фактически выбросы всех радионуклидов были значительно меньше (на два – пять порядков) 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 и средней глубиной 5,75 м. Вода водоема-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоема-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой. 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 $66 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$. 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 [1].

Источником технического водоснабжения Балаковской АЭС является р. Березовка (в зоне подпора Саратовского водохранилища). Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения используются две артезианские скважины и сети водопровода г. Балаково.

В 2013 г. на Балаковской АЭС было отведено $2,24 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ сточных вод в водоем-охладитель и $2,24 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ – в брызгальные бассейны. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2012–2013 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 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	$8,4 \cdot 10^8$	$< 2,69 \cdot 10^7$	$< 2,69 \cdot 10^7$	-

Фактические сбросы всех радионуклидов с жидкими стоками остались на уровне 2012 г. Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял около 6,3 % 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. 3.1.1. В 2013 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений:

– 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 коммуникаций, грунтовых водах, почве, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде), активности трития в воде поверхностных водоемов.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2013 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 (рис. 3.1.1). 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 жидкостинцилляционного спектрометра 1414 Guardian с минимально детектируемой активностью 25 Бк/л при времени измерения 600 мин.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 3.1.2. В 2013 г. в этой зоне действовали шесть стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 ч) наблюдений за МЭД, три пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Саратовского водохранилища в районе г. Балаково (пробы воды отбирались в Саратовском 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».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад от АЭС, по данным ОРБ представлены в табл. 3.1.3. В таблице также представлены данные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР за 2012 г. [2] и 2013 г. Из табл. 3.1.3 видно, что в 2013 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте находилась на уровне 2012 г., а также более чем в 2 раза превышала средневзвешенное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР ($16,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

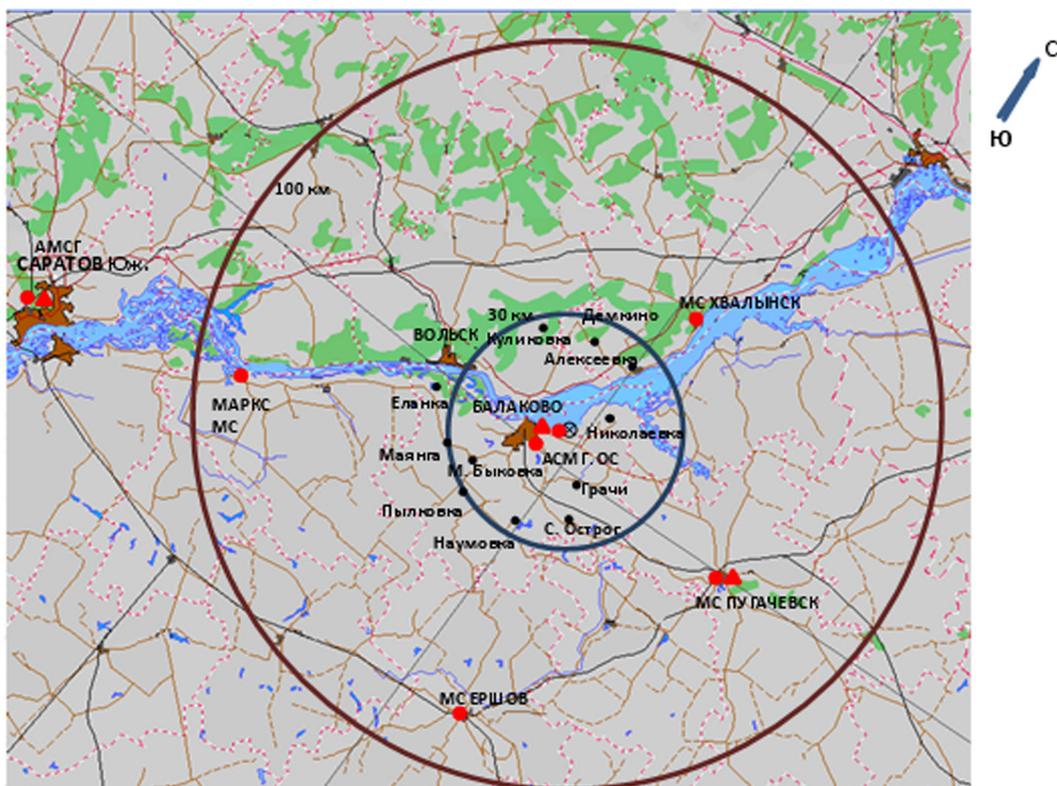


Рис. 3.1.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

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

Таблица 3.1.3

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*		ДОО _{НАС.} , Бк/м ³
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	7,23	6,35	5,9	5,23	6,51	<5	5,9	4,0	27
¹³⁴ Cs, 10 ⁻⁷	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-	-	19
⁶⁰ Co, 10 ⁻⁷	<5	6,27	<5	5,12	<5	<5	-	-	11
$\Sigma\beta$, 10 ⁻⁵	36,9	45,3	43,8	48,8	48,6	45,9	16,2	18,9	-

Примечания: МДА по ¹³⁷Cs составляет 3,0·10⁻⁷ Бк/м³ за время измерения 3 ч;

* – данные ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»;

- - нет данных.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта находилась на уровне 2012 г. Величины, полученные в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте также находятся на уровне средневзвешенного значения объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе по Центру ЕТР (5,9·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе во всех пунктах наблюдений была на семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОО_{НАС.} по НРБ-99/2009 [3]. В 2013 г. в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта объемная активность ⁶⁰Co была менее 5·10⁻⁷ Бк/м³. Объемные активности техногенных радионуклидов ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn и ¹³⁴Cs были ниже МДА.

Результаты измерений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2013 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 3.1.4. Из табл. 3.1.4 видно, что в г. Балаково, расположенном в 30-км зоне, и в г. Пугачеве, расположенном в 100-км зоне АЭС, среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 1,3 раза были ниже среднегодового значения по Приволжскому УГМС. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Пугачеве в феврале и составляли 4,7 Бк/м²-сутки.

Таблица 3.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2013 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	2013 г.	2012 г.	
Пугачев	с	1,43	1,40	0,94	0,98	0,99	0,94	0,88	0,84	1,05	0,88	0,92	0,79	365	489
	м	3,87	4,70	1,90	1,73	2,74	2,08	1,73	1,84	2,08	1,96	2,06	1,35		
Балаково	с	0,97	1,37	0,86	0,93	0,78	1,29	0,90	0,85	1,21	0,76	0,75	0,69	345	537
	м	3,27	3,63	2,92	2,38	1,49	3,93	1,61	1,73	3,09	1,73	2,82	1,94		
Приволжское УГМС	с	1,06	1,38	0,98	1,18	1,36	1,42	1,21	1,32	1,33	1,38	1,47	1,21	467	409

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 15×15 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 представлены в табл. 3.1.5. Из табл. 3.1.5 видно, что содержание ¹³⁷Cs в почве СЗЗ и ЗН в 2013 г. находится примерно на уровне значений, наблюдаемых в 2012 г., а в контрольном пункте увеличилось в 3 раза по сравнению с предыдущим годом, но находятся на уровне усредненных значений активности данного радионуклида за последние 5 лет. 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 $\Sigma\beta$ и γ -активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 3.1.5. По сравнению с 2012 г. содержание $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в водах контролируемых водоемов практически не изменилось и было значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

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

Пункты контроля	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{60}Co		
	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Наталино, промплощадка)	-	-	-	0,21	< 0,1	0,21	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ЗН	-	-	-	0,29	0,33	0,26	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,47	0,14	0,26	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Вода открытых водоемов, мБк/л									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	254	232	197,8	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	253	195	192,2	< 12	< 12	12,4	< 14	< 14	< 14
р. Волга, выше по течению от АЭС	61	81	64	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	90	62	57	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	5,05	7,6	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	4,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – стан рыбаков	-	-	-	3,48	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	1,9	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы									
Пшеница	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Овощи	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Рыба	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Мясо	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Молоко	-	-	-	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
Грибы	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ягоды	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания: 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 [4] 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.

Средняя за последние 5 лет объемная $\Sigma\beta$ в воде пруда-охладителя в 2,7 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 2013 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [3] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе (сбросной канал) объемная активность трития составляла 106 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 55 раз выше среднего значения для рек России (1,9 Бк/л).

По данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) находилась на уровне 2012 г. и составляла 1,7 Бк/л, что не превышает среднего значения для рек России (1,9 Бк/л). Из этого

следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 3.1.5 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Максимальные значения удельной активности ^{137}Cs в донных отложениях наблюдались в заборном канале водоема-охладителя, причем удельная активность ^{137}Cs уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с 2012 г. Удельная активность ^{60}Co в донных отложениях водоема-охладителя была ниже МДА, которая составляет 1,0 Бк/кг сырой массы. Удельная активность ^{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. Объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и трития в питьевой воде в 2013 г., так же как и в 2012 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 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 2013 г. находились на уровне средних значений пяти предшествующих лет. Все полученные значения значительно ниже норматива по объемной $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [3].

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств приведена в табл. 3.1.5. 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. 3.1.5 видно, что содержание ^{137}Cs во всех видах сельскохозяйственной продукции, производимой в 30-км зоне АЭС, значительно ниже допустимых удельных активностей по СанПиН-01 [4].

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 2013 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01[4].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2013 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 0,12 до 0,18 мкЗв/ч. Наибольшее значение МЭД (0,18 мкЗв/ч) наблюдалось в п. Балаково в августе. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,10–0,16 мкЗв/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, значения МЭД колебались от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч при среднегодовом значении в СЗЗ и ЗН – 0,09 мкЗв/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от $52 \cdot 10^{-5}$ до $84 \cdot 10^{-5}$ Гр, а в контрольном пункте Маянга значение годовой дозы на местности составляло $77 \cdot 10^{-5}$ Гр.

По результатам расчетов ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС, среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, от ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2000–2013 годы составил $1,0 \cdot 10^{-6}$; среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга) – $3,5 \cdot 10^{-7}$ (табл. 3.1.6). Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой суммарный риск для населения ЗН от ^{137}Cs и ^{90}Sr за указанный период времени составил $6,8 \cdot 10^{-7}$ (66 % от общего воздействия данных радионуклидов «станционного» и «фонового» происхождения), что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таблица 3.1.6

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	$2,4 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$8,5 \cdot 10^{-13}$	$1,3 \cdot 10^{-12}$	$4,9 \cdot 10^{-12}$
Продукты питания	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
Внешнее облучение от почвы	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-11}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-11}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-11}$
Сумма	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск	$1,0 \cdot 10^{-6}$		$3,5 \cdot 10^{-7}$		$6,8 \cdot 10^{-7}$	

Критическими путями формирования радиационного риска являются внешнее облучение от поверхности почвы и употребление сельскохозяйственной продукции местного производства.

В целом анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что содержание контролируемых радионуклидов в большинстве объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС находится практически на уровне фоновых значений. Вместе с тем наблюдается превышение фоновых уровней по содержанию трития в водоеме-охладителе и объемной активности ^{137}Cs в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН АЭС. При этом наблюдаемые активности радионуклидов существенно ниже установленных нормативов.

3.2. 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.). 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. Энергоблок № 4 с реактором на быстрых нейтронах БН-800 находится на стадии завершения строительства [5].

БАЭС расположена в зоне умеренно холодного, резко континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь – со среднемесячными температурами $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс 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 2013 г. составляла 3,0 м/с, максимальная скорость – 16,0 м/с в западном направлении.

Граница СЗЗ (радиусом 3–5 км) включает (рис. 3.2.1) 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). 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. 3.2.1 приведены данные об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2013 г. и для сравнения – в 2012 г. Из приведенных в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2013 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ^{60}Co уменьшились в 73 раза по сравнению с 2012 г., а выбросы ИРГ и ^{137}Cs остались примерно на уровне предыдущего года, и были на два - три порядка ниже допустимых выбросов.

7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышма в створе БАЭС равна $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$. 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 (рис. 3.2.1) и далее в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции). 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). 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 [7].

Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2013 г. не превышали установленных нормативов. В 2013 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял $86\,469 \text{ м}^3$ (в 2012 г. – $80\,335 \text{ м}^3$) с суммарной активностью $4,1 \cdot 10^{11}$ Бк (в 2012 г. – $5,4 \cdot 10^{11}$ Бк), что не превышает 2,2 % от допустимого сброса для БАЭС. Среднегодовой сброс на единицу объема в 2013 г. остался на уровне 2012 г. и составил $4,7 \cdot 10^6$ Бк/м³. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 3.2.2. Основной вклад в суммарную активность сбросов вносил тритий – $4,1 \cdot 10^{11}$ Бк. Из табл. 3.2.2 видно, что в 2013 г. сбросы ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs и изотопов европия уменьшились по сравнению с 2012 г. в 3,3; 2,3; 6,7 и 1,5 раза соответственно; сбросы ¹³⁷Cs и трития остались примерно на уровне прошлого года, а ⁹⁰Sr – увеличились в 7 раз. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на один – четыре порядка ниже допустимых величин.

Таблица 3.2.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁵⁴ Mn	$2,5 \cdot 10^{10}$	$3,9 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^7$	$-9,1 \cdot 10^6$
⁶⁰ Co	$9,0 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^6$	$-3,4 \cdot 10^6$
⁹⁰ Sr	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^8$	$8,5 \cdot 10^7$	$+3,5 \cdot 10^7$
¹³⁴ Cs	$4,1 \cdot 10^{12}$	$1,2 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^4$	$-6,8 \cdot 10^4$
¹³⁷ Cs	$3,7 \cdot 10^{11}$	$6,2 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^7$	$-1,0 \cdot 10^7$
¹⁵² Eu+ ¹⁵⁴ Eu	$1,0 \cdot 10^9$	$8,9 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^7$	$-4,1 \cdot 10^6$
³ H	$7,7 \cdot 10^{13}$	$4,1 \cdot 10^{11}$	$5,4 \cdot 10^{11}$	$-1,3 \cdot 10^{11}$

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 30-км зоне вокруг БАЭС проводится отделом радиационной безопасности (ОРБ) БАЭС во взаимодействии с Центром гигиены и эпидемиологии № 32 ФМБА России, Росгидрометом, Институтом экологии растений и

животных Уральского отделения РАН. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС и ИРМ проводятся Уральским УГМС.

В 2013 г. ОРБ БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 3.2.1):

- 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 ТЛД-500К в корпусах ДПГ-03), установленных на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. 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 - и β -радиометра УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и γ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределенностью $\pm (20 - 45) \%$.

Уральское УГМС в 2013 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. 3.2.2 (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;

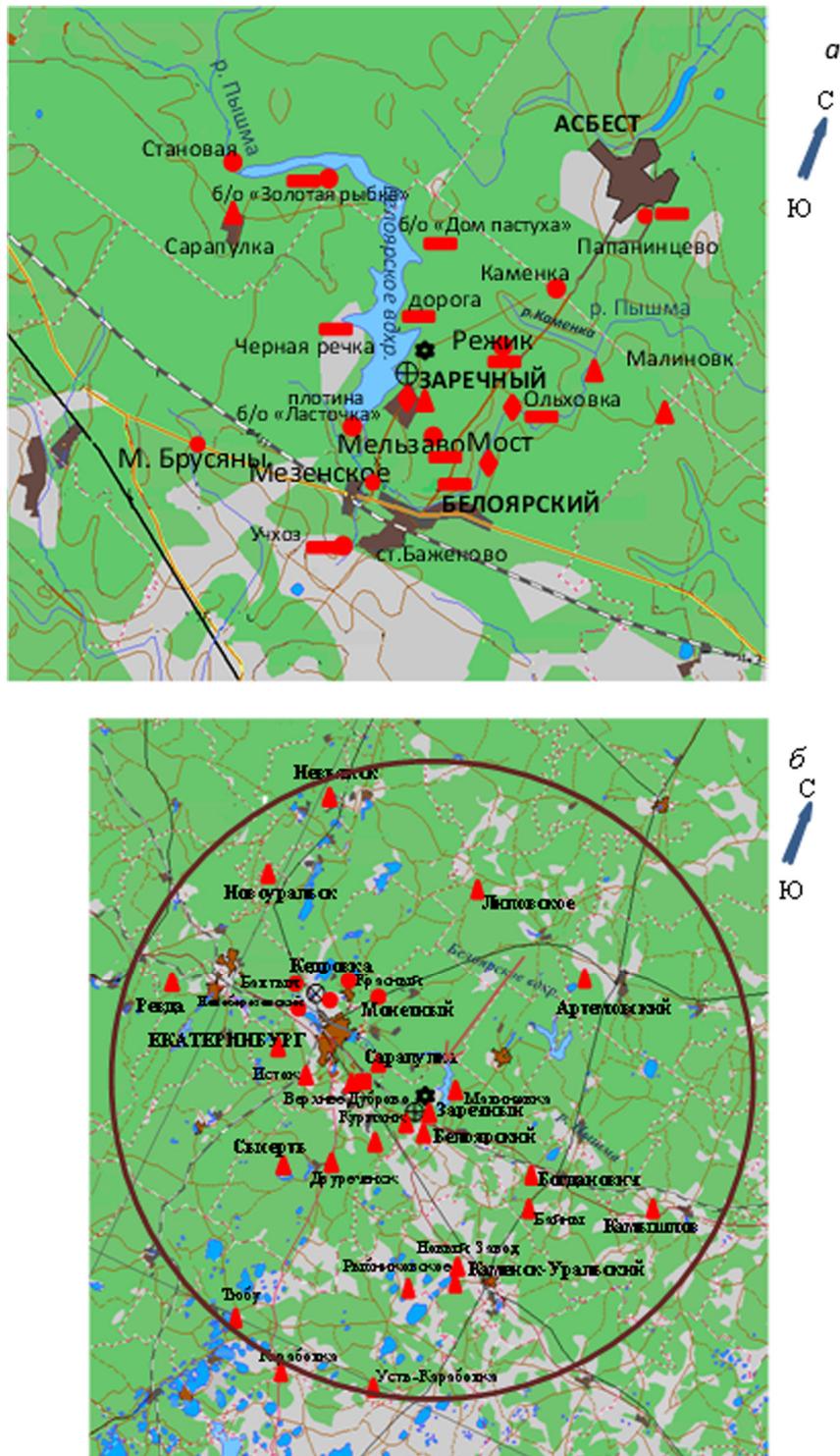


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- – 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.

- 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» (пп. 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 за 2013 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3. Согласно этим данным в 2013 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы осталась примерно на уровне 2012 г., при этом объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН была примерно такой же, как в контрольном пункте Верхнее Дуброво. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2013 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте уменьшились по сравнению с 2012 г. в 1,2–1,3 раза. Регистрируемые величины были на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м³), однако в 3,5–6 раз превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида по территории РФ ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объемные активности ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}Cr в пунктах наблюдения 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.

Таблица 3.2.3

**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}	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
СЗЗ	21,2	25,4	15	20
ЗН	21,3	29,8	11	13
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	23,1	24,0	9	12

В табл. 3.2.4 приведены среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$, ^{90}Sr и ^{137}Cs в воздухе п. Верхнее Дуброво, расположенном в 18 км на юго-запад от БАЭС (рис. 3.2.2), по данным Уральского УГМС. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2013 г. колебалась в пределах от $11,8 \cdot 10^{-5}$ до $49,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2013 г. ($23,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) осталась на уровне 2012 г. и в 1,3 раза превышала средневзвешенное значение по РФ ($17,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2013 г. 1–2 и 5–6 января в п. Верхнее Дуброво были зарегистрированы

суточные значения объемных $\Sigma\beta$, превышающие фоновые значения для данного населенного пункта ($26,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 5,3–6,2 раза и составляющие $140,7 \cdot 10^{-5}$ и $165,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Таблица 3.2.4

**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	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Январь	49,5	46,7	7,9	4,5	} 2,6	} 8,0
Февраль	28,3	35,5	2,6	3,3		
Март	26,0	49,4	2,7	8,8		
Апрель	14,5	15,9	36	39	} 4,4	} 4,4
Май	17,1	18,8	5,7	19		
Июнь	20,9	21,4	7,2	9,4		
Июль	21,3	18,0	5,5	19	} 2,6	} 4,0
Август	24,3	19,6	8,0	6,6		
Сентябрь	24,0	13,8	9,9	3,0		
Октябрь	11,8	10,7	2,2	4,0	} 8,8	} 1,7
Ноябрь	16,0	11,1	1,0	6,0		
Декабрь	-	26,5	н	4,6		
Среднее	23,1	24,0	7,0	11	4,6	4,5

Примечание: - - измерения не проводились.

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2013 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с уровнем 2012 г. (табл. 3.2.4), что в 2,7 раза выше средневзвешенного значения по РФ для незагрязненных территорий ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в этом пункте находилась на уровне 2012 г. и составляла $4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 5 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ ($0,88 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные наблюдений Уральского УГМС за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 30-км и 100-км зонах РОО приведены в табл. 3.2.5. По сравнению с 2012 г. $\Sigma\beta$ выпадений в этих зонах не изменилась и не отличалась от фоновых значений для Уральского региона ($0,4$ Бк/м²·сутки). Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне $0,1$ – $1,1$ Бк/м²·сутки. В 2013 г. в пунктах наблюдений в зоне влияния БАЭС случаев повышенной $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений зарегистрировано не было. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. было зарегистрировано в октябре в п. Белоярский и в сентябре в п. Заречный и составило в обоих случаях $4,5$ Бк/м²·сутки, что в 11,3 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 РОО в течение последних 10 лет существенно не меняются и находятся в пределах от $0,4$ до $0,5$ Бк/м²·сутки.

В табл. 3.2.6 и 3.2.7 приведены величины выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах 30-км и 100-км зон вокруг РОО по данным Уральского УГМС. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для Уральского региона. Из данных табл. 3.2.6 следует, что средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км и 100-км зонах РОО в 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. в 2,4 и 1,8 раза соответственно, что в 11–12 раз выше фонового уровня для Уральского региона ($0,1$ Бк/м²·год). Максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Малиновка ($2,8$ Бк/м²·год), расположенном в 12 км от РОО.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС, Бк/м²-сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
30-км зона														
Белоярский	с	0,6	0,5	0,2	0,3	0,2	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
	м	1,7	2,0	1,1	1,2	0,7	1,8	1,0	0,9	2,3	4,5	1,5	1,7	4,5
Верхнее Дуброво	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
	м	1,8	1,8	1,6	4,2	1,6	0,9	1,0	1,2	1,4	1,4	1,8	1,7	4,2
Двуреченск	с	0,4	0,3	0,2	0,5	0,1	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
	м	1,6	1,2	0,8	1,9	0,7	1,0	2,0	2,7	1,4	2,7	1,0	0,8	2,7
Исток	с	0,4	0,3	0,2	0,5	0,2	0,5	0,2	0,5	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4
	м	1,4	1,8	0,8	1,5	1,4	1,7	1,1	1,7	3,7	1,6	1,6	2,2	3,7
Заречный	с	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,7	0,5	0,8	1,1	0,6	0,4	0,3	0,5
	м	1,6	1,3	2,4	1,8	2,6	4,1	2,5	3,0	4,5	3,5	1,7	1,1	4,5
Курманка	с	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
	м	1,3	2,4	1,2	1,8	1,2	2,5	3,6	1,0	2,5	1,9	1,7	1,8	3,6
Малиновка	с	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4
	м	1,2	1,4	0,9	1,6	1,3	1,1	2,5	1,8	2,9	2,5	1,9	1,8	2,9
Сарапулка	с	0,5	0,6	0,4	0,6	0,3	0,8	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,5
	м	1,9	3,9	2,0	2,1	1,1	2,8	2,3	2,8	4,0	1,1	1,7	2,8	4,0
Среднее:	2013 г.	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4
	2012 г.	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
100-км зона														
Артемовский	с	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,6	0,3	0,3	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4
	м	2,1	1,7	2,1	2,3	1,7	3,1	1,2	1,1	2,5	1,0	0,9	1,1	3,1
Байны	с	0,6	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3	0,5	0,4
	м	2,9	1,4	0,9	1,6	2,4	1,1	2,0	1,3	2,6	2,2	1,6	1,5	2,9
Богданович	с	0,3	0,8	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3
	м	0,9	3,2	1,2	1,0	1,9	1,5	1,3	1,7	1,2	0,9	1,0	1,4	3,2
Екатеринбург	с	0,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3
	м	2,0	2,1	1,7	1,3	2,5	1,5	0,9	1,7	3,0	1,1	1,3	0,7	3,0
Каменск-Уральский	с	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4
	м	0,9	2,9	2,5	2,5	1,8	1,4	2,8	1,1	3,1	3,5	1,7	1,4	3,5
Камышлов	с	0,7	0,3	0,2	0,4	0,3	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4
	м	2,5	0,8	0,8	1,2	2,6	2,1	2,3	1,2	1,8	1,4	0,9	1,5	2,6
Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5
	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	3,3
Липовское	с	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4
	м	1,4	1,2	2,1	1,8	3,3	1,3	0,9	0,9	2,0	3,4	2,7	1,9	3,4
Невьянск	с	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4
	м	1,2	1,4	0,9	1,6	1,3	1,1	2,5	1,8	2,9	2,5	1,9	1,8	2,9
Новоуральск	с	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	1,0	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5
	м	1,9	3,1	1,3	2,2	1,3	3,7	1,6	3,2	3,1	1,7	1,5	3,0	3,7
Ревда	с	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4
	м	1,2	1,4	1,3	3,1	2,3	3,1	1,2	1,4	1,5	1,4	1,9	1,1	3,1
Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3
	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	2,2
Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4
	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	3,8
Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	2,1
Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	3,1
Среднее:	2013 г.	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
	2012 г.	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4
Фон для Уральского региона:														
2013 г.	с	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
	м	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
2012 г.	с	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
	м	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5

Таблица 3.2.6

**Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2013 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	н	н	н	н	н	н	н	0,2	н	н	0,02
Верхнее Дуброво	0,08	0,03	0,03	0,4	0,06	0,07	0,06	0,08	0,01	0,02	0,01	н	0,9
Двуреченск	н	0,2	0,2	0,2	0,2	н	0,2	н	н	н	н	н	1,0
Заречный	н	0,2	0,3	н	0,1	0,2	0,5	0,4	0,1	0,2	н	0,4	2,4
Исток	н	н	0,2	0,08	н	н	0,2	0,5	0,08	н	н	н	1,1
Курманка	н	н	0,1	0,1	н	0,09	н	0,2	н	0,2	н	н	0,7
Малиновка	н	н	0,3	н	0,2	н	н	0,3	н	2,0	н	н	2,8
Сарапулка	н	н	0,1	0,2	н	0,2	н	0,1	0,2	н	н	н	0,8
Среднее: 2013 г.	0,01	0,05	0,2	0,1	0,06	0,07	0,1	0,2	0,05	0,3	0,001	0,05	1,2
2012 г.	0,01	0,02	0,06	0,1	0,2	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,5
100-км зона													
Байны	н	0,2	0,1	н	н	0,2	н	0,1	0,02	0,3	н	н	0,9
Богданович	н	0,2	0,08	н	н	н	н	0,3	н	н	н	н	0,6
Каменск-Уральский	н	0,1	0,2	н	н	н	0,2	0,2	0,3	н	н	н	1,0
Камышлов	н	н	н	0,4	0,2	н	0,1	0,2	0,5	н	н	н	1,4
Караболка	н	н	н	н	н	0,4	н	н	н	н	н	н	0,4
Новоуральск	н	н	0,07	0,2	н	0,2	н	н	0,2	н	н	н	0,7
Рыбниковское	н	н	н	0,07	0,3	н	0,3	н	0,2	н	н	н	0,9
Тюбук	н	н	0,5	н	н	н	н	н	н	н	н	н	0,5
Усть-Караболка	н	н	н	0,4	0,4	н	н	0,4	н	н	0,4	н	1,2
Среднее: 2013 г.	н	0,06	0,1	0,1	0,09	0,08	0,1	0,2	0,1	0,2	0,02	0,02	1,1
2012 г.	0,02	0,05	0,07	0,04	0,2	0,04	0,07	0,03	0,02	0,07	0,03	0,01	0,6
Фон для Уральского региона: 2013 г.	н	н	н	0,05	н	0,01	0,003	0,02	0,01	0,01	н	0,002	0,1
2012 г.	0,05	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	н	н	н	н	н	н	0,2

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

Таблица 3.2.7

**Выпадения из атмосферы ⁹⁰Sr в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС, Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Сумма, Бк/м ² ·год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30-км зона													
Белоярский	0,09			0,19			0,11			0,24			1,92
Верхнее Дуброво	0,15			0,52			1,23			1,43			9,96
Двуреченск	0,41			0,19			0,32			0,20			3,36
Заречный	0,19			0,12			0,25			0,16			2,16
Исток	0,12			0,09			0,06			0,08			1,08
Курманка	0,13			0,24			0,08			0,08			1,80
Малиновка	0,27			0,26			0,13			0,36			3,12
Сарапулка	0,15			0,22			0,17			0,64			3,60
Среднее по зоне: 2013 г.	0,19			0,23			0,30			0,41			3,36
2012 г.	0,20			0,23			0,22			0,17			2,52
100-км зона													
Байны	0,12			0,31			0,22			0,57			3,72
Богданович	0,24			0,1			0,1			0,13			1,68
Каменск-Уральский	0,16			0,12			0,18			0,25			2,16
Камышлов	0,25			0,24			0,62			0,20			3,96
Караболка	0,25			0,25			0,26			0,42			3,60
Новоуральск	0,31			0,29			0,19			0,22			3,00
Рыбниковское	0,31			0,22			0,18			0,10			2,40
Тюбук	0,2			0,26			0,23			0,12			2,40
Усть-Караболка	0,17			0,32			0,15			0,40			3,12
Среднее по зоне: 2013 г.	0,21			0,23			0,26			0,33			3,12
2012 г.	0,24			0,27			0,23			0,19			2,88
Фон для Уральского региона: 2013 г.	0,09	0,05	0,1	0,08	0,12	0,07	0,08	0,07	0,04	0,07	0,03	0,02	0,84
2012 г.	0,07	0,07	0,05	0,22	0,04	0,13	0,17	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	1,20

Среднегодовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.7) в 2013 г. находились на уровне 2012 г. и составляли $3,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 4 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона ($0,84 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Максимальные выпадения ^{90}Sr (в 12 раз выше регионального фонового уровня) наблюдались в п. В.Дуброво ($9,96 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Средняя величина годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2013 г. составляла $3,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$.

Годовые выпадения ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ БАЭС в 2013 г. по данным ОРБ БАЭС составляли 2,6 и $88 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ соответственно, в ЗН – 2,6 и $80,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ соответственно. Сравнение этих данных с данными 2012 г. показывает, что годовые выпадения ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН БАЭС остались практически на уровне предыдущего года.

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 3.2.8. По данным ОРБ БАЭС, в 2013 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта осталось на уровне 2012 г. и средних значений, полученных за последние пять лет. Содержание $\Sigma\beta$ в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта увеличилось по сравнению с предыдущим годом в 2,6, 1,7 и 1,4 раза соответственно.

Таблица 3.2.8

Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м^2 (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			^{137}Cs		
	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	21,4	8,3	15,3	1,6	1,3	1,1
ЗН БАЭС	22,8	13,6	16,9	1,0	0,8	0,9
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	15,7	11,4	13,6	0,9	0,8	1,2

В табл. 3.2.9 приведены данные Уральского УГМС о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 30-км зоне БАЭС (рис. 3.2.2 а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода. Из табл. 3.2.9 видно, что в 2013 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ в растительности наблюдалась, как и в предыдущем году, под высоковольтной линией у р. Ольховка (750 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – в п. Папанинцево ($1,19 \text{ Бк/кг в.-с.}$). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале $0,69\text{--}0,88 \text{ Бк/кг в.-с.}$ или ниже предела обнаружения.

Таблица 3.2.9

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	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	3,7	1,1	н	0,04	466	452	н	н
«Дом пастуха»	7,6	2,5	н	0,24	436	392	0,69	0,59
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	2,4	3,5	3,6	0,05	352	417	н	0,68
Мельзавод	9,9	1,0	1,66	0,076	282	259	н	0,49
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	3,5	2,4	0,66	0,085	287	305	н	0,34
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	4,9	2,0	1,67	0,67	750	592	0,88	0,60
Папанинцево	1,7	1,9	5,08	0,57	423	306	1,19	1,98
Режик	2,3	9,6	8,75	н	425	477	0,83	0,54
Учхоз	4,8	2,4	1,1	н	483	253	н	1,16
Черная Речка	2,8	0,9	н	н	583	347	0,87	0,88

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В 2013 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах. В большей части точек отбора снега $\Sigma\beta$ активность увеличилась в 1,5–10 раз и только в 2 точках (дорога к северу от БАЭС и п. Режик) уменьшилась в 1,5 и 4,2 раза соответственно и изменялась в диапазоне от 1,7 до 9,9 Бк/м². Плотность загрязнения снега ¹³⁷Cs в 2013 г. находилась в пределах 0,66–8,75 Бк/м². Максимальное значение плотности загрязнения снега ¹³⁷Cs наблюдалось в п. Режик.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианских скважин, расположенных в п. Каменка, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и частично г. Заречного, проводится ОРБ БАЭС ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в питьевой воде в 2013 г. составила менее 4,5 мБк/л, трития – 3,5 Бк/л, что значительно ниже нормативного уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для ¹³⁷Cs – 11 Бк/л, для трития – 7600 Бк/л) [3]. Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде в 2013 г. составила 0,05 Бк/л, что находится на уровне среднего значения за последние пять лет 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 2013 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС и Уральским УГМС. Пробы воды отбирались в объеме 10 л на участках водоемов, свободных от посторонних примесей. Данные мониторинга приведены в табл. 3.2.10 и 3.2.11.

Согласно данным, представленным в табл. 3.2.10, в 2013 г. содержание ⁹⁰Sr в воде контролируемых водоемов находится на уровне предыдущего года. Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr, как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 60 мБк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] (4,9 Бк/л), но в 12,8 раза выше фонового уровня содержания ⁹⁰Sr в реках на территории России (4,7 мБк/л).

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs во всех пунктах пробоотбора по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.10) в 2013 г. находилась на уровне предыдущего года. Максимальное значение также наблюдалось в р. Ольховке и составляло 70 мБк/л. В указанных пунктах объемные активности ¹³⁷Cs были на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [3].

Таблица 3.2.10

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л (данные Уральского УГМС)

Пункты отбора проб	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	20	16	13	н
р. Ольховка	60	62	70	57
р. Пышма (2 км ниже впадения р. Ольховки)	12	17	6	6
р. Кама, с. Тюлькино	8	5,8	н	н
р. Вишера, с. Рябинино	7	8,3	н	н
р. Колва, г. Чердынь	7	9,0	н	н

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Объемная $\Sigma\beta$ воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 3.2.11) в 2013 г. находилась на уровне предыдущих лет, изменяясь в диапазоне 0,12–0,17 Бк/л, что в 6–8 раз ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3]. Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ воды как в 2013 г., так и за последние пять лет наблюдалась в верховье Белоярского водохранилища.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 3.2.11) в 2013 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 14,0–18,0 Бк/л в Белоярском водохранилище и 19,0 Бк/л в р. Пышме, что в 7–10 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (1,9 Бк/л) и в 2,5–3,5 раза выше фонового значения для рек Уральского региона (5,5 Бк/л) [7], но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.2.11

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs , ^3H и $\Sigma\beta$ в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$, Бк/л			^{137}Cs , мБк/л			^3H , Бк/л		
	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет	2013 г.	2012 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,12	0,12	0,12	<4,5	<4,5	<4,5	16,0	19,0	17,0
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,17	0,14	0,15	<4,5	<4,5	<4,5	18,0	26,0	21,0
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	0,15	0,14	0,14	<4,5	<4,5	<4,5	19,0	21,0	19,0
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,17	0,15	0,15	<4,5	<4,5	<4,5	14,0	20,0	16,0
р. Пышма до водозабора	0,16	0,15	0,15	<4,5	<4,5	<4,5	11,5	18,0	15,7

Примечание: - - измерения не проводились.

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 [7]. 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, приведенные выше, 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.

В 2013 г. ОРБ БАЭС 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. 3.2.12.

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 2013 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,173 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,7–3,5 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,7 и 0,6 кБк/кг сырого веса

соответственно. Содержание ^{60}Co в донных отложениях обследованных экосистем на один-два порядка ниже содержания ^{137}Cs . Наибольшее содержание ^{60}Co в пробах ила наблюдается там же, где и ^{137}Cs : в Ольховском болоте (15–21 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (4,5 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни $\Sigma\beta$ донных отложений, достигающие в конце Ольховского болота 2,5 кБк/кг сырого веса. Кроме того, по данным [7], 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 [7].

Таблица 3.2.12

Удельная активность донных отложений, Бк/кг сырого веса
(данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		^{60}Co	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	890	1779	173	99	3	36,7
Белоярское вдхр. (заборный канал)	317	314	6	9	н	н
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	298	430	4	4	н	н
Залив Худыш	424	269	13	16	н	н
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	294	336	15	12	н	н
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	624	245	31	40	н	н
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	922	1210	569	819	н	н
Середина канала*	655	1001	156	23	7,6	н
Ольховское болото:						
начало*	767	899	1704	2047	21	14,3
середина*	2169	3471	1819	682	15	12,8
конец*	2528	3522	3502	3496	16	8,8
р. Ольховка	632	1969	667	644	4,5	7,4
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	371	291	8	6	н	н

Примечания: н – ниже предела обнаружения;

* – отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усредненные данные послойного анализа.

Контроль загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется 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 5,8–39,4 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 2013 г. по сравнению с предыдущим годом не наблюдалось. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs 14,0–215,3 Бк/л, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО (П-1, П-42), ХСО (П-3) и СВО (П-21). Загрязнение подземных вод ^{137}Cs в данных скважинах осталось примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объемные активности ^{60}Co , превышающие УВ (40 Бк/л), зарегистрированы не были. Самое высокое содержание ^{137}Cs (в 20 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1; ^{90}Sr (в 8 раз превышающее УВ) – в скважине П-2. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО, ХСО-1 и СВО.

В 2013 г., как и в предыдущие годы, ОРБ БАЭС и ЦГ и Э № 32 ФМБА России определялась удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства. Пробы овощей и фруктов весом по 3 кг каждая отбирались перед уборкой урожая из коллективных садов

г. Заречного. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений (табл. 3.2.13) видно, что в 2013 г. удельная $\Sigma\beta$ в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод, незначительно изменилась по сравнению с 2012 г. Удельная активность ^{137}Cs уменьшилась в грибах в 3,3 раза, во всех остальных продуктах питания осталась практически на прежнем уровне. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01 [4]. Сравнительно высокая $\Sigma\beta$ продуктов питания местного производства и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения.

Удельная активность радионуклидов в рыбе, отловленной в районе сбросного канала БАЭС в рыбном хозяйстве, осталась на уровне 2012 г. и составляла 1,1 Бк/кг сырой массы для ^{137}Cs и 69 Бк/кг сырой массы для $\Sigma\beta$. Содержание ^{137}Cs в рыбе на два порядка ниже допустимой удельной активности для ^{137}Cs (130 Бк/кг) по СанПиН-01 [4].

Таблица 3.2.13

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства в окрестностях РОО, Бк/кг сырой массы (данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России г. Заречного и ОРБ БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Пшеница*	-	-	2,0	2,2
Допустимая уд. акт.		-		70
Овощи	57	77	0,11	0,11
Корнеплоды	100	106	0,22	0,18
Допустимая уд. акт.		-		120
Молоко	38	62	0,16	0,20
Допустимая уд. акт.		-		100
Ягоды	63	80	0,14	0,12
Допустимая уд. акт.		-		160
Грибы	111	66	3,3	11,0
Допустимая уд. акт.		-		500
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	69	61	1,1	1,25
Допустимая уд. акт.		-		130

Примечания: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;
 - – измерения не проводились;
 - – нет нормативного уровня.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30-км и 100-км зонах вокруг РОО по данным Уральского УГМС в 2013 г. колебались в пределах 0,09–0,14 мкЗв/ч. Усредненные по зоне наблюдения значения МЭД (0,12 мкЗв/ч) соответствовали γ -фону Уральского региона. Максимальные зарегистрированные значения МЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч, что соответствует 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 0,11–0,14 мкЗв/ч.

По данным АСКРО БАЭС, мощность дозы γ -излучения в 2013 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 0,05–0,10 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06–0,09 мкЗв/ч. При регламентных маршрутных обследованиях МЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляла 0,05–0,07 мкЗв/ч.

Поглощенная доза внешнего γ -облучения, измеряемая в 40-км зоне БАЭС, в 2013 г. находилась примерно на уровне предыдущего года и в среднем в СЗЗ БАЭС составила $42 \cdot 10^{-5}$ Гр, изменяясь в диапазоне $(34–47) \cdot 10^{-5}$ Гр; в ЗН – $41 \cdot 10^{-5}$ Гр с диапазоном изменения $(38–43) \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС и ИРМ в 2013 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.

3.3. 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 км². 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 ~ 5,5 тыс. человек). Водоснабжение БиАЭС и г. Билибино 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». 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.

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 о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2013–2012 годах представлены в табл. 3.3.1. Из табл. 3.3.1 видно, что в 2013 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ в 2013 г. составляли 24 % от допустимого выброса за год, выбросы ^{60}Co – 0,95 %. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит ^{41}Ar . Содержание ^{131}I в выбросах АЭС было ниже минимально детектируемой активности применяемой измерительной аппаратуры (4,96 Бк/м³).

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 проливневой канализации (ПЛК) в ручей Большой Поннеурген. 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 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].

Таблица 3.3.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$7,06 \cdot 10^7$	$4,58 \cdot 10^7$	$+ 2,48 \cdot 10^7$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	н	н	-
Сумма ИРГ	$2,0 \cdot 10^{15}$	$4,86 \cdot 10^{14}$	$4,30 \cdot 10^{14}$	$+ 5,6 \cdot 10^{13}$

Примечание: н – ниже минимально детектируемой активности: для ^{131}I МДА = $4,96 \text{ Бк/м}^3$.

В 2013 г. на БиАЭС было отведено 368,8 тыс. м³ сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2013 и 2012 годах приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2013 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы ^{54}Mn и ^{60}Co были на один – три порядка ниже допустимых сбросов (сбросы ^{137}Cs и ^{134}Cs менее МДА).

Таблица 3.3.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на БиАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{137}Cs	$1,5 \cdot 10^{10}$	< 0,4	< 0,4	Нет
^{134}Cs	$1,4 \cdot 10^8$	< 0,4	< 0,4	Нет
^{60}Co	$1,5 \cdot 10^{10}$	$9,10 \cdot 10^7$	$20,05 \cdot 10^7$	$-10,95 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$1,4 \cdot 10^8$	$1,19 \cdot 10^7$	$2,66 \cdot 10^7$	$-1,47 \cdot 10^7$

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 санитарно-защитной зоне и зоне 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 3 км; 3-й – от 3 до 5 км. Кроме того, район разделен на четыре сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии до 5 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 2013 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

– 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 49х49 и 50х50 см с высотой бортиков 10 см, установленных на специальных подставках, с экспозицией один месяц;

– объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов;

– удельная активность радионуклидов в почве, донных отложениях и растительности;

– мощность дозы γ -излучения на местности и годовая поглощенная доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторный γ -спектрометрический комплекс фирмы «Ortec» и радиохимические методы анализа β -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС в 2013 г. в двух пунктах (Билибино и Кепервеем), с экспозицией в одни сутки отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в трех пунктах (см. рис. 3.3.1) велись наблюдения за МЭД.

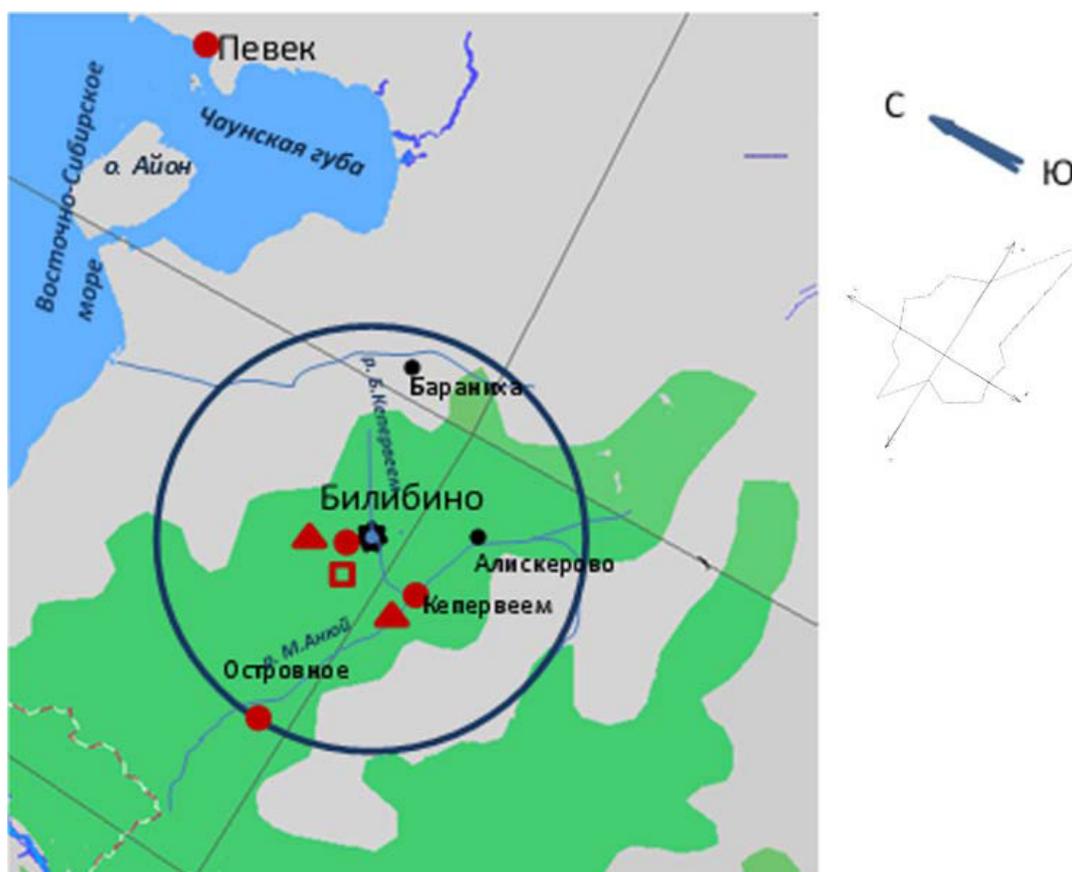


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

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

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2013г., по данным ЛООС БиАЭС, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-6} Бк/м³ (данные ЛООС БиАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
⁶⁰ Со	46,5	417	1,5	44	< 0,5	12
⁵⁴ Mn	< 0,4	22,5	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
¹³⁷ Cs	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
⁵¹ Cr	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7
$\Sigma\beta$	-	51,47	-	29,98	-	43,40

Примечание: - - нет данных.

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2013 г., как и в предыдущем, в СЗЗ и ЗН в приземном слое атмосферы регистрировался ⁶⁰Со, отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность ⁶⁰Со в приземном слое атмосферы СЗЗ уменьшилась в 9 раз, в ЗН – в 29,3 раза, в контрольном пункте в 2013 г., в отличие от 2012 г., ⁶⁰Со не зарегистрирован. Максимальная среднегодовая объемная активность ⁶⁰Со – $46,5 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³ (СЗЗ) – на шесть порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения (ДОО_{НАС} = 11 Бк/м³ по НРБ-99/2009) [3]. Объемные активности ¹³⁷Cs, ⁵⁴Mn, ⁵¹Cr и ¹³⁴Cs в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения в 2013 г. были ниже минимально детектируемой активности.

Значения $\Sigma\beta$ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4. Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Билибино и г. Кепервеем соответственно равны $1,68 \cdot 10^{-5}$ и $2,18 \cdot 10^{-5}$ Бк/м²·сутки, а среднемесячные в течение года изменялись от $0,77 \cdot 10^{-5}$ до $4,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Кепервеем в сентябре и составляли $5,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м²·сутки. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. в 3,8 раза и превысила среднее значение $\Sigma\beta$ выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2013 г. ($1,04$ Бк/м²·сутки) в 1,9 раза.

Таблица 3.3.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2013 г., 10^{-5} Бк/м²·сутки (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.
Билибино	с	2,07	1,97	1,71	1,77	1,02	0,8	2,27	1,64	1,7	1,72	1,86	1,62	1,68	0,54
	м	2,86	2,69	2,68	2,97	2,51	2,84	4,9	2,91	2,74	4,28	2,25	2,53		
Кепервеем	с	2,41	1,05	1,74	2,39	2,7	0,77	2,94	3,14	2,19	1,75	2,58	2,55	2,18	0,47
	м	2,96	1,65	2,84	2,98	3,29	2,16	5,36	5,54	5,8	3,5	4,55	3,08		

По данным ЛООС БиАЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН БиАЭС в 2013 г. регистрировались ⁶⁰Со и ⁵⁴Mn (только в СЗЗ). Годовые выпадения ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs и ⁵¹Cr были ниже предела обнаружения в СЗЗ и ЗН.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2013 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2012 год.

Как видно из табл. 3.3.5, содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2013 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

Таблица 3.3.5

**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	
		2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Вода, мБк/л									
Водохранилище	3,2	-	48,0	-	5,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	81,0	-	8,0	< 0,4	< 0,4	24	24
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	-	148,0	-	4,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	51,0	-	5,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Донные отложения, Бк/кг в.-с.									
Водохранилище	3,2	-	365,0	-	2,5	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	771,0	-	4,2	< 0,4	< 0,4	70,7	69,7
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	-	720,0	-	2,3	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	653,0	-	1,8	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Почва, Бк/м²									
СЗЗ	0,3–0,5	-	11012	-	55,9	< 0,4	199,9	< 0,5	< 0,5
ЗН	0,5–3,8	-	10305	-	58,7	< 0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	5,0	-	12189	-	47,23	< 0,4	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ягода (голубика), Бк/кг									
СЗЗ	0,3–0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
ЗН	1,5–3,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Контрольная точка	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Трава (осока), Бк/кг в.-с.									
СЗЗ	0,3–0,5	-	154	-	3,4	-	< 0,5	-	< 0,5
ЗН	5,0	-	189	-	3,1	-	< 0,5	-	< 0,5
Контрольная точка	22,0	-	148	-	2,8	-	< 0,5	-	< 0,5
Грибы маслята, Бк/кг									
СЗЗ	1,0	-	60,8	-	0,35	-	< 0,5	-	< 0,5
ЗН	1,2-1,3	-	65,8	-	0,21	-	3,57	-	< 0,5
Контрольная точка	5,0	-	44,0	-	0,24	-	4,09	-	< 0,5

Примечание: - - измерения не проводились.

По данным табл. 3.3.5, в 2013 г. в воде ручья Большой Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2013 г. регистрировался ^{60}Co с объемной активностью 24 мБк/л, как и в 2012 г., и примерно в 48 раз больше его содержания в контрольном водоеме.

В устье ручья Б.Поннеурген, впадающего в р.Кепервеем, содержание ^{60}Co было ниже предела обнаружения (< 0,5 мБк/л). Содержание ^{137}Cs было ниже предела обнаружения (< 0,4 мБк/л).

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (табл. 3.3.5). В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался ^{60}Co , удельная активность которого сохранилась на уровне 2012 г. (70,7 Бк/кг), что на два порядка ниже минимально значимой удельной активности для ^{60}Co , равной $1 \cdot 10^4$ Бк/кг по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [9]. Накопление ^{60}Co в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (0,4 Бк/кг в.-с.).

Почва, растительность

Пробы почвы отбирались ЛООС БиАЭС 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 см^2 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 5 км в южном направлении (контрольная точка) (табл. 3.3.5). Во всех пробах почвы в 2013 г. содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже МДА, как и в 2011 г. (в 2012 г. в СЗЗ составляло $199,9 \text{ Бк/м}^2$).

В связи с погодными условиями в летний период 2013 г. урожая голубики не было.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2013 г. изменялись от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, максимальные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона.

Контроль мощности дозы γ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2013 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС БиАЭС, среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН изменялась в диапазоне 0,11–0,15 мкЗв/ч, в контрольной точке (в 5 км от АЭС) – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные измеренные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,17 мкЗв/ч, в контрольной точке – 0,12 мкЗв/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 5-км зоне АЭС (20 точек), варьировали от $65 \cdot 10^{-5}$ до $189 \cdot 10^{-5}$ Гр.

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 повышенном содержании ^{60}Co в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС. Однако наблюдаемые активности радионуклида существенно ниже установленных нормативов.

3.4. 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. 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 блоков № 3 и 4, с примыканием к нему с запада, северо-запада и северо-северо-востока территорий землеотвода под сбросной канал, градирни и части территории стройплощадки. ЗН установлена радиусом 11 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб первой очереди и блоков № 3 и 4. В ЗН размещаются около 52 населенных пунктов и г. Удомля.

В 2013 г. в составе КАЭС находились четыре действующих энергоблока с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР-1000) мощностью 1000 МВт каждый (энергоблок № 4 введен в 2012 г.).

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 2013 г. характеризовался умеренно холодной зимой. Снежный покров установился с 29 ноября и залегал до середины апреля. Весна поздняя, лето и осень были теплыми. Среднегодовая температура воздуха составляла +5,7 °С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 80 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 650,2 мм. В течение года преобладали ветры юго-западного и юго-восточного направлений.

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [8].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через четыре 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. В третью и четвертую – из помещений реакторных отделений блоков № 3, 4. 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 %.

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2013 г. и для сравнения в 2012 г. приведены в табл. 3.4.1. Из табл. 3.4.1 видно, что в 2013 г. повысились годовые выбросы ^{131}I , ^{134}Cs и ^{137}Cs , но их величины не превышали установленных нормативов и составляли 3,8% от допустимых выбросов для ^{131}I и около 1 % для ^{134}Cs и ^{137}Cs . Годовые выбросы ИРГ и ^{60}Co в 2013 г. были ниже, чем в 2012 г., и составили 0,5 и 0,02 % от допустимых выбросов соответственно. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ.

Таблица 3.4.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$1,43 \cdot 10^6$	$3,12 \cdot 10^6$	$- 1,69 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$6,82 \cdot 10^8$	$4,93 \cdot 10^8$	$+ 1,89 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^6$	$5,38 \cdot 10^6$	$+ 5,50 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,64 \cdot 10^7$	$9,88 \cdot 10^6$	$+ 6,55 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$3,68 \cdot 10^{12}$	$7,74 \cdot 10^{12}$	$- 4,06 \cdot 10^{12}$

Промливневые стоки после химводоочистки на КАЭС закачиваются на захоронение в подземные глубинные горизонты на полигоне глубинного захоронения, введенного в эксплуатацию в 2007 г. Жидкие низкоактивные отходы сбрасываются в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет $1,0 \cdot 10^8$ и $1,8 \cdot 10^7 \text{ м}^3$ соответственно. Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2012 г. в озера, составил 3081 м^3 . С продувкой брызгальных бассейнов в озера поступило еще $112\,600 \text{ м}^3$ воды. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2013 г. на КАЭС приведены в табл. 3.4.2. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2013 г. ($0,026 \text{ ТБк}$) уменьшились по сравнению с 2012 г. в 3,3 раза. Основной вклад в активность сброса

вносил тритий (99,93 %), сбросы которого уменьшились в 2013 г. в 3,2 раза. В 2013 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было. Фактические сбросы радионуклидов были на три-четыре порядка ниже допустимых.

Таблица 3.4.2

Сбросы радионуклидов в озера Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{54}Mn	$3,80 \cdot 10^9$	$0,12 \cdot 10^6$	$0,08 \cdot 10^6$	$+ 4,00 \cdot 10^4$
^{60}Co	$8,10 \cdot 10^8$	$0,96 \cdot 10^6$	$0,56 \cdot 10^6$	$+ 4,00 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$8,70 \cdot 10^9$	$6,58 \cdot 10^6$	$0,84 \cdot 10^6$	$+ 5,74 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,80 \cdot 10^9$	$10,85 \cdot 10^6$	$2,08 \cdot 10^6$	$+ 8,77 \cdot 10^6$
^3H	$2,00 \cdot 10^{14}$	$0,26 \cdot 10^{11}$	$0,84 \cdot 10^{11}$	$- 5,80 \cdot 10^{10}$

В 2012 г. контроль радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 3.4.1).

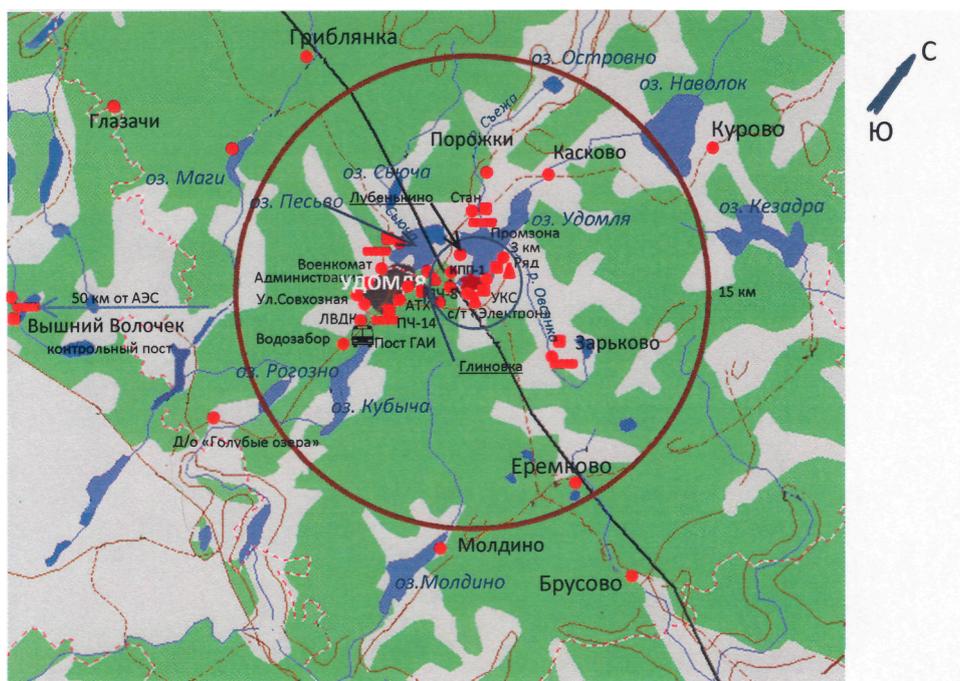


Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- ★ — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- — отбор проб снега;
- 🚚 — передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

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:

– 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 средней производительностью $400 \text{ м}^3/\text{ч}$ на фильтроткань ФПП-15-1,5. Время экспозиции фильтров – две недели;

– 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 контрольный пункт – 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 использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился на γ -спектрометрической установке «Аспект» и «DSA-1000». Для измерения трития в водных пробах использовался жидкостный 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, 6 – за пределами ЗН (11-25 км), а также с помощью АСКРО, состоящей из 17 постов (9 постов – в ЗН, 3 – в СЗЗ, 5 – вне ЗН), 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 2013 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».

Северо-Западное УГМС и Центральное УГМС в 2013 г. в 100-км зоне вокруг КАЭС проводили мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 3.4.2):

– 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.

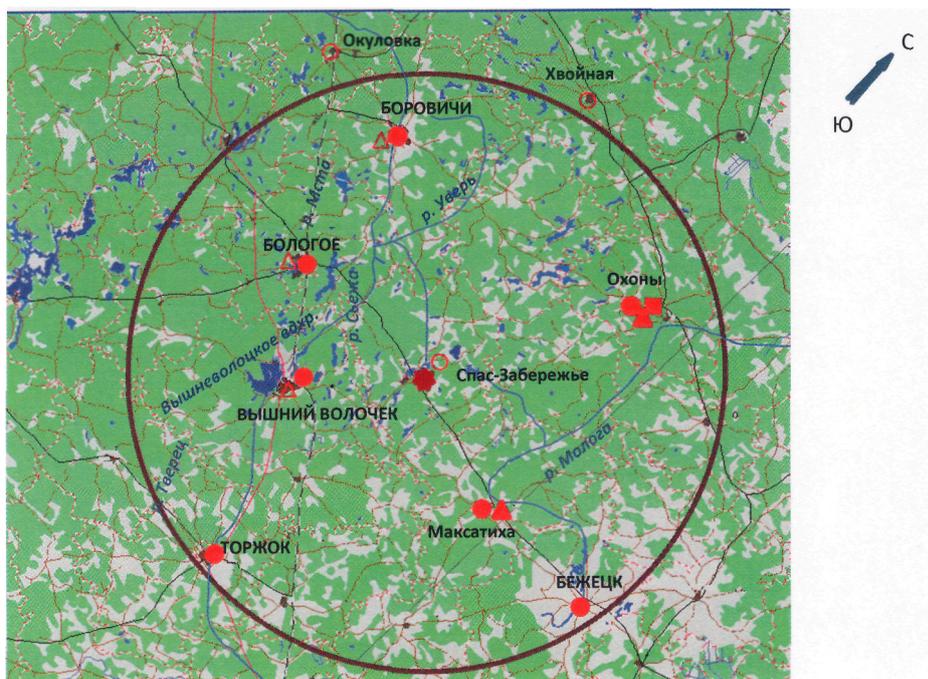


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- ☀ — АЭС;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за γ -фоном;
- △ — планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2013 г., полученные ЛВДК в объединенных и осредненных пробах для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.4.3. Анализ данных показывает, что в 2013 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.

Таблица 3.4.3

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	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
СЗЗ	486,14	6,26	<2,45	<1,75	<1,32	<1,75	<1,19	<1,58
ЗН	410,35	3,45	<0,41	<0,45	<0,41	<0,45	<0,376	<0,40
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	6,19	5,09	<1,45	<1,28	<1,45	<1,28	<1,31	<1,15
ДОО _{НАС} , Бк/м ³	27		19		11		72	

Увеличение среднегодовой активности ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН на два порядка величины в 2013 г., по сравнению с 2012 г. не обусловлено работой АЭС, а связано с инцидентом, произошедшим в г.Электросталь Московской области в апреле 2013 г. [8]. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН в 2013 г. были на шесть порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

В табл. 3.4.4, 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 2013 г. в пп. Охоны и Максатиха, расположенных в 100-км зоне КАЭС.

Таблица 3.4.4

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 2013 г. (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,51	4,31	0,9	0,66	8,32
	м	3	9,2	1,1		
Февраль	с	0,39	4,41	1	0,63	7,83
	м	1,4	8,2	1,4		
Март	с	0,37	5,13	1	0,62	8,09
	м	2	8,1	1,2		
Апрель	с	0,38	4,2	1,8	0,65	8,39
	м	2,3	9,2	7,2		
Май	с	0,58	6,43	1,3	0,51	7,50
	м	1,5	9,1	3,3		
Июнь	с	0,4	8,07	1,1	0,57	10,08
	м	1,4	11,8	3,3		
Июль	с	0,42	7,06	1,0	0,51	7,44
	м	1,1	9,2	2,3		
Август	с	0,43	6,91	1,0	0,56	9,51
	м	0,9	10,4	2,2		
Сентябрь	с	0,39	8,23	1,0	0,56	7,84
	м	1,4	14,8	1,8		
Октябрь	с	0,31	3,4	1	0,62	5,48
	м	0,8	5,4	1,4		
Ноябрь	с	0,37	2,91	1	0,59	6,34
	м	1	4,3	2,0		
Декабрь	с	0,35	2,01	1,1	0,76	5,45
	м	0,9	3,1	2,4		
Среднее:	2013 г.	0,4	5,3	1,1	0,60	7,69
	2012 г.	0,6	6,9	1,13	0,71	11,20
Сумма, Бк/м ² ·год:	2013 г.	146		402	219	
	2012 г.	220		414	260	

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2013 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Охоны изменялась от $2,01 \cdot 10^{-5}$ до $8,23 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в этом пункте была в 1,5 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ($7,69 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КАЭС, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ КАЭС в 2012 г. составляла $20,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $22,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в контрольном пункте – $14,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Охоны в 2013 г. уменьшились по сравнению с 2012 г. в 1,5 раза, в п. Максатиха – не изменились. Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,31 до 1,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Охоны наблюдались в январе и составляли 3 Бк/м²·сутки, в п. Максатиха – в апреле и составляли 7,2 Бк/м²·сутки. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КАЭС в 2013 г. составила 0,75 Бк/м²·сутки, что выше средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений для Севера ЕТР в 1,3 раза.

Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в полугодие. В табл. 3.4.5 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 3.4.5

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	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Вода открытых водоемов, мБк/л								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 1,6	< 1,8	-	-	14	19	5,5	4,0
оз. Удомля (входной канал)	< 1,6	< 1,8	-	-	14	22	4,7	4,4
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,5	< 1,6	-	-	< 10	19	3,9	4,5
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 1,6	< 1,6	-	-	< 10	< 10	5,2	3,9
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 1,6	< 1,8	-	-	< 10	< 10	3,0	4,3
Питьевая вода, мБк/л								
Водозабор г. Удомля	< 1,8	< 1,7	-	-	< 10	< 10	< 1,6	< 1,6
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 1,7	< 1,5	-	-	< 10	< 10	< 1,6	< 1,6
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 1,8	< 1,5	-	-	< 10	< 10	< 1,6	< 1,6
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 1,5	< 1,5	-	-	< 10	< 10	< 1,6	< 1,6
Донные отложения водоемов, Бк/кг с-м.								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 0,68	< 0,67	< 0,62	< 0,61	-	-	< 1,56	< 1,05
оз. Удомля (входной канал)	< 0,65	< 0,68	< 0,60	< 0,62	-	-	< 1,07	< 1,18
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	< 0,57	< 0,82	< 0,52	< 0,75	-	-	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	4,89	1,88	< 0,72	< 0,63	-	-	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	1,70	1,22	< 0,54	< 0,62	-	-	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	3,45	3,14	< 0,58	< 0,54	-	-	-	-
Почва, кБк/м²								
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs		⁹⁰ Sr	
СЗЗ	0,40	0,38	< 0,051	< 0,055	< 0,055	< 0,058	-	-
ЗН	0,40	0,29	< 0,046	< 0,047	< 0,050	< 0,050	-	-
г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,39	0,17	< 0,044	< 0,053	< 0,047	< 0,056	-	-

Примечания: - - измерения не проводились;

* – усредненное значение для водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля).

Из табл. 3.4.5 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, объемные активности ¹³⁷Cs находятся на уровне предела обнаружения используемого метода анализа. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2013 г. составила 14 Бк/л (оз. Песьво – 14 Бк/л, оз. Удомля – 14 Бк/л), более чем в 540 раз ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и в 357 раз ниже рекомендованного контрольного уровня (5000 Бк/л по данному нуклиду для водоемов-охладителей). По сравнению с предыдущим годом, содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) уменьшилось в 1,4 и 1,6 раза и по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ. В контрольных водоемах (оз. Саминец и оз. Кубыча), в реке Съеже и питьевой воде в 2013 году данный нуклид не идентифицирован (активность не превышала НПИ используемой методики измерений (10 Бк/л)). 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.

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. Удомля, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов. В 2013 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. 3.4.5 представлены данные по содержанию ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H в воде водозабора, артезианских скважин близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышнего Волочка. Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H во всех пробах питьевой воды, представленные в табл. 3.4.5, были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 3.4.5 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 2013 г. показали, что радионуклиды ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{90}Sr в пробах донных отложений водоемов-охладителей достоверно не определяются (значения контролируемой величины не превышали НПИ применяемой методики).

Содержание ^{60}Co в донных отложениях водоемов в 2013 г. было ниже МДА во всех пробах. Удельная активность ^{90}Sr в донных отложениях водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля) и в р. Хомутовки была ниже МДА. В пробах донных отложений, отобранных в устье р. Хомутовки (СЗЗ), в оз. Саминец, оз. Кубыча и р. Съеже, расположенных в ЗН, по удельной активности ^{90}Sr контроль не проводился. Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях исследуемых водоемов в 2013 г. составляла от менее 0,57 до 4,89 Бк/кг с.-м., что более чем на три порядка ниже минимально значимой удельной активности ($1 \cdot 10^4$ Бк/кг [3,9]), и не превышала содержания его в донных отложениях в предпусковой период (в 1982 г.) – 6,6–37 Бк/кг в.-с. [10], обусловленного глобальным загрязнением вследствие испытаний ядерного оружия. Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 3.4.5, 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 и сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах, что подтверждается проведенными в 2002–2003 гг. исследованиями 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.). Значения контролируемых величин находятся на уровне средних показателей за пять 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. 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. 3.4.5 приведены усредненные данные о содержании техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2013 г. Из табл. 3.4.5 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2013 г. значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs в основном сохраняются на уровне средних значений последних пяти лет.

В 2013 г. достоверно определялся ^{137}Cs в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте. 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 «фонового») статистически неразличимы в пределах неопределенности измерений. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2013 году в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г.

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 3.4.6. Отбор проб продуктов проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2013 г. и в предшествующие годы контроля в основном такое же, как и до работы КАЭС. В 2013 г. превышено содержание ^{137}Cs в овощах и мясе, а ^{90}Sr – в корнеплодах по отношению к значениям, зафиксированным до пуска КАЭС. Содержание ^{131}I в молоке не выявлено (< 0,03 Бк/кг) и не превышает НПИ 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 [4].

Таблица 3.4.6

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВДК КАЭС)

Вид пробы	^{137}Cs		^{90}Sr	
	2013 г.	До пуска АЭС	2013 г.	До пуска АЭС
Растительность луговая	1,59	1,63	3,14	15,9
Корнеплоды	< 0,07	0,09	0,21	0,08
Овощи	0,28	0,1	0,11	0,16
Допустимая уд. акт.	120		40	
Ягоды	11,37	-	0,14	-
Допустимая уд. акт.	160		60	
Грибы	2,07	-	<0,06	-
Допустимая уд. акт.	500		50	
Молоко	< 0,03	0,27	< 0,07	0,17
Допустимая уд. акт.	100		25	
Мясо	0,23	0,12	< 0,09	0,11
Допустимая уд. акт.	160		50	
Рыба	0,43	0,50	0,66	1,48
Допустимая уд. акт.	130		100	

Примечание: - – нет данных.

Наибольшее содержание ^{90}Sr в 2013 г. наблюдалось в луговой растительности (3,14 Бк/кг сырой массы), ^{137}Cs – в ягодах и грибах (11,37 и 2,07 Бк/кг сырой массы соответственно). 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 в основном соответствуют уровням, измеренным перед строительством станции.

Увеличение среднегодовой активности цезия-137 в 2013 г. по сравнению с предыдущими годами в некоторых продуктах питания и луговой траве не обусловлено работой АЭС, а связано с инцидентом, произошедшим в г. Электросталь Московской области в апреле 2013 г.

До пуска КАЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 0,08–0,18 мкЗв/ч. В 2013 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 0,11–0,13 мкЗв/ч, по данным АСКРО – составляли 0,11–0,12 мкЗв/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (0,10 мкЗв/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения МЭД, по данным регламентных маршрутов и АСКРО, не превышали 0,18 мкЗв/ч.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного и Центрального УГМС, в 2013 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,17 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 0,10–0,13 мкЗв/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 2013 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития в озерах Песьво и Удомля. Однако объемная активность трития в воде озер на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 и не представляет опасности для здоровья населения.

3.5. Кольская АЭС

Кольская АЭС (КоАЭС) расположена за Северным 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 2013 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока с реакторами ВВЭР общей мощностью 1760 МВт. Станция сооружена в 1973–1984 гг. в две очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и 2, вторая очередь – энергоблоки № 3 и 4.

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2013 г. составляла 1,7 °С, абсолютные максимальная и минимальная температуры: +28,1 °С (июнь) и -33,8 °С (март) соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,3 м/с, максимальная – 17,5 м/с.

Вокруг Кольской АЭС установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН). В соответствии со статьей 31 Федерального закона «Об использовании атомной энергии» проекты СЗЗ и ЗН согласованы с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и утверждены постановлением администрации г. Полярные Зори Мурманской области от

23.11.2009 г. № 979. Санитарно-защитная зона Кольской АЭС включает территорию центральной части полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра, до автомобильной дороги М18 Санкт-Петербург – Мурманск. Зоной наблюдения является территория, ограниченная радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб 1-й и 2-й очередей Кольской АЭС. Внутренней границей ЗН является граница СЗЗ. Границы санитарно-защитной зоны также установлены вокруг ХССО. Проект СЗЗ ХССО (инв. № 32714) согласован с Региональным управлением № 118 ФМБА России и утвержден администрацией г. Полярные Зори. СЗЗ ХССО является территория хранилища, ограниченная охранным периметром. В ЗН Кольской АЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Африканда, пос. Зашеек. Наиболее крупным является г. Полярные Зори с числом жителей 15 005 чел. Общая численность населения, проживающего в ЗН, – 17 440 человек.

Гидрогеологические условия площадки КоАЭС характеризуются наличием двух водоносных горизонтов. Первый горизонт относится к моренным отложениям (грунтовые воды), второй – к скальным породам (трещинные воды). Оба горизонта гидравлически связаны между собой и имеют примерно одинаковый режим уровней. Поэтому оба горизонта следует рассматривать совместно как единый водоносный комплекс. Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и техногенной инфильтрации. Разгрузка потока осуществляется в северо-восточном направлении в сторону подводящего канала. На участке основных сооружений АЭС уровень воды колеблется около отметки 129 м (глубина от поверхности 3–4 м).

На территории промплощадки КоАЭС расположены хранилища сухих радиоактивных отходов (ХСО) и временные хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), оборудованные в здании спецкорпусов для каждой очереди: ХСО-1, ХЖО-1 и ХСО-2, ХЖО-2 соответственно. В январе 2007 г. принят в промышленную эксплуатацию комплекс переработки жидких радиоактивных отходов. Пунктами хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) являются приреакторные бассейны выдержки энергоблоков № 1–4. В 2010 г. введено в эксплуатацию хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХОРО).

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очередей энергоблоков. Величины газоаэрозольных выбросов радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2013 г. (табл. 3.5.1) были ниже уровня регистрации, установленного на предприятии.

Таблица 3.5.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Со	7,40·10 ⁹	н	н	-
¹³¹ И	1,80·10 ¹⁰	н	н	-
¹³⁷ Сs	2,00·10 ⁹	н	н	-
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	н	н	-

Примечание: н – ниже уровня регистрации: для ИРГ 2,3·10¹¹ Бк/сут, для ¹³¹И 3,5·10⁶ Бк/сут, для ⁶⁰Со, ¹³⁴Сs, ¹³⁷Сs 3,7·10⁶ Бк/сут.

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра

является источником технического и питьевого водоснабжения КоАЭС и ближайших от нее населенных пунктов (г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда). Расстояние между водозабором и устьем сбросного канала АЭС по акватории озера составляет 22 км.

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2013 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 3.5.2.

Таблица 3.5.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на КоАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^3H	$7,60 \cdot 10^{14}$	$1,64 \cdot 10^{13}$	$1,21 \cdot 10^{13}$	$+0,43 \cdot 10^{13}$
^{60}Co	$8,80 \cdot 10^{10}$	-	$2,62 \cdot 10^5$	$-2,62 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$1,90 \cdot 10^{11}$	-	$1,54 \cdot 10^5$	$-1,54 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$5,00 \cdot 10^{10}$	$1,93 \cdot 10^6$	$3,71 \cdot 10^5$	$+1,56 \cdot 10^6$

Согласно табл. 3.5.2, в 2013 г. на КоАЭС сбросы ^{60}Co и ^{134}Cs уменьшились по сравнению с 2012 г., сбросы ^{137}Cs увеличились в 5,2 раза, но были на четыре порядка ниже величины допустимого сброса ($5,00 \cdot 10^{10}$). Основной вклад (99,99 %) в активность сбросов вносил тритий ($1,64 \cdot 10^{13}$ Бк), годовой сброс которого в 2013 г. был практически на уровне 2012 г. и составлял 2,2 % от допустимого сброса. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2013 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности КоАЭС. В 2013 г. службами ЛООС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, в г. Полярные Зори и поселках Нива-1 (аспирационные установки), а так же с помощью четырех пробоотборников воздуха JL-150 Hunter, размещенных в районе блок-поста КоАЭС, горы Лысая (горнолыжный комплекс), в г. Полярные Зори (на территории Информационного центра) и в г. Кандалакша (на территории защищенного пункта управления противоаварийными действиями района эвакуации (ЗПУПД РЭ). Периодичность замены фильтров: аспирационных установок – один раз в неделю, пробоотборников JL-150 Hunter – один раз в месяц. В соответствии с приказом директора станции № 2024 от 26.12.2012 г. с 01.01.2013 г. контрольный пункт перенесен из пос. Зеленоборский на территорию ЗПУПД РЭ. Аспирационная установка в пос. Зеленоборский выведена из эксплуатации;
- радиоактивность атмосферных выпадений в 16 пунктах постоянного наблюдения, расположенных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Кандалакша). Пробы отбирались с помощью стандартных кювет площадью $0,25 \text{ м}^2$. Время экспозиции кювет – один месяц;
- радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК, ОЗС, БНТ-2), 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 пром-отходов 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 сосны и ели (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-АТ6130Д, 6150AD5, 6150AD6/Н, ДКС-АТ1123 и передвижной радиометрической лаборатории) режимах.

АСКРО включает 5 автоматизированных метеостанций и 15 постов контроля мощности дозы γ -излучения, позволяющих получать информацию о радиационной обстановке, динамике ее изменения на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и населенных пунктах 30-км зоны АЭС и осуществлять ее прогнозирование. В состав АСКРО входит передвижная радиометрическая лаборатория, позволяющая проводить γ -съемку местности по маршруту следования, выполнять отборы проб воздуха и воды с помощью автоматических пробоотборников, определять содержание радионуклидов в пробах и передавать полученную информацию в ИАЦ АСКРО по радиоканалу.

Измерения $\Sigma\beta$ в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа, $\Sigma\alpha$, 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, GC2018 Canberra. Контроль за содержанием трития в воде проводится с помощью жидкосцинтилляционного радиометра «Tri-Carb 2900TR». С 01.01.2013 г. в соответствии с указанием ГИ КАЭС от 06.11.2012 г. № 1234 на Кольской АЭС ввели в действие «Методику выполнения измерений активности радионуклидов в счетных образцах, приготовленных из водных проб, с помощью спектрометрического радиометра альфа-, бета-излучения Tri-Carb 2900TR», позволяющую проводить контроль альфа-, бета- и низкоэнергетических гамма-излучающих радионуклидов ^3H , ^{14}C , ^{40}K , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th , ^{234}U , ^{238}U жидкосцинтилляционным методом.

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. 3.5.1. В 2013 г. радиационный мониторинг, проводимый Мурманским УГМС, включал:

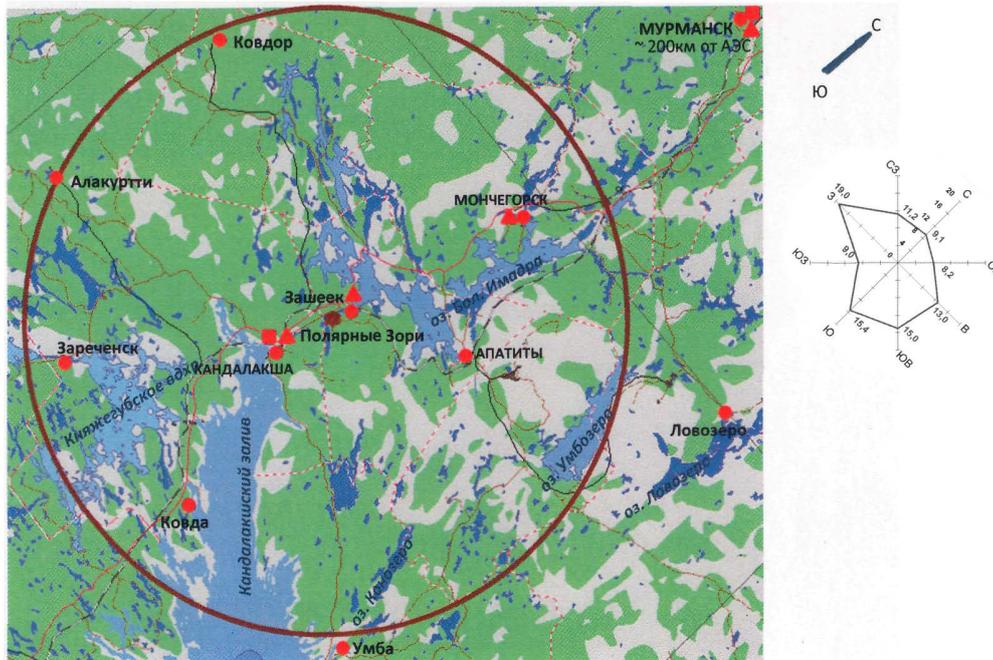


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

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

– мониторинг радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха: в 9 пунктах отбора проб атмосферных выпадений (включая станцию Баренцбург) и 3 пунктах отбора проб радиоактивных аэрозолей, одном пункте отбора проб атмосферных осадков для определения содержания трития. В отобранных пробах атмосферных выпадений и аэрозолей определялось содержание суммы β -активных и отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения;

– мониторинг радиоактивного загрязнения водных объектов: 1 пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr ; 2 пункта отбора поверхностных вод для определения содержания ^{90}Sr и донных отложений с последующим гамма-спектрометрическим анализом отобранных проб;

– маршрутные обследования проведены в апреле и октябре 2013 года в ближней зоне Кольской атомной станции с отбором снега, растительности, почвы по 12 проб с последующим бета- и гамма-спектрометрическим анализом отобранных проб;

– радиоактивное загрязнение местности регистрировалось на 34 основных пунктах измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на сети Мурманского УГМС и 24 дополнительных пунктах измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения.

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась $\Sigma\beta$, а также содержание отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения. 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 2013 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 3.5.3. 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 2013 г. увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 1,4 раза (п. Зашеек, г Мончегорск) и в 1,2 раза (г. Кандалакша) и превышала уровень региональных выпадений в 1,8 раза. Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2013 г. колебалась в пределах от 1,1 до 3,6 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Кандалакша в феврале и составляли 9,1 Бк/м²-сутки.

Таблица 3.5.3

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 КоАЭС в 2013 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек	Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	2,4	2,7	2,9	10,1	1,4	10,9
	м	8,2	8,5	9,1	21,7		
Февраль	с	3,4	3,2	3,4	15,7	1,3	7,5
	м	8,7	7,2	8,4	42,1		
Март	с	3,1	3,3	3,6	20,5	1,4	9,7
	м	7,1	8,7	8,9	65,8		
Апрель	с	2,8	2,5	2,4	6,8	1,3	7,1
	м	6,1	7,5	5,3	19,4		
Май	с	2,6	2,2	2,1	5,6	1,4	7,7
	м	8,2	6,8	5,6	13,4		
Июнь	с	1,3	2,1	1,7	8,8	1,3	8,4
	м	2,2	6,2	7,0	17,2		
Июль	с	1,8	1,2	1,1	5,4	1,2	10,6
	м	6,4	4,5	3,1	12,9		
Август	с	2,0	2,2	1,7	5,6	1,6	7,7
	м	8,0	7,4	6,2	13,1		
Сентябрь	с	2,3	1,5	2,8	6,0	1,4	7,2
	м	7,2	4,8	7,8	18,3		
Октябрь	с	1,7	2,4	2,9	4,6	1,3	7,1
	м	4,2	6,3	7,5	13,4		
Ноябрь	с	2,1	2,9	2,0	3,3	1,2	7,4
	м	6,0	7,1	6,2	8,3		
Декабрь	с	2,6	2,0	2,5	5,5	1,2	7,7
	м	5,7	6,9	8,3	15,5		
Среднее:	2013 г.	2,3	2,3	2,4	8,2	1,3	8,2
	2012 г.	1,7	1,7	2,0	11,3	1,1	8,2
Сумма, Бк/м ² -год:	2013 г.	840	840	876		475	
	2012 г.	622	622	732		402	

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2013 г. были ниже предела обнаружения. В 2013 г. объемные активности ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs в приземном воздухе СЗЗ и ЗН оставались на уровне 2012 г.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе п. Кандалакша, расположенном в 100-км зоне в 25 км от КоАЭС, колебалась в 2013 г., по данным Мурманского УГМС, в пределах от 3,3·10⁻⁵ до 20,5·10⁻⁵ Бк/м³ (см. табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в марте – 65,8·10⁻⁵ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС, в 2013 г. в СЗЗ среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе составляла 10,4·10⁻⁵ Бк/м³, в ЗН – 10,4·10⁻⁵ Бк/м³, в контрольном пункте – 11,3·10⁻⁵ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Кандалакша за 2009–2013 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 3.5.4. Из табл. 3.5.4 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в Кандалакше в 2013 г. была практически на уровне 2012 г. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2013 г. была на уровне предыдущего года и примерно в 2,6 раза ниже регионального уровня.

Таблица 3.5.4

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	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	1,7 ³⁾	26,4 ²⁾	21,2
	2012	2,4	2,0	1,2	6,3	3,0	1,6
	2013	2,4	1,7	1,5	1,4	1,8	1,8
^{90}Sr							
Кандалакша	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
	2012	0,14	0,18	0,10	0,23	0,16	0,33
	2013	0,26	0,14	0,09	0,08	0,14	0,36

Примечания: ¹⁾ – данные за один месяц (май);
²⁾ – среднее за 10 месяцев;
³⁾ – данные за один месяц (октябрь).

В табл. 3.5.5 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ЛООС. 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 2013 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность ^{137}Cs осталась на уровне 2012 г., превышая в 3,8 раза средневзвешенную объемную активность воздуха по территории Заполярья; по ^{60}Co и ^{54}Mn – увеличилась в 1,2 и 1,1 раза соответственно. В ЗН объемная активность ^{137}Cs в воздухе была в 2,3 раза ниже, чем в СЗЗ, а ^{60}Co и ^{54}Mn – ниже МДА. В контрольном пункте объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха не отличалась от значения в ЗН, по ^{60}Co и ^{54}Mn – ниже МДА. Наблюдаемые в 2013 г. объемные активности радионуклидов в СЗЗ и ЗН были на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.5.5

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	
	2013	2012	2013	2012	2013	2012
СЗЗ*	6,8	6,2	8,1	6,6	2,1	1,9
п. Нива-1 (ЗН)	< 3,0	2,1	< 5,0	< 5,0	< 3,0	< 3,0
г. Кандалакша – контрольный пункт	< 3,0	1,0	< 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, приведено в табл. 3.5.6. Для оценки текущего состояния почвы проводится сравнение результатов радиационных измерений со средними значениями измерений за последние 5 лет (усредненные за предшествующие 5 лет значения приводятся в скобках). Из табл. 3.5.6 видно, что содержание ^{137}Cs в пробах почвы в СЗЗ было ниже среднего значения за последние пять лет; в ЗН – превышало данную величину в 1,6 раза; в контрольном пункте содержание радионуклида находилось на уровне данного значения. Содержание $\Sigma\beta$ в почве было выше уровня предыдущего года в 1,5 раза для СЗЗ, относительно ЗН и контрольного пункта – было практически на уровне предыдущего года.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра по данным представлена в табл. 3.56. В 2013 г. по сравнению с 2012 г. объемная активность ^{137}Cs в воде губы Молочная, водозабора пос. Африканда и р. Пиренга уменьшилась в 1,3; 1,7 и 1,5 раза соответственно, во всех остальных точках наблюдения – осталась на уровне прежнего года. Удельная активность ^{137}Cs в воде открытых водоемов не превышала $3,6 \cdot 10^{-2} \%$ от УВ по НРБ-99/2009 [3] для этого радионуклида и была на уровне значения контрольного водоема – р. Пиренги, за исключением губы Молочной, где, как и в предыдущем году, наблюдалась самая высокая активность ^{137}Cs – 2,9 мБк/л. Объемная $\Sigma\beta$ активность воды во всех контролируемых водоемах в 2013 г. была на порядок ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3] для питьевой воды.

В 2013 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 2013 г. составила 1,3 и 1,8 мБк/л соответственно, что значительно ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [3], и ниже фонового содержания ^{90}Sr в озерах ЕТР (3,0 мБк/л).

Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колебалась в пределах от 1,1 до 1,9 мБк/л, объемная $\Sigma\beta$ активность – от 51 до 63 мБк/л.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ЛООС, приведена в табл. 3.5.6. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. Согласно данным табл. 3.5.6, техногенная активность донных отложений определяется ^{137}Cs глобального и частично «станционного» происхождений (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 2013 г. в пробах донных отложений содержание ^{137}Cs было выше, чем в 2012 г., во всех точках отбора, за исключением сбросного канала и губы Глубокой, где содержание ^{137}Cs осталось

практически на уровне предыдущего года, а так же за исключением Орловских островов, где удельная активность данного радионуклида уменьшилась в 1,8 раза по сравнению с 2012 г. Повышенные значения удельной $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений связаны с высоким содержанием растительных остатков в илах и, как следствие, высоким содержанием ^{40}K . Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера и не позволяют сделать вывод о том, что имеет место непрерывное накопление радионуклидов. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности трудностями с отбором представительных проб.

Таблица 3.5.6

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС
(данные ЛООС КоАЭС)**

Место отбора проб	^{137}Cs		$\Sigma\beta$	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Почва, кБк/м²				
СЗЗ	0,095 (0,128)	0,151	18,4 (13,3)	12,2
ЗН	0,151 (0,093)	0,127	16,3 (13,0)	16,3
Контрольный пункт	0,113 (0,113)	0,192	11,6 (13,1)	13,6
Вода, мБк/л				
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	1,4	1,6	54 (56)	54
Губа Молочная	2,9	3,9	55 (58)	53
Узкая Салма	1,4	1,3	50 (52)	58
Широкая Салма	1,4	1,5	47 (48)	53
р. Нива – водозабор п. Нива	1,9	1,9	63 (57)	57
Водозабор п. Африканда	1,1	1,9	58 (47)	53
р. Пиренга – контрольный водоем	1,1	1,7	51 (45)	56
Донные отложения, Бк/кг в.-с.				
Сбросной канал	43,2	41,8	110	228
Губа Молочная	44,8	22,8	92,6	155
Губа Глубокая	3,1	2,6	58,1	108
Орловские острова	21,6	38,8	110	120
Сосновые острова	2,7	<0,7	74,6	47,6
Форелевое хозяйство	38,8	28,5	67,2	152
Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	3,1	< 1,0	54	88
ЗН	< 1,0	1,5	64	73
Контрольный пункт	5,0	< 1,0	55	47
Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	< 1,0	4,2	52	119
ЗН	2,4	6,0	70	135
Контрольный пункт	2,8	2,4	81	76
Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	7,3	7,8	29	22
ЗН	5,2	4,7	14	26
Контрольный пункт	7,0	6,5	27	25
Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	3,7	3,5	24	24
ЗН	4,4	3,8	38	27
Контрольный пункт	3,2	3,2	24	21
Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы				
	2,5	8,0	89,1	105
Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы				
	2,7	2,0	51,6	27
Рыба, Бк/кг сырой массы				
Бабинская Имандра, щука	5,8	-	117	-
Бабинская Имандра, налим	< 1,0	-	80,2	-
Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы				
	< 1,0	< 1,0	100	45

Примечания: в скобках приведены средние значения за последние 5 лет;
- - нет данных.

В 2013 г. для большинства скважин (кроме скважин № 104, 105, 107, 108, 303 и 304), расположенных вокруг аппаратного отделения и объединенного спецкорпуса 1-й очереди КоАЭС, содержание радионуклидов находилось ниже порога регистрации аппаратуры (метода) и соответствовало

УВ для питьевой воды согласно НРБ-99/2009. В скважинах № 107, 108, 303 и 304 содержание ^{137}Cs было практически на уровне 2012 г.; в скважинах № 104 и 105 в 2013 г. наблюдалось увеличение среднегодовой удельной активности ^{137}Cs в 4,7 и 2,3 раза соответственно. Поступления радионуклидов с грунтовыми водами за пределы территории КоАЭС не обнаружено.

Продукты питания местного производства

В 2013 г. удельная активность ^{137}Cs в грибах и ягодах (см. табл. 3.5.6) соответствует уровням их глобального загрязнения и не превышает допустимых значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01[9]. Удельная активность ^{137}Cs в тканях рыб (см. табл. 3.5.6) была на порядок ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [9], составляющего 130 Бк/кг. ^{90}Sr в рыбе обнаружен не был.

Радиационный фон на местности

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2013 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что по сравнению с 2012 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД практически не изменилась и колебалась в пределах от 0,04 до 0,13 мкЗв/ч при среднемесячных колебаниях от 0,04 до 0,16 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ЛООС, МЭД на промплощадке, в СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2012 г., изменялась в пределах 0,09–0,10 мкЗв/ч и не превышала фоновых уровней.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла: $5 \cdot 10^{-4}$ Гр для СЗЗ и ЗН и $4 \cdot 10^{-4}$ Гр для контрольной точки.

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.

3.6. Курская АЭС

В 2013 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 годах соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3200 МВт (тепловая).

КуАЭС расположена в 3 км от г. Курчатова (количество жителей – 48 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десну, которая впадает в р. Днепр.

В марте 2005 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживают 69,3 тыс. человек.

В 2013 г. среднегодовая температура воздуха в районе АЭС составляла $+7,9$ °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2013 г. составляла 74 %; годовое количество атмосферных осадков – 540,6 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было восточное, максимальная скорость ветра наблюдалась весной 2013 г. и составляла 18 м/с, среднегодовая скорость – 2,5 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через вентиляционную трубу высотой 150 м и венттрубы машзала высотой 60 м. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности выбросов в окружающую среду используются камера выдержки (первая очередь) и установка подавления активности (вторая очередь). Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2013 г. представлены в табл. 3.6.1.

Таблица 3.6.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	3,13·10 ⁸	2,26·10 ⁸	+8,7·10 ⁷
¹³¹ И	9,3·10 ¹⁰	3,07·10 ⁹	5,04·10 ⁹	-2,33·10 ⁹
¹³⁴ Сs	1,4·10 ⁹	3,31·10 ⁷	2,11·10 ⁷	+1,20·10 ⁷
¹³⁷ Сs	4,0·10 ⁹	7,56·10 ⁷	6,19·10 ⁷	+1,37·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	2,43·10 ¹⁴	5,52·10 ¹⁴	-3,09·10 ¹⁴

Из приведенных в табл. 3.6.1 данных видно, что в 2013 г. годовые выбросы ⁶⁰Со, ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs увеличились по сравнению с 2012 г. (⁶⁰Со – в 1,4 раза, ¹³⁴Сs – в 1,6 раза и ¹³⁷Сs – в 1,2 раза), выбросы ¹³¹И уменьшились в 1,6 раза, выбросы ИРГ – в 2,3 раза. Годовые выбросы всех контролируемых радионуклидов не превышали допустимых выбросов. Выбросы составляли от 1,9 % (для ¹³⁷Сs) до 12,5 % (для ⁶⁰Со) от допустимых.

Сбросы ХФК на КуАЭС после биологической очистки поступают на поля фильтрации, а ПЛК – в р. Сейм. Дебалансные воды (избыточные воды, прошедшие специальную обработку) поступают в систему ПЛК.

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 94,6×10⁶ м³, площадь зеркала – 21,5 км², скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 м/с (в весенний паводок).

Данные о содержании радионуклидов в сбросах КуАЭС в открытую гидрографическую сеть, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов представлены в табл. 3.6.2. В 2013 г. объем сброса промышленно-ливневых и дебалансных вод на КуАЭС составил 5,2·10⁶ м³. В 2013 г. в сбросах КуАЭС регистрировались ³Н, ¹³⁷Сs, ⁶⁰Со и ⁹⁰Sr. По сравнению с 2012 г. в 2013 г. сбросы ⁶⁰Со увеличились в 2,7 раза, сбросы ³Н – в 41 раз, а сбросы ⁹⁰Sr – увеличились незначительно. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 2,9 % от допустимого. Годовые сбросы ¹³⁷Сs, ⁶⁰Со и ⁹⁰Sr не превышали соответственно 2,4; 12 и 0,03 % от допустимых.

Для переработки ТРО на Курской АЭС имеются следующие установки: установка прессования ТРО; установка сжигания низкоактивных отходов; печи плавления (теплоизоляции и плавления алюминия). ТРО хранятся в специальных хранилищах ХТО и ХЖТО на территории промплощадки. Часть ТРО хранится на бетонной площадке для временного хранения в металлических бочках. ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-емкостях ХЖО. Иловые слабоактивные

отложения с очистных сооружений ХФК промплощадки временно хранятся на иловых картах и в двух отсеках (из четырех) локализации иловых отложений объемом по 1200 м³. Удаленность мест хранения радиоактивных отходов от населенных пунктов составляет 2–3 км. Имеется хранилище отработавшего ядерного топлива. С 31 декабря 2013 г. организовано проведение опытно-промышленной эксплуатации оборудования пристроя к хранилищу для разделки отработанных ТВС и загрузки их в транспортные упаковочные контейнеры.

Таблица 3.6.2

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
Промышленно-ливневые и дебалансные воды (р. Сейм)	³ H	2,48·10 ¹²	6,06·10 ¹⁰	+2,42·10 ¹²
	¹³⁷ Cs	4,24·10 ⁷	<МДА	-
	⁶⁰ Co	1,77·10 ⁷	6,51·10 ⁶	+1,12·10 ⁷
	⁹⁰ Sr	4,39·10 ⁴	4,07·10 ⁴	+3,2·10 ³
Суммарный сброс за год (без учета ³ H)		6,01·10 ⁷	6,55·10 ⁶	+5,36·10 ⁷
Суммарный сброс за год (с учетом ³ H)		2,48·10 ¹²	6,06·10 ¹⁰	+2,42·10 ¹²

Примечания: МДА – минимально-детектируемая активность;
МДА 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 2013 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом:

- 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, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;
- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в рыбе водоема-охладителя и рек, а также в сельхозпродуктах местного производства;
- проводился регулярный контроль за уровнем γ -фона и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по γ -излучению, $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr. Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа «Ortec» GEM-30-P, диапазон измерения активности образцов – 10–10⁵ Бк 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 - и β -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy» Финляндия.

В 2013 г. УГМС ЦЧО в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 3.6.1 и 3.6.2):

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ на фильтроткань ФПП-15-1,5 на двух станциях: в г. Курске – ежесуточно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – с экспозицией пять суток (6 проб в месяц) с помощью модернизированной установки «Тайфун-3а»;
- радиоактивных атмосферных выпадений на шести станциях с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков площадью 0,3 м² с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;
- 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;
- 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.

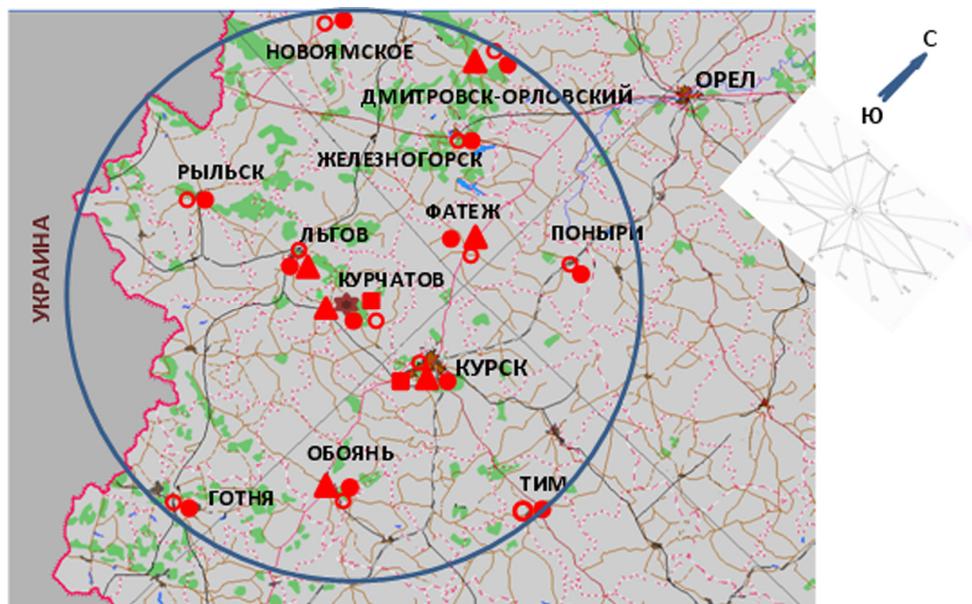


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

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

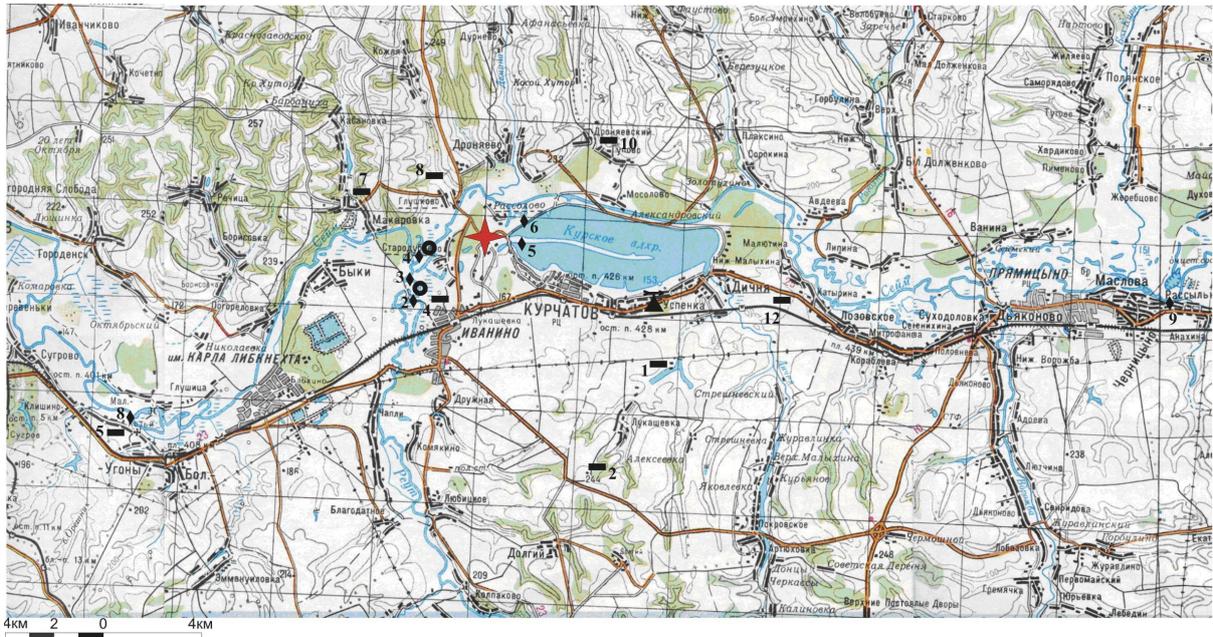


Рис. 3.6.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- ◆ — АЭС;
- отбор проб снега и растительности;
- ◆ — отбор проб воды;
- — сброс ХФК в р. Реут и ПЛК в р. Сейм;
- — населенные пункты.

Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО за 2013 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных $\Sigma\beta$ в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 3.6.3.

Таблица 3.6.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2013 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.
Курск	с	23	27	17	28	31	29	20	36	19	23	19	18	24	26
	м	56	77	31	84	90	71	38	105	43	61	45	53	105	104
Курчатов	с	13	37	18	17	28	19	23	24	20	12	16	21	20	26
	м	30	64	42	26	38	30	30	31	28	22	27	40	64	76

Из приведенных в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объемная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в августе и составила $105 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в г. Курчатове – в феврале и составила $64 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от $12 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в октябре) до $37 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале) в г. Курчатове и от $17 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в марте) до $36 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) в г. Курске. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения незначительно отличаются от средних значений 2012 г. и составляли в г. Курске $24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Курчатове $20 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,5 и 1,23 раза соответственно ($16,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО, в табл. 3.6.4 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].

В течение года среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $5,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (февраль и сентябрь) до $44,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) и составила в среднем за год $11,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,28 раза выше среднего за 2012 г. ($8,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 1,9 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались ^{24}Na , ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{134}Cs . Среднегодовое значение активности ^{60}Co увеличилось в 1,6 раза по сравнению с 2012 г., а среднегодовое значение активности ^{54}Mn увеличилось в 1,37 раза. В г. Курчатове среднемесячная объемная активность ^{137}Cs изменялась от $5,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (февраль) до $33,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) и составила в среднем за год $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, как и в 2012 г. ($14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 2,4 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР.

Таблица 3.6.4

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	Курск				Курчатов				ДОНас., Бк/м ³
	q		q_m		q		q_m		
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
^{24}Na	8	5	530	456	217	4	84400	221	290
^{51}Cr	6,1	н	561	н	30	7	750	113	2500
^{54}Mn	2,6	1,9	182	98	21	13	230	179	72
^{59}Fe	0,5	1,2	3,9	6,5	11	9,2	140	129	30
^{58}Co	0,1	0,2	1,1	1,1	3	18	32	17	68
^{60}Co	2,7	1,7	250	145	20	10	255	94	11
^{95}Zr	1,3	0,1	15	0,9	8,2	2,7	430	141	23
^{95}Nb	3,2	0,5	33	1,7	16,8	7	550	318	72
^{131}I	н	н	217	н	н	5	38	91	7,3
^{134}Cs	0,1	0,3	1	40	1,7	1,5	96	17	19
^{137}Cs	11	8,7	630	109	14	14	147	98	27

Примечания: 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.

Кроме ^{137}Cs , в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2013 г. наблюдались ^{24}Na , ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{134}Cs . 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 ДОНас. по НРБ-99/2009 на семь и более порядков.

В табл. 3.6.5 представлены объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет.

Из табл. 3.6.5 видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2013 г. в Курске не изменились по сравнению с 2012 г. и были в 3 раза меньше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в Курчатове уменьшились в 1,26 раза по сравнению с 2012 г. и были в 1,8 раза меньше

уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2013 г. ($2,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) не изменилась по сравнению с 2012 г. Объемная активность ^{238}Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2013 г. составила $0,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и не изменилась по сравнению с 2012 г.

Таблица 3.6.5

Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2009–2013 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	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
	2012	5,3	12	10,7	6,5	8,7	4,0
	2013	6,4	21	8,5	11	11,1	5,9
Курчагов	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
	2012	7,2	21,3	19,7	8,2	14,1	4,0
	2013	7,2	18,7	14,1	15,7	13,9	5,9
^{90}Sr, 10^{-7}							
Курск	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
	2012	0,20	0,87	0,44	0,37	0,47	0,64
	2013	0,23	0,76	0,54	0,36	0,47	1,42
Курчагов	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
	2012	0,34	1,13	2,11	0,29	0,97	0,64
	2013	0,23	1,63	0,87	0,33	0,77	1,42
$^{239,240}\text{Pu}$, 10^{-9}							
Курск	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	-
	2012	2,0	2,5	3,1	1,2	2,2	-
	2013	1,4	2,9	6,2	1,6	2,2	-
^{238}Pu, 10^{-9}							
Курск	2012	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	-
	2013	0,8	0,5	1,2	0,7	0,4	-

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;
- – нет данных.

Данные ЛВРК АЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2012–2013 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2013 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. По сравнению с 2012 г. в 2013 г. в СЗЗ было зарегистрировано увеличение объемной активности ^{54}Mn и ^{60}Co в 1,3 и 1,7 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 2012 г. увеличилось в 2–4 раза. Объемная активность ^{137}Cs в контрольном пункте ($220 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) увеличилась в 9,2 раза и в 37 раз превышала фоновую для Центра ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН КуАЭС и контрольного пункта были на шесть-семь порядков ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009 (табл. 3.6.6).

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2013 г. приведены в табл. 3.6.7. 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.).

Таблица 3.6.6

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2012–2013 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК КуАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОА _{НАС.} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
⁵⁴ Mn	45	34	57	44	14	7	72
⁵⁹ Fe	23	31	38	44	19	<4	30
⁵⁸ Co	6	6	11	12	5	<2	68
⁶⁰ Co	45	26	53	29	27	7	11
⁶⁵ Zn	<4	<4	<6	<7	<9	<4	72
⁹⁴ Nb	3	<2	2	<3	<3	<1	11
⁹⁵ Nb	44	19	54	32	6	11	72
⁹⁵ Zr	32	12	37	16	<7	<4	23
¹³⁴ Cs	14	11	11	12	88	20	19
¹³⁷ Cs	50	42	44	37	220	24	27

Таблица 3.6.7

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2013 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	2013 г.	2012 г.	
Выпадения, Бк/м²·сутки																
Дмитровск-Орловский	с	0,4	0,8	0,5	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	0,9	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	218,4
	м	2,0	2,3	1,5	1,8	2,5	0,9	2,2	1,8	3,3	2,3	2,1	1,9			
Курск	с	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	1,1	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4	219,5
	м	1,3	1,1	1,2	1,6	1,9	4,8	1,3	3,2	3,7	2,8	2,1	5,2			
Курчатов	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	231,6
	м	1,1	1,2	1,7	1,8	1,5	2,4	1,1	1,7	2,1	2,5	2,1	2,2			
Льгов	с	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	228,6
	м	0,9	1,5	1,4	1,3	2,5	1,2	1,2	1,9	1,9	2,4	1,7	3,0			
Обоянь	с	0,4	0,6	0,4	0,4	0,9	0,6	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	195,8
	м	1,0	2,0	1,0	0,7	2,2	1,9	1,0	2,3	1,7	2,5	2,0	1,6			
Фатеж	с	0,7	0,6	0,4	0,3	0,7	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	233,2
	м	1,9	1,1	1,1	2,0	2,5	1,2	1,8	2,0	3,2	2,3	2,4	2,6			
100-км зона Курской АЭС		0,5	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	221,2
Чистая зона*		0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	205,4

Примечание: * – Белгород, Липецк, Тамбов.

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2013 г. среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,5–0,6 Бк/м²·сутки, что находится на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений были зарегистрированы в г. Фатеж (233,2 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в декабре в г. Курск (5,2 Бк/м²·сутки).

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО по объединенным за месяц пробам г. Курчатова; объединенным за месяц пробам по трем пунктам, – Курск, Льгов, Обоянь (зона 12), – расположенным в зоне влияния КуАЭС; объединенным за месяц пробам по зоне 11 (Липецк, Белгород, Тамбов, Суворов, Жуковка) (табл. 3.6.8).

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn. По сравнению с 2012 г. в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 1,8 раза, а выпадения ⁶⁰Co уменьшились в 3 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных

выпадения из техногенных радионуклидов регистрировался ^{137}Cs . Выпадения ^{137}Cs увеличились в 1,3 раза по сравнению с 2012 г. В 2013 г. годовые выпадения ^{137}Cs в г. Курчатове в 1,4 раза превышали средние выпадения этого радионуклида на незагрязненных территориях Центра ЕТР ($0,64 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$), а в зоне 12 – в 1,2 раза.

Таблица 3.6.8

Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2013 г., Бк/м²-месяц (данные УГМС ЦЧО)

Месяц	Курчатов				Зона 12				Зона 11	
	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^7Be	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^7Be	^{137}Cs	^7Be
Январь	н	н	0,1	24	0,06	-	-	26	0,03	12
Февраль	0,1	н	н	21	0,05	-	-	22	0,02	16
Март	н	0,1	н	29	0,05	-	-	28	0,04	25
Апрель	0,1	н	н	38	0,12	-	-	29	1,21	41
Май	0,1	н	н	77	0,07	-	-	46	0,11	75
Июнь	0,1	н	н	51	0,07	-	-	53	0,08	55
Июль	0,1	н	0,1	47	0,08	-	-	37	0,10	68
Август	0,1	н	н	44	0,07	-	-	26	0,11	50
Сентябрь	н	0,1	н	49	0,08	-	-	43	0,13	44
Октябрь	0,1	н	0,1	31	0,07	-	-	27	0,11	37
Ноябрь	0,2	н	н	38	0,03	-	-	21	0,05	34
Декабрь	н	н	н	18	0,04	-	-	23	0,02	16
Сумма, Бк/м ² -год: 2013 г.	0,9	0,2	0,3	467	0,79			381	2,01	473
2012 г.	0,5	0,6	0,2	297	0,61	0,04	0,10	482	0,66	624
2011 г.	1,7	0,3	н		1,32					

Примечания: в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенные в разных направлениях от КуАЭС (рис. 3.6.1);
н – ниже предела обнаружения.

По данным ЛВРК АЭС, в 2013 г. среднегодовые выпадения ^{60}Co увеличились в несколько раз, а выпадения ^{137}Cs – уменьшились в несколько раз по сравнению с уровнем 2012 г.

Вода, донные отложения

В 2013 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно проводила отбор проб воды открытых водоемов (водоохладитель и река Сейм) при помощи ручных пробоотборников. Объем пробы составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО также ежемесячно проводило отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (рис. 3.6.2). Объемная $\Sigma\beta$ 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 2013 г., полученные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 3.6.9, из которой следует, что в воде водоема-охладителя и в реке Сейм регистрировались радионуклиды техногенного происхождения ^{137}Cs и ^{60}Co . Наиболее высокие значения объемной активности радионуклидов наблюдались в р. Сейм в сбросе ПЛК и ниже сброса ПЛК. Однако эти значения были на три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99/2009 для ^{137}Cs и ^{60}Co (11 и 40 Бк/л соответственно [3]).

По данным УГМС ЦЧО, в 2013 г. (табл. 3.6.9) 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, кроме пруда-охладителя, в котором объемная $\Sigma\beta$ в 3 раза превышает фоновое значение. Объемная $\Sigma\beta$ во всех точках отбора была значительно ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2013 г., мБк/л
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		Σβ	
	2013 г.	Средняя за 5 лет	2013 г.	Средняя за 5 лет	2013 г.	2012 г.
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н* <10,8	23,0	н* <8,9	20,8	250*	190*
Подводящий канал водоема-охладителя	н* <9,9	21,1	н* <9,1	<9,9	240*	250*
<u>р. Сейм</u>						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		80*	110*
Выше сброса ПЛК	<10,0	32,6	<9,1	<9,3		
Сброс ПЛК	48,1	34,8	20,3	22,8		
Ниже сброса ПЛК	37,6	39,6	13,4	13,4		
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	н*		н*		80*	120*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	н*		н*		120*	120*
<u>р. Реут</u>						
1 км выше сброса (т. 2 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		130*	190*
0,5 км ниже сброса (т. 3 рис. 3.6.2)	н*		н*		220*	200*

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;
н – ниже предела обнаружения (0,5–1 мБк/л).

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников. Для питьевых целей в г. Курчатове используется смешанная вода, отобранная из Тарасовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды показали, что в 2013 г. объемные активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co не превышали 10 мБк/л и были в среднем на три порядка ниже уровней вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. Объемная Σγ воды из этих водозаборов (<0,01 Бк/кг) сравнима с объемной Σγ, 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 реке Сейм. Результаты анализа проб донных отложений представлены в табл. 3.6.10. Как видно из табл. 3.6.10, в 2013 г. в пробах донных отложений удельная активность ¹³⁷Cs изменялась в диапазоне от 0,2 до 11,5 Бк/кг в.-с. Максимальное загрязнение донных отложений ¹³⁷Cs наблюдалось в р. Сейм около хут. Александровский и составило 11,5 Бк/кг в.-с., а ⁶⁰Co – в подводящем канале водоема-охладителя и составило 1,1 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были в 870 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. (10⁴ Бк/кг для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co). Удельная Σγ радионуклидов в донных отложениях в 2013 г. сопоставима с удельной Σγ, усредненной за последние пять лет.

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин, расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, ХТРО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. В 2013 г. измерение объемной Σβ воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений Σβ – от 0,1 до 3·10³ Бк с погрешностью не более 15 %). В 2013 г. среднегодовая объемная Σβ воды в контрольных скважинах не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) (максимальное значение – 258 мБк/л в скважине б вокруг блоков первой – второй очереди).

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	0,2	4,38	<0,2	0,39
Подводящий канал водоема-охладителя	3,1	0,67	1,1	<0,2
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	2,5	0,49	<0,1	<0,3
Водоем-охладитель, район БНС-3	0,5	1,14	<0,1	<0,5
Водоем-охладитель, восточная часть	0,4	0,31	<0,1	<0,1
Водоем-охладитель, район ЦГСЭН-125	3,0	5,24	0,3	<0,1
Водоем-охладитель, район ЛВРК	0,5	1,64	<0,1	<0,2
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	0,6	1,49	<0,1	<0,1
р. Сейм, сброс ПЛК	6,1	1,6	<0,3	<0,3
р. Сейм (ниже сброса), хут. Александровский	11,5	4,85	<0,3	<0,3
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	-	15,3	-	<0,3
р. Реут, сброс ХФК	-	3,49	-	<0,7
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	-	13,5	-	4,7

Примечание: - - нет данных.

Снег, почва, растительность

По данным УГМС ЦЧО, наибольшая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде (40 мБк/л) наблюдалась в т. 7, 10 и 12. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активности (0,7 Бк/м²) наблюдались в т. 10 и 12 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.11). Значения объемной $\Sigma\beta$ активности талой воды и плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ активности в точках наблюдения 10 и 12 превысили значения в фоновой точке в 1,4 раза. В 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ по всем пунктам наблюдения были сопоставимы с фоновыми значениями.

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС из поверхностного слоя земли в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных аэрозолей и выпадений. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является ¹³⁷Cs. В 2013 г. средние значения поверхностной плотности ¹³⁷Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 2,1 и 3,8 кБк/м² соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 3,5 кБк/м² при средних значениях за последние пять лет 2,6 кБк/м² (для СЗЗ); 2,9 кБк/м² (для ЗН) и 3,5 кБк/м² (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы ⁶⁰Co составляла 80 Бк/м² в СЗЗ, 180 Бк/м² в ЗН и была меньше минимально детектируемой активности (30 Бк/м²) в контрольном пункте.

Таблица 3.6.11

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	н	0,6	н	40
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,3	н	20	н
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,5	0,7	30	40
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,6	1,1	30	70
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,6	1,0	40	60
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	н	0,6	н	40
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	0,7	0,9	40	50
т. 12 – 2 км к востоку отд. Дичня	0,7	1,1	40	60
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,5	0,4	30	20

Примечание: н – активность ниже нижнего предела диапазона измерений.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2013 г. контролировалось УГМС ЦЧО при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по август в восьми точках, совпадающих с точками отбора проб снега (рис. 3.6.2), и на аэрологической станции в Курске (фоновая точка). В пробах растительности регулярно определялась удельная активность ^{137}Cs и природных радионуклидов ^{40}K , ^7Be , ^{232}Th , ^{226}Ra , эпизодически обнаруживались техногенные ^{60}Co и ^{54}Mn . В табл. 3.6.12 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности. Среднегодовые значения активности ^{137}Cs и природных радионуклидов незначительно отличаются от средних значений 2012 г., но превышают фоновые значения в 1,1–2,5 раза.

Из табл. 3.6.12 видно, что среднее содержание ^{137}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2013 г. составило 1,3 Бк/кг в.-с., что в 1,3 раза больше, чем в 2012 г. Максимальная удельная активность ^{137}Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 2 (рис. 3.6.2) – 4,6 Бк/кг в.-с. В целом, в 2013 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений 2012 г., однако в некоторых точках превышали фоновые значения.

Таблица 3.6.12

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2013 г. (данные УГМС ЦЧО)

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.						
	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^7Be	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,6	-	-	110	1	-	378
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	2,0	0,3	0,5	96	2	2	619
т. 4 – северная окраина д. Иваново	1,6	0,5	0,1	153	1	2	526
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	2,2	-	-	109	1	-	604
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,9	0,1	0,1	108	2	-	531
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	1,7	-	0,1	100	1	-	580
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	0,5	0,1	0,1	112	2	2	541
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	1,4	-	-	103	1	2	460
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,5	-	-	86	1	-	457
Среднее	1,3	0,1	0,1	109	1,3	0,8	522

Примечания: 1. - – активность радионуклида ниже нижнего предела диапазона измерений объемной активности;
2. ^{226}Ra определялся по линии 186,2 Кэв;
3. ^{232}Th определялся по Ас-228.

В 2013 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2012 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в молоке, пшенице и свекле – <0,2 Бк/кг сырой массы; мясе, ячмене, овсе, гречихе – < 0,3 Бк/кг сырой массы; в грибах – 1,5 Бк/кг сырой массы; в рыбе – 0,7 Бк/кг сырой массы. Содержание ^{131}I в молоке было менее 0,1 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2012 г.

Радиационный фон на местности

По данным ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2013 г. МЭД изменялась в пределах от 0,09 до 0,21 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,13 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов стационарной сети (11 метеостанций и 1 пост наблюдения) находились на уровне предыдущих лет и изменялись от

0,1 мкЗв/ч (Рыльск, Новоямское) до 0,16 мкЗв/ч (Дмитровск-Орловский). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2013 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 0,1 и 0,08 мкЗв/ч соответственно. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ и ЗН составило 0,12 мкЗв/ч, что незначительно отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (0,11 мкЗв/ч). Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,15 мкЗв/ч. Среднее значение МЭД на промплощадке составило 0,16 мкЗв/ч.

Поглощенная за год доза в ЗН КуАЭС изменялась от $7,6 \cdot 10^{-4}$ до $9,9 \cdot 10^{-4}$ Гр, что не превышает значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($8,9 \cdot 10^{-4}$ Гр).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС следует, что в 2013 г. эффективная доза облучения радионуклидами газоаэрозольного выброса не превышала регламентированную величину эффективного дозового предела от выбросов.

3.7. Ленинградская АЭС

В 2013 г. на Ленинградской АЭС (ЛАЭС) эксплуатировались 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.

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 3.7.1). 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 $4,54 \text{ км}^2$. СЗЗ ЛАЭС ограничена радиусом 1,5 км, ЗН – площадью радиусом 17 км. В ЗН проживают 72 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 [1].

В течение 2013 г. в районе размещения ЛАЭС преобладало восточное направление ветра со средней скоростью, не превышающей 4 м/с.

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), рассчитанное на хранение 38 160 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС). Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов. В 2013 г. на Ленинградской АЭС начата опытная эксплуатация комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов, в состав которого входят установки сортирования, прессования, сжигания, системы транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования, топливоподачи, воздухообеспечения и другие. В течение года проводились испытания оборудования Комплекса «под нагрузкой» по соответствующим специальным программам.

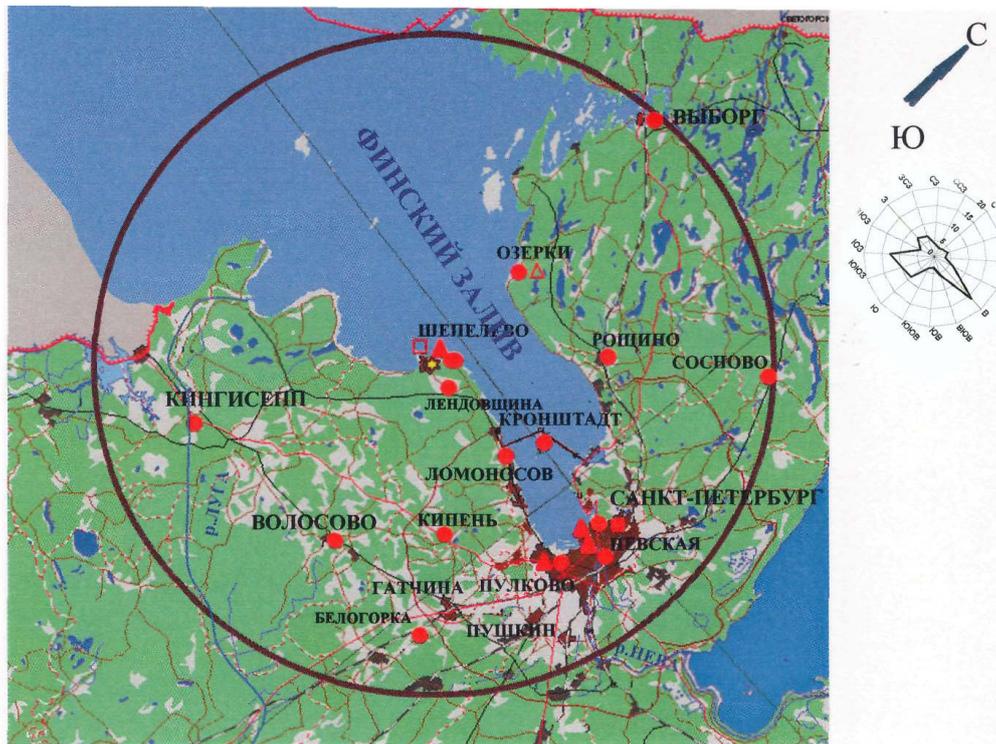


Рис. 3.7.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

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

С 2009 года на территории КПО ведется строительство хранилища модульных упаковок (зд.673Р). По состоянию на конец 2013 года завершены строительные работы и выполняются отделочные работы и ведется монтаж оборудования. Ввод здания в эксплуатацию запланирован на 2014 год.

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 2013 г. велись работы по реконструкции хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО.

Газоаerosольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционные трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов). Данные о газоаerosольных выбросах ЛАЭС в 2013 г. и для сравнения данные 2012 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведенных в табл. 3.7.1 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2013 г. по сравнению с 2012 г. снизились по ^{137}Cs – в 4 раза, ^{60}Co – в 1,3 раза, выбросы ^{131}I в атмосферу в 2013 г. не были зарегистрированы. Выбросы инертных радиоактивных газов (ИРГ) в 2013 году увеличилась по сравнению с уровнем 2012 года в 1,3 раза, что объясняется рекордно низкими значениями выбросов ИРГ в 2012 году, связанными с переводом энергоблока №1 в режим без генерации. Вместе с тем следует отметить, что выбросы ИРГ за 2013 год не превысили аналогичных значений

за предыдущие 2004–2011 годы. Выбросы ^{134}Cs выросли почти в 9 раз, что составляет 0,22 % от допустимого выброса. Все выбросы по контролируемым радионуклидам не превышали допустимых.

Таблица 3.7.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{60}Co	$2,50 \cdot 10^9$	$7,50 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^8$	$- 2,6 \cdot 10^7$
^{131}I	$9,30 \cdot 10^{10}$	н	$2,27 \cdot 10^7$	$- 2,27 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$1,4 \cdot 10^9$	$3,13 \cdot 10^6$	$3,74 \cdot 10^5$	$+ 2,76 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4,00 \cdot 10^9$	$8,13 \cdot 10^6$	$3,29 \cdot 10^7$	$- 2,68 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,70 \cdot 10^{15}$	$7,30 \cdot 10^{13}$	$5,65 \cdot 10^{13}$	$+ 1,65 \cdot 10^{13}$

Примечание: н – ниже установленного на ЛАЭС уровня регистрации.

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [1]. Сбросы очищенных дебалансных вод на ЛАЭС, которые представляют собой избыточный спецдоочищенный конденсат, образующийся при очистке трапных вод, производится в Копорскую губу Финского залива. Слива дебалансных вод и, соответственно, поступления радионуклидов со сбросами в Копорскую губу Финского залива в 2013 году не было. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2013 и 2012 годах приведены в табл. 3.7.2.

Таблица 3.7.2

Сбросы радионуклидов в Копорскую губу Финского залива на ЛАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{54}Mn	$4,3 \cdot 10^{10}$	н	н	Нет
^{60}Co	$3,9 \cdot 10^9$	н	н	Нет
^{58}Co	$1,8 \cdot 10^{10}$	н	н	Нет
^{51}Cr	$1,4 \cdot 10^{12}$	н	н	Нет
^{137}Cs	$1,1 \cdot 10^9$	н	н	Нет

Примечание: н – не было.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС, а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС (рис. 3.7.1).

В 2013 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ 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; дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М; радиометр-спектрометр МКС-А02-1М.

Северо-Западное УГМС [23] в 2013 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 14 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ проб и измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводились в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

Данные Северо-Западного УГМС об объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 3.7.3. В соответствии с этими данными среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в Санкт-Петербурге изменялась от $3,69 \cdot 10^{-5}$ до $13,98 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $7,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, которое равно региональному уровню для Севера ЕТР ($7,69 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные Северо-Западного УГМС о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2013 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в мае в п. Ломоносов – $2,8$ Бк/м²·сутки. Во всех четырех пунктах наблюдения среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений были равны $0,4$ Бк/м²·сутки.

На всех пунктах наблюдения среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС, свидетельствует о том, что в 2013 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов не превышали МДА.

Таблица 3.7.3

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 2013 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Невская	Сосновый Бор	Ломоносов	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,4	3,69	0,23	0,19	0,3	0,66	8,32
	м	0,9	8,1	0,6	0,9	0,7		
Февраль	с	0,58	6,16	0,25	0,38	0,37	0,63	7,83
	м	2,2	14,2	1,2	0,9	0,9		
Март	с	0,52	7,49	0,3	0,29	0,31	0,62	8,09
	м	1,5	14,8	1,1	1,2	0,8		
Апрель	с	0,32	9,7	0,39	0,43	0,31	0,65	8,39
	м	0,7	24,9	1	1,1	1,2		
Май	с	0,45	11,56	0,49	0,33	0,57	0,51	7,50
	м	1,3	39,6	1,6	0,9	2,8		
Июнь	с	0,58	13,98	0,33	0,52	0,56	0,57	10,08
	м	2,2	47	1,4	1,4	2		
Июль	с	0,46	8,22	0,27	0,43	0,39	0,51	7,44
	м	1,2	20,1	1,1	1	0,9		
Август	с	0,35	8,89	0,41	0,44	0,43	0,56	9,51
	м	1,3	25,9	1	1,3	1		
Сентябрь	с	0,38	7,2	0,48	0,4	0,51	0,56	7,84
	м	1,1	17,6	1,3	1,1	1,5		
Октябрь	с	0,33	6,48	0,37	0,31	0,46	0,62	5,48
	м	1,6	13,8	1,2	0,9	1,2		
Ноябрь	с	0,34	4,46	0,57	0,53	0,31	0,59	6,34
	м	0,8	7,8	1,3	1,3	1		
Декабрь	с	0,44	4,33	0,44	0,48	0,41	0,76	5,45
	м	1,2	13,4	1	1,4	1,4		
Среднее: Бк/м ² ·сутки 10 ⁻³ Бк/м ³		0,4	7,7	0,4	0,4	0,4	0,60	7,69
Сумма, Бк/м ² ·год		146		146	146	146	219	

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 3.7.4.

Таблица 3.7.4

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2013 г., Бк/м³ (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷
Январь	<1	}0,48
Февраль	<2	
Март	<1	
Апрель	42 ± 3	}1,26
Май	6 ± 2	
Июнь	8 ± 3	
Июль	<1	}0,47
Август	<1	
Сентябрь	<1	
Октябрь	<1	}0,24
Ноябрь	<1	
Декабрь	<1	
Среднее	<5	0,61

Из табл. 3.7.4 видно, что объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась в основном от 1·10⁻⁷ до 8·10⁻⁷ Бк/м³. Суточная проба с 11.04.2013 по 12.04.2013

показала активность $31,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Радиационная обстановка по данным измерений МЭД за этот период была обычной для региона в целом и составляло: 11 апреля 7–14 мкР/ч, 12 апреля 7–14 мкР/ч, 13 апреля 7–15 мкР/ч. Детальный гамма-спектрометрический анализ проб аэрозолей за 13, 14, и 15 апреля не обнаружил наличия ¹³⁷Cs. Качественный анализ проб, отобранных в предшествующие дни, также не обнаруживал присутствие радионуклида ¹³⁷Cs. Фиксация активности ¹³⁷Cs в пробах аэрозолей, скорее всего, связана с инцидентом на ЭЗТМ в г. Электросталь Московской области [8].

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2013 г. ($0,61 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) не превышала региональный уровень для Севера ЕТР ($0,88 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные ЛВД ЛАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2012–2013 гг. приведены в табл. 3.7.5.

Таблица 3.7.5

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВД ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДАО _{НАС.} , Бк/м ³
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
¹³⁷ Cs	133	190	38,2	39,8	27
¹³⁴ Cs	<27	<40	<30	<40	19
⁶⁰ Co	135	190	40,5	170	11
⁵⁴ Mn	75,6	75	29,8	35	72
⁵¹ Cr	<270	<400	<280	<400	2500
¹³¹ I	<41	<50	<43	<50	7,3

Из табл. 3.7.5 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 2013 г. объемные активности ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn в СЗЗ были выше значений в ЗН. По сравнению с 2012 г. объемные активности всех наблюдаемых в СЗЗ и ЗН радионуклидов уменьшились, только активность ⁵⁴Mn практически не изменилась (табл. 3.7.5). Относительно 2010 г. объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ ЛАЭС стала выше в 2,7 раза, ¹³⁴Cs – в 2 раза, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn – практически не изменилась; в ЗН ЛАЭС в 2013 г. содержание ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs в приземной атмосфере приблизилось к значениям 2010 г. ($41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $<22 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно), ⁶⁰Co – уменьшилось в 6,4 раза относительно 2010 г.; ⁵⁴Mn – уменьшилось в 6,7 раза.

В 2013 г. величины содержаний отдельных радионуклидов техногенного происхождения в воздухе приземного слоя атмосферы как в СЗЗ, так и в ЗН не превышали сотых долей процентов от величин допустимых среднегодовых объемных активностей (ДАО) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных 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.

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль источников питьевой воды проводится ЛВД ЛАЭС периодически в реках Систе и Коваши – в основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения – и в оз. Бабинское – контрольном водоеме. Результаты контроля за 2013 г., приведенные в табл. 3.7.6, показывают, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ³H на два порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 3.7.6

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде
и воде контрольного водоема, Бк/л
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		³ H	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
р. Систа	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 25
р. Коваши	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 25
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 25	< 25
УВ по НРБ 99/2009	11		40		7600	

Примечание: - - данные не поступали.

В 2013 г. контроль донных отложений на ЛАЭС проводился, как и в 2012 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 ¹³⁷Cs (табл. 3.7.7), при этом активности других техногенных радионуклидов (¹³⁴Cs, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ⁵¹Cr и пр.) в подготовленных счетных образцах не превышали МДА для используемых средств и условий измерения.

Таблица 3.7.7

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы*
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		Суммарная активность	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
Сбросной канал первой очереди	-	-	-	-
Копорская губа (водоем-охладитель)**	23,5	29,1	23,5	29,1
Финский залив – контрольный водоем	15,4	17,7	15,4	17,7

Примечания: * – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);
- - донные отложения отсутствуют;
** – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Отбор проб грунтовых вод в наблюдательных скважинах (НС) (на промплощадке – 46 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 99 скважин) в 2013 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения контрольного уровня по Σβ в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная Σβ в воде скважин не увеличилась по сравнению с предыдущим годом и осталась на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной Σβ в воде НС промплощадки, а также на территории КПО в 2013 г. (как и в 2012 г.) не превышало 0,75 Бк/л.

По данным γ-спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ¹³⁷Cs. В ЗН содержание ¹³⁷Cs в 2013 г. (2,3 кБк/м²) превышало значение загрязнения почвы ¹³⁷Cs в контрольном пункте (2,09 кБк/м²), но, как и в последние годы, находилось в пределах величины естественного глобального фонового уровня (1,1 – 3,7 кБк/м²). В СЗЗ содержание ¹³⁷Cs в 2013 г. (2,02 кБк/м²) было ниже значения загрязнения почвы ¹³⁷Cs в контрольном пункте (2,09 кБк/м²). Содержание ⁶⁰Co в пробах почвы было ниже МДА, равного 100 Бк/м².

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС, приведена в табл. 3.7.8. Из табл. 3.7.8 видно, что в 2013 г. содержание ¹³⁷Cs уменьшилось по сравнению с 2012 г. в корнеплодах в 1,6 раза, в грибах – в 1,3 раза, в рыбе – в 2,3 раза. Содержание ¹³⁷Cs

в 2013 г. в овощах и дикорастущих ягодах фактически не изменилось. Все значения были значительно ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [4].

Таблица 3.7.8

**Удельная активность продуктов питания местного производства
в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Продукт	¹³⁷ Cs		Допустимый уровень по СанПиН-01 [4]
	2013 г.	2012 г.	
Овощи	1,7	1,5	120
Корнеплоды	<0,2	0,32	120
Ягоды дикорастущие	13,2	11,8	160
Грибы	37	48	500
Рыба	3,7	8,6	130

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2013 г., среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,16 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД (0,24 мкЗв/ч) зарегистрировано в п.Озёрки, а близкое к максимальному значению (0,21 мкЗв/ч) – в г. Выборг, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС, среднегодовые значения МЭД в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) в 2013 г. составляли 0,11; 0,10 и 0,09 мкЗв/ч соответственно; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,29; 0,22 и 0,14 мкЗв/ч соответственно. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МЭД на местности в 2013 г. в СЗЗ составляли 0,13 мкЗв/ч, а в ЗН и в контрольном пункте Бегуницы – 0,12 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,19 мкЗв/ч. Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2013 г. не превышала 10 мкЗв.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что ЛАЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдения АЭС. Это влияние выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе и присутствием в приземном слое атмосферы зоны наблюдения АЭС продуктов нейтронной активации (⁶⁰Co, ⁵⁴Mn), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на семь – восемь 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.

3.8. 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 2013 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 2013 г. был февраль со среднемесячной температурой $-11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, наиболее жарким – июль со средней температурой $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Согласно метеорологическим данным метеостанции, расположенной в г. Нововоронеж, в 2013 г. преобладающим направлением ветра было северное (рис. 3.8.1). Среднегодовая скорость ветра составляла 2,5 м/с.

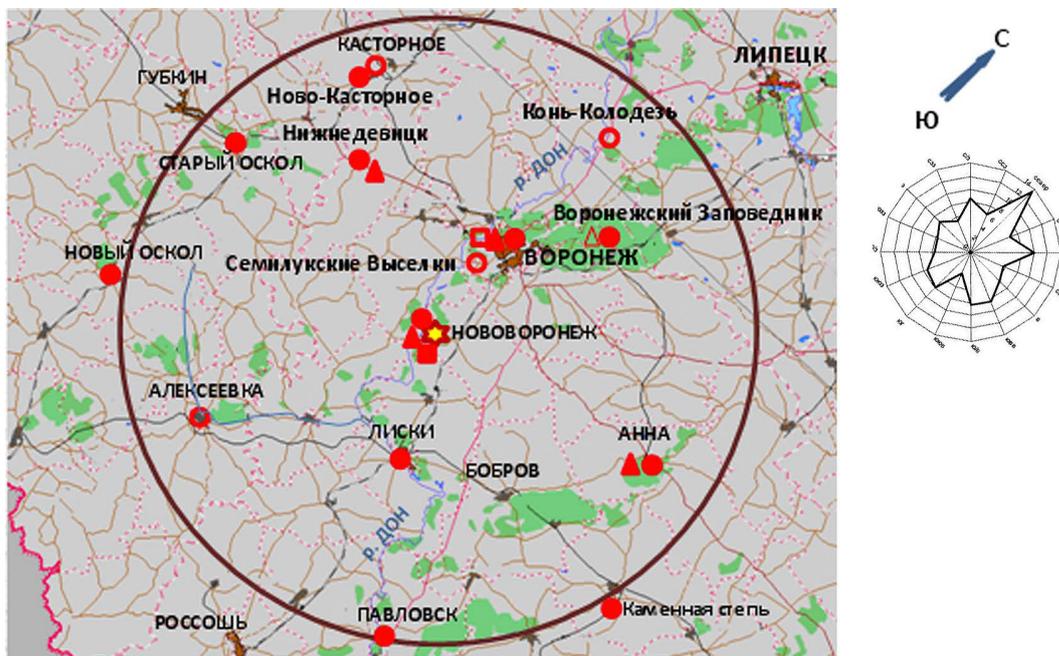


Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

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

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС 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 $\sim 17,8\text{ км}^2$, площадь ЗН – $2\ 809,7\text{ км}^2$. 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 о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2013 г. и для сравнения в 2012 г. приведены в табл. 3.8.1.

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	6,0·10 ⁸	4,6·10 ⁸	+1,4·10 ⁸
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	7,4·10 ⁷	4,8·10 ⁸	-4,1·10 ⁸
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	5,1·10 ⁷	1,0·10 ⁸	-4,9·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	1,4·10 ⁸	2,4·10 ⁸	-1,0·10 ⁸
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	8,2·10 ¹²	1,5·10 ¹³	-6,8·10 ¹²

Из приведенных в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2013 г. на НВАЭС годовые выбросы ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs и ИРГ уменьшились по сравнению с 2012 г. в 6,5; 2; 1,7 и 1,8 раза соответственно, выбросы ⁶⁰Co остались практически на уровне предыдущего года. В целом, годовые выбросы контролируемых радионуклидов были ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 8,1 % от разрешенной величины. Случаев превышения месячных контрольных уровней выбросов радионуклидов в 2013 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 [10], 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 чехов рыбхоза, продувочные и дебалансные воды из циркуляционной системы блоков № 3 и 4 и пруда-охладителя, инфильтрат из пруда-охладителя, поступающий с разгрузкой подземных вод, загрязненные подземные воды из района ХЖО-2 сбрасываются в р. Дон;
- отработанные нормативно-чистые технические воды из реакторного отделения блока № 5, циркуляционные воды блока № 5 и инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод, сбрасываются в водоем-охладитель блока № 5.

Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [10].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производится. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (около 480 м³) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый непитьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на ⁶⁰Co, остальное – на ¹³⁷Cs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило: ⁶⁰Co – 76 ТБк и ¹³⁷Cs – 15 ТБк. Радиоизотопы ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. ⁶⁰Co в песке практически не задержался и опустился до водоупорного 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 $\sim 0,071$. Для локализации загрязненных вод с 1986 г. до февраля 1991 г. проводилась откачка грунтовых вод из трех скважин (№ 34, 61, 102; рис. 3.8.2). Всего было откачено 40 000 м³ 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. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (рис. 3.8.2): 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. Начало поступления ^{60}Co в р. Дон, по оценке различных специалистов, относится к 1990–1994 годам.

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 3.8.2. Из табл. 3.8.2 видно, что фактические сбросы радионуклидов в 2013 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно данным годовые сбросы ^{137}Cs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) с техводой (нормативно-чистой технической водой из реакторных отделений и циркуляционных систем) блоков № 1–4, а также водой из пруда-охладителя, в которую сбрасывается техвода блока № 5, в 2013 г. не превышали 4–5 % от допустимого сброса. Годовой сброс ^{60}Co в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2013 г. не превышал 1,1 % от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 3,7 % от допустимого сброса. Помимо указанных радионуклидов, в 2013 г. в сбросах также регистрировались ^{131}I , ^{58}Co и ^3H .

Таблица 3.8.2

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			2013 г.	2012 г.	
р. Дон	^{137}Cs	$7,6 \cdot 10^9$	$3,0 \cdot 10^8$	$8,2 \cdot 10^7$	$+2,2 \cdot 10^8$
	^{60}Co	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^9$	$2,9 \cdot 10^8$	$+9,1 \cdot 10^9$
	^3H	$1,0 \cdot 10^{15}$	$9,6 \cdot 10^{11}$	-	$+9,6 \cdot 10^{11}$
Пруд-охладитель блока № 5	^{137}Cs	$2,1 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^8$	$+1,0 \cdot 10^7$
Поля фильтрации НВАЭС	^{137}Cs	$3,4 \cdot 10^9$	$3,9 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^6$	$+3,1 \cdot 10^7$
	^{60}Co	$4,3 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$	$-5,0 \cdot 10^6$
	^{54}Mn	$3,1 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^6$	$6,3 \cdot 10^6$	$-5,2 \cdot 10^6$
Рыбопитомник «Нововоронежский»	^{137}Cs	$4,2 \cdot 10^7$	$2,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$+8,0 \cdot 10^5$
	^{60}Co	$7,0 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^7$	$4,0 \cdot 10^7$	$-1,4 \cdot 10^7$

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 2013 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- 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 м² и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7–10 дней;

- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;

- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, рыбе, зерне, картофеле);

- МЭД 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 $\Sigma\beta$ проб проводилось на радиометрах типа РУБ-01П. Для измерения МЭД использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500.

В 2013 г. УГМС ЦЧО в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 3.8.1):

- 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 ⁹⁰Sr определялась в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. Мощность дозы γ -излучения измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

Приземная атмосфера

В табл. 3.8.3 приведены данные ЛВРК НВАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2012–2013 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2013 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2011–2012 гг. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности ⁵⁴Mn, ⁵⁸Co, ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs увеличились соответственно в 2,5; 13; 4,7 и 3,6 раза относительно уровня 2012 г. В ЗН среднегодовые объемные активности ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs увеличились в 3,5; 1,8 и 4,7 раза по сравнению с предыдущим годом, а ⁵⁸Co – остался на уровне 2012 г. Объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах (23–61)·10⁻⁷ Бк/м³, что примерно в 4–10 раз выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР (5,9·10⁻⁷ Бк/м³).

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 _{НАЭС} , Бк/м ³
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
⁵⁴ Mn	25	10	7	2	<МДА	<МДА	72
⁵⁸ Co	105	8	6	5	<МДА	<МДА	68
⁶⁰ Co	47	10	7	4	1	-	11
¹³⁷ Cs	50	14	61	13	23	18	27

Примечания: МДА = 3 Бк/счетный образец;
 - – данные отсутствуют.

В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на пять – семь порядков ниже установленных нормативов ДОО_{НАЭС} по НРБ-99/2009 [3].

Данные УГМС ЦЧО о среднемесячных и максимальных суточных объемных $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2013 г. приведены в табл. 3.8.4.

Из-за поломки оборудования Воронежским ЦГМС не отобраны пробы атмосферных аэрозолей ВФУ Нововоронеж с 1 по 22 января и с 21 февраля до конца года. В таблице 3.8.4 приведены осредненные данные по 6 отобраным пробам. Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2013 г. приведены в табл. 3.8.4. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г. в различных пунктах 100-км зоны практически не изменились по сравнению с 2012 г. и были в 2 раза ниже среднегодового фоновое значения для Центра ЕТР (1,09 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в пп. Анна и Лиски в октябре и составляли 2,7 Бк/м²·сутки.

Таблица 3.8.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемные $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2013 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	
		<u>Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³</u>														
Нововоронеж	с	21	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	21
	м	24	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		<u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u>														
Анна	с	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	
	м	1,0	2,2	1,2	1,6	2,5	1,0	1,1	2,3	1,4	2,7	2,6	2,1			
Воронеж	с	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,8	0,8	0,4	0,5	0,4	
	м	1,4	1,4	1,2	1,3	2,2	1,4	1,4	1,2	1,6	2,3	2,0	1,3			
Лиски	с	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	
	м	1,6	1,6	1,0	1,9	1,6	1,1	1,2	1,0	0,9	2,7	1,5	1,5			
Нижнедевицк	с	0,5	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	
	м	1,8	1,9	1,3	1,0	2,3	1,2	1,6	1,6	1,4	2,5	2,0	2,1			
Нововоронеж	с	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	
	м	1,1	1,7	1,8	1,4	2,0	1,5	2,0	1,6	1,3	1,7	1,6	1,7			

Примечание: - – начиная с 21.02.2013 и до конца года установка не работала.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2013 г., полученные УГМС ЦЧО, приведены в табл. 3.8.5. 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).

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2012 г., Бк/м²·квартал
(данные УГМС ЦЧО)**

Квартал	г. Нововоронеж			Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	¹³⁷ Cs	⁷ Be
I	0,3	0,2	0,1	0,11	66
II	0,3	0,1	н	0,17	117
III	0,4	0,1	н	0,11	161
IV	0,2	н	н	0,13	88
Сумма, Бк/м ² ·год:					
2013 г.	1,2	0,4	0,1	0,52	432
2012 г.	1,2	1,0	0,1	0,54	636

Примечания: н – ниже порога обнаружения;

* – оценка «снизу».

Из радионуклидов техногенного происхождения в квартальных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал ¹³⁷Cs. Выпадения остальных радионуклидов носили эпизодический характер. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2013 г. в г. Нововоронеже и в зоне 13 находились на уровне 2012 г. и составляли 1,2 и 0,52 Бк/м²·год соответственно.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2013 г. ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co регистрировались в выпадениях на расстояниях до 50 км от станции: 6,2 и 2,2 Бк/м²·год соответственно. При этом общая активность выпадения радионуклидов в 2013 г. в СЗЗ увеличилась в 2,3 раза, а в контрольном пункте Лиски осталась на уровне предыдущего года.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2013 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.

В табл. 3.8.6 приведены данные об объемных активностях ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС. Видно, что в 2013 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» осталась примерно на уровне 2012 г. или незначительно уменьшилась, изменяясь в диапазоне от 12 до 19 мБк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Помимо ¹³⁷Cs, в воде р. Дон в месте сброса с блоков № 1, 2 и ниже по течению реки от места сброса в 2013 г. наблюдался ⁶⁰Co с объемной активностью от 200 мБк/л в сбросном канале блоков № 1, 2 до 10 мБк/л вниз по течению реки (до 6 км от точки сброса), что на один-два 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.

ЛВРК НВАЭС также проводит контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Наличие ⁶⁰Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков № 1 и 2 и в рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС, прослеживается с 1995 г. Удельные активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях (табл. 3.8.6) рыбопроизводного пруда в 2013 г. составляли 1 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях составляла 2–6 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 9 до 16 Бк/кг в.-с.; ⁶⁰Co – от предела обнаружения до 13 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, 6, 10, 11].

**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	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
<u>р. Дон</u>								
4 км выше сброса блоков № 1, 2	15	13	н	н	9	4	н	н
Старица	19	16	н	н	16	6	1	н
Водозабор блоков № 1, 2	12	13	н	н	9	9	н	н
Сбросной канал блоков № 1, 2	15	14	200	2300	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков № 1, 2	15	14	10	30	12	6	13	11
6 км ниже сброса блоков № 1, 2	17	16	0	40	9	5	1	1
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>								
Сброс блока № 5	13	13	н	н	-	-	-	-
Пляж	13	12	н	н	2	7	н	н
Водозабор блока № 5	14	14	н	н	6	2	н	н
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	16	13	100	0	1	1	1	1

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

Контроль грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 в 2013 г. проводился ЛВРК в 16 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему практически полностью обусловлено ⁶⁰Co. В воде всех 16 контрольных скважин был обнаружен ⁶⁰Co, среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,25 Бк/л (в скважине № 118) до 22,1 Бк/л (в скважине № 80), что находится на уровне вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ⁶⁰Co (УВ = 40 Бк/л по НРБ-99/2009 [3]). В воде контрольной скважины № 35 среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs (8,4 Бк/л) находилась на уровне вмешательства по среднегодовому содержанию его в воде (УВ = 11 Бк/л по НРБ-99/2009 [3]). В других скважинах ХЖО-2, как в зоне загрязнения, так и вне зоны, объемная активность данных техногенных радионуклидов в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в 2013 г. в СЗЗ составляла 3 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 4 кБк/м², в ЗН – 5 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 6 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 4 кБк/м² при среднем значении за последние 5 лет 6 кБк/м². Повышенное содержание ¹³⁷Cs в почве во всех пунктах контроля по сравнению с уровнем глобального загрязнения связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание ¹³⁷Cs в местной сельскохозяйственной продукции в 2013 г. было на три-четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в мясе – 0,3 Бк/кг, в рыбе – 0,08 Бк/кг, в картофеле – 0,07 Бк/кг, в пшенице – 0,1 Бк/кг, в молоке – 0,004 Бк/кг сырой массы. ¹³¹I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения МЭД в 2013 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС, составляли 0,13 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 0,16 мкЗв/ч, в ЗН – 0,17 мкЗв/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2013 г., среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла соответственно 0,12 и 0,11 мкЗв/ч, в контрольном пункте Лиски – 0,13 мкЗв/ч при максимальном значении 0,14 мкЗв/ч.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО, в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2013 г. среднемесячные значения МЭД изменялись от 0,09 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное измеренное значение МЭД наблюдалось в пп. Анна и Нижнедевицк (0,16 мкЗв/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2012 г.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне $(53-65) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне значения, полученного в контрольном пункте Лиски – $58 \cdot 10^{-5}$ Гр. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне $(47-70) \cdot 10^{-5}$ Гр. Наибольшие значения дозы в СЗЗ и ЗН были зарегистрированы в северном, западном и северо-западном направлениях.

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. 3.8.7).

Таблица 3.8.7

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2013 гг.

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	
Ингаляция	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$2,7 \cdot 10^{-12}$	$2,5 \cdot 10^{-12}$	$9,7 \cdot 10^{-14}$	$3,8 \cdot 10^{-13}$	$8,7 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$2,2 \cdot 10^{-9}$	-	$1,5 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Потребление продуктов питания*	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$8,5 \cdot 10^{-11}$	-	$4,5 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$9,2 \cdot 10^{-9}$	$8,3 \cdot 10^{-11}$	-	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$3,4 \cdot 10^{-10}$	$9,6 \cdot 10^{-9}$
Сумма	$2,1 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-11}$	$3,6 \cdot 10^{-10}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$

Примечания: * – модельные оценки;
- – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000–2013 гг. составил $3,7 \cdot 10^{-8}$, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} . Среднегодовой суммарный риск при общем воздействии радионуклидов «станционного» и фонового происхождения для населения ЗН составил $1,5 \cdot 10^{-6}$. Таким образом, НВАЭС не оказывает значимого влияния на радиационную обстановку. Вместе с тем наблюдается повышенное по сравнению с фоном содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в приземном воздухе. При этом наблюдаемые активности радионуклидов были значительно ниже установленных нормативов.

3.9. 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.

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.

Площадь санитарно-защитной зоны (СЗЗ) Ростовской АЭС составляет 44 км², из них 18 км² занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет 2600 км², из них около 500 км² занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 человека на 1 км², 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 °С, абсолютный максимум +41 °С, абсолютный минимум -35 °С. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет -7,4 °С, наиболее теплого (июль) – +23,4 °С. Среднее количество осадков 388 – 428 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 [12], в атмосферу в 2013 г. и для сравнения данные 2012 г. приведены в табл. 3.9.1

Таблица 3.9.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Ростовской АЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Со	7,4·10 ⁹	-	2,02·10 ⁶	-2,02·10 ⁶
¹³¹ I	1,8·10 ¹⁰	2,14·10 ⁷	-	+2,14·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,0·10 ⁹	2,80·10 ⁵	9,80·10 ⁵	-7,00·10 ⁵
Сумма ИРГ	6,9·10 ¹⁴	3,89·10 ¹²	4,77·10 ¹²	-0,88·10 ¹²

По сравнению с предыдущим годом в 2012 г. на Ростовской АЭС величина выбросов ИРГ практически не изменилась, ¹³⁷Cs – уменьшилась в 3,5 раза, ⁶⁰Со не был зарегистрирован. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2013 г. были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с реактором ВВЭР-1000.

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 2013 г. составил 176,78·10³ м³. 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 – 6·10⁷ 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 (1,1·10⁷ м³/год).

В 2013 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, за исключением трития. Сброс данного радионуклида был равен $9,45 \cdot 10^9$ Бк (сброс рассчитан с учетом МДА (для $^3\text{H} - 1$ Бк/кг) за 11 месяцев ($0,16 \cdot 10^9$ Бк) и реального сброса за ноябрь ($9,29 \cdot 10^9$ Бк)); допустимая величина сброса $^3\text{H} - 2,4 \cdot 10^{14}$ Бк/год.

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 2013 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы:

- аэрозолей в 10 точках с помощью воздухофильтрующих установок (ВФУ) (средний объем прокачанного воздуха – $400 \text{ м}^3/\text{ч}$);
- атмосферных выпадений в 18 точках с помощью кювет с площадью 0,16 и $0,31 \text{ м}^2$ 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», «Canberra», «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 КП-АД6, ДКГ-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ и 22 стационарных автоматизированных постов 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. 3.9.1.

В 2013 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».

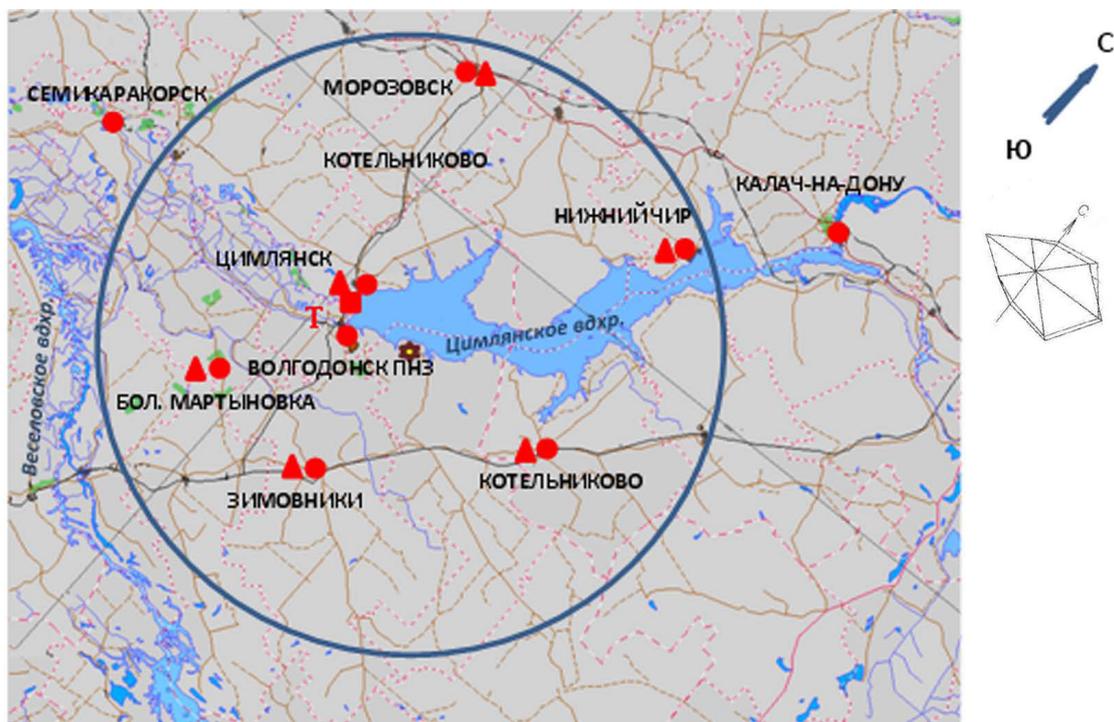


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков.

Приземная атмосфера

Данные Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО об объемной $\Sigma\beta$ активности в воздухе и $\Sigma\beta$ активности выпадений представлены в табл. 3.9.2. Из табл. 3.9.2 видно, что в 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, увеличилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $8,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что меньше средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной $\Sigma\beta$ активности ($14,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2013 г. в г. Цимлянске не было зарегистрировано превышения фоновой объемной $\Sigma\beta$ активности в приземной атмосфере в 5 и более раз.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2009–2013 годы приведены в табл. 3.9.3. Из табл. 3.9.3 видно, что среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе г. Цимлянска в предшествующие пять лет постепенно снижались. Однако в 2011 г. произошло резкое увеличение объемной активности ^{137}Cs 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 2013 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs снизилась в 1,3 раза по сравнению с 2012 г. Данное значение в 1,5 раза больше средневзвешенного значения по югу ЕТР.

Таблица 3.9.2

**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	2013 г.	2012 г.
<u>Выпадения, Бк/м²-сутки</u>															
Б. Мартыновка	с	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0,7	0,6	0,9
	м	1,6	2,2	3,7	1,8	2,0	2,2	1,2	2,9	1,3	3,9	1,5	2,8		
Зимовники	с	1,0	1,2	0,9	0,4	1,3	0,7	0,7	0,9	0,8	1,4	1,1	1,5	1,0	1,0
	м	5,8	4,2	2,4	2,2	8,0	2,5	2,0	4,5	2,6	7,5	3,6	16,5		
Константиновск	с	0,9	0,6	1,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8
	м	2,8	1,8	16,3	0,8	0,7	1,7	1,5	1,6	2,5	3,9	6,5	4,7		
Котельниково	с	0,5	0,4	0,6	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,6	1,7	0,6	0,6
	м	1,5	1,0	1,9	3,8	0,9	1,6	1,5	1,0	2,5	1,5	2,3	7,7		
Морозовск	с	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,9	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	1,3	0,7	0,8
	м	2,5	1,3	2,7	1,3	2,3	3,1	1,3	3,1	2,2	1,4	1,4	13,3		
Нижний Чир	с	0,9	1,1	0,9	0,4	0,3	0,8	0,3	0,4	0,5	0,6	1,2	1,1	0,7	1,0
	м	4,6	3,6	5,0	1,7	0,7	2,4	1,4	0,9	1,6	1,6	11,9	5,9		
Цимлянск	с	1,8	1,4	1,6	1,2	1,2	1,9	1,0	1,2	1,2	1,4	1,7	2,3	1,5	1,3
	м	4,4	4,4	4,4	4,7	3,8	6,3	3,8	3,0	2,7	4,6	4,4	11,6		
<u>Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³</u>															
Цимлянск	с	11,1	10,5	9,3	7,8	7,6	9,0	8,3	9,4	5,6	10,5	7,0	7,4	8,6	6,8
	м	40,0	22,8	22,5	20,1	12,3	22,4	16,4	18,3	10,3	27,1	15,6	17,1		

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2013 г. в г. Цимлянске была в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла 0,51·10⁻⁷ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

По данным ЛКВРБ, в 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – 14·10⁻⁵ Бк/м³, в ЗН – 10·10⁻⁵ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – 16·10⁻⁵ Бк/м³. Объемная активность ⁶⁰Со, ⁵⁴Mn, ¹³¹I, ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и контрольного пункта была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры: МДА для ⁵⁴Mn составляет 0,04·10⁻⁶ Бк/м³, для ⁶⁰Со – 0,04·10⁻⁶ Бк/м³, для ¹³¹I – 0,08·10⁻⁶ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – 0,06·10⁻⁶ Бк/м³, для ¹³⁴Cs – 0,05·10⁻⁶ Бк/м³.

Таблица 3.9.3

**Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска, 10⁻⁷ Бк/м³
(данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
¹³⁷ Cs							
Цимлянск	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
	2012	1,8	3,2	3,1	1,4	2,4	4,1
	2013	5,0	4,4	7,7	1,6	4,7	3,1
⁹⁰ Sr							
Цимлянск	2009	0,21	0,48	0,32	0,12	0,30	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
	2012	0,23	0,96	0,20	0,66	0,51	0,80
	2013	0,34	0,68	0,71	0,31	0,51	0,60

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС в 2013 г. составляли 0,6–1,5 Бк/м²-сутки (см. табл. 3.9.2), и во всех пунктах

наблюдения были практически на уровне 2012 г. и не превышали средневзвешенных по территории РФ выпадений (1,1 Бк/м²·сутки).

По данным ЛКВРБ Ростовской АЭС, в 2013 г. значение $\Sigma\beta$ активности выпадений в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте было на уровне 2012 г.

Результаты проведенного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2013 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 1,95 Бк/л и была практически на уровне усредненной по всем пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (1,94 Бк/л).

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2013 г., содержание ¹³⁷Cs было практически на уровне средних значений за последние пять лет и составляло: в СЗЗ – 0,15 кБк/м², в ЗН – 0,88 кБк/м² и в с. Дубровке – 0,89 кБк/м². Содержание ¹³⁴Cs было менее 0,07 кБк/м² в СЗЗ и ЗН; в КП – менее 0,06 кБк/м². Среднегодовое содержание ⁶⁰Co в 2013 г. в СЗЗ и ЗН было менее 0,05 кБк/м²; в КП – менее 0,04 кБк/м².

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ показали, что в 2012 г. объемная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в питьевой воде (г. Волгодонск, ст. Подгоренская, ст. Жуковская, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности. В Цимлянском водохранилище объемная $\Sigma\beta$ активность составляла 130 мБк/л, а в водоеме-охладителе – 260 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 ниже минимально детектируемой активности (1 Бк/л), а в водоеме-охладителе – 14,1 Бк/л.

Донные отложения из водоемов отбирались ЛКВРБ Ростовской АЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Среднегодовая удельная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 0,8 и 0,7 Бк/кг в.-с. соответственно; в донных отложениях водоема-охладителя – 3,5 Бк/кг в.-с. по ¹³⁷Cs и менее 1,0 Бк/кг в.-с. по ⁶⁰Co. $\Sigma\beta$ донных отложений в Цимлянском водохранилище и в водоеме-охладителе была на уровне среднего за 5 лет значения и составила 256 и 500 Бк/кг соответственно.

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. Разброс значений объемной $\Sigma\beta$ активности в воде скважин в течение года был от 170 до 230 мБк/л.

Продукты питания местного производства

Пробы продуктов питания отбирались в следующих пунктах – 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, куриных яиц), выловленной рыбы, а также грибов, ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН Ростовской АЭС, проведенный

ЛКВРБ, показал, что в 2013 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 ($<0,008$ Бк/кг сырой массы).

Полученные значения $\Sigma\beta$ активности во всех обследованных продуктах питания, кроме говядины и ягод, не превышали значений «нулевого фона». В говядине были получены значения $\Sigma\beta$ активности несколько выше «нулевого фона» – 87 Бк/кг, в ягодах – 70 Бк/кг («нулевой фон» – 65 Бк/кг).

Радиационный фон на местности

Среднегодовая мощность дозы γ -излучения в 2013 г. на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Цимлянск), по данным 22 постов АСКРО и СКР Ростовской АЭС, составляла 0,08–0,10 мкЗв/ч при максимальном измеренном значении 0,13 мкЗв/ч.

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО, среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 0,10 до 0,14 мкЗв/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 – $65,4 \cdot 10^{-5}$ Гр; в ЗН – $64,6 \cdot 10^{-5}$ Гр, что не превышает значения в контрольном пункте ($86,6 \cdot 10^{-5}$ Гр).

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Департаментом Росгидромета по ЮФО и СКФО и ЛКВРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что влияния Ростовской АЭС в 2013 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг нее не выявлено.

3.10. 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.

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. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом, средняя температура от -4 до -16 °С. Лето теплое, самая высокая температура наблюдалась в июле. Среднегодовая температура +7 °С. 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. Площадь ЗН – 2 797,7 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 2013 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2012 год.

Таблица 3.10.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Со	$2,5 \cdot 10^9$	$7,49 \cdot 10^7$	$6,36 \cdot 10^7$	$+1,13 \cdot 10^7$
¹³¹ I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^8$	$-1,51 \cdot 10^8$
¹³⁷ Cs	$4,0 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	0
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$3,5 \cdot 10^{13}$	$5,74 \cdot 10^{13}$	$-2,24 \cdot 10^{13}$

Из табл. 3.10.1 видно, что в 2013 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 2,99 % (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.

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 2012–2013 гг. приведены в табл. 3.10.2.

Таблица 3.10.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
³ H	$2,3 \cdot 10^{14}$	$8,25 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^{11}$	$- 0,95 \cdot 10^{11}$
⁵⁴ Mn	$8,0 \cdot 10^9$	$9,47 \cdot 10^6$	$5,84 \cdot 10^6$	$+3,63 \cdot 10^6$
⁶⁰ Со	$1,6 \cdot 10^9$	$9,55 \cdot 10^6$	$6,60 \cdot 10^6$	$+ 2,95 \cdot 10^6$
¹³⁷ Cs	$2,1 \cdot 10^9$	$4,37 \cdot 10^6$	$3,68 \cdot 10^6$	$+ 0,69 \cdot 10^6$

Кроме радионуклидов, приведенных в таблице, в сбросах дебалансных вод присутствуют ^{90}Sr , ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{89}Sr , ^{134}Cs суммарной активностью $8,26 \cdot 10^{10}$ Бк. Общий объем сброса сточных вод в 2013 г. составил $47\,329 \text{ м}^3$. Наибольший вклад в активность сброса вносил тритий. Из приведенных в табл. 3.10.2 данных видно, что сброс трития в 2013 г. по сравнению с 2012 г. понизился, сбросы остальных радионуклидов на САЭС в 2013 г. выросли и не превышали 0,6 % (^{60}Co) от допустимых.

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 2013 г. ЛВРК САЭС 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 и ЗН, экспонируемых в течение 30 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 ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на 24 постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны АЭС.

Радиоизотопный анализ объединенных за квартал проб аэрозолей и атмосферных выпадений проводился с помощью полупроводникового γ -спектрометра.

В 100-км зоне САЭС в 2012 г. Центральным УГМС и УГМС ЦЧО на семи стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и в четырех пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 3.10.1).

РЦРКМ Республики Беларусь в 2012 г. на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики (рис. 3.10.1) 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.

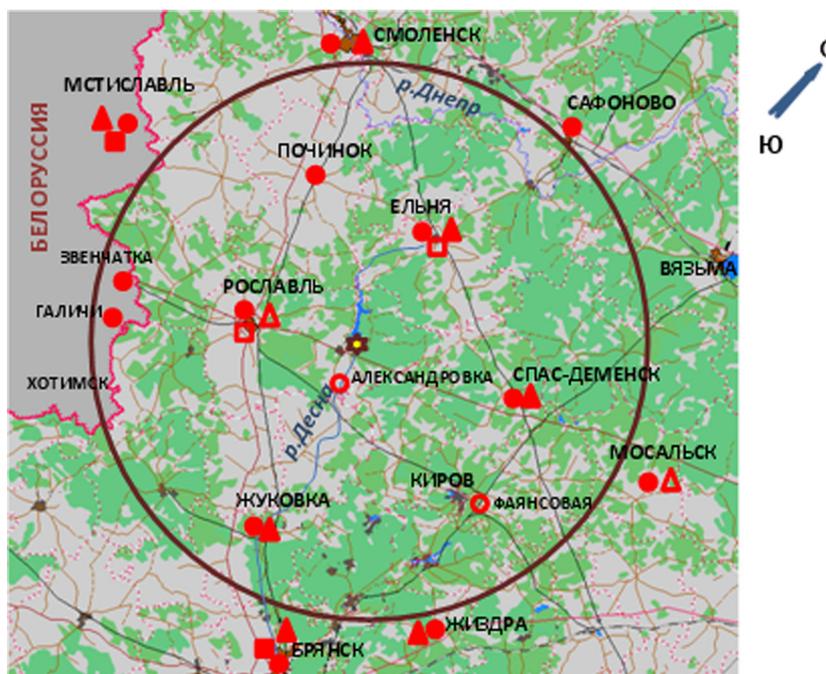


Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

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

Приземная атмосфера

В табл. 3.10.3 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС. Техногенный радионуклид ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона, регистрировался как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС. Содержание ^{60}Co в СЗЗ было в 13,7 раза больше, чем в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{134}Cs в 2013 г. ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ. Значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в 2013 г. по сравнению с 2012 г. выше в 1,4 раза в СЗЗ и в 1,3 раза в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2013 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 2,5 и 2,4 раза соответственно. В целом, в 2013 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на семь-восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.10.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn		^{51}Cr	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
СЗЗ	14,9	10,6	<3,8	<1,8	75,4	33,2	-	47,5	-	129
ЗН	14,0	11,1	<1,4	<1,3	5,5	6,7	-	8,4	-	< 61,4

Примечание: - нет данных.

По данным РЦРКМ Республики Беларусь, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 3.10.1) в 2013 г. колебалась в пределах $(9,9-18,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в Мстиславле составила $13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровне средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($16,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в

приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2013 г. составила $39 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $10 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в июле) до $86 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в апреле). Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Мстиславля в 2,8 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 6,6 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, представленных в табл. 3.10.4, среднемесячные суточные значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в течение 2013 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 0,8 Бк/м²·сутки (г. Спас-Деменск, сентябрь и ноябрь), а среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,09 Бк/м²·сутки), изменяясь в пределах 0,4–0,6 Бк/м²·сутки.

Таблица 3.10.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2013 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	2013 г.	2012 г.
Ельня	с	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,7
	м	1,5	2,9	1,9	1,7	1,2	1,1	0,4	0,3	0,6	0,5	0,5	0,8		
Смоленск	с	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,6
	м	1,7	1,3	0,6	1,0	0,9	2,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,3		
Жуковка*	с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7
	м	2,0	1,0	1,2	1,7	1,5	1,4	0,9	1,4	1,2	1,1	1,2	1,6		
Спас-Деменск	с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	0,8	0,4	0,8	0,3	0,6	0,4
	м	3,0	2,7	3,6	1,7	3,6	2,5	2,5	1,2	3,3	1,2	3,3	0,7		

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО.

В выпадениях на территории СЗЗ из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, а в ЗН – только ¹³⁷Cs. Содержание ¹³⁷Cs не превосходит значений «нулевого фона» (0,2 Бк/м²·сутки).

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 в 2013 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью 1,6; 1,6 и 2,4 мБк/л соответственно, что в 1,1–1,7 раза ниже средних значений за последние пять лет. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности ¹³⁷Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3], поэтому присутствие ¹³⁷Cs в воде открытых водоемов не накладывает каких-либо ограничений на водопользование по радиационному признаку.

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 3.10.5.

В 2013 г. в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС регистрировался только ¹³⁷Cs. Максимальное значение удельной активности ¹³⁷Cs в пробах донных отложений наблюдалось в р. Соложа. Активность ¹³⁷Cs в данной точке обусловлена не сбросами с САЭС, а глобальными выпадениями вследствие испытаний ядерного оружия и выпадений после аварии на Чернобыльской АЭС. Можно предполагать, что на содержание ¹³⁷Cs в точках ниже места впадения р.Соложа в реку Десна влияет вымывание ¹³⁷Cs из р. Соложа. Как видно из табл. 3.10.5, удельная активность ¹³⁷Cs в 2013 г. повысилась во всех точках, кроме р. Соложа, д. Трояново и контрольного водоема, относительно уровня предыдущего года в 1,1–2,6 раза. Содержание ¹³⁷Cs в пробах

донных отложений только в р. Соложа было выше его содержания в пробе из контрольного водоема (р. Десна выше по течению сбросов с САЭС в месте впадения р. Соложа в р. Десна) в 1,2 раза. В остальных случаях содержание ^{137}Cs в донных отложениях было ниже в 1,4–10,5 раза.

Таблица 3.10.5

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг с.-м.
(данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
р. Соложа	47	56	< 3,7	< 0,52
д. Трояново	22	24	< 2,6	< 0,67
Очистные сооружения	21	11	< 2,9	< 3,7
Плотина	27	23	< 3,7	< 2,0
Городской пляж	18	10	< 2,9	< 1,4
р. Десна	3,6	1,4	< 1,4	< 0,61
Контрольный водоем	38	36	< 1,8	< 0,6

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 7,3 мБк/л. Радионуклиды техногенного происхождения в пробах не обнаружены.

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. 3.10.6 приведены данные ЛВРК САЭС за 2012–2013 годы о содержании радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте д. Холмец.

Таблица 3.10.6

**Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м²
(данные ЛВРК САЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
^{137}Cs	0,76	0,47	3,3	4,1	3,3	4,1
^{134}Cs	< 0,07	< 0,13	< 0,07	< 0,13	< 0,06	< 0,15

В пробах почвы регистрировался только ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов было ниже МДА. Содержание ^{137}Cs в почве в СЗЗ было ниже его содержания в контрольном пункте в 4,3 раза, а в ЗН равнялось ему. В 2013 г. по сравнению с 2012 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ повысилось в 1,6 раза, а в ЗН и контрольном пункте понизилось в 1,2 раза.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС в 2013 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [8] и ниже МДА для всех продуктов питания, кроме грибов: в грибах – 1,5 Бк/кг сырой массы, в рыбе – <0,87 Бк/кг сырой массы, в овощах – < 1,8 Бк/кг сырой массы, в зерне – <0,41 Бк/кг сырой массы, в молоке – <0,78 Бк/кг сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2013 г. в СЗЗ составляла 0,11 мкЗв/ч, в ЗН – 0,09 мкЗв/ч, что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (0,10 мкЗв/ч). По данным маршрутных обследований, на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 0,12 и 0,11 мкЗв/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 0,13 мкЗв/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, в 2013 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь свидетельствуют о том, что в 2013 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовое значение МЭД в г. Мстиславле не превышало уровня естественного радиационного фона.

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности, характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от САЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировался для СЗЗ и ЗН в пределах $(50-79) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне естественного радиационного фона, сложившегося до пуска САЭС («нулевой фон» – $79 \cdot 10^{-5}$ Гр).

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере ЗН САЭС наблюдается отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ^{60}Co (по ^{51}Cr и ^{54}Mn данные отсутствуют), наблюдаемые объемные активности которого в воздухе на семь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009 [3].

3.11. Производственное объединение «Маяк»

Производственное объединение «Маяк» расположено на территории Челябинской области на восточном берегу оз. Иртяш и является одним из крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла Госкорпорации «Росатом». Предприятие работает уже более 60 лет и до 90-х годов было ориентировано на производство оружейного плутония. В настоящее время производство оружейного плутония прекращено, и на предприятии созданы гражданские производства ядерно-топливного цикла, радиоактивных источников и препаратов (с использованием двух из семи ранее работавших реакторов). В связи с этим выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую природную среду уменьшились, но пока еще остаются значительными. Краткое описание комплекса основных производств ПО «Маяк», обращения с радиоактивными отходами производства с использованием естественных и искусственных водоемов и новых технологий переработки РАО, а также история развития ПО «Маяк» приведены в [14 – 16].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [14 – 16]. 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 [17].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружен Теченский каскад водоемов: водоем В-3 (бывший Кокшаровский пруд), водоем В-4 (бывший Метлинский пруд), 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 $8 \cdot 10^{15}$ Бк долгоживущих β -активных нуклидов [18]. 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.

Наиболее крупной из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ПО «Маяк», был взрыв емкости с высокоактивными ЖРО 29 сентября 1957 г. В сферу взрыва было вовлечено около $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк радионуклидов, из которых около 90 % выпали на промышленной площадке предприятия, а остальные $7,4 \cdot 10^{16}$ Бк осели в прилегающем регионе, обусловив загрязнение части территорий Челябинской, Свердловской и Тюменской областей [18]. Эта загрязненная территория впоследствии получила название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). В долгосрочном аспекте основную радиационную опасность на территории ВУРС представляло наличие в выбросе долгоживущего ^{90}Sr . Весной 1967 г. произошло радиоактивное загрязнение территории, примыкающей к площадке ПО «Маяк», вследствие ветрового переноса загрязненных донных отложений с обнажившихся берегов водоема Карачай, использовавшегося в качестве хранилища ЖРО. В ветровой перенос было вовлечено около $7,4 \cdot 10^{16}$ Бк в основном ^{137}Cs и ^{90}Sr . Радиационная обстановка на этих загрязненных территориях обсуждается в разделе 4.1.

В настоящее время водоем Карачай остается источником радиоактивного загрязнения окружающей среды вблизи ПО «Маяк». В результате фильтрации происходит радиоактивное и химическое загрязнение подземных вод вокруг водоема. Остается потенциальная возможность существенного регионального загрязнения в случае попадания водоема в полосу смерча, в случае уноса загрязненной воды под воздействием возможных смерчей. В целях снижения потенциального риска, обусловленного радиоактивным загрязнением водоема Карачай начиная с 1986 года проводятся работы по его ликвидации, в результате которых площадь акватории водоема значительно уменьшилась. На засыпанной части акватории локализовано до 95 % радионуклидов, накопленных в водоеме Карачай за время его использования в качестве хранилища РАО.

На 01.01.2014 г. общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, не изменилась по сравнению с 2012 г. и составляла $446,8 \text{ км}^2$ [1, 9], из них $195,96 \text{ км}^2$ находятся в ЗН. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ПО «Маяк» приведены в Приложении С.

В штатном режиме работы предприятия поступление радионуклидов в окружающую природную среду обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами, сбросами жидких радиоактивных веществ, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод, загрязненных α - и β -нуклидами, и захоронением жидких и твердых отходов всех уровней активности. 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.

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99/2010 [9] 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. [19], включая территорию промышленной зоны, составляет 253 км². 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.

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк» в 2013 г. приведены в табл. 3.11.1.

Как видно из табл. 3.11.1, в 2013 г. выбросы составляли от 0,02 % (для ⁹⁰Sr) до 3,0 % (для суммы ИРГ) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2012 г. увеличились выбросы ⁹⁵Zr+⁹⁵Nb и ¹²⁵Sb в 2 раза соответственно. Выбросы ^{103,106}Ru, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs ⁹⁵Zr+⁹⁵Nb и ^{141,144}Ce уменьшились в 2,0; 4,3; 2,4 и 9,0 раза соответственно. Выбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне 2012 г.

Таблица 3.11.1

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁵¹ Cr	4,44·10 ⁸	8,89·10 ⁶	8,89·10 ⁶	-
⁶⁰ Co	2,77·10 ⁹	1,06·10 ⁷	1,29·10 ⁷	-2,30·10 ⁶
⁶⁵ Zn	3,55·10 ⁸	8,89·10 ⁶	8,89·10 ⁶	-
⁸⁹ Sr	7,57·10 ⁹	1,24·10 ⁷	1,24·10 ⁷	-
⁹⁰ Sr	7,49·10 ¹²	1,34·10 ⁹	9,07·10 ⁸	+4,33·10 ⁸
⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	1,13·10 ⁹	1,85·10 ⁷	8,9·10 ⁶	+9,60·10 ⁶
^{103,106} Ru	8,23·10 ⁹	1,79·10 ⁸	3,51·10 ⁸	-1,72·10 ⁸
¹²⁵ Sb	2,98·10 ⁹	3,19·10 ⁷	1,53·10 ⁷	+1,66·10 ⁷
Σ I	2,65·10 ¹²	4,27·10 ¹⁰	4,15·10 ¹⁰	+1,20·10 ⁹
¹³⁴ Cs	3,81·10 ⁹	7,07·10 ⁷	3,03·10 ⁸	-2,32·10 ⁸
¹³⁷ Cs	5,51·10 ¹⁰	6,72·10 ⁸	1,58·10 ⁹	-9,08·10 ⁸
^{141,144} Ce	7,85·10 ⁹	5,06·10 ⁷	4,54·10 ⁸	-4,03·10 ⁸
$\Sigma\alpha$	7,40·10 ⁹	-	-	-
Сумма ИРГ	1,34·10 ¹⁸	4,09·10 ¹⁶	-	-

Примечания: Σ I – сумма нуклидов йода;
 $\Sigma\alpha$ – сумма α -активных нуклидов.

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2012–2013 годах приведены в табл. 3.11.2. Из табл. 3.11.2 видно, что сбросы ⁹⁰Sr снизились в 1,5 раза по сравнению с 2012 г. и не превышали утвержденного норматива по допустимому сбросу радионуклида. По сравнению с 2012 г. объемные активности ⁹⁰Sr в ЛБК и ПБК уменьшились, составляя: в ЛБК – 6,7 Бк/л, в ПБК – 34,3 Бк/л, а для трития – остались на уровне предыдущего года. Объемная активность ¹³⁷Cs осталась на уровне 2012 г. и составляла в ЛБК и в ПБК менее 0,2 Бк/л.

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
³ H	—	-	-	-
⁹⁰ Sr	2,45·10 ¹²	2,69·10 ¹¹	3,94·10 ¹¹	-1,25·10 ¹¹
¹³⁷ Cs	—	-	-	-

Примечания: — – норматив не установлен;
 - – нет данных.

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. 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:

- 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 двух стационарных воздухофильтрующих установок (ВФУ), на которых пробы отбирались с экспозицией 3–5 дней на фильтр ФПП-15 площадью 1 м², и одной передвижной ВФУ, на которой пробы отбирались с экспозицией 3–6 часов на фильтр ФПП-15 площадью 1 м²;
- определение радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность в 16 пунктах СЗЗ и в 27 – в 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 МЭД в 5 пунктах в СЗЗ и 12 – в ЗН;
- измерение один раз в год удельной активности радионуклидов в почве, растительности и снеге в 21 пункте СЗЗ и в 25 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;
- определение один раз в год содержания радионуклидов в пищевых продуктах местного производства (молоко, картофель) в 16 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;
- определение ежемесячно или ежеквартально 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 один – три раза в год – с определением содержания трития в 104 скважинах.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды: ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, сумма α -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных α -, β - и γ -излучающих нуклидов. Для измерения МЭД использовались дозиметр-радиометр ДКГ-01 «Сталкер», 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 - и 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).

Контроль загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2013 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (ежесуточно, с помощью ВФУ с использованием фильтра ФПП-15-1,5) в трех пунктах;
- за атмосферными выпадениями $\Sigma\beta$ радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 20 пунктах, из них выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись в 14 пунктах;
- за МЭД в 20 пунктах и на 4 постах (2 – в Екатеринбурге, 2 – в Златоусте);
- за радиоактивным загрязнением воды рек ^{137}Cs и ^{90}Sr 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. 3.11.1.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: полупроводникового γ -спектрометра фирмы «Ortec», низкофонового α - и 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 «Грач».

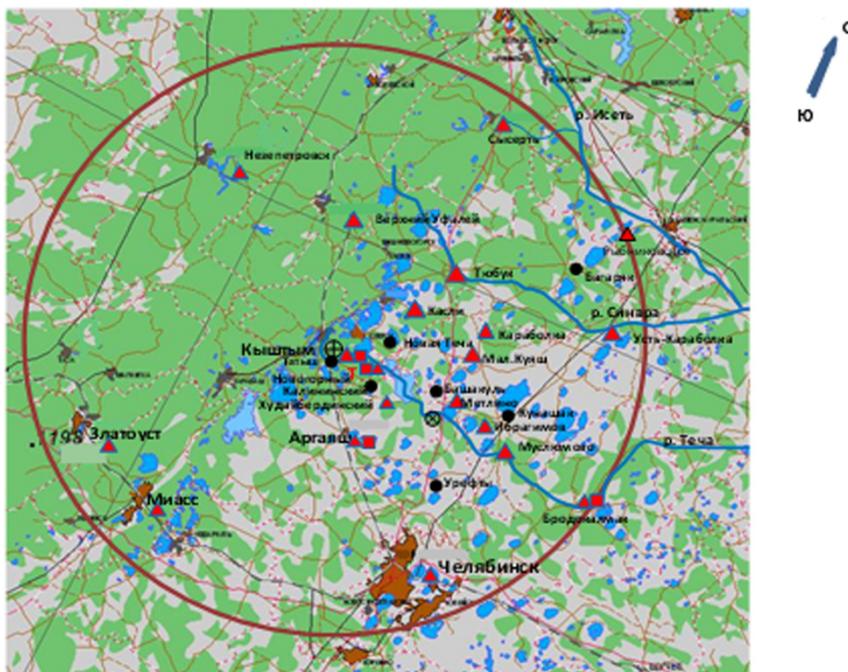


Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО:

- – 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», находились примерно на одном уровне. Результаты контроля приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» с помощью конусов в ЗН и в зоне влияния в 2013 г. представлены в табл. 3.11.3. Из табл. 3.11.3 видно, что в ЗН и в зоне влияния ПО «Маяк» значения объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в воздухе на четыре-пять порядков, а плутония на два-три порядка ниже величины ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [3].

В 2013 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС с января по декабрь в пп. Кыштым, Аргаяш и Новогорный. Среднемесячные и среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе ЗН по данным Уральского УГМС представлены в табл. 3.11.4.

Из данных табл. 3.11.4. видно, что в 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в зоне влияния ПО «Маяк» находилась на уровне 2012 г., а также была в 2,8 раза меньше уровня средневзвешенного значения на территории АТР ($22,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в пп. Аргаяш и Кыштым уменьшилась по сравнению с 2011 г. в 1,4 раза, а в п. Новогорный не изменилась относительно уровня 2011 г. Среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялись от $4,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Аргаяш, сентябрь) до $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Новогорный, июль). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в п. Новогорный 8–9 сентября и составляла $47,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 5,8 раза выше фонового значения за предыдущий месяц.

Таблица 3.11.3

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПО «Маяк» в 2013 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	65	19	22	0,6
г. Озерск, пост № 2	36	7	17	0,3
п. Метлино	83	18	32	0,6
п. Новогорный	78	11	22	0,9
г. Касли	-	-	-	-
п. Красный Партизан	45	18	14	-
п. Б. Куяш	67	9	20	-
д. Т. Караболка	71	11	35	-
д. Сарыкульмяк	109	15	17	-
п. Башакуль	58	19	20	0,6
п. Худайбердинский	68	14	11	0,7
п. Аргаяш	112	19	13	-
г. Кыштым	27	9	12	0,4
п. Слюдорудник	50	-	11	-
Среднее по зоне наблюдения	67	14	19	0,6
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	169	-	41	-
с. Муслимово (р. Теча)	-	-	-	-
п. Кунашак (след 1967 г.)	103	-	27	-
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	136	-	34	-
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	43	-	19	-
ДОО _{НАС} , Бк/м ³		2,7	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$

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

Таблица 3.11.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2013 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Новогорный	с	9,3	7,9	7,5	5,0	6,1	8,5	16,8	8,2	6,0	6,7	8,4	8,7	8,3	10,2	8,0
	м	28,0	21,9	26,5	13,7	24,7	20,3	34,2	16,0	47,1	13,7	29,9	34,0			
Аргаяш	с	13,9	8,5	5,1	4,2	4,8	6,1	6,3	6,3	4,1	5,3	7,6	6,5	6,5	6,2	8,9
	м	38,0	41,5	11,5	13,2	11,4	14,8	17,0	15,8	8,0	20,0	22,5	24,6			
Кыштым	с	6,7	8,9	8,8	8,2	9,1	13,2	7,8	6,4	5,7	9,1	10,8	10,5	8,8	8,5	12,7
	м	19,1	31,1	21,0	26,9	30,4	37,8	13,8	18,4	14,4	24,4	23,9	38,2			
Среднее по 100-км зоне наблюдения:																
2013 г.		10,0	8,4	7,1	5,8	6,7	9,3	10,3	6,9	5,3	7,0	8,9	8,5	7,9		
2012 г.		7,1	10,0	8,4	10,6	8,0	6,2	11,2	7,8	6,5	7,5	8,3	8,1		8,3	10,9

В табл. 3.11.5 приведены объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе в этих же пунктах контроля. В 2013 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs (табл. 3.11.5) в приземной атмосфере п. Новогорный уменьшилась в 3,2 раза относительно уровня 2012 г., а в поселках Аргаяш и Кыштым уменьшилась в 2 и 1,5 раза соответственно по сравнению с уровнем предыдущего года. Наибольшее содержание ¹³⁷Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорном – $193 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в п. Новогорном в 42 раза, в п. Аргаяш – в 4 раза, а в п. Кыштым – в 5 раз. Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объемной активности ¹³⁷Cs в зоне влияния ПО «Маяк» было в 74 раза выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но более чем на пять порядков ниже ДОО_{НАС} для ¹³⁷Cs по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.11.5

Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2013 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

Месяц	Пункт наблюдения		
	Новогорный	Аргаяш	Кыштым
Январь	85,0	5,8	4,5
Февраль	6,8	5,5	4,0
Март	145,0	7,7	7,9
Апрель	45,7	9,8	5,9
Май	113,4	7,7	11,0
Июнь	177,4	7,1	46,3
Июль	5,5	30,0	14,5
Август	152,0	12,0	27,1
Сентябрь	179,0	5,8	17,0
Октябрь	86,0	4,6	4,7
Ноябрь	110,0	9,5	3,7
Декабрь	193,0	9,5	7,1
Среднее:			
2013 г.	108,2	9,6	12,8
2012 г.	345,4	19,2	19,1
2011 г.	269	33,1	37
ДОА _{НАС} , Бк/м ³	27		

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 ЦЗЛ ПО «Маяк» при отборе проб приводит к большой неопределенности при расчете объемной активности из-за отсутствия точных данных об объеме прошедшего через конусы воздуха).

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк», по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.6. Там же для сравнения приведена $\Sigma\beta$ выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.6 видно, что среднегодовая величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2013 г. ($0,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$) осталась на уровне 2012 г. и была в 1,5 раза выше фонового значения для Уральского региона, но не превышала средневзвешенного значения по территории РФ ($1,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$). Значения $\Sigma\beta$ годовых выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2013 г. колебались в диапазоне от $113 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (п. Рыбниковское) до $259 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (п. Метлино).

В табл. 3.11.7 приведены данные об атмосферных выпадениях ^{90}Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2013 г. Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2013 г. ($4,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) находились на уровне 2012 г., а также в 5 раз выше регионального фона ($0,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Наибольшие годовые выпадения ^{90}Sr отмечались в п. Новогорный ($10,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Максимальные выпадения ^{90}Sr в п. Новогорный в 2013 г. зарегистрированы во II квартале.

Годовые выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2013 г. (табл. 3.11.8) колебались в диапазоне от ниже порога обнаружения до $72 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. Средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила $8,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что находится на уровне 2012 г., и в 80 раз превышает региональные фоновые выпадения ($0,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Максимальные выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2013 г. – $72 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ – наблюдались в п. Метлино, что в 720 раз выше регионального фона в 2013 г. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Метлино наблюдались в марте и составляли $66,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$ при региональном фоновом уровне за этот месяц $\leq 0,01 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$.

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2013 г., Бк/м²-сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Средне- годовое	Сумма за год, Бк/м ² ·год																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Аргаяш	с	0,7	0,6	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,7	237																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,3	2,1	0,9	1,3	2,4	1,6	1,9	2,4	3,8	1,8	1,1	1,5			Бродокалмак	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	212	м	1,4	1,7	1,3	2,1	1,7	1,0	1,4	2,0	1,5	1,2	1,1	1,5	Верхний Уфалей	с	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,1	2,3	1,1	1,7	2,2	1,2	2,2	1,6	1,3	2,0	1,9	1,0	Златоуст	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	234	м	1,2	2,0	0,9	1,3	2,2	1,6	2,7	2,4	6,5	1,9	1,6	1,4	Ибрагимово	с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	1,2	2,6	3,4	4,1	1,5	1,0	0,9	Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5
Бродокалмак	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	212																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,4	1,7	1,3	2,1	1,7	1,0	1,4	2,0	1,5	1,2	1,1	1,5			Верхний Уфалей	с	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,1	2,3	1,1	1,7	2,2	1,2	2,2	1,6	1,3	2,0	1,9	1,0	Златоуст	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	234	м	1,2	2,0	0,9	1,3	2,2	1,6	2,7	2,4	6,5	1,9	1,6	1,4	Ибрагимово	с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	1,2	2,6	3,4	4,1	1,5	1,0	0,9	Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																										
Верхний Уфалей	с	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	208																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,1	2,3	1,1	1,7	2,2	1,2	2,2	1,6	1,3	2,0	1,9	1,0			Златоуст	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	234	м	1,2	2,0	0,9	1,3	2,2	1,6	2,7	2,4	6,5	1,9	1,6	1,4	Ибрагимово	с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	1,2	2,6	3,4	4,1	1,5	1,0	0,9	Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																							
Златоуст	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	234																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,2	2,0	0,9	1,3	2,2	1,6	2,7	2,4	6,5	1,9	1,6	1,4			Ибрагимово	с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	208	м	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	1,2	2,6	3,4	4,1	1,5	1,0	0,9	Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																				
Ибрагимово	с	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	208																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,5	1,7	1,2	1,5	1,5	1,2	2,6	3,4	4,1	1,5	1,0	0,9			Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9	Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																	
Караболка	с	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,5	1,3	1,5	1,5	1,3	1,2	1,2	2,7	3,3	2,1	0,9	1,9			Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8	Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																														
Касли	с	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	201																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,2	1,8	0,9	1,6	1,6	1,4	2,2	2,8	2,4	1,1	0,9	0,8			Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6	Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																											
Кыштым	с	0,6	0,7	0,4	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	226																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,5	2,2	1,5	1,5	2,3	1,3	2,2	3,2	4,6	1,3	1,0	2,6			Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9	Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																								
Малый Куяш	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	183																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,1	1,3	0,9	1,4	1,5	1,4	1,4	1,8	2,4	1,0	1,2	0,9			Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7	Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																					
Метлино	с	0,7	0,6	1,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	259																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,7	1,3	39,0	2,3	2,3	1,7	1,4	2,3	5,6	1,3	1,5	0,7			Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0	Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																		
Миасс	с	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	212																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,2	1,8	1,3	1,5	1,8	1,5	2,3	2,4	2,7	1,7	0,8	1,0			Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9	Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Муслюмово	с	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	197																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,1	1,7	1,3	1,8	2,2	1,5	1,8	2,5	2,6	1,1	1,3	0,9			Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3	Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Новогорный	с	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	248																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,0	1,6	1,1	1,9	2,7	2,3	1,5	2,2	3,9	1,5	1,4	2,3			Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5	Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Нязепетровск	с	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,2	1,4	1,2	1,5	1,9	1,5	1,3	2,1	3,6	1,4	1,0	1,5			Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7	Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Рыбниковское	с	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,2	0,3	0,4	0,3	113																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,5	1,5	0,4	1,0	1,8	1,5	1,3	1,1	2,2	0,7	1,4	1,7			Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8	Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Сысерть	с	0,5	0,5	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,2	0,4	131																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,2	3,8	0,9	1,5	0,9	2,1	1,2	1,5	1,5	2,5	0,9	0,8			Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8	Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Тюбук	с	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	201																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,0	1,0	1,6	1,7	1,6	1,4	1,9	1,8	1,7	1,8	2,1	1,8			Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1	Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Усть-Караболка	с	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	197																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,3	1,8	1,1	1,5	2,5	1,1	2,7	2,3	1,2	1,1	1,5	3,1			Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7	Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Худайбер- дийский	с	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	237																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	1,7	2,2	1,6	1,5	1,9	1,5	2,5	3,0	2,5	1,5	1,4	1,7			Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0	Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Челябинск - город	с	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	223																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	м	2,1	2,3	0,8	2,0	1,8	1,8	1,8	2,6	1,5	2,1	1,4	1,0			Среднее:																2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204	2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260	Фон для Ураль- ского региона:																2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161	2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Среднее:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2013 г.		0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	204																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2012 г.		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,7	260																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Фон для Ураль- ского региона:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
2013 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	161																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2012 г.		0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	198																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Таблица 3.11.7

**Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2013 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	0,1		0,5			0,4			0,4			0,4	4,2			
Бродокалмак	0,1		0,4			0,7			0,3			0,4	4,4			
Ибрагимово	0,3		0,2			0,3			0,4			0,3	3,6			
Караболка	0,3		0,3			0,3			0,4			0,3	3,6			
Касли	0,1		0,8			0,3			0,4			0,4	4,8			
Кыштым	0,2		0,2			0,4			0,3			0,3	3,2			
Малый Куяш	0,2		0,2			0,3			0,4			0,3	3,1			
Метлино	0,2		0,7			0,3			0,4			0,4	4,6			
Муслумово	0,07		0,3			0,2			0,4			0,2	2,6			
Новогорный*	0,5		1,9			0,4			0,7			0,9	10,3			
Рыбниковское	0,3		0,2			0,2			0,1			0,2	2,4			
Тюбук	0,2		0,3			0,2			0,1			0,2	2,4			
Усть-Караболка	0,2		0,3			0,2			0,4			0,3	3,1			
Худайбердинский	0,2		0,9			0,5			0,04			0,4	4,7			
Среднее:	2013 г.		0,2			0,5			0,3			0,3		4,1		
	2012 г.		0,3			0,3			0,4			0,4		4,3		
Фон для Уральского региона:	2013 г.		0,09	0,05	0,1	0,08	0,12	0,07	0,08	0,07	0,04	0,07	0,03	0,02	0,07	0,8
	2012 г.		0,07	0,07	0,05	0,22	0,04	0,13	0,17	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07	0,1	1,2

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

Таблица 3.11.8

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2013 г., Бк/м²-месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднегодовое	Сумма за год, Бк/м ² -год		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Аргаяш	0,06	0,05	0,08	1,0	0,08	0,07	0,3	0,1	0,06	0,05	1,0	1,0	0,32	3,8		
Бродокалмак	н	н	н	0,5	н	н	0,5	н	0,4	н	н	н	0,12	1,4		
Ибрагимово	н	н	н	0,5	0,6	н	н	0,5	н	н	н	н	0,13	1,6		
Караболка	н	н	н	н	н	0,4	н	н	н	н	0,5	н	0,07	0,8		
Касли	н	н	н	0,7	0,5	н	н	н	н	н	0,5	н	0,14	1,7		
Кыштым	н	н	0,5	н	0,5	0,5	0,5	н	н	0,4	0,5	0,4	0,27	3,2		
Малый Куяш	н	н	н	0,4	н	0,5	н	н	н	н	0,5	н	0,12	1,4		
Метлино	н	н	66,2	0,6	0,9	0,9	0,4	1,0	0,5	0,6	0,5	0,5	6,0	72		
Муслумово	н	н	н	н	0,5	0,4	0,3	н	н	0,4	н	н	0,14	1,7		
Новогорный	0,5	н	0,9	1,2	1,1	1,0	2,3	3,6	3,8	1,0	0,9	0,6	1,40	16,7		
Рыбниковское	н	н	н	0,07	0,3	н	0,3	н	0,2	н	н	н	0,07	0,8		
Тюбук	н	н	0,5	н	н	н	н	н	н	н	н	н	0,04	0,5		
Усть-Караболка	н	н	н	0,4	0,4	н	н	0,4	н	н	0,4	н	0,14	1,7		
Худайбердинский	н	н	0,4	0,9	1,3	0,6	0,5	0,5	0,6	н	0,5	0,4	0,48	5,8		
Среднее:	2013 г.		0,04	0,004	4,90	0,45	0,43	0,31	0,37	0,44	0,40	0,18	0,37	0,21	0,68	8,2
	2012 г.		0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	1,6	0,5	0,5	0,4	3,8	0,2	0,01	0,7	8,1
Фон для Уральского региона:	2013 г.		н	н	н	0,05	н	0,01	0,003	0,02	0,01	0,01	н	0,002	0,01	0,1
	2012 г.		0,05	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	н	н	н	н	н	н	0,02	0,3

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

В табл. 3.11.9 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2013 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2013 г., Бк/м²-год
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	210	50	72	7,04
г. Озерск, пост № 2	190	16	150	0,96
п. Новогорный	549	55	88	3,68
п. Метлино	219	25	83	2,08
г. Касли	-	-	-	-
п. Красный партизан	222	54	112	-
п. Б. Куяш	323	59	92	-
д. Т. Караболка	70	11	43	-
д. Сарыкульмяк	239	59	77	-
п. Башакуль	187	43	110	2,29
п. Худайбердинский	293	34	150	1,38
г. Кыштым	185	39	72	3,68
п. Слюдорудник	174	-	83	-
Среднее по зоне наблюдения	238	40	94	3,0
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	397	35	151	-
с. Булзи (ВУРС)	194	33	99	-
с. Муслюмово (р. Теча)	-	-	-	-
п. Кунашак (след 1967 г.)	509	93	110	-
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	367	54	120	-
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	334	-	120	-
Фоновый уровень по Уральскому региону**	256	2,2	1,2	-

Примечания: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;

** – данные Уральского УГМС;

- – измерения не производятся.

В 2013 г. выпадения радионуклидов в зоне влияния ПО «Маяк» остались на уровне 2011–2012 годов. Максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в ЗН ПО «Маяк» в 2013 г. наблюдались в пп. Озерск (пост №2), Худайбердинск, Б. Куяш и Сарыкульмяк; изотопов плутония – в г. Озерск. В зоне аварийного загрязнения территории максимальные годовые выпадения $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr наблюдались в п. Кунашак, ¹³⁷Cs – в с. Багаряк.

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).

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. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозобразующим радионуклидом.

В 2013 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 Синяры, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк»,

и р. Мишеляк, протекающей по СЗЗ предприятия. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 3.11.2.



Рис. 3.11.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ПО «Маяк»

Пробы воды Уральским УГМС в 2013 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно, из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Карabolка – Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2013 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. Карabolка – в нижнем бьефе болота Бугай (один раз в год) и в створе с. Татарская Карabolка (три раза в год). Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 3.11.10 и 3.11.11 соответственно, а из рек Карabolка и Синара – в разделе 4.1, 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. 3.11.10 и 3.11.11 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Таблица 3.11.10

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2013 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Муслимово					Першинское		Затеченское		
	$^{90}\text{Sr}^*$	^{90}Sr	$^{137}\text{Cs}^*$	^{137}Cs	$^3\text{H}^*$	^{90}Sr	^{137}Cs	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$
Январь	0,66	25,9	< 0,2	0,7	50,0	14,7	0,003	-	-	-
Февраль	0,50	34,5	< 0,2	0,5	< 50,0	16,3	0,04	-	-	-
Март	0,60	20,0	< 0,2	0,4	< 50,0	16,1	0,04	-	-	-
Апрель	12,80	8,1	< 0,2	0,2	210	4,3	0,08	-	-	-
Май	6,10	9,3	< 0,2	0,2	71,2	11,2	0,02	-	-	-
Июнь	9,20	12,7	< 0,2	0,2	160	8,9	0,02	2,0	< 0,2	98
Июль	9,20	14,7	< 0,2	0,2	120	4,0	н	-	-	-
Август	16,4	8,8	< 0,2	0,1	350	9,9	0,02	-	-	-
Сентябрь	6,80	-	< 0,2	0,2	250	7,0	0,01	6,0	< 0,2	190
Октябрь	18,9	-	< 0,2	0,1	520	7,0	0,003	-	-	-
Ноябрь	13,4	-	< 0,2	0,1	240	-	0,007	-	-	-
Декабрь	18,0	-	< 0,2	0,1	290	-	0,007	-	-	-
Среднее:										
2013 г.	9,4	11,2	< 0,2	0,3	230	8,3	0,02	4,0	< 0,2	144
2012 г.	18,2	25,2	0,3	0,2	355	11,3	0,04	4,8	< 0,2	85
УВ [12]	4,9	4,9	11	11	7600	4,9	11	4,9	11	7600

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

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2013 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Далматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	⁹⁰ Sr*	⁹⁰ Sr*	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Январь	-	-	3,2	0,004	1,4	н	1,1	н
Февраль	-	-	2,9	0,001	1,9	н	0,9	н
Март	-	-	1,3	0,009	0,2	н	1,1	0,001
Апрель	-	-	0,6	0,01	0,4	0,006	0,5	0,002
Май	-	-	0,9	0,02	0,1	0,008	0,4	0,002
Июнь	0,03	0,3	1,1	н	0,4	0,002	0,6	н
Июль	-	-	0,5	0,008	0,4	0,007	0,3	0,004
Август	-	-	1,5	н	1,2	0,003	0,4	н
Сентябрь	0,02	0,4	1,0	н	0,5	0,01	0,5	0,05
Октябрь	-	-	0,9	н	-	н	0,9	0,01
Ноябрь	-	-	-	0,006	-	0,01	-	н
Декабрь	-	-	-	н	-	0,001	-	0,008
Среднее:								
2013 г.	0,03	0,35	1,2	0,004	0,6	0,004	0,6	0,003
2012 г.	0,04	0,65	1,8	0,007	1,3	0,02	0,8	0,02

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

Из анализа приведенных в табл. 3.11.10 данных видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово, в 78 км от источника, в 2013 г. была примерно в 2 раза ниже относительно уровня 2012 г. и составляла 9,4 – 11,2 Бк/л, что в 1,9–2,3 раза выше уровня вмешательства для ⁹⁰Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [3] и более чем в 2000 раз выше фонового уровня для рек России (4,7 мБк/л). Самые высокие среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л.

Вниз по течению р. Течи содержание ⁹⁰Sr в воде в 2013 г. в п. Першинское и с. Затеченское осталось примерно на уровне 2012 г. и составило 8,3 и 4,0 Бк/л соответственно.

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде изменялась от 0,6 до 1,2 Бк/л (табл. 3.11.11). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ⁹⁰Sr в воде в 2013 г. составила 0,03 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть объемная активность ⁹⁰Sr в 2013 г. осталась на уровне 2012 г. и была в 2 – 7 раз ниже УВ по НРБ-99/2009.

Объемная активность ¹³⁷Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.10 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2013 г., как и ранее, наблюдалась в воде р. Течи в с. Муслюмово – 0,1 – 0,7 Бк/л при среднегодовом значении 0,3 Бк/л, которое находится на уровне последних лет и в 37 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [3]. По мере удаления от ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исети концентрации этого радионуклида уменьшаются в 10 и более раз (табл. 3.11.11).

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк», показали повышенное содержание этого

радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (табл. 3.11.10) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2013 г. превышала фоновый уровень в реках России (1,9 Бк/л) примерно в 120 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 230 Бк/л у с. Муслимово до 144 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника (рис. 3.11.2).

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2013 г. приведены в табл. 3.11.12. Из табл. 3.11.12 видно, что объемная активность ^{90}Sr в водах этих озер в 2013 г. колебалась от менее 0,02 до 0,19 Бк/л, а объемная активность ^{137}Cs в водах всех озер, кроме о. Акакуль (0,4 Бк/л), была менее 0,2 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде озер в 26–28 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] 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 2013 г. было на два порядка ниже УВ, однако соответственно в 5,3 и 6,7 раза выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР, и в 13,3 и 16,7 раза выше, чем в озерах на территории ЕТР (Приложение А).

Таблица 3.11.12

Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2013 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Озеро	Объемная активность	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Силач	< 0,02	< 0,2
Сунгуль	< 0,02	< 0,2
Киреты	< 0,02	< 0,2
Б. Касли	< 0,02	< 0,2
М. Касли	< 0,02	< 0,2
Куташи	< 0,02	< 0,2
Иртяш	0,05	< 0,2
Б. Нанога	0,09	< 0,2
М. Нанога	0,19	< 0,2
Б. Акуля	0,04	< 0,2
Акакуль	0,04	0,4
Увильды	0,07	< 0,2
Улагач	< 0,02	< 0,2
УВ по НРБ-99/2009 [3]	4,9	11

В 2013 г. ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжало наблюдения за миграцией радиоактивных веществ в подземных водах в районе расположения водоемов В-9 (оз. Карачай), В-17 (оз. Старое Болото) и В-11 (рис. 3.11.2). 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.

Результаты наблюдения за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк в 2013 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, приведены в табл. 3.11.13. Из табл. 3.11.13 видно, что в 2013 г. объемная активность ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в воде р. Мишеляк оставалась на уровне 2012 г. Содержание данных радионуклидов в воде р. Мишеляк ниже УВ по НРБ-99/2009.

Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2013 г.
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Точки наблюдения	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		⁹⁰ Sr	³ H	¹³⁷ Cs
М-1	I квартал	0,38	55	< 6,3
	II квартал	1,13	107	< 6,3
	III квартал	0,063	97	< 6,3
	IV квартал	0,4	231	< 6,3
	Среднее: 2013 г. 2012 г.	0,49 0,30	122 106	< 6,3 < 6,3
М-2	I квартал	-	-	-
	II квартал	0,27	67	< 6,3
	III квартал	0,3	170	< 6,3
	IV квартал	0,66	244	< 6,3
	Среднее: 2013 г. 2012 г.	0,41 0,37	160 170	< 6,3 < 6,3
М-3	I квартал	0,06	62	< 6,3
	II квартал	0,11	284	< 6,3
	III квартал	0,06	130	< 6,3
	IV квартал	0,12	294	< 6,3
	Среднее: 2013 г. 2012 г.	0,09 0,17	192 80	< 6,3 < 6,3
М-4	I квартал	0,22	87	< 6,3
	II квартал	0,02	222	< 6,3
	III квартал	0,21	180	< 6,3
	IV квартал	0,38	274	< 6,3
	Среднее: 2013 г. 2012 г.	0,21 0,26	190 215	< 6,3 < 6,3
УВ по НРБ-99/2009 [3]		4,9	7600	11

Снежный покров, растительность

В марте 2013 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 ¹³⁷Cs приведены в табл. 3.11.14.

Таблица 3.11.14

Содержание $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs 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	
	04.03.2013	05.03.2012	04.03.2013	05.03.2012	29.08.2013	20.08.2012	29.08.2013	20.08.2012
Ибрагимово	35,6	23,4	1,7	1,5	300	129	0,8	3,9
Касли	40,7	86,5	2,0	1,8	497	167	3,0	3,2
Кыштым	53,5	26,6	0,4	0,5	379	429	1,9	1,3
ЛЭП-59	-	-	-	-	-	-	-	-
ЛЭП-60	73,4	25,8	3,1	0,5	353	292	1,4	1,5
Малый Куяш	28,0	40,4	1,7	2,8	332	369	1,0	5,1
Метлино	58,5	69,5	0,3	1,0	390	1160	2,2	8,0
Новая Теча	75,5	51,3	1,8	1,1	300	504	1,4	6,6
Новогорный	97,2	101,5	2,3	4,7	401	453	21,8	30,0
Татыш	47,5	48,2	0,3	0,6	356	453	3,2	7,5
Худайбердинский	108,6	33,3	4,3	1,4	275	343	2,8	6,8
Среднее по зоне наблюдения	61,9	50,6	1,8	1,6	358	430	4,0	7,4

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs (табл. 3.11.14) в 2013 г. осталась на уровне предыдущего года. Наибольшие плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (108,6 Бк/м²) и ^{137}Cs (4,3 Бк/м²) были зарегистрированы в п. Худайбердинский. Эти величины превышали среднее значение по зоне наблюдения в 1,8 и 2,4 раза соответственно.

По данным (табл. 3.11.14), в 2013 г. удельная активность ^{137}Cs в пробах растительности (4,0 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ПО «Маяк», и $\Sigma\beta$ (358 Бк/кг) уменьшились относительно уровня предыдущего года в 1,9 и 1,2 раза соответственно. Наибольшая удельная $\Sigma\beta$ растительности (497 Бк/кг) наблюдалась в п. Касли, а ^{137}Cs (21,8 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 1,4 и 5,5 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2013 г. также проводила отбор проб снега и растительности в зоне влияния предприятия. По данным ЦЗЛ, значения удельной активности радионуклидов в снеговом покрове находятся на уровне предыдущих лет и не превышают для трития 188 Бк/кг, для ^{90}Sr 0,42 Бк/кг (результаты анализа приведены в табл. 3.11.15). В соответствии с результатами анализа содержание радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах растительности в 2013 г. осталось на уровне 2012 г. и изменялось в диапазоне 32–190 Бк/кг и 45–155 Бк/кг соответственно. Наибольшая удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs наблюдалась в п. Кунашак.

Таблица 3.11.15

Содержание основных дозообразующих радионуклидов в пробах растительности в зоне влияния ПО «Маяк» (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт отбора проб	Растительность, Бк/кг			
	^{90}Sr		^{137}Cs	
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.
г. Озерск	38	109	77	117
г. Озерск, пост № 2	82	36	76	60
п. Новогорный	138	33	68	40
п. Метлино	82	75	76	101
г. Касли	44	69	90	110
п. Красный партизан	38	59	54	43
п. Б. Куяш	37	111	87	90
д. Т. Караболка	63	26	86	54
д. Сарыкульмяк	-	188	-	43
п. Башакуль	75	84	146	69
с. Калининское	105	59	51	40
п. Худайбердинский	132	37	55	55
п. Аргаяш	38	89	104	50
г. Кыштым	32	75	87	43
п. Слюдорудник	-	189	-	93
Среднее по зоне наблюдения	70	83	81	67
с. Багаряк (ВУРС)	69	210	69	63
с. Булзи (ВУРС)	69	115	45	130
с. Муслимово (р. Теча)	-	77	-	71
с. Щелкун (ВУРС)	64	74	-	25
п. Кунашак (след 1967 г.)	190	169	155	56
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	98	129	90	69
г. В. Уфалей	121	25	98	34
Глобальный уровень	2,0		8,0	

Примечание: - – отбор проб не проводился.

В населенных пунктах зоны влияния ЦЗЛ ПО «Маяк» регулярно проводится контроль за уровнями радиоактивного загрязнения производимой в частном секторе сельскохозяйственной продукции (молоко, картофель), результаты которого представлены в табл. 3.11.16. Содержание радионуклидов (^{90}Sr , ^{137}Cs) в основных продуктах питания местного производства (частный сектор) на один – три порядка ниже допустимых уровней удельной активности, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [4].

Таблица 3.11.16

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2013 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Молоко		Картофель	
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
п. Метлино	1,25	0,48	1,14	0,19
п. Новогорный	0,71	0,46	1,36	0,12
г. Озерск (пост № 2)	0,82	0,77	0,37	0,2
п. Башакуль	2,56	1,05	1,03	0,27
п. Худайбердинский	1,04	0,15	0,71	0,86
п. Аргаяш	-	-	-	-
г. Кыштым	0,48	0,25	0,26	0,90
СанПиН-01 [4]	25	100	40	120

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2013 г., по данным Уральского УГМС, находились в пределах 0,10–0,13 мкЗв/ч (при среднем значении 0,11 мкЗв/ч) и не отличались от данных за последние несколько лет и естественного γ -фона для Уральского региона. Максимальные значения МЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч. По данным ЦЗЛ среднегодовые значения МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовали уровню естественного γ -фона, изменяясь в диапазоне 0,10–0,19 мкЗв/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2013 г. составляла 0,12–0,25 мЗв/год.

Подводя итоги, можно сказать, что в 2013 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной. Содержание ^{90}Sr и трития в воде исследуемых рек осталось на уровне 2012 г. и значительно превышало фоновые уровни. Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (с. Муслумово) на три порядка превышала региональный фоновый уровень и была в 2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009; объемная активность ^{137}Cs и трития была на один-два порядка ниже УВ.

В зоне наблюдения ПО «Маяк» содержание техногенных радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs и изотопов плутония в приземном слое атмосферы значительно превышали фоновые уровни. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы п. Новогорный уменьшилась в 3,2 раза относительно уровня 2012 г. и в 42 раза превышала средневзвешенную объемную активность по территории РФ. Однако наблюдаемые уровни загрязнения приземной атмосферы на два – семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2013 г. находились на уровне 2012 г., но в 5 раз превышали региональный фон. Средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 8,2 Бк/м²-год, что находится на уровне 2012 г., и в 80 раз превышает региональные фоновые выпадения. Стоит отметить, что региональные фоновые выпадения ^{137}Cs уменьшились в 3 раза по сравнению с 2012 г.

Наблюдается загрязнение подземных вод радионуклидами и расширение ареала загрязнения.

3.12. 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. СЗЗ комбината протяженностью 17 км вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму, представленную на рис. 3.12.1. 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. 3.12.1) на левом берегу р. Енисей в 1 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и д. Большой Бальчуг с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод).

Комбинат создавался 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. 3.12.1) 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. В соответствии с Соглашением 1997 г. между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, реактор 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 и плутония. 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».

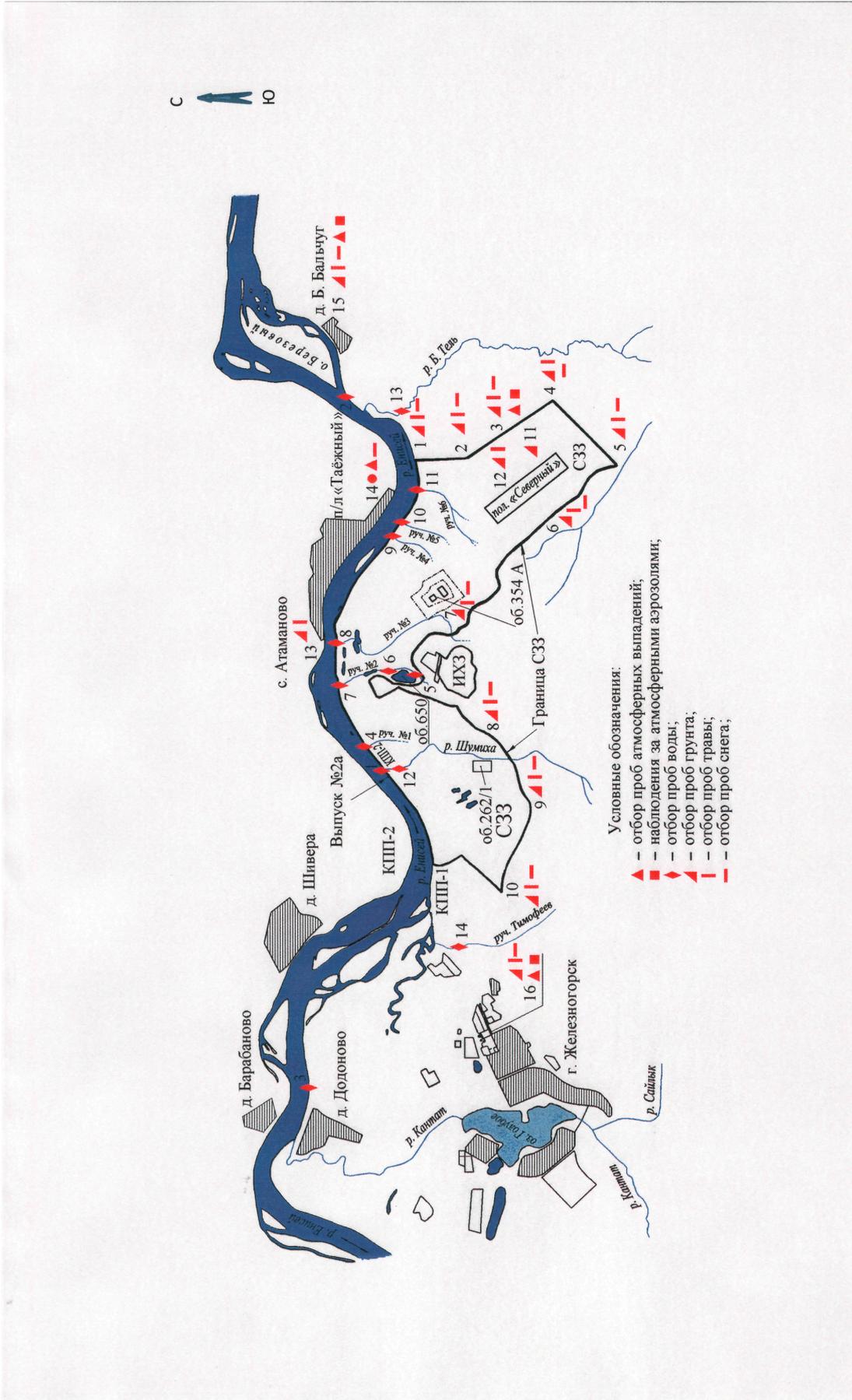


Рис. 3.12.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

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 3 км от комбината вниз по течению реки в сторону д. Большой Бальчуг (рис. 3.12.1). 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 130–220 м и 400–500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты.

Завод РТ-2 по переработке отработанного ядерного топлива (ОЯТ) реакторов ВВЭР-1000 атомных электростанций советского проекта не был достроен из-за кризиса 1990-х годов и в наши дни разобран. В настоящее время завершается реконструкция «мокрого» хранилища с увеличением его вместимости до 8 тысяч 600 тонн. В дальнейшем ёмкость хранилища планируют увеличить до 11 тысяч тонн, что позволит продлить его эксплуатацию до 2020–2025 года. На территории ГХК построено «сухое» хранилище – первая очередь предназначена для приема ОЯТ реакторов РБМК-1000. 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.

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. Кроме того, на комбинате в настоящее время прорабатываются варианты обращения с отработавшим ядерным топливом.

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

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

В 2013 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются многоступенчатой очистке на очистных сооружениях комбината. По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2013 г.

годовые выбросы в атмосферу большинства радионуклидов на ГХК уменьшились и были на четыре – шесть порядков ниже величины допустимых выбросов.

Таблица 3.12.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Co	2,34·10 ¹³	1,05·10 ⁷	9,27·10 ⁶	+1,23·10 ⁶
⁹⁰ Sr	2,65·10 ¹²	2,54·10 ⁸	1,31·10 ⁹	-1,06·10 ⁹
⁹⁵ Nb	3,02·10 ¹²	3,04·10 ⁶	6,98·10 ⁶	-3,94·10 ⁶
⁹⁵ Zr	3,38·10 ¹¹	3,04·10 ⁶	3,83·10 ⁶	-3,79·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	1,26·10 ¹²	4,90·10 ⁷	2,23·10 ⁸	-1,74·10 ⁸
¹³⁴ Cs	1,91·10 ¹¹	2,92·10 ⁶	2,78·10 ⁶	+0,04·10 ⁶
¹³⁷ Cs	3,51·10 ¹²	1,48·10 ⁸	4,04·10 ⁸	-2,56·10 ⁸
¹⁴⁴ Ce	6,88·10 ¹²	5,47·10 ⁷	1,12·10 ⁹	-1,07·10 ⁹
²³⁹ Pu	3,57·10 ¹²	1,61·10 ⁸	2,59·10 ⁷	+1,35·10 ⁸

Зона наблюдения комбината состоит из территории радиусом 20 км вокруг места расположения основного источника выбросов (объект 262/1, см. рис. 3.12.1) и 1000 км поймы р. Енисей вниз по течению реки от места сброса сточных вод. 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.

Сбросы радионуклидов в р. Енисей в 2013 г., представленные в табл. 3.12.2, не превышали установленных нормативов и находились в пределах 0,02 % (¹³⁴Cs) – 5 % (¹³⁷Cs) от допустимых сбросов. В 2013 г. в сбросах появился ²³⁹Pu. Как видно из приведенной ниже таблицы, основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Таблица 3.12.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Co	2,95·10 ¹²	1,39·10 ⁹	3,68·10 ⁹	-2,29·10 ⁹
⁹⁰ Sr	1,31·10 ¹²	1,07·10 ¹⁰	2,46·10 ¹⁰	-1,39·10 ¹⁰
¹⁰⁶ Ru	4,38·10 ¹²	4,77·10 ⁹	8,70·10 ⁸	+3,90·10 ⁹
¹³⁴ Cs	7,07·10 ¹¹	1,28·10 ⁸	7,00·10 ⁷	+5,80·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,90·10 ¹¹	1,55·10 ¹⁰	1,19·10 ¹⁰	-0,36·10 ¹⁰
¹⁴⁴ Ce	6,81·10 ¹²	6,37·10 ⁸	7,89·10 ⁹	-7,25·10 ⁹
¹⁵² Eu	1,17·10 ¹³	3,33·10 ⁸	2,10·10 ⁸	+1,23·10 ⁹
¹⁵⁴ Eu	1,19·10 ¹³	3,33·10 ⁸	3,40·10 ⁷	+2,99·10 ⁸
²³⁹ Pu	1,97·10 ⁹	8,85·10 ⁷	-	+8,85·10 ⁷

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиозэкологическим центром ГХК. В 2012 г. Радиозэкологическим центром ГХК контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (см. рис. 3.12.1):

- 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, 2 из которых фоновых;

- содержание радионуклидов в снеге в 15 точках, 2 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 (отбор проб производился с мая по октябрь); 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 11 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.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС. В 2013 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырех пунктах (рис. 3.12.2);

- за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 3.12.2) с помощью горизонтальных планшетов;

- за содержанием радионуклидов в почве и снеге во время маршрутных обследований (рис. 3.12.3) в пунктах, расположенных в разных направлениях от комбината в радиусе до 20 км;

- 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.

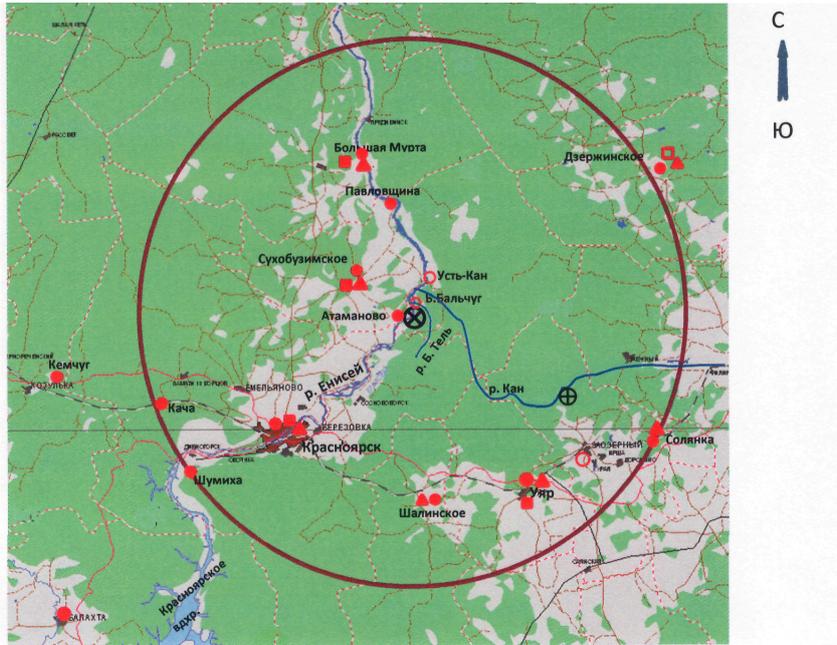


Рис. 3.12.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

- ⊗ – ГХК;
- ⊕ – ЭХЗ;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – планируемые наблюдения.

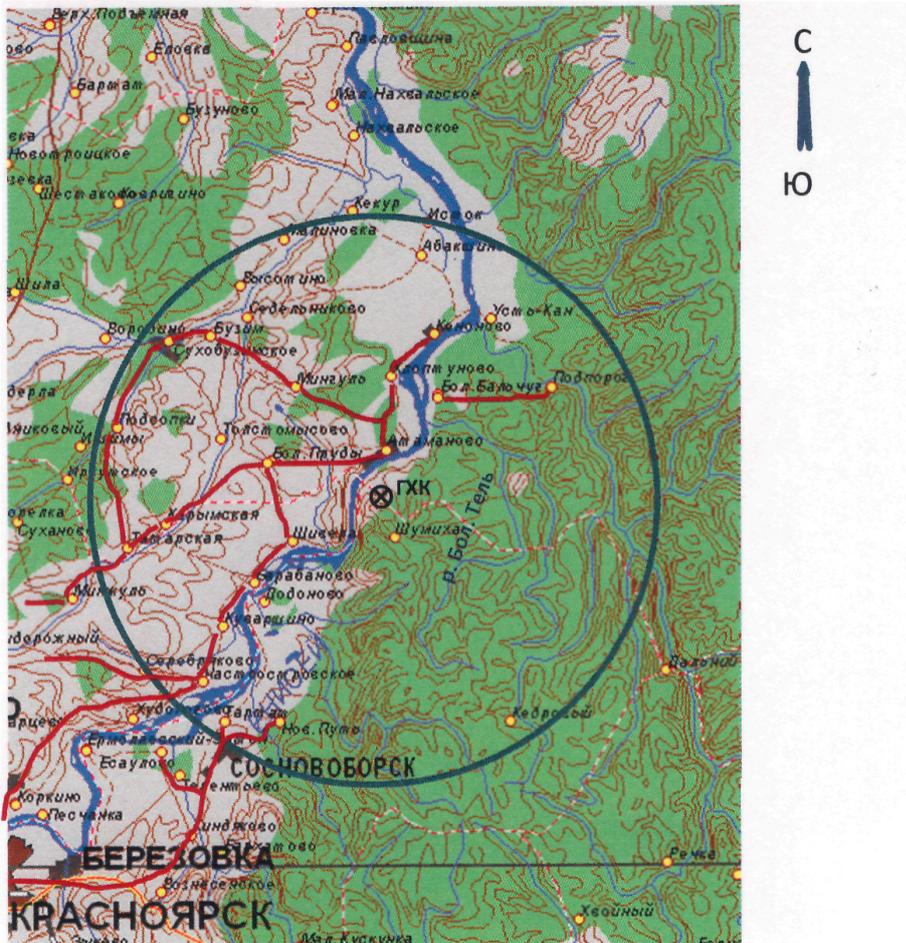


Рис. 3.12.3. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

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. 3.12.3 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных и суточных проб.

Таблица 3.12.3

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 2013 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра [23] (рис. 3.12.1) и Среднесибирского УГМС [22] (рис. 3.12.2))

Месяц		10 км на СВ, граница СЗЗ, т. 3	9 км на ЮЗ, г. Железно- горск, ЗН, т. 16	60 км на ЮЗ, г. Красно- ярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобузим- ское	67 км на ССЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр
Январь	с	52	39	23	163	180	56
	м	66	57	74	439	496	201
Февраль	с	36	39	12	88	128	33
	м	60	60	37	459	378	91
Март	с	18	26	16	58	66	31
	м	30	50	44	126	123	79
Апрель	с	19	26	10	41	39	22
	м	22	33	21	75	66	37
Май	с	16	13	9	17	20	11
	м	20	18	18	30	37	27
Июнь	с	60	19	9	23	32	15
	м	210	35	37	62	69	46
Июль	с	23	24	12	31	29	17
	м	30	30	32	78	66	43
Август	с	34	30	17	36	44	28
	м	51	44	40	67	104	78
Сентябрь	с	20	-	12	33	26	14
	м	28	-	25	101	82	39
Октябрь	с	25	25	14	36	34	17
	м	38	35	31	134	98	53
Ноябрь	с	22	15	10	38	38	22
	м	41	24	68	113	144	79
Декабрь	с	28	17	15	72	59	47
	м	36	30	35	210	185	99
Среднее:							
2013 г.		29	25	13	53	58	26
2012 г.		39	46	14	61	64	15

Примечание: -- нет данных из-за отсутствия электроэнергии.

Из табл. 3.12.3 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 2013 г. была ниже 2012 г. в 1,3 раза; в ЗН – в 1,8 раза. Объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по территории Западной Сибири ($18 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 2,2 и 2,6 раза соответственно. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК (по данным Среднесибирского УГМС) среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $9 \cdot 10^{-5}$ до $180 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдений за пределами СЗЗ и ЗН комбината в 2013 г были практически на уровне 2012 г., за исключением п. Уяр, где данный параметр увеличился в 1,7 раза по сравнению с прошлым годом. Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ превышало средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ по территории Западной Сибири в

п. Сухобузимское – в 2,9 раза, в п. Большая Мурта – в 3,2 раза, в п. Уяр – в 1,4 раза. В 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Красноярска осталась практически на уровне 2012 г. и была в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западной Сибири.

В 2013 г. в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано 5 случаев пятикратного превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем. Наиболее высокое значение концентрации суммы бета-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на станции Сухобузимское 25 – 26 декабря 2013 года ($210,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В результате γ -спектрометрического анализа в пробе повышенной активности был обнаружен только природный ⁷Be.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиозоологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.12.4. Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99/2009 [3]. Из табл. 3.12.4 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбинация объемная активность большинства радионуклидов была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ увеличилась по сравнению с 2012 г. в 1,3 раза; в ЗН – была на уровне значения предыдущего года, при этом содержание ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объемную активность ¹³⁷Cs ($4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³): в СЗЗ – в 10,4 раза, в ЗН – в 2,9 раза. Объемная активность ^{239,240}Pu увеличилась в СЗЗ в 1,8 раза, в ЗН уменьшилась в 2,3 раза и была на три порядка ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99/2009 [3]. Объемная $\Sigma\alpha$ радионуклидов в приземном слое атмосферы по сравнению с 2012 годом в СЗЗ уменьшилась в 1,3 раза, в ЗН – в 1,2 раза.

Таблица 3.12.4

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

Радионуклид	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 3.12.1)				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		
	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	
⁶⁰ Co	<1	< 10	< 10	< 10	11
⁹⁰ Sr	<20	95	< 20	120	2,7
⁹⁵ Zr	<10	< 10	< 10	< 10	23
⁹⁵ Nb	< 10	< 10	< 10	< 10	72
¹⁰³ Ru	-	-	-	-	46
¹⁰⁶ Ru	< 10	< 10	< 10	< 10	4,4
¹³¹ I	-	-	-	-	7,3
¹³⁷ Cs	47	35	13	15	27
¹⁴⁰ Ba	-	-	-	-	22
¹⁴¹ Ce	-	-	-	-	33
¹⁴⁴ Ce	<3	93	<3	33	3,3
^{239,240} Pu	2,8	1,6	0,8	1,8	$2,5 \cdot 10^{-3}$
$\Sigma\alpha$	390	510	470	570	-
$\Sigma\beta$	2900	3900	2500	4600	-

В табл. 3.12.5 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 3.12.1), проведенного ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и Департаментом Росгидромета по Сибирскому федеральному округу.

Таблица 3.12.5

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2009–2013 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
^{137}Cs							
Большая Мурта	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
	2012	3,9	7,2	11,0	2,6	6,2	4,5
	2013	3,3	н	8,2	4,5	1,3	4,5
Красноярск (опытное поле)	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
	2012	н	1,6	4,0	0,3	1,7	4,5
	2013	1,3	1,5	1,2	4,0	2,0	4,5
Сухобузимское	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
	2012	2,4	6,2	8,7	1,8	4,8	4,5
	2013	1,8	н	14,0	2,8	4,9	4,5
Уяр	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
	2012	0,7	4,7	5,4	н	3,0	4,5
	2013	1,2	7,3	7,0	1,7	4,3	4,5
^{90}Sr							
Большая Мурта	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	-	1,5	1,5
	2012	0,7	6,1	4,1	0,5	2,9	1,5*
	2013	0,6	1,9	1,7	1,2	1,4	1,3
Красноярск (опытное поле)	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	-	2,5	1,5
	2012	1,9	3,0	2,8	1,6	2,3	1,5*
	2013	2,6	2,4	2,2	3,7	2,7	1,3
Сухобузимское	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	-	2,8	1,5
	2012	1,3	3,2	4,0	2,2	2,7	1,5*
	2013	1,3	2,8	2,4	1,5	2,0	1,3
Уяр	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	-	1,2	1,5
	2012	0,4	1,2	1,8	0,5	1,0	1,5*
	2013	0,3	1,3	2,1	0,6	1,1	1,3

Примечания: н – ниже порога обнаружения;

* – без учета Астрахани (проба не поступила).

Из табл. 3.12.5 видно, что содержание ^{137}Cs 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.

наблюдалось увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения, что, по-видимому, было связано с поступлением в атмосферу аварийных выбросов на АЭС «Фукусима-1». В 2013 г. среднегодовые объемные активности радионуклида снизились по сравнению с 2012 г.: п. Большая Мурта – в 4,8 раза; п. Уяр – в 1,4 раза; в Красноярске и п. Сухобузимское – остались на уровне предыдущего года.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения не превышали средне-взвешенного значения для территории Западной Сибири ($4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Самая высокая средне-квартальная объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в пробах, отобранных в III квартале в п. Сухобузимское ($14,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), максимальная среднегодовая объемная активность ^{137}Cs также наблюдалась в указанном пункте ($4,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Указанные величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99/2009 ($\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 27$ Бк/м³) [3].

Содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в Красноярске и п. Уяр находилось практически неизменным с 2011 по 2013 г., в п. Большая Мурта и п. Сухобузимское в 2013 г. уменьшилось по сравнению с 2012 г. в 2,1 и 1,4 раза соответственно. В Красноярске и п. Сухобузимское содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы было в 2,1 и 1,5 раза выше средне-взвешенного значения по Западной Сибири ($1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Радиоактивные выпадения

В 2013 г. Радиоэкологическим центром ГХК 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 Радиоэкологического центра ГХК, $\Sigma\beta$ выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне или была ниже 2012 г. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2013 г., как и ранее, наблюдались в 15 км на северо-восток от ГХК (с. Б. Бальчуг) (рис. 3.12.1) и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ^{137}Cs . В 2013 г. выпадения ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и фоновых точках (п. Емельяново, д. Сухая/д. Крутая) остались практически на уровне 2012 г. 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 2013 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 3.12.1. Средне-месячные и максимальные за каждый месяц суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ГХК приведены в табл. 3.12.6. Из таблицы 3.12.6 видно, что в 2013 г. средняя по 100-км зоне ГХК $\Sigma\beta$ выпадений осталась на уровне 2012 г. и была в 1,4 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири ($1,3$ Бк/м²·сутки). Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,6–1,0 Бк/м²·сутки.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2013 г., Бк/м²-сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	
Большая Мурта	с	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,9	0,7	1,1	0,8	1,1	0,8	0,8
	м	1,7	1,4	2,5	2,0	1,8	1,8	1,6	2,9	1,9	2,8	1,4	2,3		
Дзержинское	с	0,7	0,8	0,7	1,2	0,9	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8
	м	1,7	3,6	1,5	4,2	5,0	2,3	2,2	3,8	2,2	2,0	2,0	2,3		
Красноярск (опытное поле)	с	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7
	м	2,3	3,3	1,5	1,6	1,2	1,0	1,8	2,0	1,1	1,5	3,0	1,6		
Солянка	с	1,6	0,7	0,8	0,9	1,2	1,4	0,8	0,9	0,7	1,2	1,2	0,7	1,0	0,8
	м	7,8	2,0	2,4	2,1	4,2	11,4	3,2	3,5	1,9	3,2	2,6	2,9		
Сухобузимское	с	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	0,7	0,7	1,2	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9
	м	2,0	2,0	2,7	3,6	2,0	1,6	2,0	5,6	3,5	2,0	1,5	2,2		
Уяр	с	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,7	1,0	0,8	0,6	1,1	0,9	0,8	0,9	0,8
	м	1,7	1,4	4,2	1,5	3,6	2,1	3,4	2,2	1,5	3,9	2,5	1,7		
Шалинское	с	0,8	0,9	0,9	0,8	1,0	0,5	0,8	0,9	0,8	1,2	0,9	0,8	0,9	0,8
	м	2,9	3,0	2,6	1,7	2,4	1,4	2,6	2,7	3,1	3,7	2,0	1,5		
Среднее по 100-км зоне:	2013 г.	1,1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	
	2012 г.	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,9	0,9	1,0	0,7	0,8	0,9		

Почва, растительность

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2013 г. производился Радиозоологическим центром ГХК с помощью специального ядра с фиксированной площадью отбора. На каждом участке контроля отбиралось по две параллельные пробы почвы на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего 10-см слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы.

Контроль удельной активности техногенных радионуклидов в растительности осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор проб почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельные пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади. Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения.

В табл. 3.12.7 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 3.12.8 видно, что плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2013 г. составляла от 0,8 до 4,2 кБк/м². Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,5 кБк/м². Удельная активность ¹³⁷Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от 0,20 до 1,00 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках 0,35 – 0,95 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в точках отбора проб (8–13 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного γ -фона.

В 2013 г. Среднесибирское УГМС 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. 3.12.2. Гамма-съемка местности производилась с февраля по сентябрь в 92 точках по четырем маршрутам. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

**Содержание ¹³⁷Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2013 г.
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 3.12.1)	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	33±4	0,52±0,11	1,9±0,2	0,26±0,05	11±2
9 км на северо-восток, т. 2	55±7	0,43±0,09	4,2±0,5	0,17±0,03	10±2
10 км на северо-восток, т. 3	19±2	0,40±0,11	2,0±0,2	0,17±0,05	10±2
11 км на северо-восток, т. 4	11±1	0,32±0,07	0,8±0,1	0,09±0,02	12±3
10,5 км на северо-восток, т. 5	25±4	0,62±0,13	1,2±0,2	0,20±0,04	8±2
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	16±2	0,41±0,10	1,3±0,2	0,07±0,02	14±3
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	31±4	0,93±0,15	2,6±0,3	0,43±0,07	14±3
1 км на северо-восток, т. 8	15±2	0,25±0,05	1,5±0,2	0,06±0,01	12±3
3 км на юг, т. 9	16±2	0,42±0,09	1,3±0,2	0,20±0,04	12±3
4 км на юго-запад, т. 10	18±2	<0,20	1,2±0,2	<0,50	11±3
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	21±3	1,00±0,20	3,0±0,4	0,13±0,02	10±2
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	26±3	0,22±0,06	1,5±0,2	0,09±0,02	13±3
9 км на юго-запад, г. Железногорск, т. 16	17±2	0,41±0,10	1,3±0,2	0,20±0,05	12±3
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	23±3	0,35±0,08	1,5±0,2	0,08±0,02	9±2
73 км на запад, д. Крутая	28±4	0,97±0,19	1,5±0,2	0,50±0,10	9±2

В период с 15 мая по 18 июня 2013 года Среднесибирским УГМС были отобраны 5 проб почвы в населенных пунктах: Новый Путь, Додоново, Большой Бальчуг, Тартат, Толстомысово. Пробы почвы отбирались геологическими кольцами методом «конверта»; глубина отбора составляла 5 см.

Измеренные в точках отбора проб значения МЭД находились в пределах колебаний естественного γ-фона и не превышали 18 мкР/ч.

Результаты анализа проб почвы приведены в табл. 3.12.8. Согласно этим данным, во всех пробах (за исключением пробы, отобранной возле д. Додоново) был зарегистрирован ¹³⁷Cs. Наибольшее загрязнение цезием-137 имеет проба, отобранная на целинном участке местности д.Толстомысово (плотность загрязнения составила 0,63 кБк/м², что в 1,3 раза превышает фоновый уровень загрязнения для территории России (не более 1,9 кБк/м²).

Таблица 3.12.8

**Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2013 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность Σβ, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				Удельная активность, Бк/кг	Плотность загрязнения, кБк/м ²
Большой Бальчуг	18.06	0,304	⁴⁰ K	390,0	643,4
			²²⁶ Ra	11,3	18,6
			²³² Th	160	26,4
			¹³⁷ Cs	7,1	11,7
Додоново	18.06	0,186	⁴⁰ K	340,0	656,8
			²²⁶ Ra	22,0	42,5
			²³² Th	12,8	24,7
			¹³⁷ Cs	-	-

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				Удельная активность, Бк/кг	Плотность загрязнения, кБк/м ²
Новый Путь	15.05	0,295	⁴⁰ K	380,0	808,6
			²²⁶ Ra	11,0	23,4
			²³² Th	19,0	40,4
			¹³⁷ Cs	3,8	8,1
Тартат	15.05	0,271	⁴⁰ K	450,0	718,7
			²²⁶ Ra	23,0	36,7
			²³² Th	6,6	10,5
			¹³⁷ Cs	9,8	15,7
Толстомысово	14.06	0,171	⁴⁰ K	310,0	495,1
			²²⁶ Ra	11,0	17,6
			²³² Th	17,7	28,3
			¹³⁷ Cs	10,6	16,9

Примечание: - – ниже предела измерения.

Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2013 г. отбирались Радиоэкологическим центром ГХК в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 21 февраля по 14 марта. Места отбора проб выбирались с учетом возможного загрязнения снежного покрова в результате ветрового выноса радионуклидов из открытых хранилищ радиоактивных отходов, а также за счет газоаэрозольных выбросов из вентиляционных труб ГХК. В каждой точке контроля отбирались по две параллельные пробы с площади от 0,20 до 2,4 м² на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 37,7 до 105,8 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. 3.12.9, 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 ¹³⁷Cs. Из табл. 3.12.9 видно, что максимальное значение плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (44 Бк/м²) было зарегистрировано в точке 1, расположенной в 9,5 км на северо-восток от источника выбросов, а также в точке 15 (д. Большой Бальчуг) – 43 Бк/м². В остальных точках плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ СЗЗ и ЗН ГХК была в основном на уровне фона.

В 2013 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС в период с 13 февраля по 13 марта были отобраны 12 проб снега возле населённых пунктов (см. рис. 3.12.2): Мингуль, Толстомысово, Атаманово, Хлопуново, Кононово, Большие Пруды, Барабаново, Шивера, Додоново, Большой Бальчуг, Новый Путь, Тартат и 1 проба («фоновая») – на территории метеостанции Красноярск (опытное поле). Для концентрирования радиоактивности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию. Наибольшие концентрации суммы бета-активных радионуклидов были зарегистрированы в талой воде проб снега, отобранных возле д. Хлопуново (0,83 Бк/л). В 2013 г. ¹³⁷Cs был зарегистрирован только в пробе снега, отобранной в с. Атаманово, в остальных пунктах пробоотбора содержание радионуклида было ниже предела измерения (табл. 3.12.10).

Таблица 3.12.9

**Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2013 г.
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1 и 354 (рис. 3.12.1)	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, Бк/м ²	
	Σβ, Бк/л	¹³⁷ Cs, мБк/л	Σβ	¹³⁷ Cs
Санитарно-защитная зона				
9,5 км на северо-восток, т. 1	0,44±0,07	3,9±0,9	44±7	0,39±0,09
9 км на северо-восток, т. 2	0,29±0,05	3,8±0,9	34±6	0,44±0,10
10 км на северо-восток, т. 3	0,22±0,04	3,9±1,1	18±3	0,33±0,09
11 км на северо-восток, т. 4	0,14±0,02	3,7±0,9	19±3	0,49±0,12
8 км на северо-восток, т. 5	0,18±0,03	4,6±1,1	16±3	0,41±0,10
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,17±0,03	2,5±0,7	17±3	0,26±0,08
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,22±0,04	6,3±1,4	37±7	1,10±0,20
1 км на северо-восток, т. 8	0,17±0,03	3,9±0,9	27±5	0,39±0,09
3 км на юг, т. 9	0,20±0,03	2,6±0,8	39±7	0,50±0,14
4 км на юго-запад, т. 10	0,15±0,03	1,9±0,7	16±3	0,20±0,07
Зона наблюдения				
8 км на север, п/л «Таежный», т. 14	0,33±0,05	4,5±1,1	34±6	0,46±0,12
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,35±0,06	2,5±0,7	43±8	0,30±0,09
9 км на запад, г. Железногорск, т. 16	0,24±0,04	< 1,0	18±3	< 0,1
Контрольные точки				
70 км на запад, п. Емельяново	0,27±0,05	1,5±0,4	12±2	0,07±0,02
72 км на запад, д. Сухая	0,23±0,04	1,8±0,5	19±3	0,16±0,04

Таблица 3.12.10

**Содержание Σβ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2013 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, Бк/м ²	
		Σβ, Бк/л	¹³⁷ Cs, мБк/л	Σβ	¹³⁷ Cs
Атаманово	01.03	0,59	0,003	35,6	0,185
Барабаново	11.03	0,44	нпи	29,4	нпи
Большой Бальчуг	01.04	0,43	нпи	22,4	нпи
Большие Пруды	07.03	0,76	нпи	46,5	нпи
Додоново	29.03	0,66	нпи	21,0	нпи
Кононово	28.02	0,32	нпи	26,2	нпи
Мингуль	26.02	0,37	нпи	18,3	нпи
Новый Путь	27.03	0,77	нпи	32,7	нпи
Тартат	28.03	0,44	нпи	30,8	нпи
Хлоптуново	27.02	0,83	нпи	44,9	нпи
Шивера	12.03	0,42	нпи	26,2	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	01.03	0,26	нпи	18,2	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиоэкологическим центром 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. 3.12.1, 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. 3.12.1, 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. 3.12.11, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99/2009 [3].

Из табл. 3.12.11 видно, что ниже выпуска сбросных вод ГХК в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили ^{90}Sr ($T_{1/2}=28$ лет) и ^{137}Cs ($T_{1/2}=30$ лет). По сравнению с 2012 г. содержание ^{90}Sr в воде в 250 м ниже сброса уменьшилось в 2,2 раза, содержание ^{137}Cs увеличилось в 3 раза. В 10 км ниже сброса содержание ^{137}Cs не изменилось относительно 2012 г., ^{90}Sr – уменьшилось в 1,6 раза. С увеличением расстояния от места сброса сточных вод объемные активности радионуклидов в воде уменьшаются. Так в 10 км ниже выпуска сбросных вод содержание ^{90}Sr в воде в 1,4 раза меньше, чем в 250 м ниже места сброса. Концентрации всех обнаруженных радионуклидов на три – семь порядков ниже УВ по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.12.11

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2013 г., Бк/л
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт контроля (рис. 3.12.1)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [12]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б. Бальчуг), т. 2	
^{60}Co	<0,001	< 0,001	40
^{90}Sr	0,0041±0,0013	0,0029±0,0006	4,9
^{106}Ru	< 0,003	< 0,003	20
^{134}Cs	< 0,0001	< 0,0001	7,2
^{137}Cs	0,003±0,001	< 0,001	11
^{144}Ce	< 0,006	< 0,006	26
^{152}Eu	< 0,001	< 0,001	98
^{154}Eu	< 0,0003	< 0,0003	69

Примечание: фоновые объемные активности в 2013 г. для ^{90}Sr – 2,6 мБк/л, для ^{137}Cs – < 1 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново)

В 2013 г. Среднесибирское УГМС осуществляло мониторинг загрязнения воды в р. Енисей в створе на расстоянии 250 км вниз по течению от ГХК (п. Широкий Лог). Пробы отбираются ежемесячно с мая по сентябрь и высылаются в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» на γ -спектрометрический анализ. Содержание ^{137}Cs в данном пункте в среднем было менее 0,0005 Бк/л. На расстоянии 1650 км вниз по течению от ГХК (п. Игарка) в р. Енисей Среднесибирское УГМС производит отбор проб воды с целью последующего анализа на содержание в ней ^{90}Sr и ^3H . Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2013 г., по данным Западно-Сибирского УГМС, была практически на уровне 2012 г. (5,9 мБк/л) и составила 6,5 мБк/л, что несколько выше уровня средней объемной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (4,9 мБк/л). Среднегодовая объемная активность ^3H в пробах воды, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», составляла 2,1 Бк/л, что практически на уровне 2012 г. (2,6 Бк/л).

В 2013 г. в период с 25 апреля по 27 июня Среднесибирским УГМС во время маршрутных обследований были отобраны 9 проб воды (табл. 3.12.12). Вода отбиралась в реках возле населенных пунктов, где возможно обнаружение радионуклидов техногенного характера (Атаманово, Большой Бальчуг, Усть-Кан, Додоново, Кононово, Хлоптуново, Павловщина). «Фоновая» проба воды была отобрана в р.Енисей возле речного вокзала г.Красноярск. Наибольшая радиоактивность речной воды была зарегистрирована в двух пробах, отобранных в р. Енисей (населенные пункты Атаманово и Павловщина), и в пробе, отобранной в р.Большая Тель (населенный пункт Большой Бальчуг). ОА суммы бета-активных продуктов в этих пробах составила 1,00 Бк/л, 0,98 Бк/л и 1,22 Бк/л соответственно. В пробе воды, отобранной в р. Енисей возле д. Павловщина, обнаружен ^{137}Cs , объемная активность которого составила $6,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/л.

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 осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 3.12.1). В 2013 г. отбор проб производился с мая по октябрь. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 3.12.13.

Таблица 3.12.12

**Объемная $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2013 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	25.04	8	12	0,72 (0,59)
р. Енисей, д. Павловщина	25.04	14	8	0,98 (0,89)
р. Енисей, с. Атаманово	25.04	13	11	1,00 (0,80)
р. Енисей, д. Хлопуново	25.04	9	8	0,33 (0,78)
р. Кан, п. Усть-Кан	27.06	-	-	1,00 (0,67)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	18.06	18	12	0,79 (0,93)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	18.06	14	13	1,22 (1,00)
р. Енисей, д. Додоново	18.06	15	12	0,58 (0,71)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	15.05	13	16	0,64 (0,45)

Примечания: в скобках приведены данные за 2012 г.;
- - измерения не проводились.

Из табл. 3.12.13 видно, что в 2013 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [3]. Повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 3.12.11, примечание) выявлено в воде почти всех ручьев, что связано в основном с миграцией радионуклидов с загрязненных участков территорий, примыкающих к промплощадке предприятия. Максимальные объемные активности ^{90}Sr (0,110 Бк/л) имели место в ручье № 2 (т.6); ^{137}Cs (0,068 Бк/л) – в ручье № 3, однако они были соответственно в 45 и 162 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [3]. Максимальное содержание ^{137}Cs в пробах воды на порядок, а ^{90}Sr – на два порядка превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Таблица 3.12.13

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов
в окрестностях ГХК в 2012 г., Бк/л
(данные Радиозэкологического центра ГХК)**

Пункт контроля (рис. 3.12.1)	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239, 240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
ручей № 1, устье, т. 4	0,005	0,014		<0,001	0,07	<0,20
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	0,005	0,009	<0,01		0,11	<0,20
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	0,003	0,110	<0,01		0,13	<0,20
ручей № 2, устье, т. 7	0,009	0,100	0,011	<0,001	0,026	0,22
ручей № 3, устье, т. 8	0,068	0,054	<0,01	<0,001	0,03	
ручей № 4, устье, т. 9	<0,001	0,008			0,08	<0,20
ручей № 5, устье, т. 10	0,003	<0,005	<0,01		0,026	<0,20
ручей № 6, устье, т. 11	0,003	0,012			0,10	<0,20
р. Шумиха, устье, т. 12	0,014	0,14	<0,01	<0,001	<0,02	0,22
р. Б. Тель, т. 13	<0,001	0,012				<0,20
ручей Тимофеев, устье, т. 14				<0,001	<0,1	<0,20
УВ по НРБ-99/2009 [12]	11	4,9	40	0,55	0,2	1

Контроль радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСКРО. По данным Радиозэкологического центра ГХК, в 2013 г. среднегодовое значение МЭД составило

0,11 мкЗв/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует γ -фону Западно-Сибирского региона.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС. Значения МЭД в 2013 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, не превышали 0,20 мкЗв/ч, находились в пределах колебаний естественного радиоактивного γ -фона и не превышали установленного для перехода на оперативный радиационный контроль значения (0,30 мкЗв/ч).

Таким образом, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2013 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 наблюдаются техногенные радионуклиды, отсутствующие в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность радионуклидов, обусловленная выбросами предприятия, в атмосферном воздухе в СЗЗ и населенных пунктах была значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009. Текущие выбросы радионуклидов в атмосферу не оказывали влияния на увеличение загрязнения территории в 20-км зоне. Содержание цезия-137 в почве в основном соответствовало глобальному уровню. 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 два порядка превышает 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.

3.13. 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. Подробное описание производств СХК приведено в [6].

Для территории СХК характерно направление розы ветров с юго-запада на северо-восток – доля ветров данного направления является преобладающей. Общая площадь санитарно-защитной зоны СХК составляет 192 км² с протяженностью границы по периметру 68 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 1560 км² с протяженностью границы по периметру 240 км, в т.ч. вдоль русла рек Томь и Обь – 75 км. В СЗЗ СХК находятся населенные пункты: г. Северск и д. Чернильщиково. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населенных пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к СЗЗ СХК [22].

Производственная деятельность СХК сопровождается образованием низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. Подробное описание обращения с радиоактивными отходами на СХК приведено в [6].

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 [23], относятся к третьему уровню по Международной шкале оценки событий на атомных станциях и классифицируются как серьезные нарушения. В 2013 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината. В соответствии с соглашением между Томской областью и Росатомом госкорпорация приступает к реализации двух масштабных проектов с общим объемом инвестиций в 100 миллиардов рублей на площадке ОАО «Сибирский химический комбинат». Первый – строительство нового конверсионного производства. Капитальные вложения в проект оцениваются в пределах 12 миллиардов рублей. Его реализация начнется в конце года. Второй проект – создание опытно-демонстрационного комплекса с реактором БРЕСТ-300 и пристанционным ядерным топливным циклом.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят: ^{90}Sr , α -, β -активные радионуклиды. По данным, в 2013 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли (см. табл. 3.13.1) 0,4 % (для суммы β -активных радионуклидов) и 45,7 % (для суммы α -активных радионуклидов) от допустимых выбросов. В 2013 г. выбросы $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ остались практически на уровне 2012 г.; выбросы ^{90}Sr уменьшились в 3,2 раза.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашки в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1, в который поступали радиоактивные стоки. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильщикова (Чернильщиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к значительному накоплению радионуклидов в донных отложениях и биоте, а также в прибрежной (затопляемой) части местности.

Таблица 3.13.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		2013 г.	2012 г.	
^{90}Sr	$5,18 \cdot 10^9$	$7,61 \cdot 10^7$	$2,42 \cdot 10^8$	$-1,66 \cdot 10^8$
$\Sigma\alpha$	$6,81 \cdot 10^9$	$3,11 \cdot 10^9$	$2,93 \cdot 10^9$	$+0,18 \cdot 10^9$
$\Sigma\beta$	$6,88 \cdot 10^{11}$	$2,92 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^9$	$-0,32 \cdot 10^9$

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

В связи с остановкой в 2008 г. последних реакторов радионуклиды в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, в 2013, как и в 2012 г., зарегистрированы не были.

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. 3.13.1).

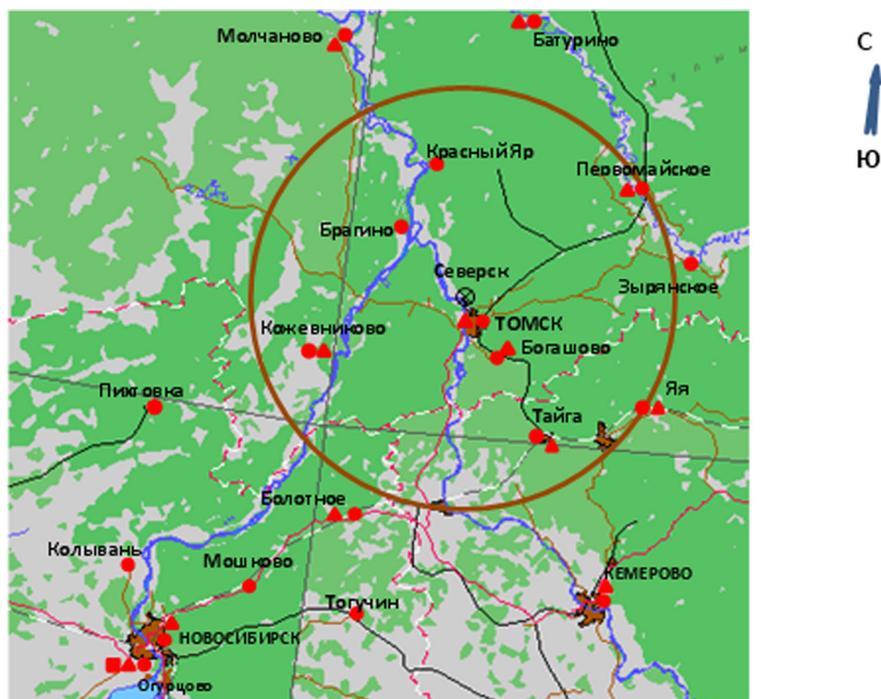


Рис. 3.13.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

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

В 2013 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

– 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 30-км зоне СХК измерялась суммарная бета-активность снега;

– мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности во время маршрутных обследований, а также в 100-км зоне влияния СХК на 11 станциях СНЛК, 4 ПНЗ в г. Томске и 18 постах АСМРО 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-07Д «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 2013 г., а также для сравнения за 2009–2012 гг. приведены в табл. 3.13.2. Из табл. 3.13.2 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ аэрозолей в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в течение последних 5 лет существенно не менялась, и в 2013 г. составила $3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня 2012 г., равного $4,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в августе – $13,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ – в январе ($4,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев повышенной объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе (превышение в 5 и более раз фонового уровня за предыдущий месяц) в г. Колпашево в 2013 г. не наблюдалось.

Таблица 3.13.2

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	
$\Sigma\beta, 10^{-5}$													
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
2012	4	3	6	7	4	5	7	4	5	3	3	3	5
2013	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
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
2012	0,3			0,5			0,5			0,3			0,4
2013	0,3			0,5			0,6			0,3			0,4
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
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
2012	3,0			н			5,3			1,8			2,7
2013	н			1,5			4,9			н			1,6

Примечания: * – пробы не отбирались;
н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе в г. Колпашево в 2013 г. имела значение $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,7 раза ниже 2012 г. ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) (см. табл. 3.13.2).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2013 г. ($0,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) (см. табл. 3.13.2) была равна значению за 2012 г., что в 4,3 раза ниже взвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона ($1,3 \cdot 10^{-7}$ 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. 3.13.3 [21].

Из табл. 3.13.3 видно, что в 2013 г. $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне была на уровне выпадений вне этой зоны. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне СХК в 2013 г. были в 1,3 раза меньше, чем в 2012 г., и были в пределах средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений по территории Западной Сибири (1,3 Бк/м²·сутки).

Таблица 3.13.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в районе размещения СХК в 2013 г., Бк/м²·сутки

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013 г.	2012 г.	
В 30-км зоне															
АМСГ-I (Томск)	с	1,3	0,8	1,5	1,4	1,7	1,1	1,2	1,4	1,2	1,0	**	**	1,3	1,8
ЗСФ ФГБУ	м	2,6	2,4	3,8	3,8	4,3	4,3	2,1	3,6	3,0	1,9	**	**		
Авиаметтелеком														3,2	5,2
Росгидромета															
М-П	с	1,1	0,9	1,3	1,5	1,5	1,4	1,0	1,2	1,3	1,5	1,1	0,8	1,2	1,7
(Томск)	м	2,9	2,1	3,1	3,3	3,4	3,4	3,4	3,0	2,9	3,3	2,4	1,7	2,9	6,1
Зоркальцево	с	1,4	1,0	1,0	1,5	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	**	**	1,2	1,6
	м	3,5	2,5	2,5	3,4	2,4	2,5	2,5	2,8	3,0	3,0	**	**	2,8	3,9
Козюлино	с	1,2	1,1	1,0	1,6	1,4	1,1	0,8	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,6
	м	3,2	2,3	2,2	3,1	3,2	3,0	2,2	2,5	3,2	1,8	5,6	2,0	2,9	4,2
Наумовка	с	1,2	1,5	1,3	1,3	1,1	1,3	1,1	1,5	1,2	1,1	**	**	1,3	1,6
	м	2,0	3,6	2,9	2,9	2,8	4,4	2,7	4,0	2,4	2,8	**	**	3,1	4,6
Самусь	с	1,1	1,3	1,3	1,8	1,3	1,3	1,4	1,1	1,2	1,2	**	**	1,3	1,5
	м	3,0	3,7	2,6	4,5	3,6	3,0	3,3	3,6	2,2	2,0	**	**	3,2	5,4
Светлый	с	1,2	1,0	1,1	1,3	1,1	0,8	1,1	1,3	0,9	1,2	**	**	1,1	1,5
	м	2,8	2,9	2,2	3,5	2,7	2,0	2,8	3,4	1,8	3,9	**	**	2,8	4,6
Среднее по 30-км зоне:															
	2013 г.	1,2	1,1	1,2	1,5	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	0,9	1,2	
	2012 г.	1,7	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,7		1,6
В 100-км зоне															
Болотное*	с	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,0	1,0	1,7	0,8	1,0	1,3	1,0	1,1	1,7
	м	2,1	2,9	2,4	2,8	3,1	2,1	3,2	4,1	2,1	2,4	6,6	2,5	3,0	5,0
Кожевниково	с	1,3	1,1	1,2	1,6	1,3	1,1	0,9	1,0	0,9	1,4	1,2	1,1	1,2	1,6
	м	3,6	2,8	3,6	3,0	2,6	3,8	2,3	2,5	2,5	3,6	4,6	2,1	3,1	5,7
Первомайское	с	1,0	1,3	1,0	1,3	1,3	1,4	0,9	0,9	1,0	1,5	1,2	1,3	1,2	1,6
	м	2,6	3,1	2,4	3,2	2,4	4,3	2,5	3,0	2,1	2,5	4,5	2,9	3,0	5,4
Тайга*	с	1,2	1,3	1,0	1,5	1,3	1,5	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,7
	м	3,1	4,0	3,0	2,7	3,2	3,2	3,6	3,3	3,2	3,3	5,7	3,7	3,5	4,7
Яя*	с	1,1	1,1	1,2	1,5	1,4	1,1	1,2	0,8	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,6
	м	2,5	3,3	3,1	3,5	2,8	4,1	2,7	2,4	3,7	3,8	3,1	6,3	3,4	4,9
Среднее по 100-км зоне:															
	2013 г.	1,1	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0	1,1	1,0	1,3	1,2	1,2	1,2	
	2012 г.	1,7	1,5	1,8	1,5	1,6	1,5	1,8	1,8	1,7	1,5	1,4	1,7		1,6
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	1,2	1,2	1,2	1,7	1,5	1,6	1,5	1,0	1,1	1,1	1,1	1,4	1,3	1,6
	м	3,2	3,7	2,8	2,8	3,5	3,9	2,9	2,5	2,7	2,1	2,4	5,3	3,2	5,0
Батурино	с	1,5	1,3	0,8	1,0	1,7	1,3	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	0,9	1,2
	м	2,8	3,4	2,6	2,4	3,6	2,4	2,6	3,0	3,1	2,9	3,9	3,1	3,0	4,7
Колпашево	с	1,3	1,5	1,5	1,7	1,2	1,0	1,1	1,3	1,0	1,2	1,0	1,0	1,2	1,8
	м	2,8	2,9	3,8	3,7	3,5	2,4	5,2	2,7	2,9	3,0	2,5	2,0	3,1	7,3
Молчаново	с	1,1	1,2	1,1	1,7	1,4	1,2	1,1	1,2	1,0	1,2	1,3	0,9	1,2	1,4
	м	3,7	2,6	2,5	3,1	2,8	3,4	2,3	3,1	3,6	3,2	5,4	3,3	3,3	4,7
Среднее вне 100-км зоны:															
	2013 г.	1,3	1,3	1,2	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	
	2012 г.	1,8	1,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,4	1,8	1,6	1,6	1,4	1,5		1,6

Примечание: * – пункты отбора проб, входящие в 100-км зону СХК, административно расположенные на территориях Кемеровской (Тайга, Яя) и Новосибирской (Болотное) областей;
 ** – отбор выпадений с октября 2013 г. не проводится.

Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе Козюлино в ноябре 2013 г. и составила 5,6 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная $\Sigma\beta$ выпадений, равная 6,6 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована на станции М-II Болотное в ноябре 2013 г. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений (5,4 Бк/м²·сутки) была зафиксирована на станции Молчаново в ноябре 2013 г. Случаев превышения фонового значения за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2013 г. в районе размещения СХК зарегистрировано не было.

В 12-км зоне наблюдения СХК суммарная удельная активность ⁹⁰Sr в пробах выпадений за I – III кварталы 2013 г. была больше почти в 1,2 раза (до 0,63 Бк/м²) по сравнению с I – III кварталами 2012 г. (0,50 Бк/м²).

В 100-км зоне наблюдения СХК на территории Томской области загрязнение выпадений из атмосферы ⁹⁰Sr за первые три квартала 2013 г. почти не изменилось (0,43 Бк/м²) по сравнению с 2012 г. (0,42 Бк/м²).

Процесс увеличения суммарной удельной активности ⁹⁰Sr в пробах выпадений за первые три квартала 2013 г. наблюдался и в 100-км зоне наблюдения РОО СХК на территории Кемеровской области до 0,79 Бк/м² по сравнению с 2012 г. (0,65 Бк/м²). За весь 2013 г. удельная активность ⁹⁰Sr на этой территории также увеличилась в 1,1 раза (до 1,03 Бк/м²·год) по сравнению с 2012 г. (0,97 Бк/м²·год).

На территории Новосибирской области в 100-км зоне наблюдения РОО суммарное количество ⁹⁰Sr в пробах выпадений немного уменьшилось (в 1,4 раза) за первые три квартала 2013 г. – СХК – до 0,68 Бк/м² по сравнению с 2012 г. (0,95 Бк/м²).

В 12-км зоне наблюдения СХК с октября 2013 г. прекращен отбор проб на АМСГ Томск и 4 постах (Зоркальцево, Наумовка, Самусь и Светлый), сумма выпадения ¹³⁷Cs из приземной атмосферы за 9 месяцев 2013 г. уменьшилась почти в 2 раза (0,7 Бк/м²) по сравнению с данными за тот же период 2012 г. (1,3 Бк/м²). Максимальное количество выпадения ¹³⁷Cs зафиксировано в III квартале – 0,4 Бк/м²·квартал.

На территории Томской области в 100-км зоне наблюдения СХК загрязнение выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs за 2013 г. также уменьшилось почти в 2,2 раза (до 0,5 Бк/м²·год) по сравнению с 2012 г. (1,1 Бк/м²·год). Максимальное количество выпадения ¹³⁷Cs зафиксировано в IV квартале – 0,3 Бк/м²·квартал.

На территории Кемеровской области в 2013 г. в 100-км зоне наблюдения СХК количество ¹³⁷Cs в пробах выпадений значительно сократилось, во всех квартальных пробах было меньше минимально измеряемой активности.

На территории Новосибирской области в 2013 г. в 100 км зоне наблюдения СХК количество ¹³⁷Cs в квартальных пробах выпадений увеличилось почти в 1,2 раза – до 1,6 Бк/м²·год, в 2012 г. – 1,3 Бк/м²·год.

Максимальная плотность выпадения ¹³⁷Cs была зафиксирована в III квартале 2013 г. в 100-км зоне наблюдения РОО СХК на территории Новосибирской области – 1,1 Бк/м²·квартал [21].

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2013 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [21]. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 3.13.4), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и ¹³⁷Cs. Содержание ¹³⁷Cs в почве

распределено неравномерно. Наибольшее количество ^{137}Cs в 30-км зоне наблюдения СХК в 2013 г. (23 Бк/кг) наблюдалось в точке отбора д. Георгиевка. Содержание естественных радионуклидов в почве фоновое.

Таблица 3.13.4

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2013 г.

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
д. Георгиевка	11	9	9	10	23
д. Наумовка	10	7	33	27	11
Спутник	13	8	24	21	6
Зоркальцево	9	9	26	24	6
Козюлино	9	8	25	22	7
Самусь	10	7	18	18	6
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	13	12	25	20	4
Поворот на д. Наумовка	12	10	20	18	4

Отбор проб почвы и донных отложений проводился в СЗЗ СХК в районе р. Ромашка и Чернильщиковской протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашка (см. рис. 3.13.2). 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 [21]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 3.13.5.

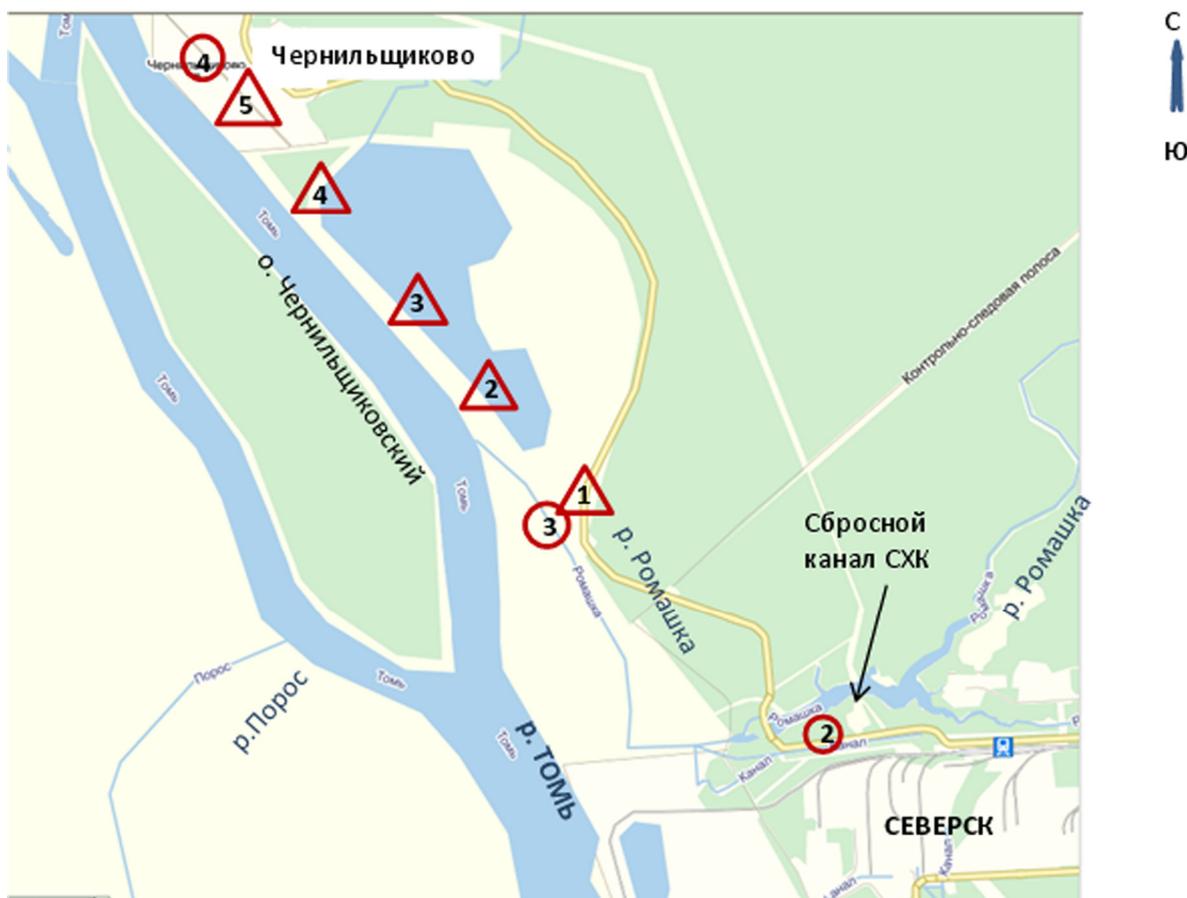


Рис. 3.13.2 Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

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

Таблица 3.13.5

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 СЗ СХК в 2013 г. (рис. 3.13.2)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Черныльщиковская протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
⁶⁰ Co	-	47	-	8
¹³⁷ Cs	1310	21	4	12
¹⁵² Eu	-	7	-	-
¹⁵⁴ Eu	-	2	-	-
⁴⁰ K	-	440	-	410
²²⁶ Ra	34	14	14	19
²³² Th	37	10	12	15
МЭД	26	11	8	8
	21	12	10	10

Примечания: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м; н – ниже предела обнаружения; -- нет данных

Из таблицы видно, что в 2013 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 2013 г., как и в 2012 г., результаты анализа проб почвы показали, что максимальные значения по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения СХК – в пойме р. Ромашка – до 1310 Бк/кг (в т. № 1 на берегу р. Ромашка). Одной из возможных причин могло быть то, что во время обильных летних осадков и осенних паводков 2013 г. произошло дополнительное загрязнение почвы за счет выноса паводковыми водами части радионуклидов с территории СХК.

В 2013 г. в 15 точках 30-км зоны СХК был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период [21]. Анализ всех проб снега в 2013 г. не выявил значительных количеств радиоактивных веществ.

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 0,06–0,10 мкЗв/ч. При отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 2.36 и 2.37) МЭД изменялась в пределах 0,07–0,13 мкЗв/ч, за исключением т. 1 отбора проб почвы у р. Ромашка, значение МЭД на высоте 3–4 см в которой составило 0,26 мкЗв/ч, а на высоте 1 м – 0,21 мкЗв/ч.

В соответствии с [21] в 2013 г. среднегодовое значение гамма-фона на территории г. Томска в ближней зоне наблюдения СХК составило 0,11 мкЗв/ч.

В 2013 г., по данным станций ШЛК, в 100-км зоне наблюдения комбината максимальный суточный гамма-фон, равный 0,15 мкЗвР/ч, наблюдался в ноябре на станции М-II Батурино. В течение года на этой станции наблюдались суточные колебания гамма-фона около 0,09–0,14 мкЗвР/ч, что также соответствует колебаниям естественного гамма-фона. В 100-км зоне наблюдения РОО в 2013 г. замечено снижение максимальных значений почти в 1,2 раза по сравнению с максимальной

МЭД в 2012 г. (0,18 мкЗв/ч). В 2013 г. среднегодовое значение гамма-фона на территории 100-км зоны наблюдения СХК составило 0,10 мкЗв/ч [21].

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МЭД по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2013 г. (0,09 и 0,13 мкЗв/ч соответственно) с данными МЭД в 2012 г. (0,10 и 0,18 мкЗв/ч соответственно) показывают уменьшение максимальных значений МЭД [21].

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2013 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора и анализа проб воды в следующих точках [21] (см. рис. 2.7):

т. 1 – р. Ромашка;

т. 2 – 500 м от р. Ромашка;

т. 3 – 1000 м от р. Ромашка;

т. 4 – 1500 м от р. Ромашка

т. 5 – 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 2013 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МЭД в точках наблюдения колебалась от 0,05 до 0,13 мкЗв/ч.

В 2013 г. радиационная обстановка на территории Томской области и в районе влияния РОО СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината и внесших существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Выход радионуклидов в окружающую среду за СЗЗ СХК не обнаружен. 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 постепенно уменьшается в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. В течение 2013 г. мощность экспозиционной дозы на территории Томской области, по данным станций СНЛК и АСМРО, находилась в пределах естественного фона.

В целом, можно утверждать, что радиационная обстановка в районе расположения СХК и на территории всей Томской области оставалась в 2013 г. стабильной и не ухудшалась по сравнению с предыдущими годами. С учетом потенциальной радиационной опасности СХК и планов дальнейшего его развития необходимость мониторинга радиационной обстановки в районе СХК сохраняется.

Список литературы к разделу 3

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 298 с.
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. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
5. 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».
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. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 90 с.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова и др. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2013. – 344 с.
9. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). – М.: Госатомнадзор, 2010. – 51 с.
10. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 273 с.
12. СанПиН 2.6.1.24-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). – М., 2003.
13. Официальный сайт государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», www.rosatom.ru
14. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
15. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 1. – С. 5–10.
16. 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.
17. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2004. – № 4. – С. 43–49.

18. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А., Дрожко Е.Г., Ильин Л.А., Крышев И.И., Линге И.И., Романов Г.Н., Савкин М.Н., Сауров М.М., Тихомиров Ф.А., Холина Ю.Б. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Под общей редакцией Л.И. Ильина и В.А. Губанова. – Москва: ИздАТ, 2001.
19. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
20. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
21. Башкиров Н.И., Волков Ю.В. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасного объекта СХК на территории Томской области в 2013 г. Ежегодник – Томск: Томский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2014.
22. Зиненко В.И., Чирков В.А., Котова О.П. и др. Оценка радиационной обстановки на территории Сибирского региона в 2002 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2003.
23. 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.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ

4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва емкости с высокоактивными РАО в 1957 г. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа ВУРС и выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай в 1967 г., куда сливались низкоактивные РАО 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 [1]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона ^{90}Sr и ^{137}Cs по состоянию на 1997 год. Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС).

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 11 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и мощностью экспозиционной дозы γ -излучения [2]. Кроме того, Уральским УГМС 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 2013 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП ПО «Маяк» в 2013 г. проводило отбор проб воды один раз в год в болоте Бугай, являющемся истоком р. Караболки (площадь болота составляет 100 км^2), и в р. Караболке вблизи истока реки в населенном пункте Татарская Караболка в феврале, мае, августе и ноябре. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 3.2.1 в разделе 3.2 и на рис. 3.11.1 и 3.11.2 в разделе 3.11.

Выпадения ^{137}Cs , ^{90}Sr и величина $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2013 г., а также за предыдущие годы приведены в табл. 4.1.1 [2]. $\Sigma\beta$ выпадений в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединенных за месяц пробах, ^{90}Sr – в пробах, объединенных за квартал.

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что средняя за год по всем пунктам наблюдения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в течение последних лет находится на фоновом по Уральскому региону уровне. Случаев высокого и экстремально высокого значений в 2013 г. на территории ВУРС не наблюдалось [2].

Годовые выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, в 2013 г. остались на уровне 2012 г., а фоновые годовые выпадения ^{137}Cs для Уральского региона уменьшились в 1,7 раза. При этом выпадения ^{137}Cs по территории ВУРС превышали региональный фоновый уровень в 7,9 раза. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в сентябре ($0,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,01 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС наблюдались в п. Камышлов ($1,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

**Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа
в 2011–2013 годах, Бк/м²·год (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Σβ			¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.	2013 г.	2012 г.	2011 г.
Аргаяш	237	270	285	1,2	2,8	2,4	4,2	1,8	5,1
Байны	135	117	110	0,96	н	1,2	3,7	2,5	3,5
Богданович	113	110	120	0,60	0,52	2,4	1,7	1,8	2,2
Бродокалмак	212	263	296	1,4	1,5	2,4	4,4	1,8	4,9
Бутка	142	-	-	0,7	-	-	3,2	-	-
Ирбит-Фомино	142	124	88	0,96	2,0	4,9	2,2	1,6	2,6
Каменск-Уральский	146	128	120	1,4	1,8	1,3	4,0	1,7	3,4
Камышлов	196	110	113	1,7	0,39	5,6	2,6	2,0	2,9
Муслюмово	113	270	285	0,84	1,5	4,6	2,4	1,8	2,6
Рыбниковское	139	124	120	1,4	н	4,9	2,3	2,8	2,7
Бутка	120	106	124	0,48	1,3	3,4	2,2	2,3	4,5
Среднее по территории ВУРС	154	157	157	1,1	1,0	3,5	3,0	2,1	3,5
Фон для Уральского региона	161	164	168	0,14	0,2	0,8	0,84	1,2	1,7

Примечания: - - мониторинг не проводился;
н - ниже предела обнаружения (< 0,01 Бк/м²·месяц).

В 2013 г. усредненные по территории ВУРС выпадения ⁹⁰Sr увеличились в 1,4 раза и превышали региональный фоновый уровень в 3,6 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в III квартале (0,9 Бк/м²·квартал), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,19 Бк/м²·квартал. Максимальные годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2013 г. наблюдались в п. Бродокалмак (4,4 Бк/м²·год).

Динамика годовых выпадений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr на территории ВУРС, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2013 г. приведена на рис. 4.1.1. Из рис. 4.1.1 видно, что фоновые выпадения ¹³⁷Cs со временем имеют тенденцию к уменьшению, в то время как в изменениях выпадений ¹³⁷Cs по территории ВУРС эта тенденция к уменьшению не так ярко выражена. Фоновые выпадения ⁹⁰Sr колеблются из года в год в пределах 1,1–3,0 Бк/м²·год. Выпадения ⁹⁰Sr по территории ВУРС с 2008 г. пошли на спад и в 2013 г. составили 3,0 Бк/м²·год. Отношение содержания ¹³⁷Cs к ⁹⁰Sr 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 [1].

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Содержание ⁹⁰Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», поэтому в табл. 4.1.2 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ФГУП ПО «Маяк» [3]. Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 3.11.2 в разделе 3.11.

По данным Уральского УГМС, в 2013 г. содержание ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в р. Синара уменьшилось по сравнению с 2012 г. в 1,1 и 2,2 раза соответственно. Содержание ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в р. Караболка осталось на уровне с 2012 г. Следует отметить, что объемная активность радионуклидов в воде рек Караболка и Синара в 2013 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание ⁹⁰Sr в реках было в 15–468 раз выше фонового уровня для рек России. Содержание трития по данным ФГУП ПО «Маяк» в 2013 г. увеличилось по сравнению с 2012 г. и в среднем составило 93 Бк/л [3].

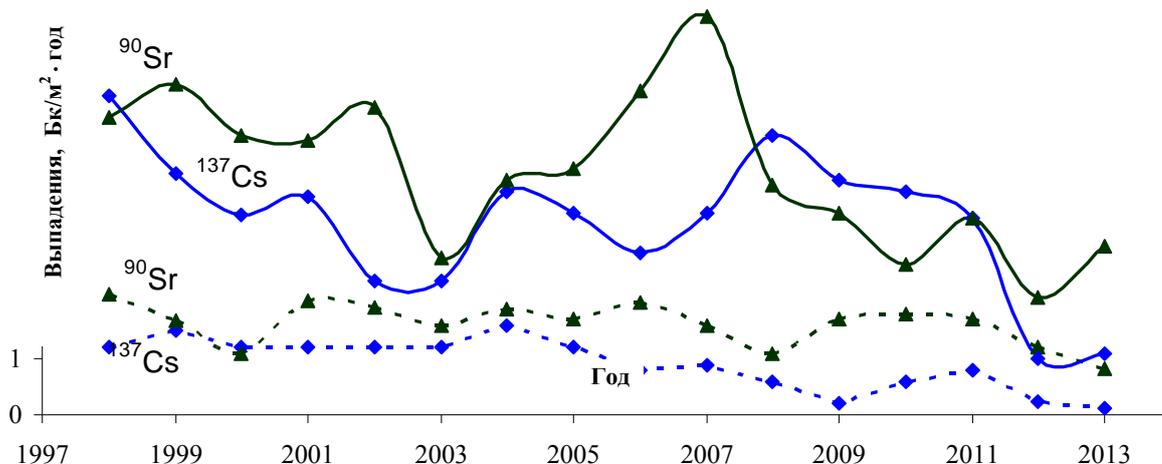


Рис. 4.1.1. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

--- фоновые уровни по Уральскому региону;
 — выпадения, усредненные по территории ВУРС.

Таблица 4.1.2

Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2013 г., Бк/л (данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ФГУП ПО «Маяк»)

Месяц	р. Караболка							р. Синара, устье			
	с. Татарская Караболка			д. Усть Караболка				¹³⁷ Cs ²⁾	⁹⁰ Sr ²⁾	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
	⁹⁰ Sr ¹⁾	¹³⁷ Cs ¹⁾	³ H ¹⁾	¹³⁷ Cs ²⁾	⁹⁰ Sr ²⁾	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr				
Январь	-	-	-	0,01	1,06	-	-	н	0,14	-	0,12
Февраль	0,7	0,3	< 50	0,01	1,31	-	-	н	0,15	-	-
Март	-	-	-	0,01	0,56	-	-	н	0,10	-	-
Апрель	-	-	-	н	0,54	-	-	0,003	0,41	-	0,072
Май	2,2	< 0,2	70	0,01	1,47	-	-	0,003	0,22	-	-
Июнь	-	-	-	0,01	1,73	-	-	0,002	0,21	-	-
Июль	-	-	-	н	0,74	-	-	0,008	0,15	-	0,259
Август	0,8	< 0,2	110	0,01	0,20	-	-	0,002	0,11	-	-
Сентябрь	-	-	-	0,02	-	-	-	0,005	0,12	-	-
Октябрь	-	-	-	0,01	-	-	-	0,008	-	-	-
Ноябрь	1,0	< 0,2	140	0,01	-	-	-	0,005	-	-	-
Декабрь	-	-	-	н	-	-	-	0,005	-	-	-
Среднее:											
2013 г.	1,2	0,2	93	0,01³⁾	0,95	-	-	0,005³⁾	0,18	-	0,15
2012 г.	1,1	< 0,2	< 50	0,013 ³⁾	0,96	-	-	0,011 ³⁾	0,19	-	-
УВ	4,9	11	7600	11	4,9	11	4,9	11	4,9	11	4,9

Примечания: ¹⁾ – данные ИПМ ФГУП ПО «Маяк»;
²⁾ – данные Уральского УГМС;
³⁾ – данные, которые ниже предела обнаружения в расчете среднего значения не учитывались;
 - - измерения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения (< 0,01 Бк/м²·месяц).

По данным ПО «Маяк», среднегодовая объемная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2013 г. составила: ⁹⁰Sr – 2,5 Бк/л, ¹³⁷Cs – < 0,2 Бк/л, что не превышает УВ по НРБ-99/2009 [2]. Содержание ³H в болоте Бугай было ниже предела обнаружения.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2013 г. колебалась от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч [2] и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

4.2 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 2013 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и ФГБУ «Брянский ЦГМС» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 104 населенных пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения из-за аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в населенных пунктах Брянской (24) и Орловской (80) 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 в лабораторных условиях. С 2011 г. в каждом населенном пункте отбираются 10 проб, за исключением населенных пунктов, обследованных ФГБУ «Брянский ЦГМС», где отбирались 5 проб. В таблице 4.2.1 приведены обобщенные данные о количестве обследованных в 2007–2013 гг. населенных пунктов (н.п.).

Таблица 4.2.1

Количество загрязненных в результате аварии на ЧАЭС населенных пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2007–2013 гг.

Республика, область	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Белгородская		99	28				
Брянская	69	19	23	16	15	76	24
Воронежская			19				
Калужская	17		2	13	4	38	
Курская			8				
Ленинградская	22		16				
Липецкая			9				
Орловская	90	4	12	10	5		80
Пензенская			4				
Рязанская			11		1		
Тульская	73		25	27	50		
Респ. Мордовия			4				
Всего н.п./проб	271/162	122/628	161/818	66/660	75/675	114/110	104/912

В Орловской области в Дмитровском районе был впервые обследован населенный пункт д. Березовка (10 проб), в котором средний уровень загрязнения ^{137}Cs оказался намного ниже 1 Ки/км². 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 [5,6].

В табл. 4.2.2 представлены данные по количеству населенных пунктов в загрязненных районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения ^{137}Cs по состоянию на 01.01.2014 [7].

Распределение количества населенных пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязненных в результате чернобыльской аварии, по уровню загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01.2014 г.)

№	Субъекты РФ	Количество н.п.	<1 Ки/км ²	1–5 Ки/км ²	5–15 Ки/км ²	15–40 Ки/км ²	>40 Ки/км ²
Центральный федеральный округ							
1	Белгородская	543	521	22			
2	Брянская	1874	1363	331	152	18	2
3	Воронежская	1178	1157	19			
4	Калужская	563	356	193	14		
5	Курская	1104	1027	77			
6	Липецкая	215	196	18			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1538	1106	431			
9	Рязанская	562	443	119			
10	Смоленская	89	89				
11	Тамбовская	118	118				
12	Тульская	2351	1457	863	26		
Южный федеральный округ							
13	Волгоградская	5	4	1			
14	Ростовская	2	2				
Приволжский федеральный округ							
15	Нижегородская	141	141				
16	Пензенская	184	174	10			
17	Саратовская	13	13				
18	Ульяновская	133	133				
19	Респ. Башкортостан	16	16				
20	Респ. Марий Эл	25	25				
21	Респ. Мордовия	373	373				
22	Чувашская Респ.	34	34				
Северо-Западный федеральный округ							
23	Новгородская	85	85				
24	Ленинградская	157	149	8			
	Всего:						
	на 01.01.2014	11297	8988	2092	197	18	2
	на 01.01.2005	11687	8308	3017	306	53	
	на 01.01.1999	11695	7529	3664	428	74	

Количество населенных пунктов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, по федеральным округам на 01.01.2012 [8] и 01.01.2014:

– Центральный федеральный округ – (2684) 2264 населенных пункта с уровнями загрязнения более 1 Ки/км², из них (278) 217 населенных пункта имеют уровни загрязнения более 5 Ки/км²;

– Южный федеральный округ – (1) 1 населенный пункт с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;

– Приволжский федеральный округ – (24) 16 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;

Северо-Западный федеральный округ – (13) 9 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км².

Список литературы к разделу 4

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – 252 с.

2. Роговский И.А., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Циглер В.Э. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2013 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2014.
3. Мокров Ю.Г., Нагорная М.Г., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГБУ ПО «Маяк» в 2013 г.
4. 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.
5. 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.
6. Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Бородин Р.В., Уваров А.Д. Радиоактивное загрязнение территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) в результате чернобыльской аварии. – Обнинск, 2012. – 312 с.
7. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240)/ Ежегодник.- Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2014. – 223 с.
8. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) / Ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2013. – 228 с.

5. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

5.1. 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 [1]:

- 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 6 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 в почвах с отбором проб в 3 разрезах.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

На рис. 5.1 и 5.2 показаны среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2010–2013 годах. В Приложении D.1, табл. 1 приведены среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2013 г.

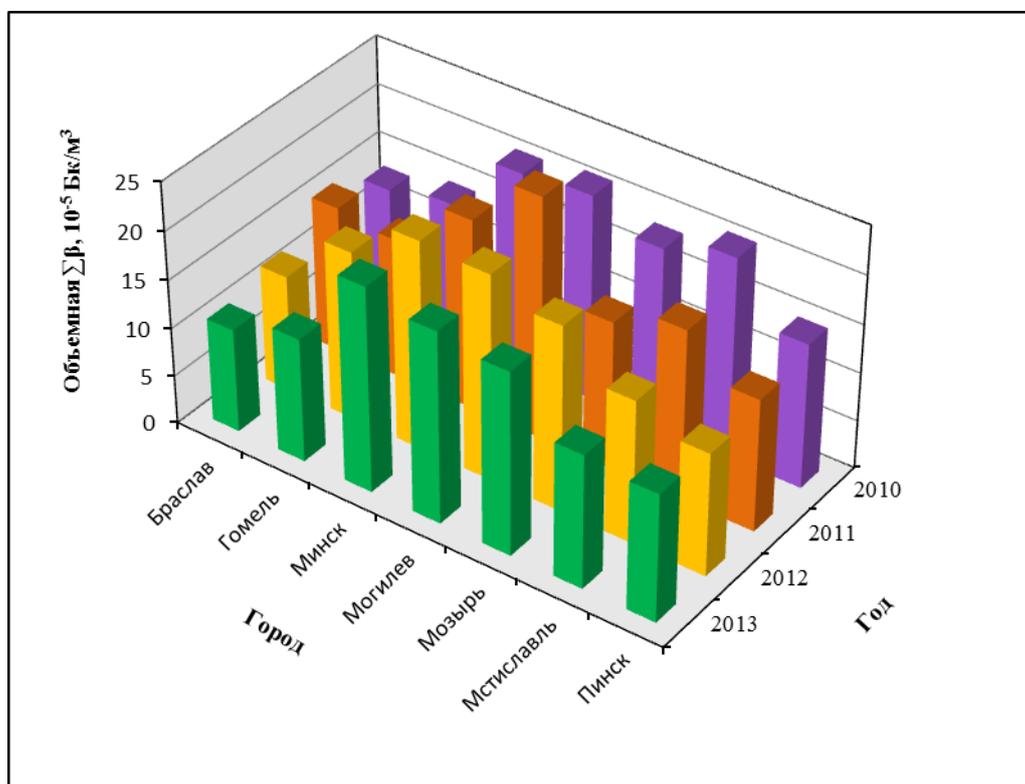


Рис. 5.1. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2013 годах

В 2013 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере на территории Беларуси незначительно отличалась от уровней 2010–2011 годов как в большую, так и в меньшую сторону. Наибольшая среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в 2012 г. наблюдалась в феврале в Минске – $34 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в феврале и марте в Могилеве – $34,7 \cdot 10^{-5}$ и $37 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (Приложение D.1, табл. 1).

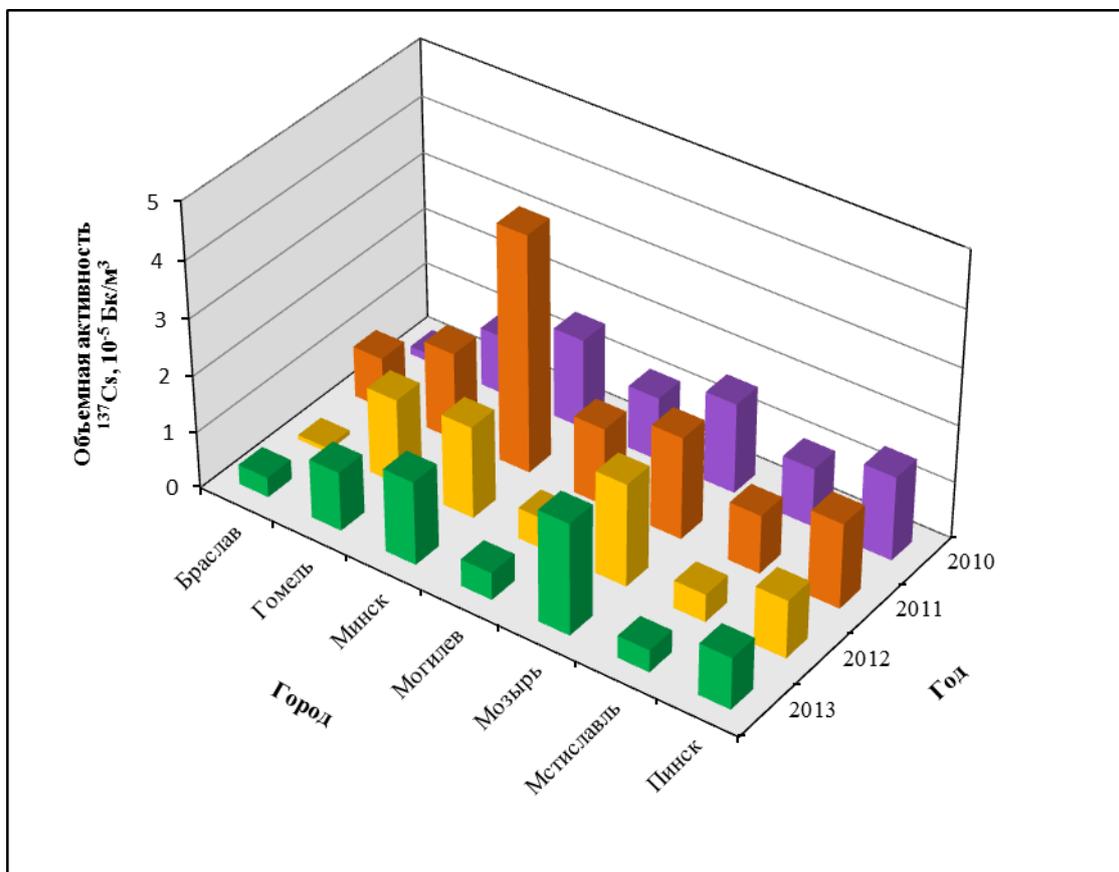


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2013 годах

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности (ОА) ^{137}Cs наблюдались в Мозыре в мае – $4,96 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Браславе в апреле – $3,14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs зарегистрирована в Мозыре, Минске и Гомеле – $1,97 \cdot 10^{-5}$; $1,47 \cdot 10^{-5}$ и $1,04 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Это на два порядка выше средневзвешенной объемной активности на территории РФ.

Существенных изменений в содержаниях ^{137}Cs в атмосферном воздухе в 2013 г. по сравнению с предыдущими годами не наблюдалось.

В 2013 г. в пробах аэрозолей и выпадений из атмосферы короткоживущие изотопы, в том числе ^{131}I , не обнаружены, как и на протяжении ряда предыдущих лет.

В 2013 г. продолжались регулярные измерения содержания ^{210}Pb в пробах атмосферного воздуха крупных промышленных городов. Содержание этого радионуклида определялось в месячных пробах аэрозолей в городах Минск, Могилев, Гомель, Мозырь, Браслав, Мстиславль, Пинск и в месячных пробах атмосферных выпадений, объединенных по зонам. Зона «Юго-Восток» включает населенные пункты Брагин, Чечерск, Мозырь, Василевичи, Наровля, Хойники, Гомель; зона «Восток» – Славгород, Костюковичи, Могилев, Мстиславль, Горки; зона «Центр» – г. Минск, зона «Север» – Лынтупы, Верхнедвинск, Нарочь, Шарковщина, Витебск, зона «Запад» – Гродно, Волковыск, зона «Игналина» – населенные пункты Браслав, Дрисвяты.

Анализ данных по содержанию ^{210}Pb в пробах атмосферного воздуха показывает, что активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений из атмосферы в 2013 г. составили: в городах Могилев – 1,5 Бк/м²сутки, Наровля – 0,7 Бк/м²сутки, Хойники – 0,7 Бк/м²сутки, Брагин – 0,7 Бк/м²сутки, Чечерск – 0,7 Бк/м²сутки, Горки – 1,6 Бк/м²сутки, Мозырь – 0,7 Бк/м²сутки. Наибольшие среднемесячные уровни $\Sigma\beta$ выпадений зарегистрированы в ноябре 2013 г. в городах Могилев – 2,5 Бк/м²сутки и Костюковичи – 5,4 Бк/м²сутки; в сентябре – в городах Мстиславль – 2,1 Бк/м²сутки и Славгород – 2,2 Бк/м²сутки; в марте – в городе Горки – 4,4 Бк/м²сутки.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2013 г. проводился на шести реках Беларуси (рис. 5.3), 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 водоемом-охладителем Игналинской АЭС.

На основных контролируемых реках пробы воды отбирались ежемесячно, на р. Нижняя Брагинка – ежеквартально. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr .

В 2013 г. радиационная обстановка на водных объектах оставалась стабильной. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде рек, за исключением р. Нижняя Брагинка, были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды РДУ-99 [2]: для ^{137}Cs – 10 Бк/л, для ^{90}Sr – 0,37 Бк/л.

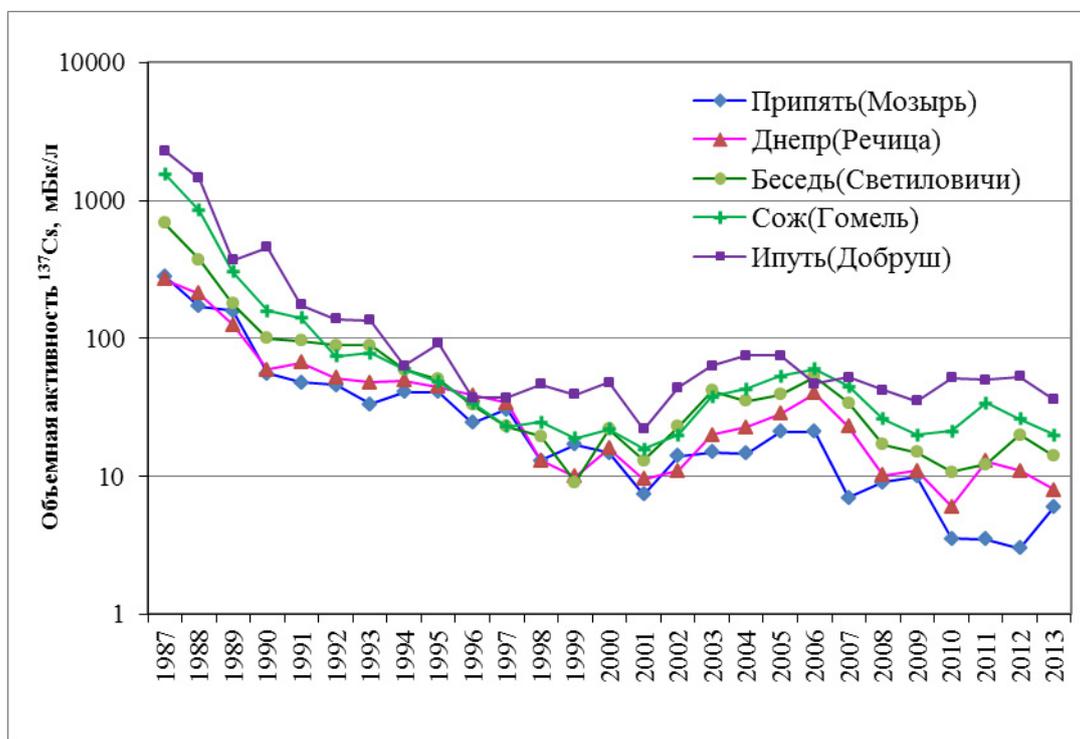


Рис. 5.3. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах рек Беларуси за 1987–2013 годы

В 2013 году содержание ^{137}Cs в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 2 до 8 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 3 до 34 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 10 до 62 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 24 до 94 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 7 до 77 мБк/л.

На рис. 5.3 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воде рек со времени чернобыльской аварии уменьшилась на один-два порядка. В 2013 г. его ОА уменьшилась по сравнению с 2012 г. в 1,5 раза во всех реках, кроме Припяти, где произошло двукратное увеличение с 3 до 6 мБк/л. Тем не менее в Припяти среднегодовая ОА ^{137}Cs наименьшая.

За счет выноса и естественного распада объемная активность ^{137}Cs в больших и средних реках значительно уменьшилась. Однако в водах большинства контролируемых рек активность ^{137}Cs и ^{90}Sr все еще выше предаварийных уровней. Особенно высокие уровни наблюдаются на дренирующих территориях с высоким уровнем загрязнения почв.

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 2013 г. диапазон значений объемной активности ^{137}Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) составил 580 – 3280 мБк/л, объемной активности ^{90}Sr – 1610 – 2750 мБк/л. Таким образом, содержание ^{137}Cs в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) не превышает РДУ-99 по этому радионуклиду, в то время как содержание ^{90}Sr в 4–7 раз выше допустимого уровня.

Среднегодовые ОА ^{90}Sr имеют тенденцию к снижению, однако периодически наблюдается их рост. Это объясняется тем, что ОА этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку ^{90}Sr в почве находится в основном в сорбированном состоянии или в растворенной форме, и его вынос заметно усиливается во влажные периоды.

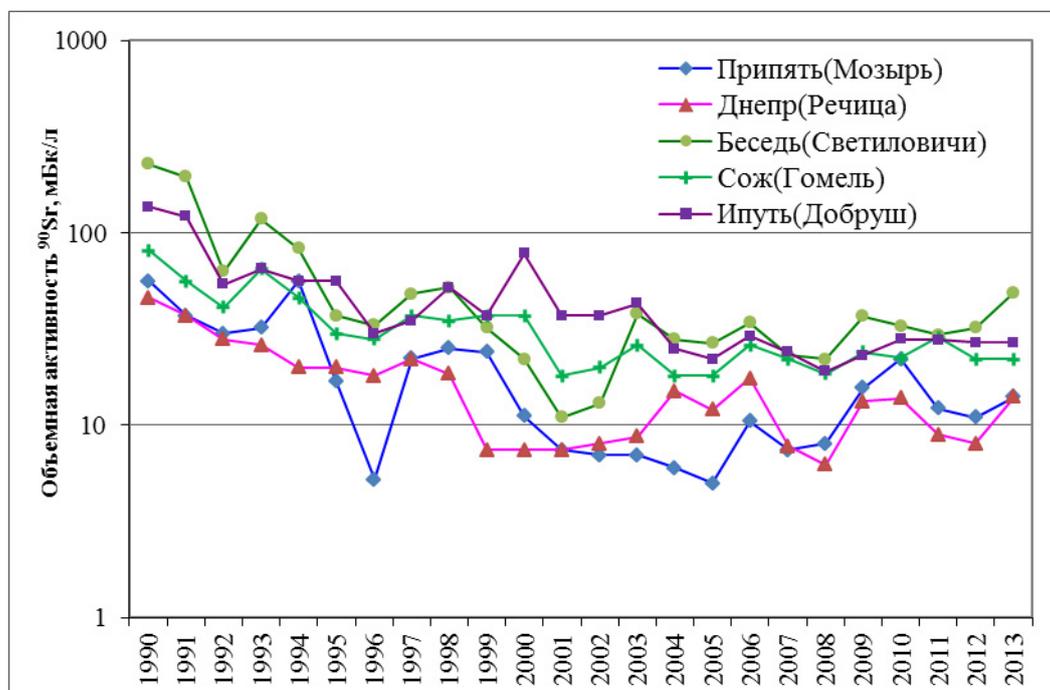


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr в поверхностных водах рек Беларуси за 1990–2013 годы

Содержание ^{90}Sr в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 9 до 22 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 7 до 24 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 15 до 50 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 19 до 39 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 27 до 208 мБк/л.

Высокое содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs (с превышением РДУ-99) во время паводков наблюдается в водах малых рек, водосборы которых полностью или частично находятся в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.

Так экспедиционные обследования р. Несвич (в районе д. Кулажин) и Погонянского канала (д. Погонное), выполненные в 2012 г., показали высокие содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Несвич – 1857 и 2428 мБк/л соответственно и в Погонянском канале – 192 и 224 мБк/л соответственно. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях р. Несвич колебалось в пределах от 1100 до 1210 Бк/кг, в Погонянском канале – от 980 до 1120 Бк/кг, ^{90}Sr – в р. Несвич в количестве от 161 до 244 Бк/л, в Погонянском канале – от 125 до 173 Бк/л.

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 сети наблюдения, которая включает 123 реперных площадки и 18 ландшафтно-геохимических полигонов с различными типами и разновидностями почв в различных радиоэкологических и физико-географических условиях. В этих пунктах с различной периодичностью в зависимости от уровней радиоактивного загрязнения (^{137}Cs , ^{90}Sr , изотопами плутония) проводятся измерения МЭД, 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 прогноза их самоочищения.

В 2013 г. исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов были проведены на трех разрезах двух ландшафтно-геохимических полигонов Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь. Измерены уровни МЭД на поверхности почвы и на высоте 1 м, проведены γ -спектрометрические исследования.

Результаты радиационного мониторинга почв, полученные в 2012 г., подтверждают сделанные ранее выводы о том, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась, основное количество ^{137}Cs и ^{90}Sr по-прежнему находится в верхнем 7–10-см слое почвы. В почвах произошло уменьшение скорости миграции за счет существенного уменьшения доли радионуклидов, которая мигрировала в глубь почвы с потоком влаги. По всей вероятности, в ближайшее время при отсутствии мероприятий по рекультивации линейная скорость перемещения радионуклидов в нижние горизонты в различных типах почв будет находиться в пределах 0,20–0,35 см/год.

Радиационный фон на местности

Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь оставалась стабильной – в 2013 г. не выявлено ни одного случая превышения уровней МЭД над установившимися многолетними значениями.

Как и прежде, повышенные уровни МЭД зарегистрированы в пунктах наблюдений городов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения: Брагин, Наровля, Хойники, Чечерск, Славгород.

Среднегодовые значения МЭД в 2013 г. составляли: в Брагине – 0,51 мкЗв/ч, в Наровле – 0,47 мкЗв/ч, в Хойниках – 0,24 мкЗв/ч, в Чечерске – 0,20 мкЗв/ч, в Славгороде – 0,20 мкЗв/ч.

В остальных пунктах наблюдений МЭД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч).

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2013 г. оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

5.2. Кыргызская Республика

В 2013 г., по данным [3], на территории Кыргызской Республики контроль радиационной обстановки осуществлялся на метеостанциях и постах в следующем объеме:

- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности в 20 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений для измерения $\Sigma\beta$ в 4 пунктах (Бишкек, Кара-Балта, Токтогул, Кызыл-Суу).

Остальные виды наблюдений не проводились, радиоизотопный анализ проб выпадений также не проводился.

Средняя за год среднесуточная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2006 и 2011–2013 годах показаны на рис. 5.5.

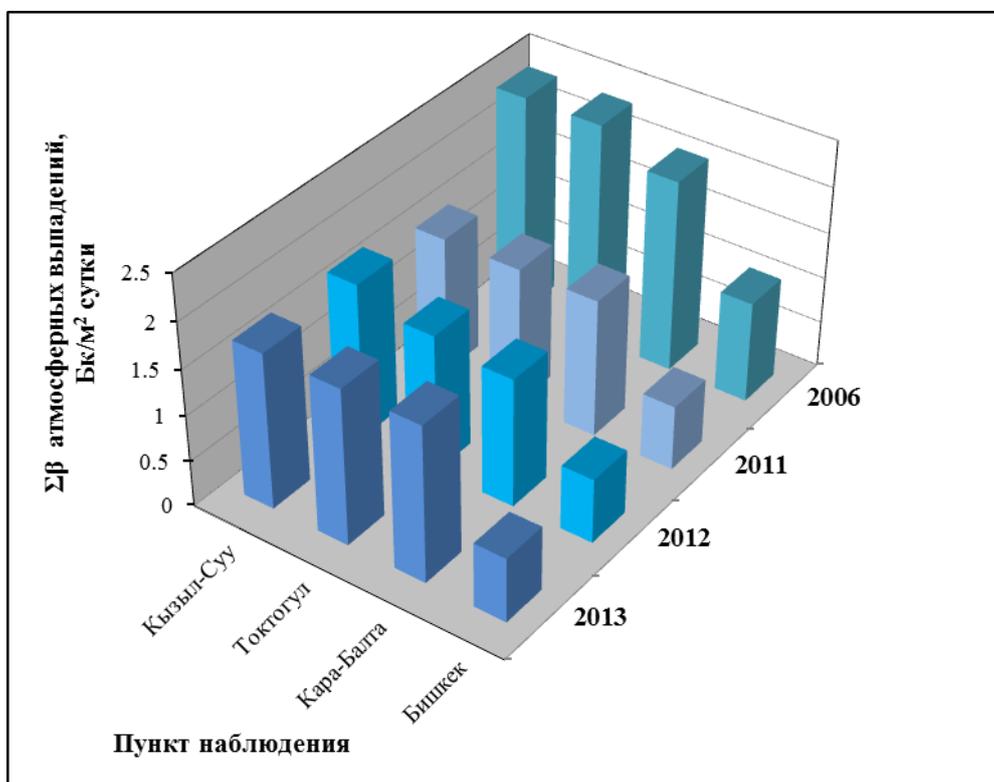


Рис. 5.5. Средняя за год среднесуточная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Кыргызской Республики в 2006 и 2011–2013 годах

Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в 2013 г. приведена в Приложении D.1, табл. 2. Полученные в 4 пунктах значения колебались от 0,5 Бк/м²-сутки (в январе – марте в г. Бишкек) до 2,1 Бк/м²-сутки (в октябре в г. Кара-Балта). Среднегодовая $\Sigma\beta$ суточных выпадений была на уровне 2012 г. и заметно снизилась относительно 2006 г. (рис. 5.5). Максимальная $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 2013 г. наблюдалась в ноябре в г. Кара-Балта и составила 8,7 Бк/м²-сутки.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на территории Республики изменялась в пределах 15–29 мкР/ч, что соответствует значениям естественного радиационного 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 2013 г. радиационная обстановка на территории Республики соответствовала региональному фоновому уровню.

5.3. Украина

В 2013 г., учитывая существенное ограничение государственного финансирования, оперативно-производственные подразделения Гидрометслужбы Украины работали по укороченному регламенту, введенному в 2009 г., и в соответствии с Программой улучшения качества базовых наблюдений за загрязнением и мониторингом окружающей среды на базовой сети Гидрометслужбы [4] выполняли следующие виды наблюдений [5]:

- 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 р. Припять (п. Чернобыль) наблюдения проводил ДСНВП «Экоцентр»;
- экспедиционные наблюдения в районах действующих АЭС 1 раз в полгода.

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

Приземная атмосфера

Основным источником появления техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на всей территории Украины в настоящее время является ветровой подъем с поверхности почвы территорий, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС [5].

По данным наблюдений, в 2013 г. (Приложение D.2, табл. 1) радиационное состояние приземного слоя атмосферы было стабильным. Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ на

территории Украины колебались в диапазоне $(3,4-47,3) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, средняя за год по стране объемная $\Sigma\beta$ составляла $14,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что несколько меньше, чем в 2012 г. ($14,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) (рис. 5.6). Случаев превышения контрольных уровней, равных $3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, на пунктах радиометрической сети Гидрометслужбы Украины на протяжении 2013 г. не зафиксировано.

Объемная активность основных дозообразующих радионуклидов техногенного происхождения (¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr) в воздухе по итогам наблюдения в 2013 г. оказалась близкой к показателям 2000–2010 годов. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе на территории страны в этот период находилась в пределах $(43-86) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2011 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs по стране была существенно выше – $95 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что связано с поступлением аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1». В 2013 г. средняя за год объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе составила $43 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (Приложение D.2, табл. 1), что несколько выше, чем в 2012 г., когда была отмечена самая низкая объемная активность ¹³⁷Cs за весь период после чернобыльской аварии ($41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

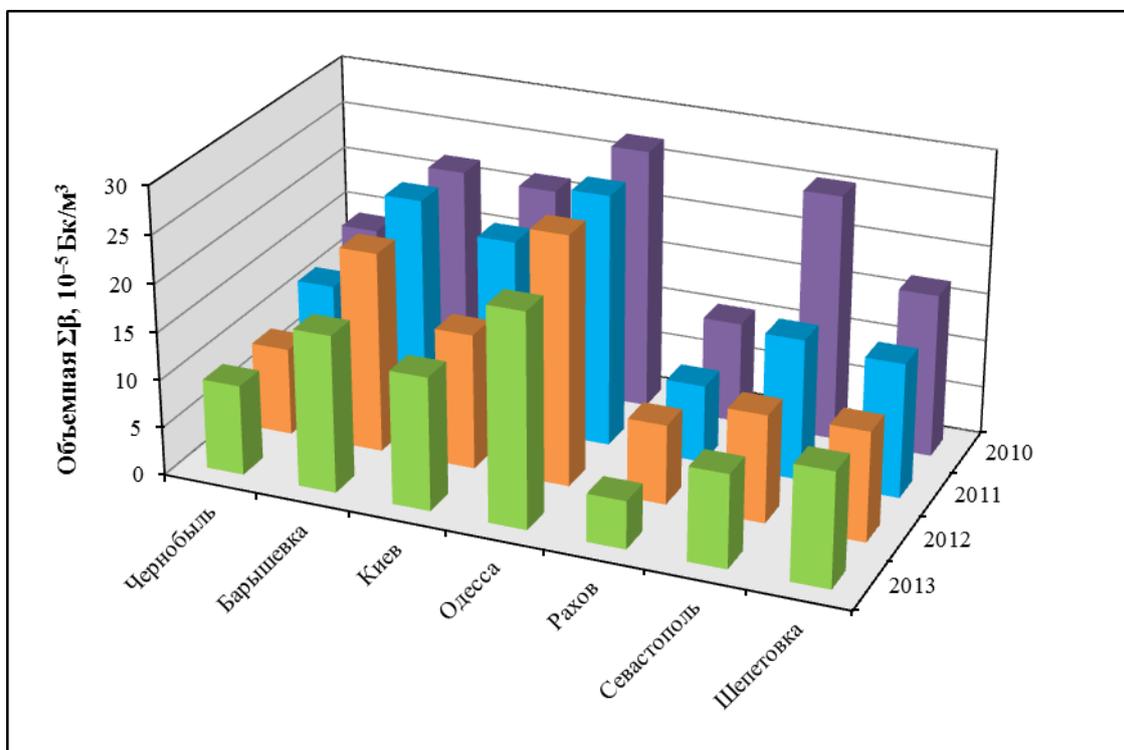


Рис. 5.6. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории городов Украины в 2010–2013 годах

Максимальные уровни содержания ¹³⁷Cs в воздухе (рис. 5.7) наблюдались в загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС зоне. На протяжении года объемная активность ¹³⁷Cs в п. Чернобыль (плотность загрязнения почвы около 10 Ки/км^2) была выше средних по стране в 1,4–14,4 раза. Самая низкая объемная активность ¹³⁷Cs зафиксирована в г. Шепетовка, где она соответствует предаварийному уровню ($8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). На протяжении 2013 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе оставалась на четыре – шесть порядков ниже ДОА_{НАС}, установленной НРБУ-97 ($0,8 \text{ Бк/м}^3$) [6].

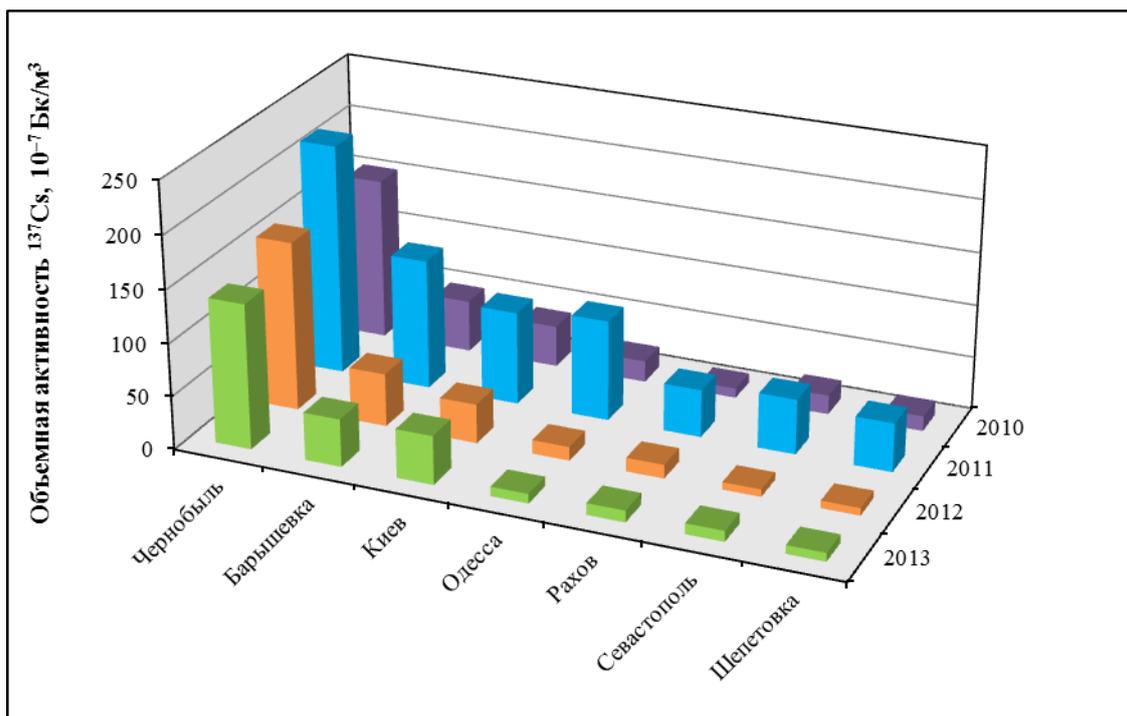


Рис. 5.7. Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Украины в 2010–2013 годах

Объемная активность ^{90}Sr в воздухе в 2013 г. (рис. 5.8) на большей части территории Украины в течение года находилась в пределах $(3 - 5) \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$, что соответствовало предаварийному уровню, но в зоне отчуждения (п. Чернобыль) содержание ^{90}Sr существенно превышает эти значения и в течение последних лет стабилизировалось на уровне $18 \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$. Максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в январе и апреле–мае в Чернобыле – $(23 - 24) \cdot 10^{-7} \text{ Bq/m}^3$.

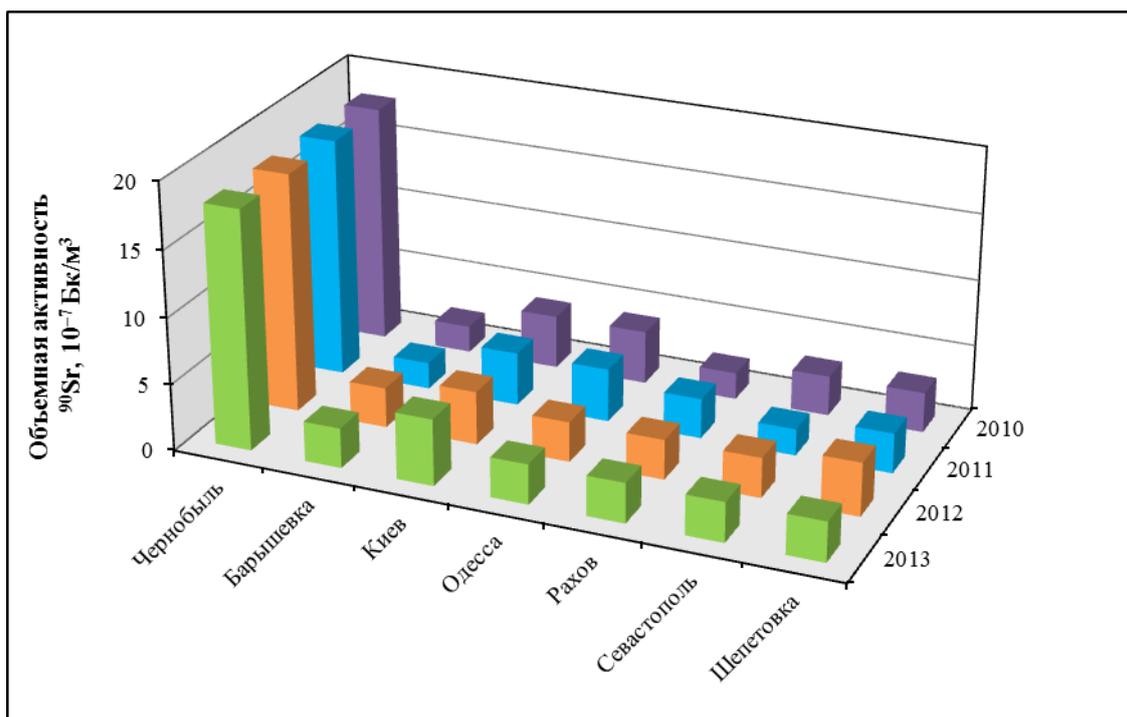


Рис. 5.8. Среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории городов Украины в 2010 – 2013 годах

В целом по стране содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы было существенно ниже ДОА_{НАС.}, установленной НРБУ-97 ($0,2 \text{ Бк/м}^3$) [6].

Атмосферные выпадения

Обобщенные данные о радиоактивности атмосферных выпадений представлены в Приложении D.2, табл. 2 [5].

$\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Украины в течение последних нескольких лет изменялась в незначительных пределах в соответствии с колебаниями плотности выпадений естественных радионуклидов. В 2013 г. $\Sigma\beta$ выпадений в большинстве пунктов была близка к уровню предыдущего года. Средняя за год по стране $\Sigma\beta$ выпадений составляла $1,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$, диапазон среднемесячных значений $\Sigma\beta$ выпадений составлял $0,4\text{--}1,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. Повышенные уровни $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в течение года в г. Чернобыле и составляли $2,0\text{--}4,0 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. Наименьшие уровни наблюдались в г. Рахове – $0,4\text{--}0,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. На протяжении 2013 г. на Украине не наблюдалось значительных колебаний $\Sigma\beta$.

Суммарные годовые выпадения ^{137}Cs в 2013 г. на большей части территории Украины (рис. 5.9) изменялись в пределах $1,3\text{--}9,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ при среднем значении по стране $4,30 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (в 2012 г. – $4,41 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). В п. Чернобыль содержание ^{137}Cs в выпадениях превысило среднее по стране более чем в 8 раз и составляло $35,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. На пунктах контроля зоны гарантированного добровольного отселения (города Коростень, Овруч) годовые выпадения ^{137}Cs составили в среднем $7,65 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (в 2012 г. – $10,36 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), что в 1,8 раза выше, чем среднее значение по стране. На большей части Украины содержание ^{137}Cs в атмосферных выпадениях находилось на уровне последнего предаварийного года. Отношение годовых сумм выпадений ^{137}Cs за 2012 г. к аналогичным значениям 1985 г. находится в пределах $0,9\text{--}6,7$; а в зоне отчуждения это отношение достигает 25,0.

Суммарные годовые выпадения ^{90}Sr в 2013 г. были в основном близки к показателям предыдущих лет и практически на всей территории страны были меньше уровней 1985 г. ($9,02 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). В 2013 г. выпадения ^{90}Sr находились в пределах $1,07\text{--}2,82 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ при среднем значении по стране $2,11 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (в 2012 г. – $2,06 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). В Киеве годовые выпадения ^{90}Sr ($6,86 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) остаются несколько выше, чем на остальных станциях наблюдения, за исключением территорий, отнесенных к зонам загрязнения (рис. 5.10). В п. Чернобыль выпадения ^{90}Sr составляли $17,88 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что превышает уровень 1985 г. почти в 2 раза.

Случаев превышения нормативных уровней [6] в пробах атмосферных выпадений, отобранных на протяжении 2013 г., выявлено не было.

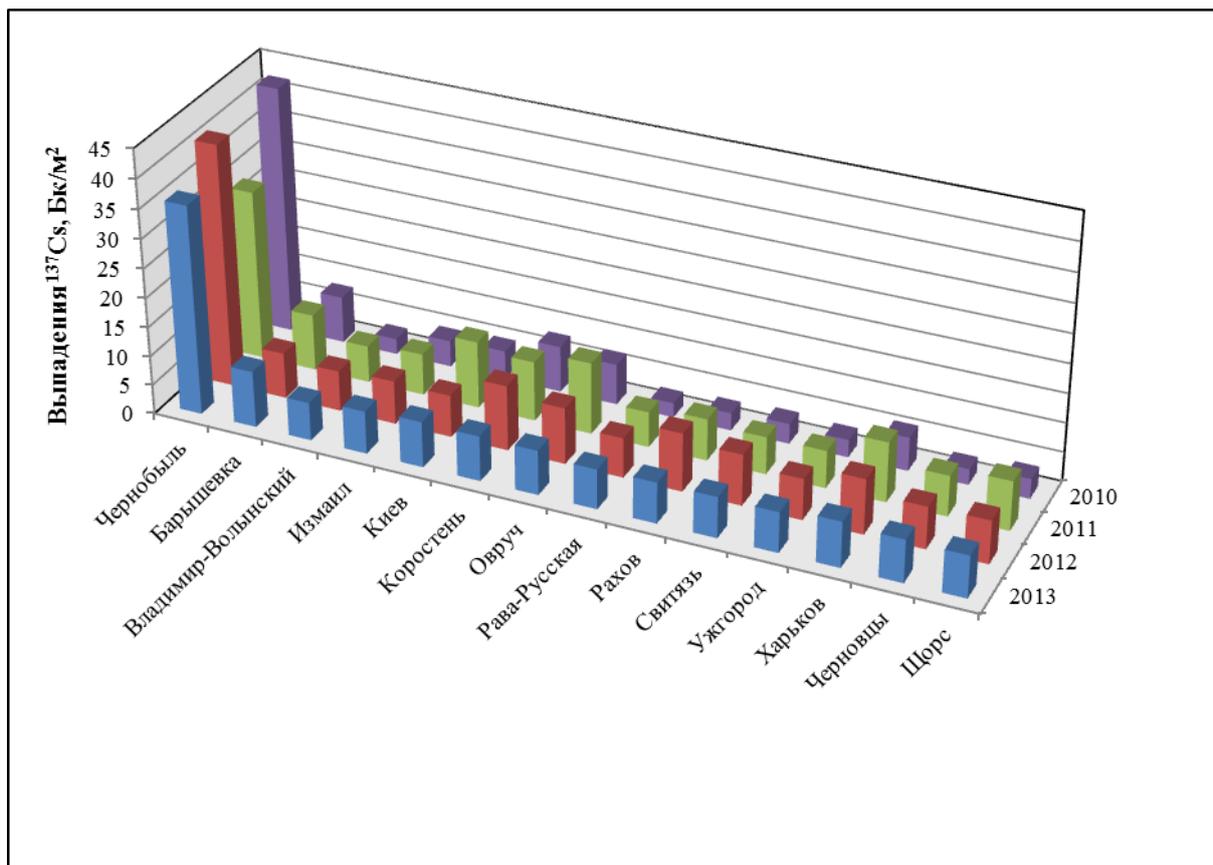


Рис. 5.9. Средние за год среднесуточные атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории Украины в 2010–2013 годах

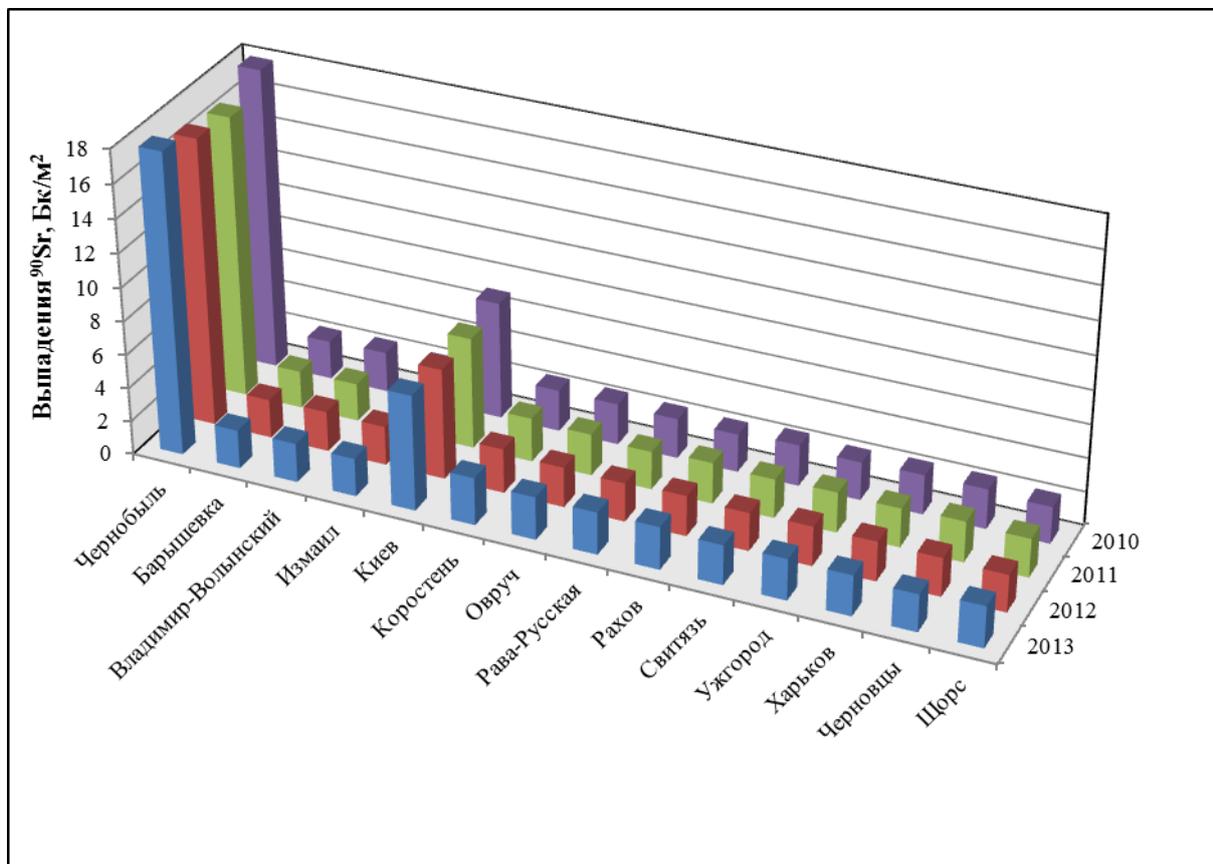


Рис. 5.10. Средние за год среднесуточные атмосферные выпадения ^{90}Sr на территории Украины в 2010–2013 годах

Поверхностные воды

В 2013 г. уровень радиоактивного загрязнения поверхностных вод определялся в 9 створах на реках Днепр, Десна, Дунай, Южный Буг и в Днепроовско-Бугском лимане. 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 «Экоцентр» [7], вынос ^{90}Sr водами р. Припять в створе п. Чернобыль (рис. 5.11) в 2013 г. составил $5,01 \cdot 10^{12}$ Бк (135,2 Ки), что почти в 6 раз больше выноса в 2012 г. – $0,87 \cdot 10^{12}$ Бк (23,5 Ки). Годовой вынос ^{137}Cs в этом створе составлял $1,89 \cdot 10^{12}$ Бк (51,1 Ки), в 2012 г. – $0,45 \cdot 10^{12}$ Бк (12,2 Ки).

Наибольший годовой вынос ^{137}Cs и ^{90}Sr был в 1986 г., он составил 66,2 и $27,6 \cdot 10^{12}$ Бк соответственно. Затем годовой объем выноса неуклонно снижался, обнаруживая зависимость от среднегодового расхода воды. Особенно четко видна эта зависимость у ^{90}Sr в период до 2000 г. (рис. 5.11). Вынос ^{137}Cs в первые годы после аварии – до 1992 г. – снизился в 35 раз практически линейно, от $66,2 \cdot 10^{12}$ Бк до $1,9 \cdot 10^{12}$ Бк в год. Позднее годовые объемы выноса стали обнаруживать связь со среднегодовыми расходами воды, сохраняя в целом тенденцию к уменьшению.

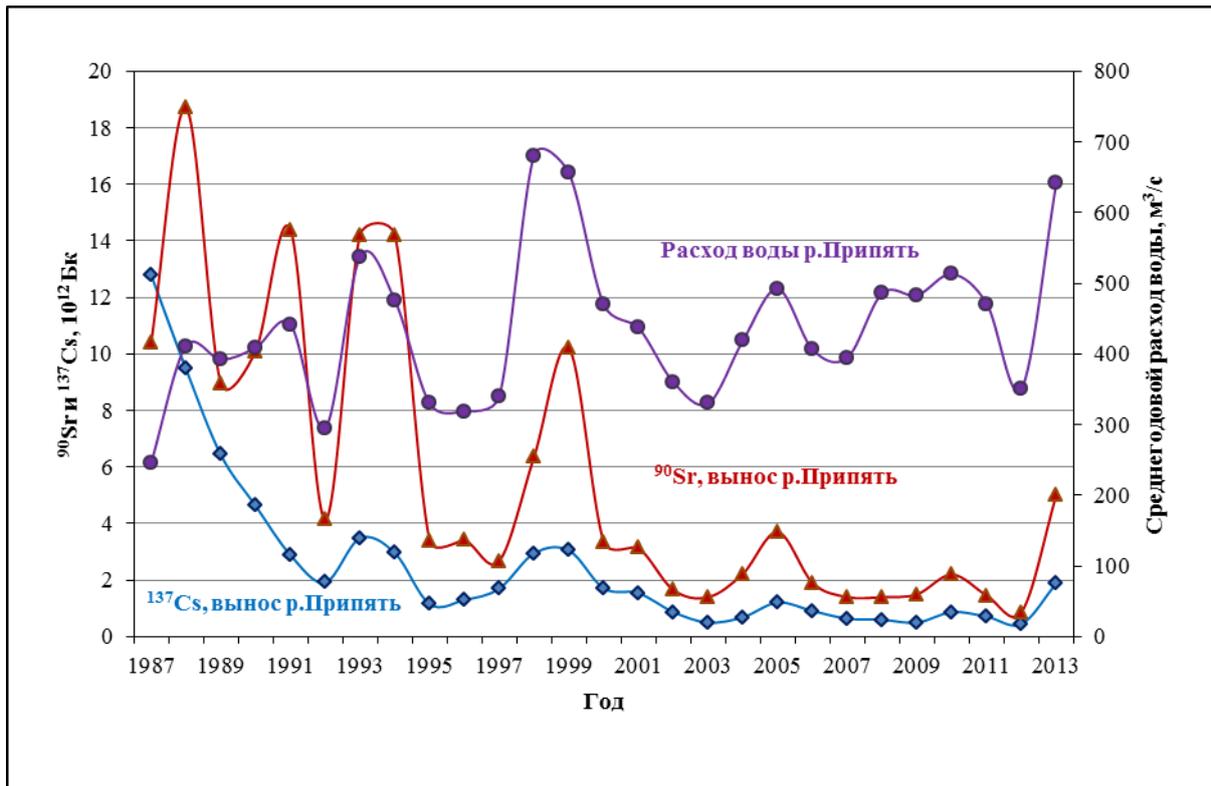


Рис. 5.11. Годовой вынос ^{137}Cs и ^{90}Sr (10^{12} Бк) и среднегодовой расход воды р. Припять ($\text{м}^3/\text{с}$) в створе п. Чернобыль в 1987–2013 годах

Сходным образом происходило изменение объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Припять в створе п. Чернобыль в 1987–2013 годах (рис. 5.12). Данных о содержании этих радионуклидов в 1986 г. нет, но с 1987 по 1991 г. объемная активность ^{137}Cs уменьшилась в 8 раз, с 1630 до 207 мБк/л. В последующие годы уменьшение объемной активности ^{137}Cs замедлилось, и с 2002 по 2013 г. колебалась в пределах 30 – 75 мБк/л. В 2013 г. она увеличилась относительно 2012 г. с 39 до 75 мБк/л. Объемная активность ^{90}Sr колебалась в широких пределах до 2000 г., от 225 до

1440 мБк/л. В последующие годы снижение приобрело более устойчивый характер, и в 2012 г. объемная активность ^{90}Sr достигла наименьшего значения – 81 мБк/л, в 2013 г. она увеличилась в 2,2 раза и составила 181 мБк/л. Подробные данные о выносе ^{137}Cs и ^{90}Sr р. Припять и их объемной активности в речной воде приведены в Приложении D.2, табл. 3.

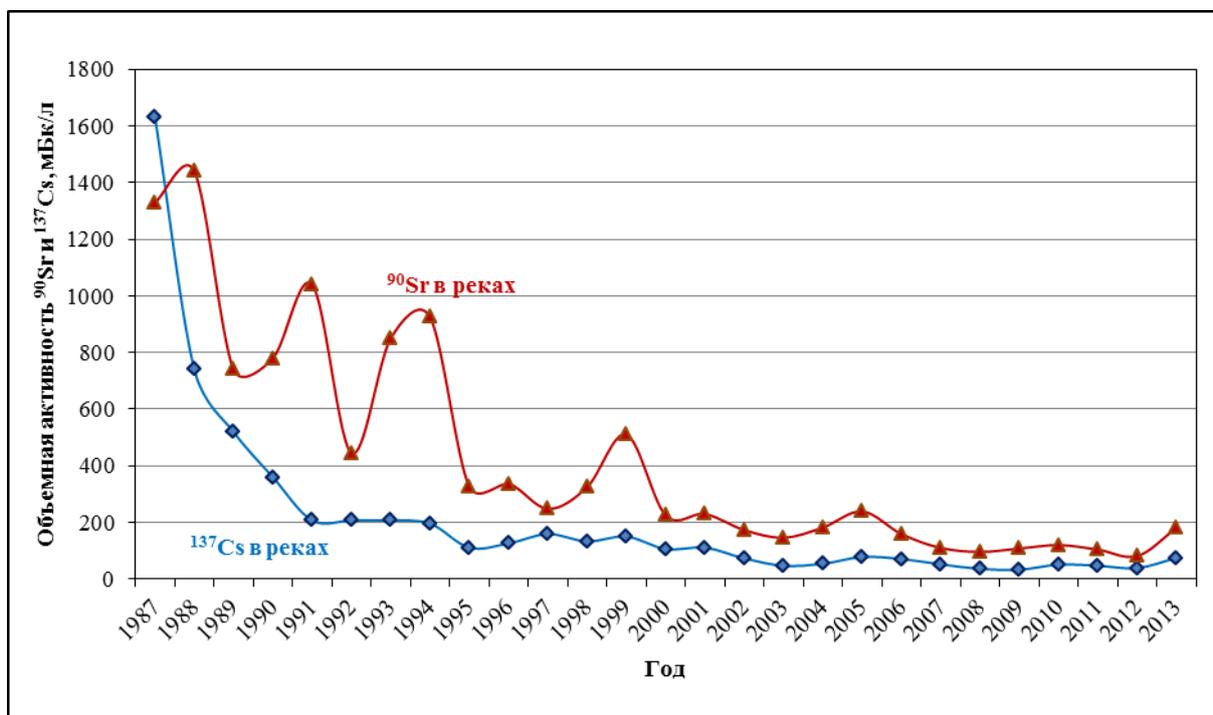


Рис. 5.12. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде р. Припять в створе п. Чернобыль в 1987–2013 годах

Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Припять в створе п. Чернобыль была в 2013 г. в 1,9 – 2,2 раза больше, чем в 2012 г. На протяжении 2013 г. изменялась от 74 до 590 мБк/л при среднегодовом значении 181 мБк/л (в 2012 г. – 81 мБк/л). Объемная активность ^{137}Cs колебалась в пределах 22 – 335 мБк/л при среднегодовом значении 75 мБк/л (в 2012 г. – 39 мБк/л).

Годовой вынос ^{90}Sr р. Припять вместе с реками Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2013 г. составил $6,11 \cdot 10^{12}$ Бк (165 Ки), что в 5 раз больше, чем в 2012 г. – $1,24 \cdot 10^{12}$ Бк (33,5 Ки). Годовой вынос ^{137}Cs этими реками составил $2,85 \cdot 10^{12}$ Бк (77 Ки), что в 3,8 раза больше выноса 2012 г. – $0,75 \cdot 10^{12}$ Бк (20,3 Ки). Объемы выноса ^{90}Sr и ^{137}Cs в 2013 г. были наибольшими с 2000 г. В целом, за период после аварии (1986 – 2013 гг.) водами р. Припяти в створе г. Чернобыля в днепровские водохранилища было вынесено $180,12 \cdot 10^{12}$ Бк (4863 Ки) ^{90}Sr и $134,08 \cdot 10^{12}$ Бк (3620 Ки) ^{137}Cs .

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 с. Неданчичи в 2013 г. составил $0,146 \cdot 10^{12}$ Бк (3,94 Ки), что полностью соответствует выносу 2012 г. Вынос ^{137}Cs составил $0,152 \cdot 10^{12}$ Бк (4,10 Ки), что на 16 % больше выноса 2012 г. Это соответственно составляет 2,4 и 5,3 % от выноса этого радионуклида р. Припятью (вместе с реками Уж и Брагинка).

Вынос ^{90}Sr р. Десной в створе с. Литки составил $0,073 \cdot 10^{12}$ Бк (1,97 Ки), что на треть больше 2012 г. – $0,054 \cdot 10^{12}$ Бк (1,46 Ки); вынос ^{137}Cs – $0,012 \cdot 10^{12}$ Бк (0,33 Ки) – в 1,5 раза больше выноса

2012 г. – $0,008 \cdot 10^{12}$ Бк (0,22 Ки). В целом, в 2013 г. суммарный вклад верхнего Днепра и Десны в загрязнение днепровских водохранилищ ^{90}Sr и ^{137}Cs составил соответственно 3,6 и 5,8 % от вклада р. Припять.

В 2013 г. радиационная ситуация на водных объектах днепровской водной системы несколько ухудшилась. Содержание радионуклидов в воде днепровских водохранилищ и р. Припять в 2012 г. приведено в Приложении D.2, табл. 4.

Содержание радионуклидов в днепровской воде в 2013 г. было несколько большим, чем в предыдущем году. В Киевском водохранилище на верхнем бьефе Киевской ГЭС (г. Вышгород) объемная активность ^{90}Sr увеличилась в 2 раза, от 40 до 81 мБк/л в среднем за год. 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 30 мБк/л (в 2012 г. – 22 мБк/л).

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 2013 г. среднее значение ОА ^{137}Cs при прохождении загрязненных припятских вод от п. Чернобыль до верхнего бьефа Киевской ГЭС уменьшились от 75 до 11,1 мБк/л (в 2012 г. аналогичные показатели были соответственно 39 и 9,1 мБк/л), а в воде Каховского водохранилища объемная активность ^{137}Cs составляла уже 0,4 мБк/л. Данные о содержании радионуклидов в водах рек Украины в 2013 г. приведены на рис. 5.13.

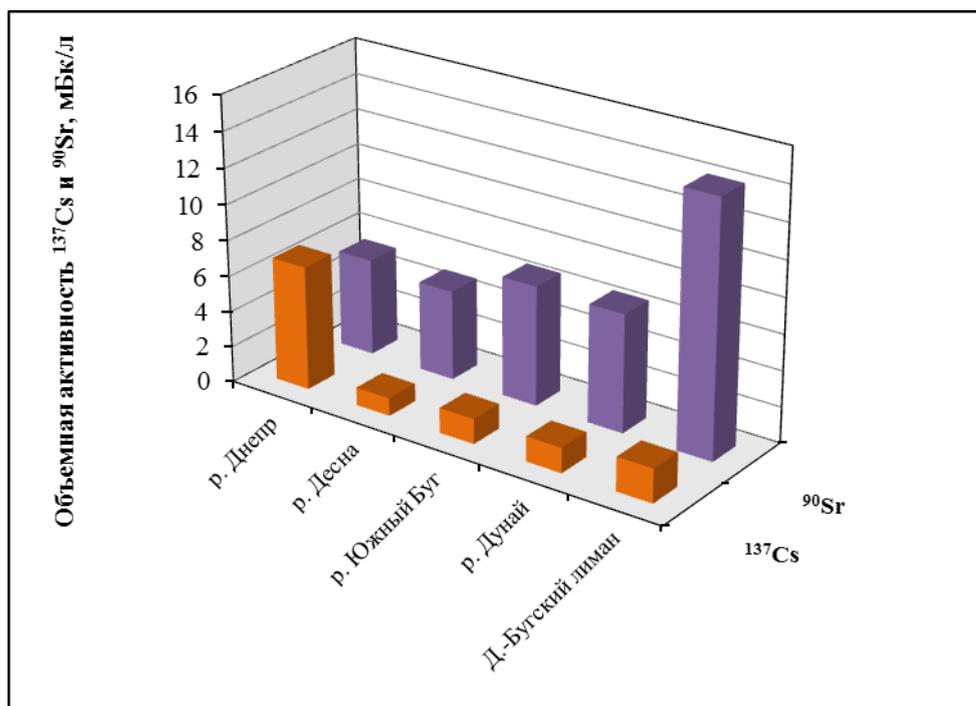


Рис. 5.13. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностных водах Украины в 2013 г.: (р. Днепр – с. Неданчичи; р. Десна – г. Чернигов; р. Южный Буг – г. Николаев; р. Дунай – г. Измаил; Днепро-Бугский лиман – г. Очаков)

Содержание радионуклидов в водах рек Днепр (с. Неданчичи) и Десна (г. Чернигов) в 2013 г. находилось на предаварийном уровне и было одним из наименьших за весь период наблюдения после аварии на ЧАЭС. Объемная активность ^{90}Sr в воде в среднем за 2013 г. составляла 5,4 и 5,0 мБк/л (в 2012 г. – 6,7 и 6,0 мБк/л); объемная активность ^{137}Cs соответственно 6,9 и 1,0 мБк/л

(в 2012 г. – 5,9 и 1,1 мБк/л). 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 2013 г. превышений допустимых уровней содержания радионуклидов, установленных в ДР-2006 (2 Бк/л для ^{137}Cs и ^{90}Sr) [8], в контролируемых ДГМС Украины водных объектах не зарегистрировано [5].

Радиационный фон на местности

По полученным данным мощность экспозиционной дозы γ -излучения на большей части Украины в 2013 г. находилась в пределах уровней, обусловленных природными радиоактивными элементами и космическим излучением, и составляла 6–22 мкР/ч. На пунктах контроля, расположенных на загрязненной вследствие аварии на ЧАЭС территории, мощность экспозиционной дозы γ -излучения составляла 7–26 мкР/ч, максимальные уровни наблюдались в п. Чернобыль (26 мкР/ч). В Киеве мощность экспозиционной дозы на протяжении года колебалась в пределах 7–16 мкР/ч и составляла в среднем за год 11 мкР/ч, т.е. находилась в пределах природного радиационного фона.

Радиационная обстановка в районах расположения действующих АЭС Украины в 2013 г. была стабильной. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на пунктах наблюдения, расположенных в 100-км зонах вокруг АЭС, находилась в пределах природного фона. В то же время вблизи предприятий, добывающих и перерабатывающих уран, Днепропетровской и Кировоградской областей локальный γ -фон повышен на 10 мкР/ч и больше [26].

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 изменилась незначительно и во многих случаях практически достигла предаварийного состояния.

5.4. Армения

В 2013 г. по данным [10] на территории Армении в 15 пунктах наблюдения проводятся ежедневные измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения. Измерения выполнены приборами типа ДП-5, ДРГ-01, ДРГ-06. В течение всего года среднесуточные значения колебались в пределах 14 – 18 мкР/ч, что соответствует колебаниям природного фона.

Значения $\sum\beta$ месячных атмосферных выпадений, по наблюдениям на ст. Аэрологическая в г. Ереване (горизонтальный планшет), колеблются от 18,94 Бк/м² в октябре до 34,7 Бк/м² в ноябре. Суммарная плотность выпадений в 2013 г. составила 303,8 Бк/м². Среднесуточные по месяцам значения $\sum\beta$ атмосферных выпадений колебались в интервале 0,61 – 1,16 Бк/м²·сутки, среднее значение за год составило 0,83 Бк/м²·сутки. Максимальная величина среднесуточной $\sum\beta$ была зафиксирована в ноябре – 3,17 Бк/м²·сутки.

По данным наблюдений радиационная обстановка на территории Армении стабильная, отклонений от фоновых значений не наблюдается.

Список литературы к разделу 5

1. Станкевич А.П., Русая И.Е., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Голиков Ю.Н, Шпак Е.Г., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2013 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь. – 2014.
2. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) ГН 10-117–99. – Минск, 2000.
3. Ежегодник «Состояние радиоактивного загрязнения Кыргызской Республики в 2013 году». – Бишкек: Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской республики, Агентство по гидрометеорологии, 2014.
4. Програма поліпшення якості базових спостережень за забрудненням та моніторингу навколишнього природного середовища на базовій мережі гідрометслужби. – Наказ Мінекоресурсів України від 08.02.2002 № 57. – 60 с.
5. Звіт «Радиоактивне забруднення території України в 2013 році»: Щорічник/ Під ред. О.О. Косовця. – К.: ЦГО, 2014.
6. Норми радіаційно і безпеки України (НРБУ-97). – Київ, 1998. – 136 с.
7. Гідрологічний режим і радіаційний стан поверхневих та стічних вод, а також приземного шару повітря зони відчуження ЧАЕС у 2012 р. – Київ: Відомчі матеріали ЦРЕМЗВ ДСНВП «Екоцентр», 2013.
8. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs и ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). – Київ, 2006.
9. Коваленко Г.Д. Радиоэкология Украины: Монография. – Харьков: Издательский дом «ИНЖЕК», 2008. – 261с.
10. Ежегодник. Значения мощности экспозиционной дозы фонового гамма-излучения за 2013 г. Ереван: Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу. – 2014. – 6 с.

6. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ И АКВАТОРИЙ

6.1. Исследование вторичного радиоактивного загрязнения населенных пунктов, расположенных на территории России, пострадавшей от аварии на Чернобыльской АЭС

В 1986 г. в результате атмосферных выпадений продуктов аварии Чернобыльской АЭС были загрязнены десятки тысяч населенных пунктов. На основе экспериментальных исследований в ФГБУ «НПО «Тайфун» была создана база данных по радиоактивному загрязнению почвы населенных пунктов России ^{137}Cs . База данных постоянно пополняется и включает результаты обследования загрязненных территорий населенных пунктов России начиная с 1986 г. по настоящее время. Анализ имеющихся временных рядов средней плотности загрязнения ^{137}Cs территорий населенных пунктов показал, что в некоторых населенных пунктах Брянской области средняя плотность загрязнения территории ^{137}Cs с течением времени снижается значительно медленнее, чем это должно происходить вследствие радиоактивного распада [1]. Отметим, что подобная временная тенденция наблюдалась и в населенных пунктах, примыкающих к границам «Восточно-Уральского радиоактивного следа» [2].

В таблице 6.1.1 приведены примеры временного поведения средней плотности загрязнения ^{137}Cs почвы населенных пунктов Брянской области, полученная в разные годы в период с 1986 по 2013 г. и приведенная с учетом радиоактивного распада к 2013 г.

Таблица 6.1.1

Средняя плотность загрязнения ^{137}Cs почвы реперных населенных пунктов, приведенная к 2013 г. (с учетом радиоактивного распада)

Населенный пункт	Средняя плотность загрязнения почвы, Ки/км ²												
	1986	1987	1988	1992	1993	1998	1999	2002	2003	2006	2008	2012	2013
д.Чернетовка	-	3,9 (5)	4,1 (2)	-	5,3 (5)	-	-	6,4 (6)	-	-	-	5,8 (20)	5,1 (18)
с. Перетин	-	9,6 (8)	9,5 (4)	7,1 (2)	9,9 (6)	-	-	-	11,2 (5)	-	12,0 (7)	10,2 (6)	12,4 (17)
с. Лысье	7,4 (3)	7,0 (6)	8,9 (5)	10,9 (2)	8,4 (7)	15,2 (7)	12,3 (17)	-	-	13,3 (10)	-	7,0 (9)	11,6 (17)

Примечания: -- отбор проб не проводился;
в скобках указано количество отобранных проб в году.

Из таблицы 6.1.1 видно, что приведенная к 2013 г. средняя плотность загрязнения реперных населенных пунктов имеет тенденцию к увеличению со временем. Это свидетельствует о том, что в рассматриваемых населенных пунктах Брянской области имеет место вторичное загрязнение территории ^{137}Cs .

Возможными причинами более медленного снижения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs могут быть такие природные и антропогенные факторы вторичного радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов, как ветровой перенос ^{137}Cs с более загрязненных территорий; сжигание радиационно-загрязненных дров в сельских домах и использование загрязненной золы в качестве удобрения; выпас скота на загрязненных территориях и, соответственно, использование загрязненного навоза на приусадебных участках. Для оценки вклада указанных факторов вторичного радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов были проведены специальные полевые исследования.

В период 2011–2013 гг. были проведены полевые исследования в шести населенных пунктах Брянской области, в которых было выявлено указанное выше отклонение временного хода экспериментальных данных от кривой радиоактивного распада. Полевые исследования включали отбор проб почвы на территории населенных пунктов и приусадебных участках, отбор проб золы и сена в индивидуальных хозяйствах. У населения, проживающего в обследованных пунктах, уточнялись сведения об источниках используемых дров, их ежегодном количестве, о территориях сенокоса для личного скота, количестве скота, размерах приусадебных участков. Всего во время полевых исследований было отобрано и проанализировано более 200 проб почвы, 40 проб золы и 49 проб сена.

В результате полевых исследований были получены обобщенные радиологические данные для шести населенных пунктов Брянской области (табл. 6.1.2), которые включают: среднюю плотность загрязнения территории населенных пунктов ^{137}Cs ; среднюю плотность загрязнения почвы приусадебных огородов ^{137}Cs ; среднюю и максимальную удельную активность ^{137}Cs в пробах золы и сена, отобранных в индивидуальных хозяйствах населенных пунктов.

Следует отметить, что во всех обследованных населенных пунктах, кроме д. Чернетовка, местные жители имели в личных хозяйствах коров.

Полученные обобщенные экспериментальные данные были использованы для оценки основных возможных природных и антропогенных факторов вторичного загрязнения ^{137}Cs обследованных населенных пунктов.

Таблица 6.1.2

Обобщенные данные полевых исследований 2011–2013 гг.

Район	Населенный пункт (НП)	Плотность загрязнения почвы НП, Ки/км ²	Плотность загрязнения почвы огородов, Ки/км ²	Удельная активность в золе, Бк/кг	Удельная активность в сене, Бк/кг
Гордеевский	д. Чернетовка	5,5	*	3294 (7197)**	170 (440)
Гордеевский	д. Михайловка	7,5	9,0	4719 (7926)	319 (808)
Гордеевский	с. Перетин	11,8	9,4	4685 (10900)	398 (1380)
Злынковский	с. Лысые	10,0	9,3	6952 (20364)	126 (354)
Красногорский	с. Колуды	2,4	2,2	9058 (30800)	67 (295)
Красногорский	д. Кургановка	3,8	2,8	2264 (5100)	101 (209)

Примечания: * – не обследовались;

** – в скобках приведены максимальные значения.

Оценка уровня вторичного загрязнения приусадебных участков за счет использования древесной золы

Чтобы оценить вторичное загрязнение приусадебных участков за счет древесной золы за годы после аварии на ЧАЭС нужно знать, как менялась удельная активность ^{137}Cs в древесной золе со временем после аварии на ЧАЭС.

В качестве базовой для наших расчетов использовалась эмпирическая модель динамики удельной активности ^{137}Cs в неокоренной древесине Полесья на почвах аналогичных почвам Брянской области [3]. Согласно этой модели динамику удельной активности ^{137}Cs в неокоренной древесине можно аппроксимировать тремя экспонентами: в 1987 – 1994 гг. экспонентой с периодом полуснижения удельной активности ^{137}Cs $T_{1/2} = 15$ лет; в 1994 – 2000 гг. экспонентой с периодом

полуснижения удельной активности ^{137}Cs $T_{1/2} = 20$ лет; после 2000 г. экспонентой с периодом полуснижения удельной активности ^{137}Cs $T_{1/2} = 25$ лет.

Для реконструкции изменения со временем удельной активности ^{137}Cs в древесной золе в период 1987–2018 гг. по выбранной модели в качестве исходных данных были использованы средние удельные активности ^{137}Cs в золе в 2013 г., полученные в результате полевых исследований для каждого обследованного населенного пункта (см. табл. 6.1.2).

Количественные оценки возможного вторичного загрязнения индивидуальных огородов в реперных населенных пунктах за счет древесной золы для периода 1987–2018 г. проводились для следующих условий: внесение радиоактивно-загрязненной золы в качестве удобрения проводится ежегодно; каждое индивидуальное хозяйство заготавливает в год до 15 м^3 (7200 кг) дров; при сжигании древесины образуется 2 % золы (144 кг); вся зола (144 кг), полученная от сжигания годового запаса дров, в каждом индивидуальном хозяйстве используется в качестве удобрения огорода; средняя площадь индивидуального огорода – 600 м^2 .

Годовая дополнительная плотность загрязнения огорода ^{137}Cs за счет сжигания золы d_i , $\text{кБк}/\text{м}^2$, определяется формулой

$$d_i = \frac{q_i \cdot m}{S}, \quad (6.1)$$

где q_i – удельная активность ^{137}Cs в золе в i -м году после аварии на Чернобыльской АЭС, $\text{кБк}/\text{кг}$; m – масса золы, кг ; S – площадь огорода, м^2 ; $i = 1, 2, 3 \dots$ – год после аварии на Чернобыльской АЭС.

Величина интегральной дополнительной плотности загрязнения огорода ^{137}Cs в любой n -й год после аварии D_n , $\text{кБк}/\text{м}^2$, определяется формулой

$$D_n = \sum_{i=1}^n \frac{q_i \cdot m}{S} \times \exp(-n + i)\lambda, \quad (6.2)$$

где λ – постоянная радиоактивного распада для ^{137}Cs .

Оценка уровня вторичного загрязнения приусадебных участков за счет использования навоза

На территориях, пострадавших от аварии на чернобыльской аварии, ^{137}Cs поступает в организм крупного рогатого скота в основном с радиоактивно-загрязненными кормами. Попав в организм животных, ^{137}Cs вступает в процессы метаболизма, включающие всасывание, накопление в органах и тканях и выведение. Выведение ^{137}Cs происходит через кишечник, почки и молочную железу. Согласно проведенным исследованиям всасывание ^{137}Cs из желудочно-кишечного тракта в кровь у коров составляет от 50 % до 75 % от поступившего в организм количества [4]. Поэтому можно считать, что через желудочно-кишечный тракт выводится от 50 % до 25 % ^{137}Cs , поступившего в организм с кормами.

Основным компонентом рациона коров в частном секторе является сено природных трав. Поэтому для оценки вторичного загрязнения индивидуальных хозяйств ^{137}Cs за счет навоза в любой год после аварии на ЧАЭС необходимо знать динамику загрязнения ^{137}Cs сена природных трав после чернобыльской аварии.

К настоящему времени на основе анализа многочисленных данных радиационного мониторинга, проводимого с 1987 г. на наиболее загрязненных после аварии на ЧАЭС территориях Украины, разработана динамическая модель поведения ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе «почва – растение» для основных типов почвы и групп сельскохозяйственных культур [4,5].

В динамической модели [4,5] в качестве количественной оценки перехода ^{137}Cs из почвы в растение используется коэффициент перехода TF

$$TF = \frac{\text{удельная активность } ^{137}\text{Cs в растении, Бк/кг сух. в - ва}}{\text{плотность загрязнения } ^{137}\text{Cs почвы, кБк/м}^2} \quad (6.3)$$

Согласно указанной модели, изменение со временем коэффициента перехода ^{137}Cs из почвы в растение $TF(t)$ можно аппроксимировать двухкомпонентной экспоненциальной функцией вида

$$TF(t) = TF_0^{q+s} \cdot \left[a_0^q \cdot \exp\left(-0,693 \cdot \frac{t}{T_e^q}\right) + (1 - a_0^q) \cdot \exp\left(-0,693 \cdot \frac{t}{T_e^s}\right) \right], \quad (6.4)$$

где $t = 1, 2, 3, \dots$ – год после аварии на Чернобыльской АЭС; $TF_0^{q+s} = TF_0^q + TF_0^s$ – коэффициенты перехода, экстраполированные на 1986 год, м²/кг; TF_0^q, TF_0^s – коэффициенты перехода ^{137}Cs для обменной и фиксированной форм радионуклида соответственно, экстраполированные на 1986 г., м²/кг; T_e^q, T_e^s – периоды полууменьшения коэффициентов перехода ^{137}Cs для обменной и фиксированной форм радионуклида соответственно, лет; $a_0^q, (1 - a_0^q)$ – части первоначального содержания ^{137}Cs в почве с периодами полууменьшения T_e^q и T_e^s (обменная и фиксированная формы соответственно).

На основе динамической модели поведения ^{137}Cs в системе «почва – растение» [4, 5] нами были получены модельные оценки удельной активности ^{137}Cs в сене природных трав для каждого населенного пункта в 1987–2018 гг.

В таблице 6.1.3 приведены значения входных параметров модели [4,5], использованные для расчета коэффициента перехода ^{137}Cs в сено природных трав на дерново-подзолистой почве, характерной для Брянской области.

Таблица 6.1.3

Значения входных параметров модели

$TF_0^q, \text{ м}^2/\text{кг}$	$TF_0^s, \text{ м}^2/\text{кг}$	$T_e^q, \text{ лет}$	$T_e^s, \text{ лет}$	a_0^q
25	0,78	2,1	28	0,94

Важнейшими параметрами модели являются фракции a_0^q и $(1 - a_0^q)$, характеризующиеся быстрым и медленным изменением биологической доступности ^{137}Cs соответственно. Распределение ^{137}Cs между этими формами существенно зависит от типа почвы и агрохимических свойств почвы. Для наших расчетов значение $a_0^q = 0,94$ было определено с учетом среднего значения коэффициента перехода ^{137}Cs в сено трав на территориях обследованных населенных пунктов в 2011–2013 гг. ($TF = 0,8 \text{ м}^2/\text{кг}$). Используемое нами значение a_0^q согласуется с данными [4,5], согласно которым среднее значение начальной доли обменных форм ^{137}Cs в дерново-подзолистой почве составляет $a_0^q = 0,97$ при относительной ошибке $\pm 10 \%$.

Полагая, что после аварии на Чернобыльской АЭС плотность загрязнения почвы ^{137}Cs уменьшается со временем за счет радиоактивного распада, а коэффициент перехода ^{137}Cs в сено природных трав изменяется согласно модели (6.4), используя в качестве исходного значения среднюю удельную активность ^{137}Cs в сене в 2013 г. (200 Бк/кг), мы получили модельные оценки уровня загрязнения ^{137}Cs сена природных трав для периода 1987 – 2018 гг. С учетом соотношения (6.3) полученный модельный временной ход удельной активности ^{137}Cs в сене природных трав соответствует современной плотности загрязнения дерново-подзолистой почвы ^{137}Cs 7 Ки/км². На рис. 6.1.1 приведены удельная активность ^{137}Cs в сене природных трав на дерново-подзолистой почве (при современной плотности загрязнения ^{137}Cs 7 Ки/км²), рассчитанная с использованием модели [4,5], и экспериментальные данные о загрязнении ^{137}Cs сена в юго-западных районах Брянской области с 1986 по 2007 г. [6, 7].

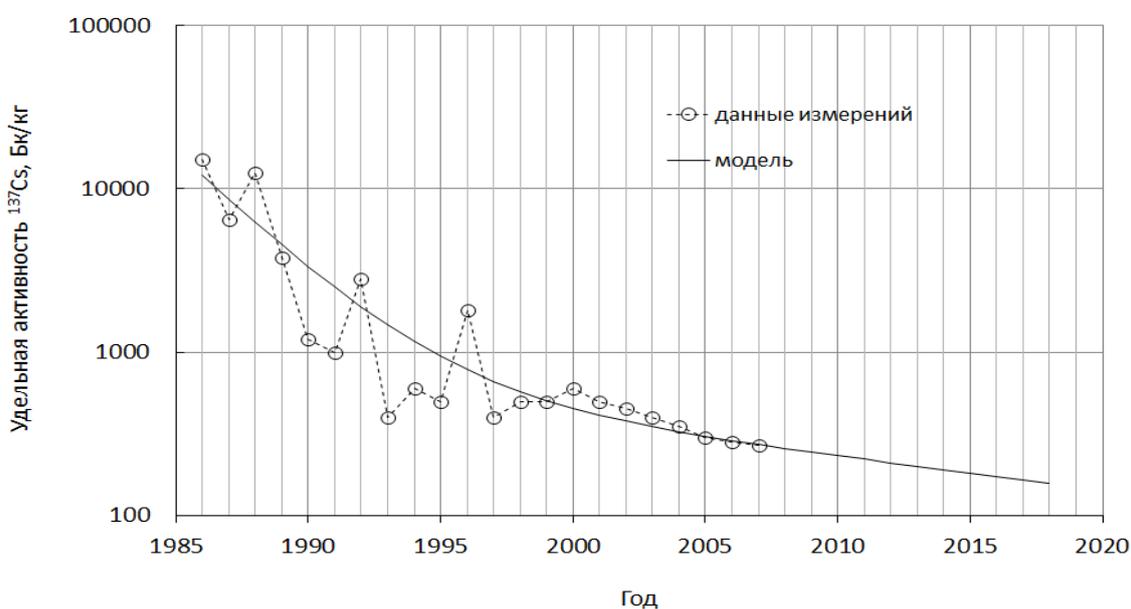


Рис. 6.1.1. Удельная активность ^{137}Cs в сене природных трав на дерново-подзолистой почве, рассчитанная по модели (—), и экспериментальные данные удельной активности ^{137}Cs в сене в юго-западных районах Брянской области (o) [6,7]

Полагая, что заготовка сена для коров проводилась на территории ареалов населенных пунктов, для каждого населенного пункта был рассчитан свой временной ход удельной активности ^{137}Cs в сене природных трав в соответствии с современной плотностью загрязнения ^{137}Cs почвы населенного пункта.

Количественные оценки вторичного загрязнения индивидуальных огородов в реперных населенных пунктах (за период 1986–2018 гг.) за счет использования навоза в качестве удобрения проводились при следующих условиях: в индивидуальном хозяйстве постоянно имеется хотя бы одна корова; учитывается только стойловый период содержания коров, то есть не учитывается количество ^{137}Cs , поступающего с зелеными кормами и землей пастбищ; для коровы за 1 год заготавливается 3 т сена; коэффициент выведения ^{137}Cs из организма коровы через кишечник составляет от 25 % до 50 % от содержания ^{137}Cs в годовом рационе; весь навоз от коровы используется в качестве удобрения на огороде; площадь огорода – 600 м²; используется временной ход удельной активности ^{137}Cs в сене с 1986 по 2018 г., полученный по модели.

Годовая дополнительная плотность загрязнения огорода ^{137}Cs за счет навоза ds_i , $\text{кБк}/\text{м}^2$, в i -й год после чернобыльской аварии определяется формулой:

$$ds_i = k \cdot \frac{qs_i \cdot m}{S}, \quad (6.5)$$

где qs_i – удельная активность ^{137}Cs в сене в i -м году после аварии на Чернобыльской АЭС, $\text{кБк}/\text{кг}$; m – масса сена, съедаемого коровой в год, кг ; S – площадь огорода, м^2 ; k – коэффициент выведения ^{137}Cs через кишечник; $i = 1, 2, 3, \dots$ – год после аварии на Чернобыльской АЭС.

Величина интегральной дополнительной плотности загрязнения огорода ^{137}Cs в любой n -й год после аварии DS_n , $\text{кБк}/\text{м}^2$, за счет навоза определяется формулой

$$DS_n = \sum_{i=1}^n ds_i \times \exp(-n + i)\lambda, \quad (6.6)$$

где λ – постоянная радиоактивного распада для ^{137}Cs .

Вторичное загрязнение территорий населенных пунктов ^{137}Cs за счет ветрового подъема и переноса в атмосфере

Географическое положение населенного пункта относительно зон повышенного радиоактивного загрязнения местности оказывает непосредственное влияние на общее радиоактивное загрязнение воздуха в населенном пункте. Это положение было подтверждено расчетами, проведенными в [8] для населенного пункта Красная Гора (Красногорский район Брянской области) по данным загрязнения ^{137}Cs в период 1992–1993 гг. Так средняя плотность загрязнения ^{137}Cs территории населенного пункта Красная Гора в этот период была $6 \text{ Ки}/\text{км}^2$, однако вблизи располагались участки с уровнем загрязнения по ^{137}Cs до $100 \text{ Ки}/\text{км}^2$. Расчеты показали, что пылеобразование на прилегающей территории вносит значительный вклад (от 50 % до 60 %) в загрязнение приземного слоя атмосферного воздуха населенного пункта Красная Гора при любом направлении ветра.

Среди обследованных нами реперных населенных пунктов географическое положение деревня Кургановка наиболее способствует вторичному загрязнению этого населенного пункта за счет пылепереноса. Деревня Кургановка расположена в зоне загрязнения $1\text{--}5 \text{ Ки}/\text{км}^2$. Средняя плотность загрязнения территории д. Кургановка по данным обследования 2011–2012 гг. составляет $3,8 \text{ Ки}/\text{км}^2$. В настоящее время на севере и северо-западе от д. Кургановка (на расстоянии $1\text{--}2 \text{ км}$) на территории Брянской области и Республики Беларусь расположена зона повышенного загрязнения ^{137}Cs с плотностью загрязнения $15\text{--}40 \text{ Ки}/\text{км}^2$ [5]. До 1995 г. в центральной части этой зоны (около половины площади) загрязнение по ^{137}Cs составляло более $40 \text{ Ки}/\text{км}^2$. Площадь всей указанной зоны загрязнения (далее – «грязная» зона) приблизительно 75 км^2 .

Для оценки среднегодового переноса ^{137}Cs из «грязной» зоны в зону расположения д. Кургановка (далее – «чистая» зона) была использована двухкамерная модель атмосферного переноса [8]. Важнейшим параметром этой модели является среднегодовая интенсивность ветрового подъема ^{137}Cs (α_{cp}).

Временной ход α_{cp} для территории Брянской области в период с 1986 по 1996 г. был получен на основании эмпирических формул К.П. Махонько [8]. Для периода с сентября 1986 г.

по сентябрь 1989 г. среднегодовая интенсивность ветрового подъема $^{137}\text{Cs}\alpha_{cp}$ уменьшалась по экспоненциальному закону

$$\alpha_{cp} = \alpha_{cp0} \cdot \exp(-ct), \quad (6.7)$$

где t – время, год, α_{cp0} – значение α_{cp} в сентябре 1986 г., согласно [10] $\alpha_{cp0} = 10^{-9} \text{ с}^{-1}$; $c = 0,9 \text{ год}^{-1}$.

Для периода с сентября 1989 г. по сентябрь 1996 г. изменение среднегодовой интенсивности ветрового подъема $^{137}\text{Cs} \alpha_{cp}$ описывалось эмпирической формулой

$$\alpha_{cp} = \alpha_1 \cdot \exp(-c_1t) + \alpha_2 \cdot \exp(-c_2t), \quad (6.8)$$

где $\alpha_1 = k \cdot 0,875$; $\alpha_2 = k \cdot 0,125$; $c_1 = 1,35 \text{ год}^{-1}$; $c_2 = 0,341 \text{ год}^{-1}$, где $k = 3,63 \cdot 10^{-10} \text{ с}^{-1}$ – постоянный множитель.

Следует отметить, что α_{cp} включает не только естественный, но и техногенный пылеподъем, связанный с хозяйственной деятельностью на рассматриваемой территории.

Временной ход α_{cp} после 1996 г. получен на основании данных об изменении α_{cp} на территориях Южного Урала, пострадавших в результате аварии 1957 г. на ПО «Маяк». Согласно публикации [11], посвященной радиологическим исследованиям на территории Восточно-Уральского заповедника, расположенного в лесостепной зоне на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, интенсивность среднегодового ветрового подъема радионуклидов в первые годы после загрязнения составляла от 10^{-2} до 10^{-3} год^{-1} , в последующий период – от 10^{-4} до 10^{-5} год^{-1} .

С учетом вышесказанного для периода с 1997 по 2011 г. полагали, что значение α_{cp} на территории Брянской области уменьшается по экспоненциальному закону с периодом полууменьшения 5,8 лет до значения $\alpha_{cp} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ в 2011 г. На рис. 6.1.2 приведены полученные значения среднегодовой интенсивности ветрового подъема для периода 1986–2011 гг.

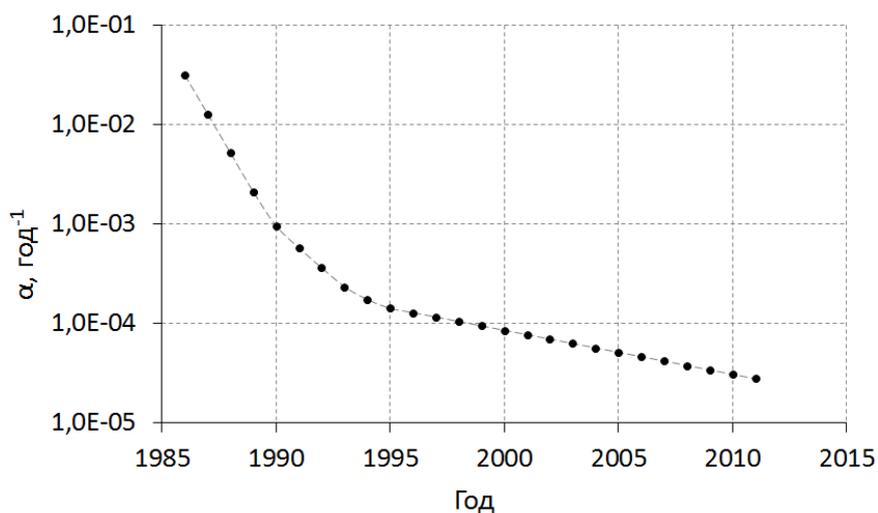


Рис. 6.1.2. Среднегодовая интенсивность ветрового подъема на территории Брянской области в период с 1986 по 2011 г.

Расчеты переноса ^{137}Cs из «грязной» зоны в «чистую» по модели [9] были проведены для изотропной розы ветров для периода с 1986 по 2018 г. При этом полагали, что плотность загрязнения ^{137}Cs «грязной» и «чистой» зон составляют 40 и 5 Ки/км² соответственно, размеры «грязной» и «чистой» зон одинаковые (75 км²) и имеют конфигурацию квадрата, интенсивность ветрового переноса из «грязной» зоны в «чистую» в период 2012–2018 гг. остается на уровне 2011 г.

Полагая, что весь ^{137}Cs , поступивший в результате вторичного переноса в «чистую» зону, равномерно осаждался на подстилающую поверхность этой территории, с учетом радиоактивного распада получена динамика вторичного загрязнения «чистой» зоны ^{137}Cs в период 1986–2018 гг., представленная на рис. 6.1.3.

Согласно проведенным расчетам в 2013 г. вторичное загрязнение д. Кургановка ^{137}Cs за счет ветрового переноса будет составлять не более $0,21 \text{ Ки/км}^2$ ($7,8 \text{ кБк/м}^2$). Полученные нами модельные оценки возможного вклада долгопериодного вторичного ветрового переноса ^{137}Cs в загрязнение д. Кургановка, расположенной вблизи зоны повышенного радиоактивного загрязнения, удовлетворительно согласуются с имеющимися экспериментальными данными по выпадениям ^{137}Cs для населенного пункта Красная Гора, расположенного в Красногорском районе Брянской области, приведенными в статье [12]. Так согласно экспериментальным данным [12] интегральное загрязнение ^{137}Cs почвы населенного пункта Красная гора в 2010 г. за счет атмосферных выпадений в течение 24 лет (с 1986 по 2010 гг.) с учетом радиоактивного распада составляет $6,8 \text{ кБк/м}^2$, согласно нашим модельным расчетам интегральное вторичное загрязнение д. Кургановка за счет ветрового переноса в 2010 г. составляет $0,23 \text{ Ки/км}^2$ ($8,5 \text{ кБк/м}^2$) (см. рис. 6.1.3).

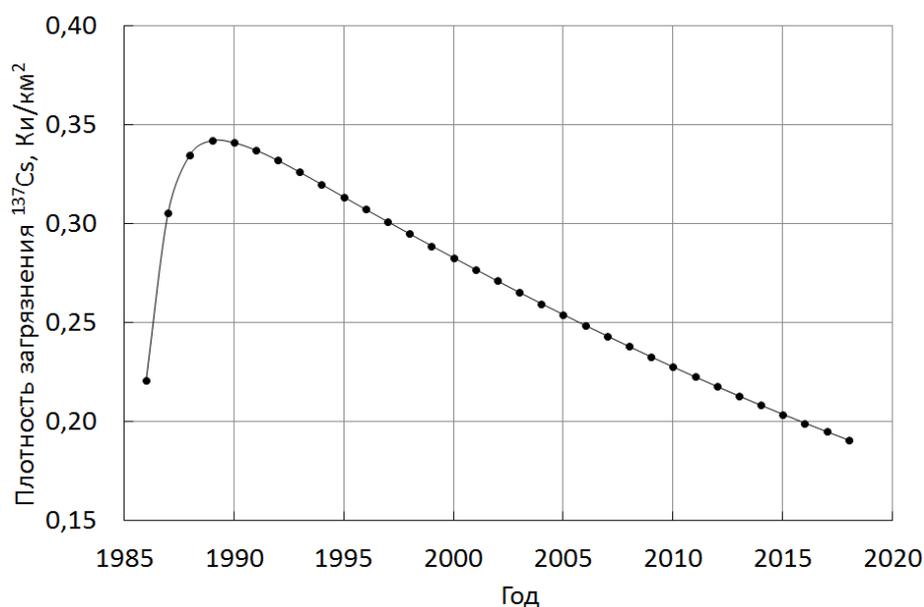


Рис. 6.1.3. Интегральная плотность вторичного загрязнения ^{137}Cs д. Кургановка за счет ветрового подъема и переноса в период 1986–2018 гг.

Принимая во внимание специфику расположения д. Кургановка относительно «грязной» зоны, можно полагать, что в отсутствие местных (локальных) техногенных источников пылеподъема, полученные выше оценки (для д. Кургановка) являются верхним пределом возможного вторичного интегрального загрязнения ^{137}Cs всех обследованных населенных пунктов за счет долгопериодного ветрового переноса.

Обсуждение полученных результатов

Динамика вторичного загрязнения ^{137}Cs приусадебных огородов в шести населенных пунктах Брянской области в период 1986–2018 гг. за счет исследованных факторов представлена на

рис. 6.1.4–6.1.6. Уровень загрязнения ^{137}Cs почвы населенных пунктов в 2013 г. отмечен на рисунках пунктирной прямой.

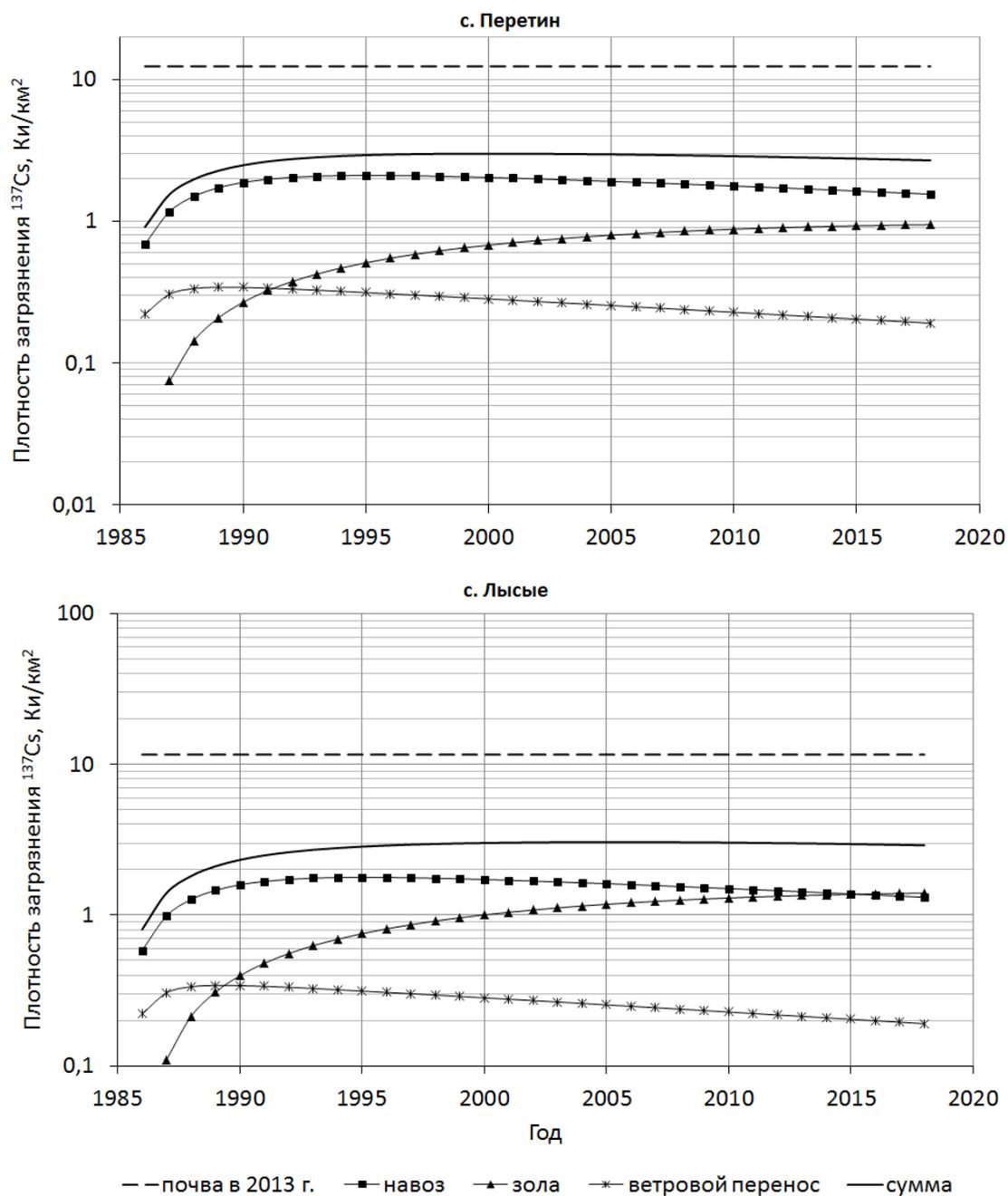


Рис. 6.1.4. Интегральная плотность вторичного загрязнения ^{137}Cs огородов с. Перетин и с. Лысье за счет ветрового переноса и использования в качестве удобрений золы и навоза (при $k = 25\%$) в период 1986–2018 гг.

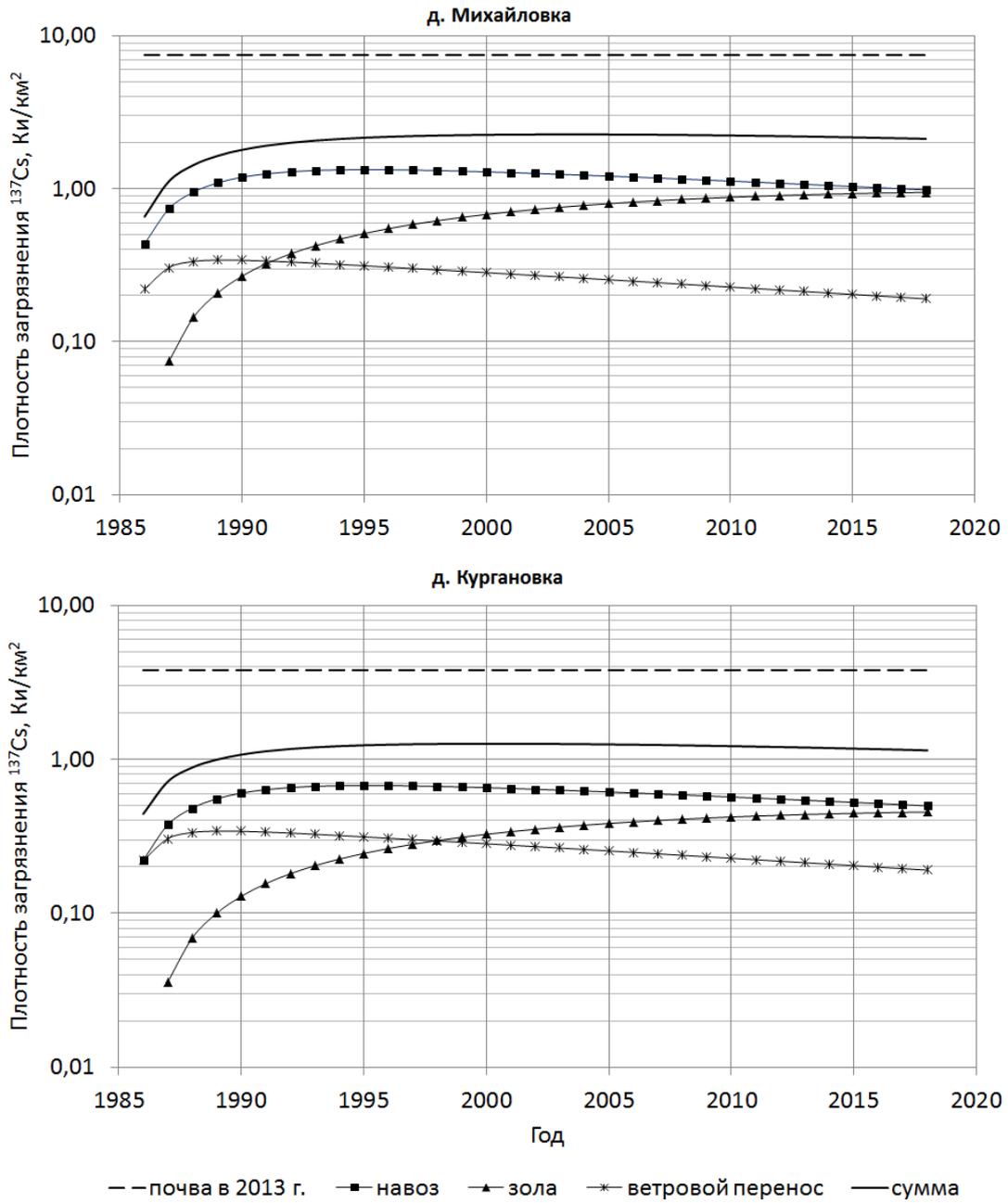


Рис. 6.1.5. Интегральная плотность вторичного загрязнения ^{137}Cs огородов д. Михайловка и д. Кургановка за счет ветрового переноса и использования в качестве удобрений золы и навоза (при $k = 25\%$) в период 1986–2018 гг.

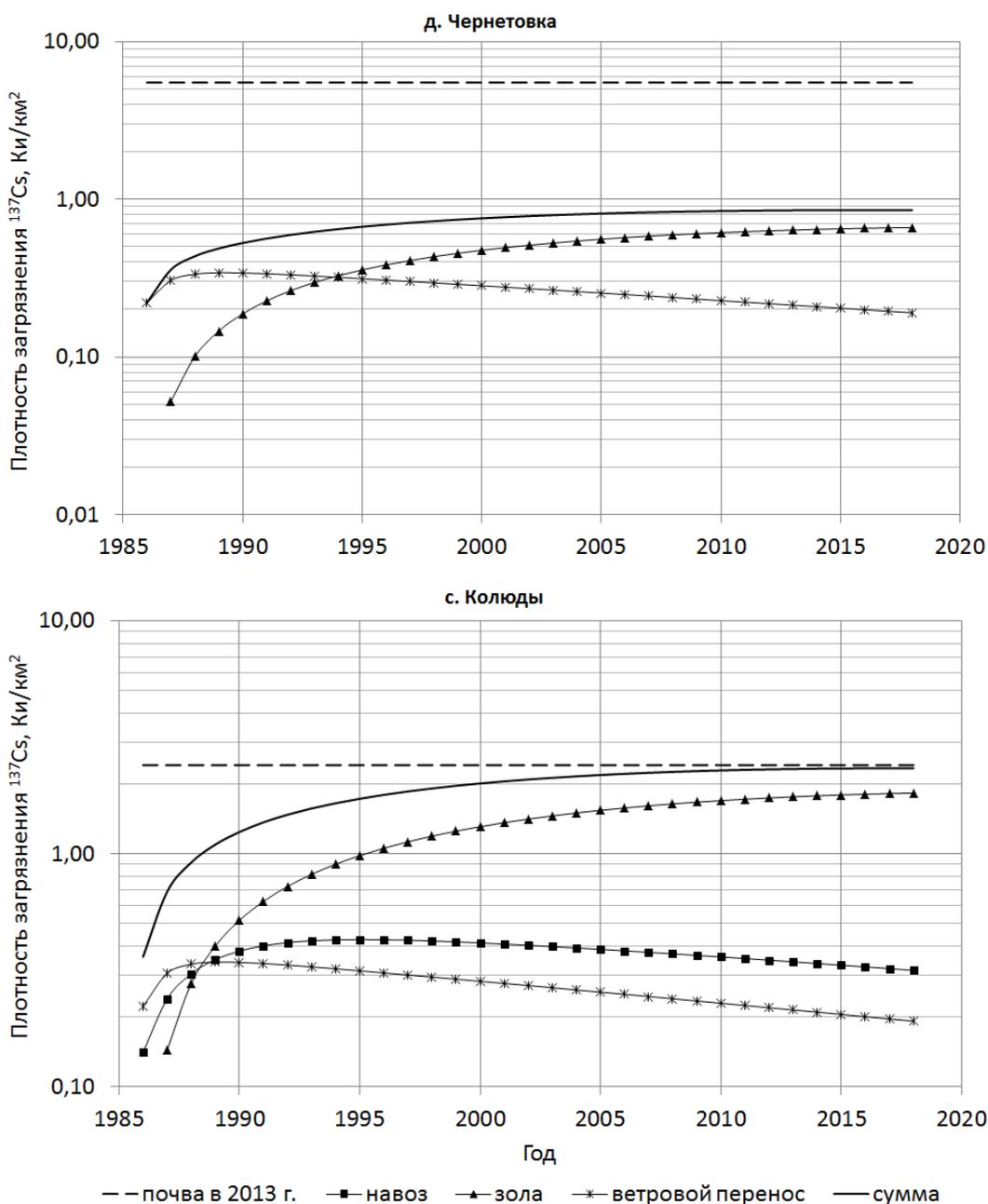


Рис. 6.1.6. Интегральная плотность вторичного загрязнения ^{137}Cs огородов д. Чернетовка и с. Колюды за счет ветрового переноса и использования в качестве удобрений золы и навоза (при $k = 25\%$) в период 1986–2018 гг.

Как видно из рис. 6.1.4–6.1.6, согласно полученным модельным оценкам долгопериодный вторичный ветровой перенос ^{137}Cs оказывает незначительное влияние на вторичное загрязнение обследованных населенных пунктов в настоящее время и не превышает 2 % (с. Перетин) и 8 % (с. Колюды) от уровня загрязнения ^{137}Cs почвы в населенном пункте.

В четырех обследованных пунктах (Перетин, Лысые, Михайловка и Кургановка), в которых жители разводят крупный рогатый скот, в предыдущие годы и в настоящее время преобладает вторичное загрязнение приусадебных огородов за счет внесения навоза (см. рис. 6.1.4–6.1.5). Причем величина вторичного загрязнения за счет внесения навоза пропорциональна уровню загрязнения ^{137}Cs почвы населенного пункта. В 2013 г. вторичное интегральное загрязнение огородов ^{137}Cs за счет использования навоза составляло от 13 % до 15 % (при коэффициенте выведения ^{137}Cs

$k = 25 \%$) и не более 29% (при $k = 50 \%$) от плотности загрязнения почвы в населенном пункте. Согласно модельным оценкам вторичное загрязнение приусадебных огородов за счет использования навоза уменьшается с 2000 по 2018 г. с периодом полууменьшения 46 лет.

Для всех обследованных населенных пунктов (кроме д. Колюды) вторичное загрязнение огородов ^{137}Cs за счет использования золы составляет в 2013 г. от 8% до 14% от плотности загрязнения почвы в населенном пункте. В д. Колюды, где была зарегистрирована максимальная удельная активность ^{137}Cs в золе ($30\,800 \text{ Бк/кг}$), преобладает вторичное загрязнение за счет использования золы, которое составляет $1,8 \text{ Ки/км}^2$ или 75% от плотности загрязнения почвы в населенном пункте. Следует отметить, что жители этого населенного пункта нередко используют не местные дрова, а дрова, привезенные из загрязненных районов Республики Беларусь. Согласно модельным оценкам вторичное загрязнение огородов в обследованных населенных пунктах за счет золы увеличится к 2018 г. по сравнению с 2013 г. не более чем на 4% .

Как видно из рис. 6.1.4–6.1.5, в четырех населенных пунктах (Перетин, Лысые, Михайловка и Кургановка) до 1995 г. наблюдается рост суммарного вторичного загрязнения ^{137}Cs , после 1995 г. суммарное вторичное загрязнение остается практически постоянным. В двух населенных пунктах (Чернетовка и Колюды), в которых определяющим является вторичное загрязнение ^{137}Cs за счет использования древесной золы, рост суммарного вторичного загрязнения происходит вплоть до настоящего времени.

Согласно прогнозным оценкам в течение следующих 5 лет до 2018 г. суммарное вторичное загрязнение ^{137}Cs огородов за счет исследованных факторов во всех населенных пунктах практически будет оставаться на уровне 2013 г. и составлять:

- в четырех населенных пунктах – Перетин, Лысые, Михайловка, Кургановка – $25\text{--}30 \%$ (при коэффициенте выхода $k = 25 \%$) и $40\text{--}45 \%$ (при коэффициенте выхода $k = 50 \%$) от уровня загрязнения ^{137}Cs почвы населенного пункта;
- в д. Колюды – около 95% от уровня загрязнения ^{137}Cs почвы населенного пункта (при коэффициенте выхода $k = 25 \%$);
- в д. Чернетовке, в которой нет крупного рогатого скота, – 16% от уровня загрязнения ^{137}Cs почвы населенного пункта.

Из вышеприведенного можно сделать следующие выводы.

Проведенные исследования выявили наличие основных факторов вторичного загрязнения ^{137}Cs обследованных населенных пунктов – использование радиоактивно-загрязненной золы и навоза на приусадебных огородах. Долгопериодный вторичный ветровой перенос ^{137}Cs в настоящее время оказывает незначительное влияние на вторичное загрязнение обследованных населенных пунктов.

Полученные оценки суммарного вторичного загрязнения ^{137}Cs приусадебных огородов четырех населенных пунктов (Перетин, Лысые, Михайловка, Кургановка) за счет выявленных факторов удовлетворительно согласуются с результатами анализа экспериментальных временных рядов средней плотности загрязнения ^{137}Cs территорий этих населенных пунктов.

6.2. Совместная российско-норвежская экспедиция 2012 года в районы захоронения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива в заливе Степового Карского моря: окончательные результаты

Совместная российско-норвежская экспедиция на НИС «Иван Петров» ФГБУ «Северное УГМС», задачей которой было изучение уровня радиоактивного загрязнения морской среды (вода, донные отложения, биота) в заливе Степового, расположенного на восточном побережье о. Южный архипелага Новая Земля и являющегося одним из наиболее радиоэкологически значимых районов захоронения твердых радиоактивных отходов (ТРО) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ) в Карском море (в заливе Степового была затоплена целиком АПЛ К-27, содержащая ядерные реакторы с невыгруженным ОЯТ), состоялась в период с 24 августа по 28 сентября 2012 г. Состав проведенных в совместной экспедиции исследований и предварительные результаты были изложены в совместном российско-норвежском рейсовом отчете [13] и в Ежегоднике за 2012 г. [14]. Экспедиционные работы были проведены силами специалистов ФГБУ «НПО «Тайфун», (Обнинск), ГНЦ «Южморгеология» (Геленджик), НИЦ «Курчатовский институт» (Москва), ЦНИИ им. А.Н. Крылова (Санкт-Петербург), а также норвежских ученых из Института морских исследований (Берген), Норвежского агентства по радиационной защите (Остерас), Института энергетических технологий (Кьеллер), Норвежского университета естественных наук (Аас). Кроме того, в исследованиях принимал участие представитель Лаборатории морских исследований МАГАТЭ в Монако.

К настоящему времени сторонами подготовлен к печати совместный окончательный отчет [15]. Данный раздел Ежегодника подготовлен по окончательным результатам совместной российско-норвежской экспедиции 2012 г. к местам захоронения РАО и ОЯТ в заливе Степового Карского моря и включает следующую приведенную в совместном отчете [15] информацию: полученные сторонами данные о современном уровне радиоактивного загрязнения морской среды, сравнение полученных в 2012 г. данных с данными предыдущих совместных исследований в этом районе Карского моря и окончательное заключение по результатам совместных исследований 2012 г. Расположение станций отбора проб морской среды в совместной российско-норвежской экспедиции 2012 г. приведено на рис.6.2.1–6.2.2.

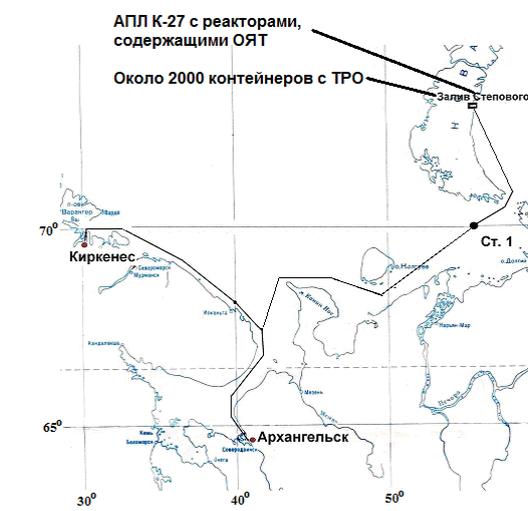


Рис. 6.2.1. Маршрут экспедиции

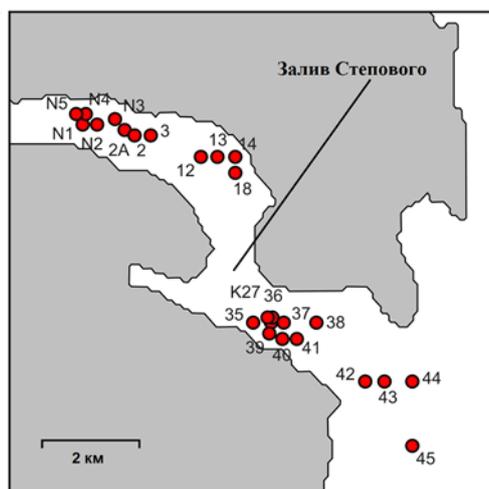


Рис. 6.2.2. Расположение станций отбора проб в заливе Степового. Пробы морской воды отбирались на станциях 18, 36 и 45, а также на ст. 1 в Баренцевом море (рис. 6.2.1). Донные отложения были отобраны на всех станциях.

Совместная российско-норвежская экспедиция 2012 г. является продолжением предыдущих совместных исследований в районах захоронения радиоактивных отходов в Карском море и в заливах Новой Земли в 1992–1994 гг. Во время совместных исследований 1993–1994 гг. с помощью телеуправляемого подводного аппарата (ТПА) было проведено визуальное обследование затопленной АПЛ К-27, а также ряда затопленных контейнеров с РАО. Кроме того, был проведен отбор проб морской воды и донных отложений в разных частях залива, в том числе отбор проб донных отложений в непосредственной близости к затопленной АПЛ К-27 и некоторым затопленным контейнерам с РАО.

По результатам прошлых исследований (1992–1994 гг.) совместной российско-норвежской группой экспертов были сделаны следующие основные выводы.

- Повышенные уровни радиоактивного загрязнения донных отложений, зарегистрированные в непосредственной близости к захороненным в заливе объектам, являются свидетельством имевших место утечек из захороненных объектов. При этом наибольшие значения массовой активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ наблюдались вблизи затопленных контейнеров с РАО.

- Наблюдавшееся в тот период содержание искусственных радионуклидов в морской воде, донных отложениях и биоте в районах открытого Карского моря было обусловлено совокупным воздействием глобальных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия в атмосфере, переноса морскими течениями радиоактивных отходов западноевропейских предприятий по переработке ОЯТ, радиоактивных выпадений продуктов аварийных выбросов на Чернобыльской АЭС и поступлением радионуклидов с водами рек Оби и Енисея. Никакого дополнительного вклада от захороненных РАО не было обнаружено.

- Необходим регулярный мониторинг районов захоронения объектов с РАО и ОЯТ в Карском море, поскольку вероятность утечки радиоактивных веществ из этих объектов сохраняется.

Последующие российские обследования районов захоронения РАО и ОЯТ в Карском море, проведенные в начале 2000-х гг., не выявили признаков дополнительных утечек из захороненных объектов с ОЯТ, включая реакторы АПЛ К-27. Отмечалось также, что удельная активность донных отложений в заливе Степового, а также и в других районах дампинга РАО заметно снизилась по сравнению с имевшей место в 1990-х годах.

Результаты обследования затопленной АПЛ К-27 и контейнеров с РАО

Залив Степового характеризуется четко выраженными внешней и внутренней частями, которые частично отделены от открытого Карского моря подводным порогом на входе в залив. Внешняя и внутренняя части залива отделяются вторым подводным порогом на глубине примерно 20 м. Во внешней части максимальные глубины составляют 30–40 м, в то время как во внутренней части глубины достигают 60 м.

В 2012 г. в заливе Степового были проведены следующие виды работ [13]: поиск и обследование затопленной АПЛ К-27 и затопленных контейнеров с РАО, определение вертикальных профилей температуры и солености воды, картирование радиоактивного загрязнения донных отложений, отбор проб морской воды и первичное концентрирование некоторых радионуклидов, отбор проб морской биоты, предварительная радиометрия и гамма-спектрометрия (прямые и бортовые измерения).

Местоположение АПЛ К-27, затопленной во внешней части залива, было подтверждено с помощью буксируемого гидролокатора бокового обзора КАТРАН (ГНЦ «Южморгеология»). С помощью буксируемого гидролокатора было зарегистрировано также несколько мест затопления контейнеров с РАО, расположенных вдоль внутренней части залива (рис. 6.2.3).

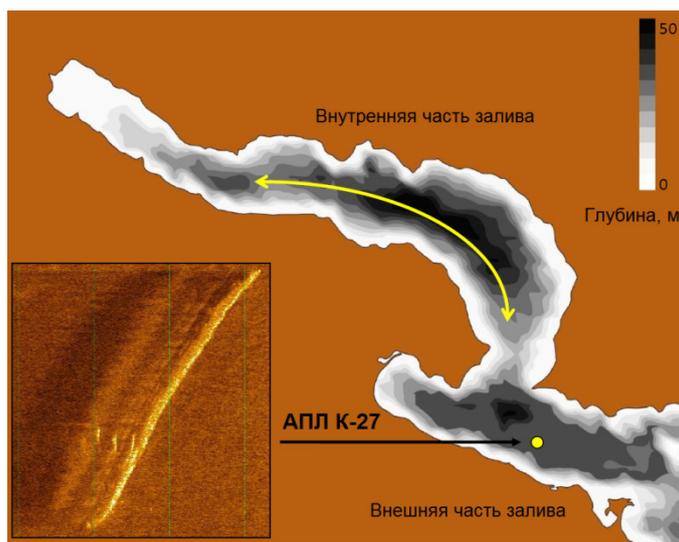


Рис. 6.2.3. Расположение затопленной АПЛ К-27 во внешней части залива Степового (вставлено сонарное изображение), а также район во внутренней части залива, где в 2012 г. был проведен поиск мест затопления контейнеров с РАО (желтая стрелка).

Визуальное и инструментальное обследование затопленных объектов проводилось с помощью ТПА РТМ-500 (ГНЦ «Южморгеология»). В результате обследования АПЛ К-27 было установлено, что К-27 лежит на ровном киле; заглубление в грунт незначительное; видимых коррозионных повреждений корпусных конструкций АПЛ К-27 не обнаружено; замечено отсутствие некоторых частей легкого корпуса АПЛ К-27 (однако не известно, были ли эти части удалены перед затоплением АПЛ или же они исчезли позднее); палуба АПЛ К-27 покрыта слоем иловых отложений толщиной 3–5 см; замечено присутствие донных организмов на АПЛ К-27. Обследованные ТПА контейнеры представляются целостными.

Серия прямых измерений, проведенных вокруг АПЛ К-27, показала, что уровни гамма-излучения примыкающей к АПЛ морской среды не изменились со времени последнего российского

обследования 2006 г. Отчетливый пик ^{137}Cs в спектрах проявился только тогда, когда измерения проводились на палубе К-27 над реакторным отсеком (рис. 6.2.4).

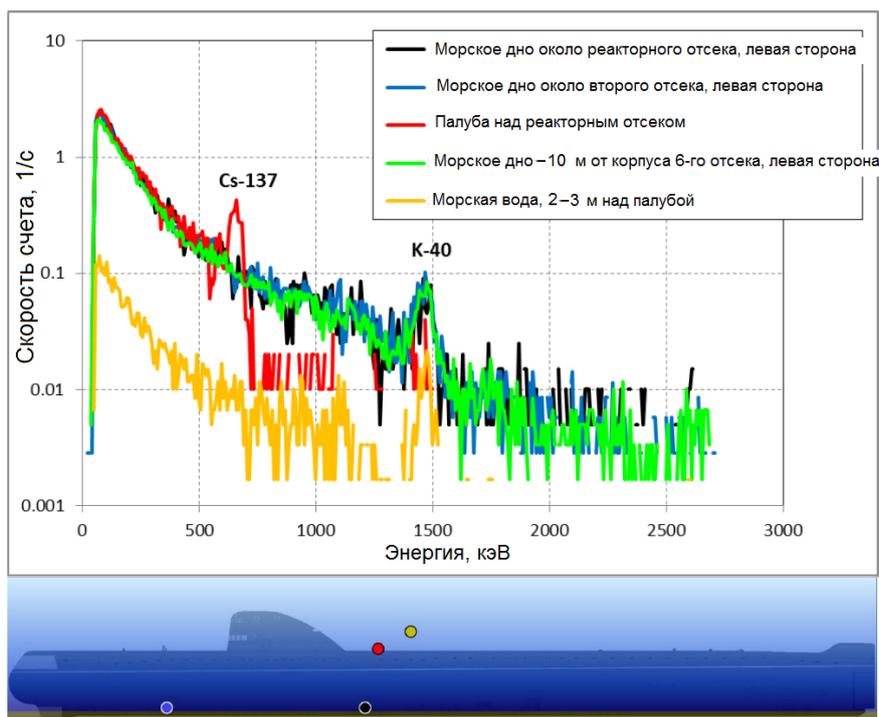


Рис. 6.2.4. Прямые (*in situ*) спектры гамма-излучения, измеренные в разных местах вокруг АПЛ К-27, затопленной во внешней части залива Степового.

Из серии прямых измерений гамма-спектров, выполненных вокруг контейнеров, затопленных в районе станции № 18, ^{137}Cs и ^{60}Co были зарегистрированы вблизи трех контейнеров. На расстоянии около 10 м от одного из контейнеров эти радионуклиды прямыми методами уже не регистрировались (рис. 6.2.5). Максимальная зарегистрированная удельная активность ^{137}Cs в верхних 5 см донных отложений вблизи затопленных контейнеров составила около 400 Бк/кг сырого веса (предел детектирования ^{137}Cs прямым методом 20 Бк/кг сырого веса), что соответствовало мощности дозы около 1 мкЗв/ч.

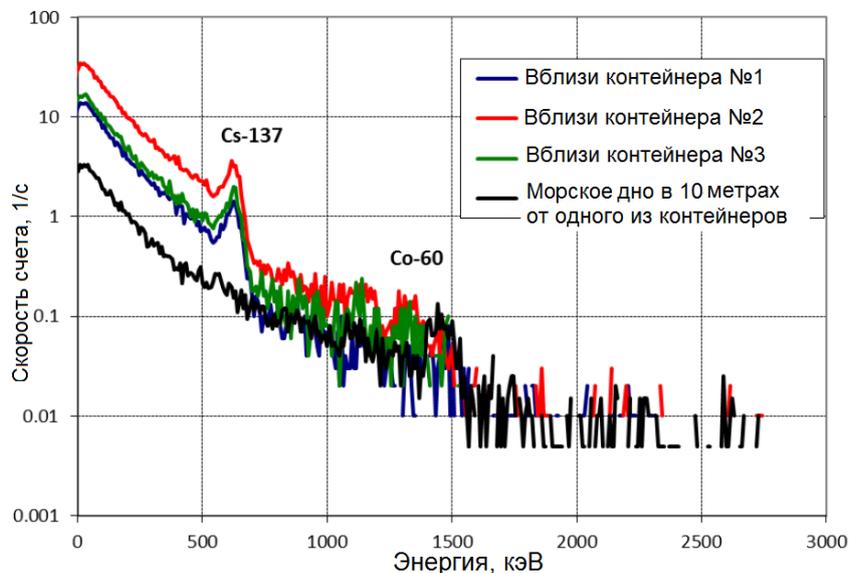


Рис. 6.2.5. Прямые (*in situ*) спектры гамма-излучения, измеренные вблизи контейнеров с РАО, затопленных во внутренней части залива Степового.

Искусственные радионуклиды в морской воде

Результаты анализа содержания искусственных радионуклидов в морской воде приведены в таблице 6.2.2. Для 2012 г. здесь и ниже приводятся средние значения, полученные осреднением данных, полученных разными организациями-участниками экспедиции (как для проб воды, так и для донных отложений). Первые совместные исследования в Карском и Баренцевом морях были проведены в 1992–1994 гг., результаты этих исследований изложены в трех основных публикациях [16–18]. В таблице 6.2.3 приведено сопоставление данных экспедиций 1992–1994 гг. [16–18] по содержанию искусственных радионуклидов в морской воде с данными экспедиции 2012 г.

Таблица 6.2.2.

Результаты определения содержания радионуклидов в пробах морской воды, отобранных в совместной экспедиции 2012 г.

Горизонт отбора, м	¹³⁷ Cs Бк/м ³		⁹⁰ Sr Бк/м ³	^{239,240} Pu мБк/м ³		Тритий кБк/м ³
	взвесь	фильтрат	фильтрат	взвесь	фильтрат	фильтрат
Печорское море, Станция 1 (глубина 87 м)						
0	<0,004	1,7±0,3	1,5±0,7	0,10±0,02	2,4±0,8	0,58±0,05
25 м	<0,015	1,6±0,2	1,5±0,7	0,41±0,14	4,5±0,9	1,2±0,1
75 – 80 м	<0,016	1,5±0,3	1,3±0,6	0,53±0,18	5,2±0,9	0,20±0,04
Вход в залив Степового, Станция 45 (глубина около 38 м)						
0	<0,004	1,6±0,2	5,2±1,8	0,20±0,07	1,4±0,7	3,5±0,1
36 м	<0,009	1,7±0,3	3,4±1,6	0,43±0,16	2,4±0,7	1,8±0,1
Залив Степового, внешняя часть, Станция 36 (глубина около 30 м)						
0	<0,002	1,6±0,3	3,9±1,3	0,17±0,04	2,3±0,6	3,2±0,1
30 м	<0,007	1,8±0,3	2,5±1,1	0,31±0,10	3,2±0,7	1,6±0,1
Залив Степового, внутренняя часть, Станция 18 (глубина около 48 м)						
0	<0,003	1,5±0,3	4,3±1,3	0,25±0,06	2,2±0,5	3,3±0,1
46 м	<0,001	15,4±1,2	5,8±1,5	0,38±0,15	4,8±0,8	1,3±0,1

Таблица 6.2.3.

Сопоставление данных экспедиций 1992 – 1994 гг. [15 – 17] по содержанию искусственных радионуклидов в морской воде с данными экспедиции 2012 г.

Станция, горизонт отбора	¹³⁷ Cs Бк/м ³ (фильтрат)			⁹⁰ Sr Бк/м ³ (фильтрат)			^{239,240} Pu мБк/м ³ (фильтрат)		
	1993	1994	2012	1993	1994	2012	1993	1994	2012
Залив Степового									
Ст. 45 – 0 м	4 – 6	-	1,6	5 – 7	-	5,2	3	-	1,4
Ст. 45 – дно	6 – 8	-	1,7	4 – 5	-	3,4	18	-	2,4
Ст. 36 – 0 м	5 – 6	8 – 9	1,6	4 – 6	2 – 3	3,9	2	4	2,3
Ст. 36 – дно	6 – 8	9 – 10	1,8	4 – 5	3 – 4	2,5	2 – 10	5	3,2
Ст. 18 – 0 м	5 – 7	7 – 8	1,5	5 – 6	2 – 3	4,3	2	5	2,2
Ст. 18 – дно	22 – 32	14 – 19	15,4	24 – 26	5 – 6	5,8	6	6	4,8
Станция 1, Баренцево море									
	1992		2012	1992		2012	1992		2012
Ст. 1 0 м	7,4		1,7	3,6		1,5	2,0		2,4
Ст. 1 25 – 35 м	6,5		1,6	3,3		1,5	5,2		4,5
Ст. 1 75 – 85 м	6,1		1,5	3,3		1,3	7,4		5,2

Среднее значение объемной активности ¹³⁷Cs в фильтрате морской воды со станций в заливе Степового было примерно таким же, как в Печорском море (Станция 1) и находилось в диапазоне между 1,5 и 1,8 Бк/м³, за исключением придонных вод внутренней части залива. Среднее значение

объемной активности ^{137}Cs в фильтрате придонной морской воды во внутренней части залива Степового (станция 18) составило $15,4 \pm 1,2$ Бк/м³, что на порядок величины выше, чем в поверхностной воде на той же станции. Подобный тренд для ^{137}Cs в морской воде имел место и во время предыдущих совместных исследований 1993–1994 гг. (см. рис. 6.2.6). Однако объемная активность ^{137}Cs на входе в залив, во внешней части залива и в его внутренней части в 2012 г. была ниже, чем в 1993–1994 гг. Аналогично объемная активность ^{137}Cs в поверхностной и придонной воде Печорского моря также была ниже, чем в 1992 г.

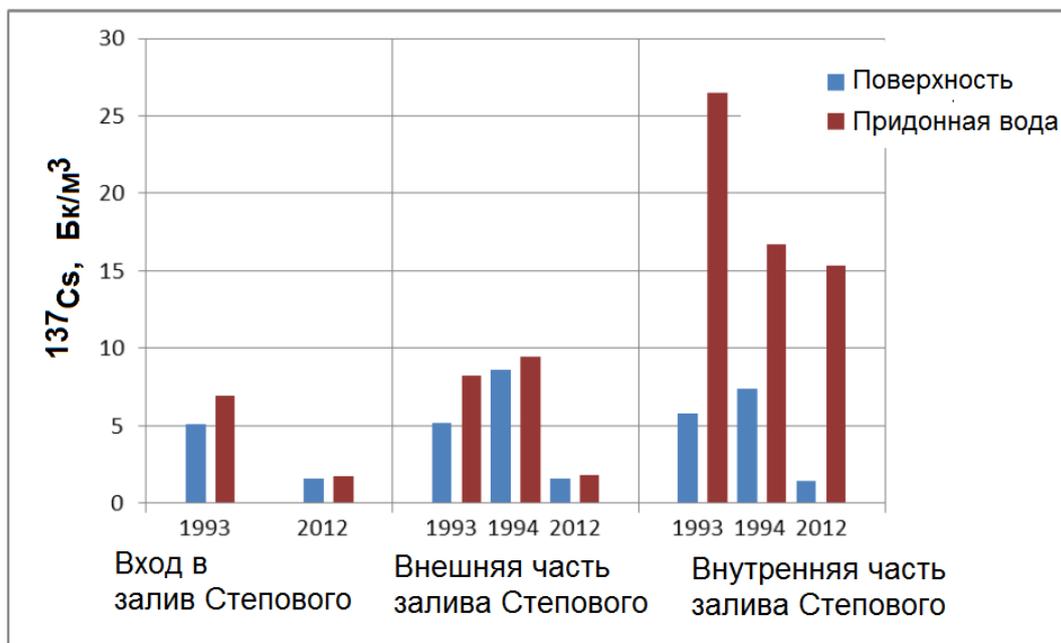


Рис. 6.2.6. Сравнение средней объемной активности ^{137}Cs в фильтрате морской воды залива Степового в 2012 г. с данными предыдущих совместных исследований 1993–1994 гг.

Повышенное содержание ^{137}Cs в придонной воде внутренней части залива Степового в период предыдущих исследований и в 2012 г., по всей вероятности, является следствием утечек из затопленных контейнеров с РАО и ремобилизации ^{137}Cs из загрязненных донных отложений. Поскольку объемная активность ^{137}Cs в придонной воде во внутренней части залива Степового остается повышенной по сравнению с объемной активностью в поверхностной воде, вертикальное смешение придонных и поверхностных вод, а также и приток воды Карского моря в придонный горизонт во внутренней части залива представляются затрудненными.

Среднее значение объемной активности ^{137}Cs в поверхностных и придонных водах вблизи затопленной во внешней части залива АПЛ К-27 оказались близкими к значениям, имевшим место на входе в залив и в Печорском море. Это позволяет сделать вывод об отсутствии значительных утечек радионуклидов из реакторов АПЛ К-27.

Средние значения объемных активностей ^{137}Cs в придонной воде во внутренней части залива Степового в 2012 г. были близки к значениям, наблюдавшимся в 2011 г. в открытом Ирландском море, но более низким, чем в водах Ирландского моря у побережья Великобритании и в водах Балтийского моря. Средние значения объемных активностей ^{137}Cs в воде на всех других станциях залива Степового в 2012 г. были близки к значениям для Баренцева моря, но ниже, нежели уровни загрязнения Норвежского и Северного морей в 2011 г. Эта тенденция позволяет предположить, что

основным источником ^{137}Cs в поступающей в залив Степового воде Карского моря является крупномасштабный океанический перенос ^{137}Cs от источников, расположенных далеко за пределами данного района (рис. 6.2.7).

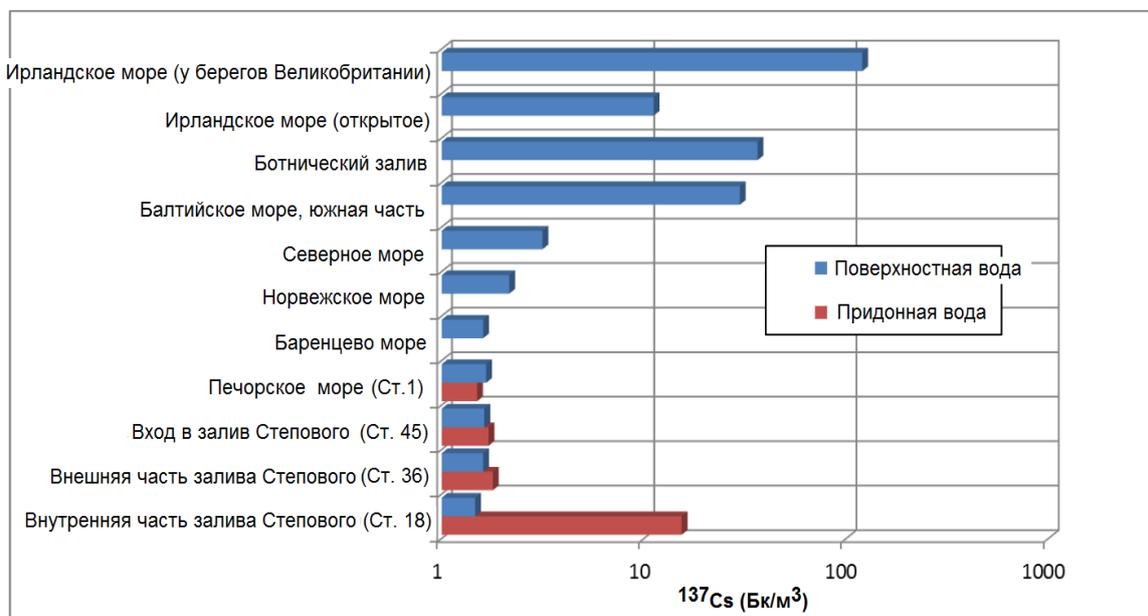


Рис. 6.2.7. Сравнение средней объемной активности ^{137}Cs в воде исследованных в 2012 г. районов Баренцева и Карского морей с данными по другим морям для периода 2011–2012 гг.

Тот факт, что объемная активность ^{90}Sr в придонной воде вблизи затопленной АПЛ К-27 была ниже, нежели в поверхностной воде в этой точке, также свидетельствует об отсутствии значительных утечек радиоактивных веществ из реакторов АПЛ К-27. Средние объемные активности ^{90}Sr в поверхностной и придонной воде на входе в залив и во внешней и внутренней частях залива Степового в 2012 г. были ниже активностей, наблюдавшихся в 2011 г. в водах Ирландского моря у побережья Великобритании и в водах Балтийского моря, но были выше, чем объемные активности ^{90}Sr в Норвежском, Баренцевом и Северном морях. Эта тенденция позволяет предположить, что основной источник ^{90}Sr в поступающей в залив Степового воде Карского моря формируется за счет источников, расположенных в пределах региона Карского моря и, наиболее вероятно, за счет поступления радионуклида с водами рек Оби и Енисея (рис. 6.2.8).

Объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в 2012 г. в поверхностной воде залива Степового лежали в диапазоне $2,2\text{--}2,4\text{ мБк/м}^3$ и совпадали с активностями $^{239,240}\text{Pu}$ в поверхностной воде Печорского моря. Объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в придонной воде залива Степового увеличиваются в направлении от входа в залив ($2,4 \pm 0,7\text{ мБк/м}^3$) к внешней ($3,2 \pm 0,7\text{ мБк/м}^3$) и внутренней ($4,8 \pm 0,8\text{ мБк/м}^3$) частям залива, в Печорском море объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в придонной воде по сравнению с поверхностной увеличились до $5,2 \pm 0,9\text{ мБк/м}^3$. Объемные активности ^{238}Pu в пробах морской воды были ниже или близки к пределу детектирования. Сравнение данных 2012 г. по изотопам плутония в морской воде с данными 1993–1994 гг. приведено на рис. 6.2.9, в общем случае, объемные активности в 2012 г. несколько ниже, нежели в 1993–1994 гг. Объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ в 2012 г. в придонных водах залива Степового были примерно такими же, как в поверхностных водах Баренцева и Норвежского морей, но ниже, чем в Северном и Балтийском морях (рис. 6.2.10).

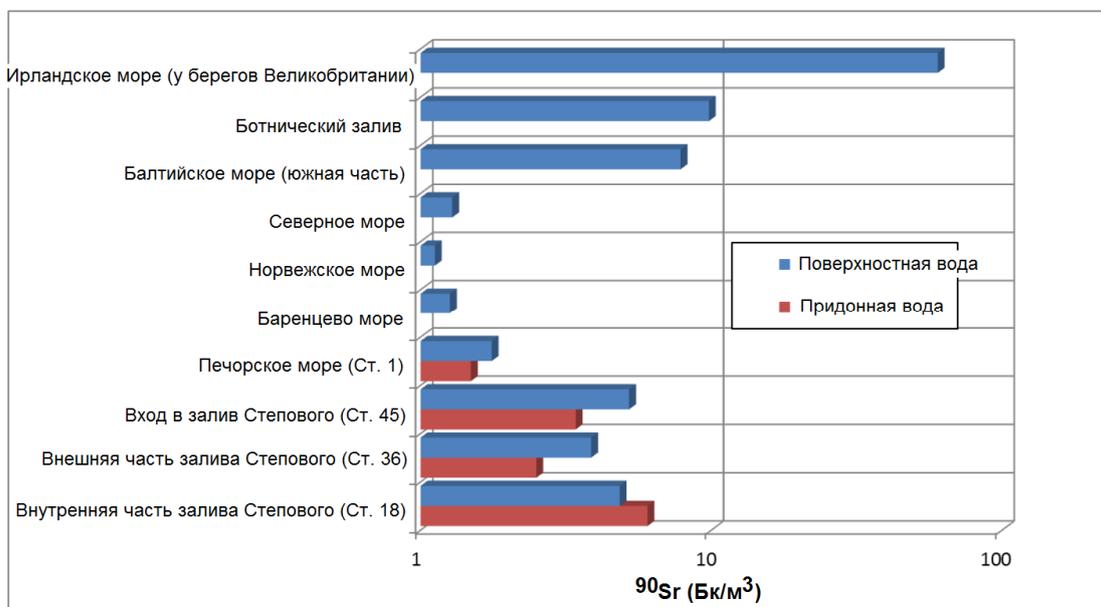


Рис. 6.2.8. Сравнение средней объемной активности ^{90}Sr в воде исследованных в 2012 г. районов Баренцева и Карского морей с данными по другим морям для 2011 г.

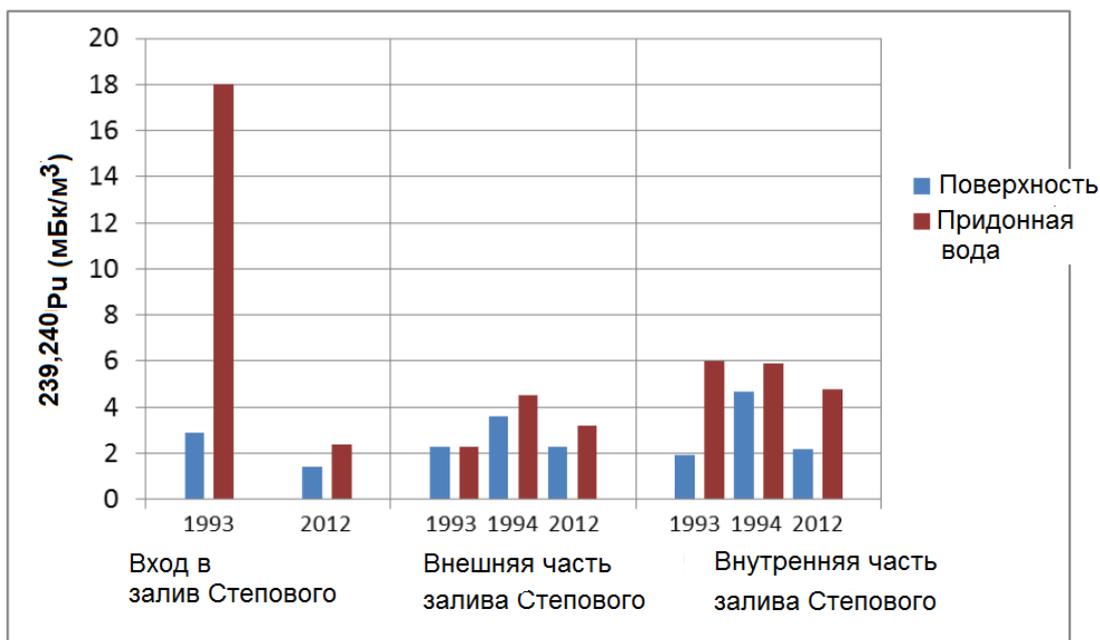


Рис. 6.2.9. Сравнение объемной активности $^{239,240}\text{Pu}$ в фильтрате морской воды залива Степового в 2012 г. с данными предыдущих совместных исследований 1993 – 1994 гг.

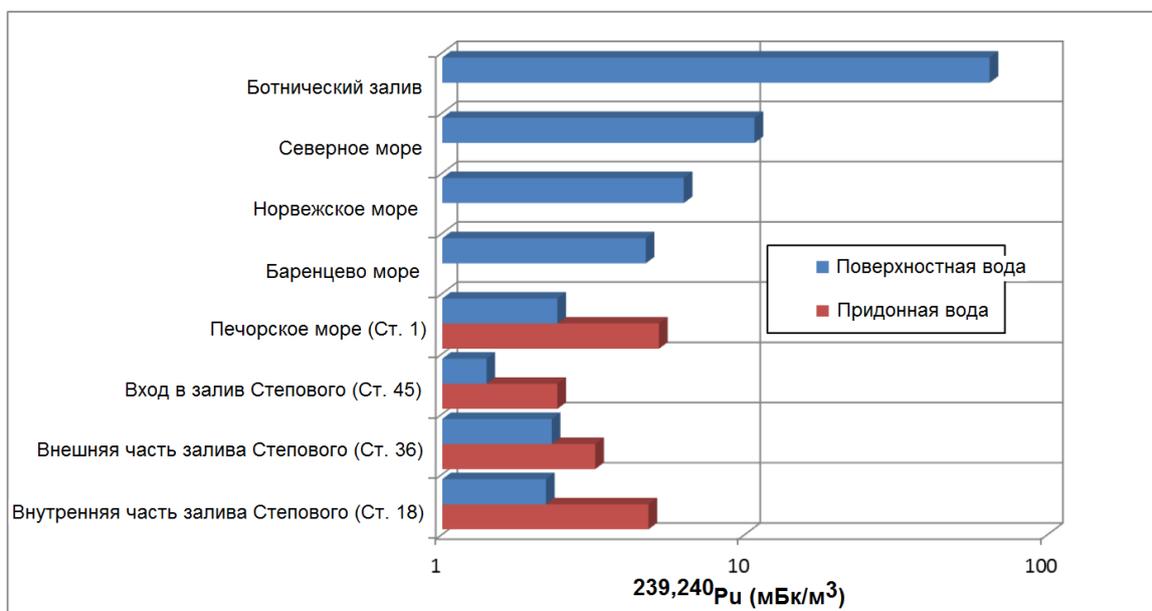


Рис. 6.2.10. Сравнение объемной активности $^{239,240}\text{Pu}$ в воде исследованных в 2012 г. районов Баренцева и Карского морей с данными по другим морям для 2011 г.

Радионуклиды в донных отложениях

Что касается массовой активности ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях залива Степового в 2012 г., имеется тренд увеличения объемной активности радионуклида при движении от входа в залив во внутреннюю его часть (см. табл. 6.2.4).

В Печорском море (Станция 1) средняя массовая активность ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях в 2012 г. составила $5,1 \pm 1,3$ Бк/кг сухой массы, что ниже, нежели во время первого совместного обследования этого района в 1992 г. Во внешней части залива Степового содержание ^{137}Cs было схожим с тем, которое имело место во время обследований 1993 и 1994 гг. Массовая активность ^{137}Cs в пробе поверхностного слоя донных отложений, отобранной с помощью ТПА на палубе затопленной АПЛ К-27, была более высокой, нежели чем в пробах, отобранных в других районах внешней части залива, но была ниже, чем в аналогичных пробах в 1993 и 1994 гг. Во внутренней части залива в 2012 г. также наблюдались значительно меньшие значения массовой активности ^{137}Cs (до двух порядков величины), нежели в 1993–1994 гг.

Таблица 6.2.4.

Массовая активность ^{137}Cs и ^{90}Sr (Бк/кг сухой массы) в поверхностных донных отложениях Печорского моря и залива Степового в 2012 г.

Район отбора пробы донных отложений	^{137}Cs		^{90}Sr	
	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон
Печорское море (Станция 1)	$5,1 \pm 1,3$	-	$1,9 \pm 0,6$	-
Вход в залив Степового	$4,6 \pm 3,3$	2,1 – 10,2	$0,12 \pm 0,05$	0,05 – 0,17
Внешняя часть залива Проба ТПА с палубы АПЛ К-27	$9,1 \pm 2,0$	4,5 – 11,3	$0,43 \pm 0,28$	0,28 – 0,87
	$24,3 \pm 6,4$	-	$24,1 \pm 2,4$	-
Внутренняя часть залива Проба ТПА вблизи затопленного контейнера с РАО	$35,7 \pm 14,3$	17,2 – 58,9	$0,72 \pm 0,36$	0,36 – 1,60
	$67,2 \pm 7,4$	-	$3,5 \pm 0,7$	-

Присутствие ^{60}Co (т.е. в концентрациях выше предела детектирования) было отмечено всего в нескольких пробах донных отложений из внутренней части залива Степового, включая пробу, отобранную вблизи одного из контейнеров с РАО. Во всех случаях массовая активность ^{60}Co была

ниже 0,5 Бк/кг сухой массы, что гораздо ниже активностей, имевших место в 1993–1994 гг. Никаких других искусственных гамма-излучателей в пробах донных отложений зарегистрировано не было.

На рис. 6.2.11 представлено сравнение содержания ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях залива Степового в 2012 г. с данными по другим морям в 2011–2012 гг. Так содержание ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях внутренней части залива Степового в 2012 г. было сопоставимо с содержанием радионуклида в донных отложениях открытой части Ирландского моря, но ниже, чем в донных отложениях Ирландского моря у побережья Великобритании и в донных отложениях Балтийского моря.

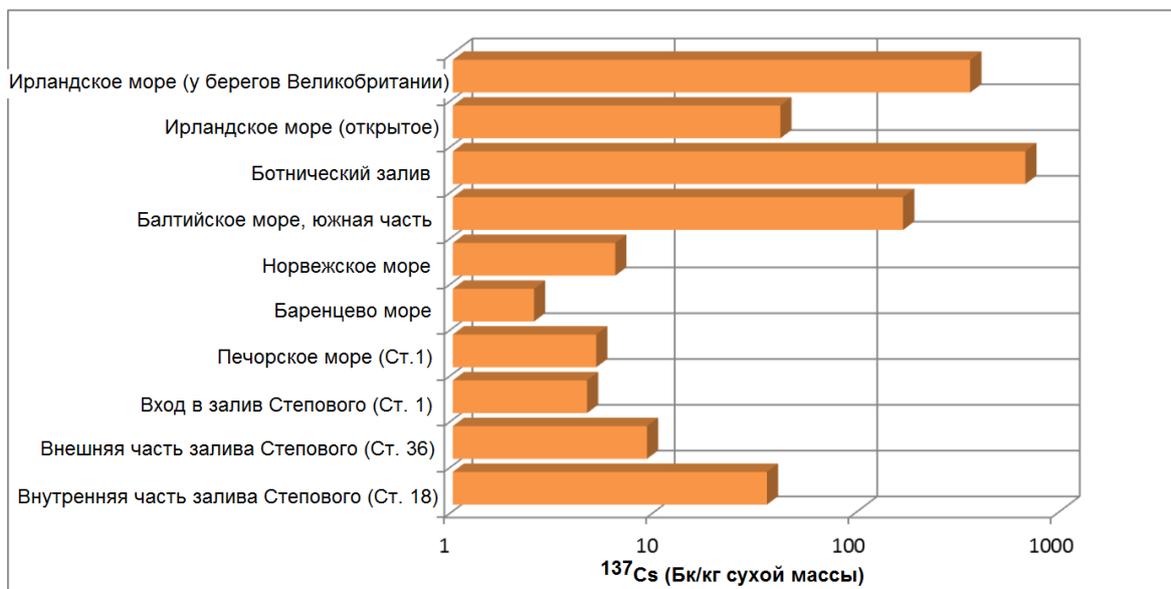


Рис. 6.2.11. Сравнение содержания ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях залива Степового и Печорского моря в 2012 г. с данными по другим морям в 2011–2012 гг.

Содержание ^{90}Sr в поверхностных донных отложениях залива Степового было ниже 1 Бк/кг сухого веса, за исключением проб, отобранных с помощью ТПА на палубе АПЛ К-27 и вблизи одного из контейнеров (табл. 6.2.4). В общем случае эти уровни ниже, нежели имевшие место в 1993–1994 гг.

Вертикальные профили содержания ^{137}Cs в донных отложениях внешней части залива Степового характеризуются относительно небольшими вариациями в верхних 10 см (рис. 6.2.12). Подобные профили имели место и в период первых обследований в 1990-х годах. Во внутренней же части залива Степового вертикальные профили ^{137}Cs характеризуются повышенной удельной активностью в верхних 8 см, после чего следует резкий спад удельной активности до уровней менее 1 Бк/кг сухого веса (рис. 6.2.13). Пик содержания ^{137}Cs в колонках 2012 г. обычно приходится на глубину 3–4 см, в то время как в 1993–1994 гг. пик активности приходился на глубину 2 см. Это свидетельствует о том, что прежний максимум удельной активности ^{137}Cs , связанный с утечками из затопленных контейнеров с РАО, постепенно захоранивается вследствие дальнейшего отложения взвесей на дно. Максимальное зарегистрированное в 2012 г. содержание ^{137}Cs в донных отложениях внутренней части залива Степового составило около 70 Бк/кг сухого веса, однако это не исключает наличия более высоких уровней (как в поверхностных, так и в более глубоких отложениях) в других местах этой части залива. То же относится и к ^{90}Sr и изотопам плутония.

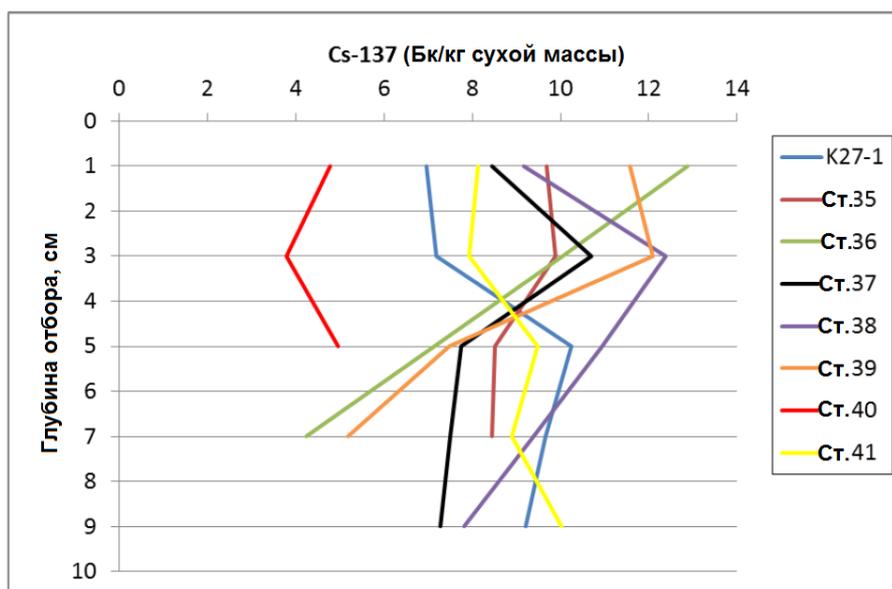


Рис.6.2.12. Вертикальные профили содержания ^{137}Cs в донных отложениях внешней части залива Степового в 2012 г.

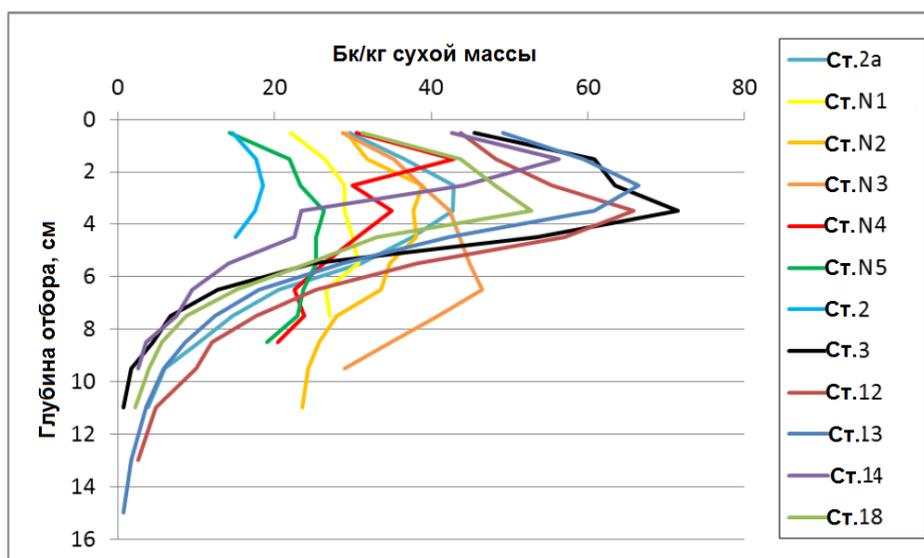


Рис.6.2.13. Вертикальные профили содержания ^{137}Cs в донных отложениях внутренней части залива Степового в 2012 г.

Содержание $^{239,240}\text{Pu}$ в донных отложениях внешней и внутренней частей залива Степового в целом было примерно одинаково и невелико: 0,31–0,69 Бк/кг сухого веса во внешней части и 0,36–0,76 Бк/кг сухого веса во внутренней части в поверхностных отложениях. В отдельных пробах донных отложений (в том числе и в пробах, отобранных с помощью ТПА на палубе АПЛ К-27 и вблизи одного из контейнеров) были определены несколько более высокие значения, максимум до 1,7 Бк/кг сухого веса.

Проведенное в экспедиции 2012 г. визуальное обследование затопленной в заливе Степового АПЛ К-27 показало, что АПЛ лежит на ровном киле и не погружена в донные отложения, легкий корпус АПЛ не имеет видимых коррозионных разрушений. На основе прямых гамма-спектрометрических измерений рядом с АПЛ, измерений объемной активности радионуклидов в пробах донных отложений, отобранных вблизи АПЛ и на прилегающей к ней акватории внешней

части залива Степового, не было выявлено признаков какой-либо утечки радиоактивных веществ из затопленной АПЛ К-27.

Что касается радиоэкологического статуса залива Степового, то данные оперативных измерений, выполненных на борту экспедиционного судна, и полученные данные лабораторного радионуклидного анализа отобранных в экспедиции проб морской среды, позволяют сделать вывод, что содержание искусственных радионуклидов в морской воде, донных отложениях и биоте залива Степового в целом ниже, чем имевшие место во время предыдущих обследований в 1990-х годах. Имевшие место в 2012 г. уровни радиоактивного загрязнения объектов морской среды данного залива сопоставимы (или даже ниже) с наблюдавшимися на других морях в тот же период.

Тем не менее в 2012 г. объемные активности ^{137}Cs (и, в меньшей степени, ^{90}Sr) остаются повышенными в придонной воде и в донных отложениях во внутренней части залива (район затопления контейнеров с РАО) по сравнению с внешней частью залива. По всей видимости, это – совокупный эффект утечек радионуклидов из затопленных контейнеров с радиоактивными отходами, последующих ремобилизаций этих радионуклидов из загрязненных донных отложений и меньшего водообмена этой части залива с Карским морем. Максимум активности ^{137}Cs в колонках донных отложений слегка заглублен по сравнению с колонками, отобранными в 1993–1994 гг., что свидетельствует о медленно текущем захоронении загрязненных слоев донных отложений.

Поскольку массовая активность ^{137}Cs в поверхностных донных отложениях внутренней части залива Степового остается повышенной, вполне вероятно, что эти донные отложения будут продолжать действовать и в будущем как диффузный источник поступления ^{137}Cs в придонные слои воды в этой части залива. Однако ввиду особенностей рельефа дна и гидрологии залива Степового эффект этого поступления для морской среды будет ограниченным.

Хотя современные уровни содержания радионуклидов в объектах морской среды залива Степового не требуют проведения каких-либо защитных мероприятий, будущий мониторинг ситуации в этом заливе необходим. В частности, требуется более ясное понимание состояния РАО, затопленных во внутренней части залива. Кроме того, требуется мониторинг состояния затопленной во внешней части залива АПЛ К-27, в особенности в связи с планами подъема этой АПЛ в будущем и ее удаления из залива.

Список литературы к разделу 6

1. Степаненко С.Р., Яхрюшин В.Н. Применение модели нестационарных случайных процессов для мониторинга и прогноза сложных систем. – Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2006. – № 1. – С. 16–21.
2. Израэль Ю.А., Василенко В.Н., Артемов Е.М., Нахутин А.И., Имшенник Е.В. Вторичное загрязнение почв стронцием-90 в населенных пунктах на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Труды Международной конференции «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий» (Москва, 5–6 декабря 2005 г.). – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – Т. 2. – С. 287–293.
3. Переволоцкий А.Н. Распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в лесных биогеоценозах. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. – 255 с.

4. Ильязов Р.Г., Шакиров Ф.Х., Пристер Б.С. и др. Адаптация агроэкосферы к условиям техногенеза / Под редакцией чл.-корр. АН РТ Р.Г. Ильязова. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2006. – 664 с.
5. Пристер Б.С. Проблема долгосрочного прогнозирования динамики накопления ^{137}Cs растениями // Труды Международной конференции «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий». – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – Т. 3. – С. 72–78.
6. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – Москва – Минск: Фонд «Ионосфера» – НИА-Природа, 2009.
7. Санжарова Н.И. и др. Опыт реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Чернобыль: 25 лет спустя / Под общей редакцией С.К. Шойгу. – М., 2011. – С. 113 – 158.
8. Махонько К.П. Ветровой подъем радиоактивной пыли с земли. – Обнинск, 2008. – 427 с.
9. Возженников О.И. Двухкамерная модель атмосферного трансграничного переноса // Тр. ИЭМ, вып. 57(159). – 1994. – С. 64–68.
10. Гаргер Е.К., Жуков Г.П., Седунов Ю.С. К оценке параметров ветрового подъема радионуклидов в зоне Чернобыльской атомной электростанции // Метеорология и гидрология. – 1990. – № 1. – С. 5–10.
11. Восточно-Уральский государственный заповедник /В.З. Мартюшов, Е.Г. Смирнов, О.В. Тарасов, Г.Н. Романов, Д.А. Спирин // Вопросы радиационной безопасности. – 1997. – № 3. – С. 42–57.
12. Вакуловский С.М. и др. Радиационный мониторинг территорий Российской Федерации, загрязненных в результате чернобыльской аварии // Радиация и Чернобыль: наука и практика. Материалы международной научной конференции (г. Гомель, Институт радиобиологии НАН Беларуси, 13–14 октября 2011 г.). – Минск, 2011. – С. 21–26.
13. Viacheslav Shershakov, Hilde Elise Heldal, Bjørn Lind and Alexander Nikitin. Joint Russian-Norwegian expedition to the dumping sites for radioactive waste in the Stepovogo Fjord. August – September 2012. Report from the expedition on board R/V «Ivan Petrov», with some preliminary results. – 41 p.
14. Росгидромет. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2012 г. // Ежегодник / Под редакцией В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, И.И. Крышева, С.М. Вакуловского, М.Н. Катковой, В.М. Ким, А.И. Крышева. – Обнинск, 2013.
15. Joint Norwegian-Russian Expert Group investigation into the radioecological status of Stepovogo Fiord: The dumping site of the nuclear submarine K-27 and solid radioactive waste. Results from the 2012 research cruise performed by the Joint Norwegian-Russian Expert Group.- Edited by Justin P. Gwynn and Alexander I.Nikitin.- Joint Norwegian-Russian Expert Group for investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas, 2014.

16. A survey of artificial radionuclides in the Kara Sea. Results from the Russian-Norwegian 1992 expedition to the Barents and Kara Seas. Joint Russian-Norwegian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Seas. – 1993.
17. Radioactive contamination at dumping sites for nuclear waste in the Kara Sea. Results from the Russian-Norwegian 1993 expedition to the Kara Sea.-Joint Russian-Norwegian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas.-November 1994, ISBN 82-993079-3-7.
18. Dumping of radioactive waste and investigation of radioactive contamination in the KaraSea. Results from 3 years of investigations (1992–1994) in the Kara Sea. Joint Norwegian-Russian Expert Group for investigation of radioactive contamination in the Northern Areas. Edited by P. Strand, A. Nikitin, B. Lind, B. Salbu, G. Christensen. March1996 –1st edition, May 1997 – 2nd edition.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ
О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ
В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2013 ГОДУ

В 2013 г. на территории России и за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе за пределами загрязненных зон в 2013 г. составляли для суммарной β -активности ($\Sigma\beta$) долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных радионуклидов $17,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – $0,88 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и остались на уровне 2012 г. Наблюдаемые в 2013 г. объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы были на шесть-семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2013 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на три и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Средневзвешенные по территории РФ $\Sigma\beta$ выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность в 2013 г. ($1,1$ Бк/м²·сутки) не изменились по сравнению с 2012 г. Выпадения ⁹⁰Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее $0,3$ Бк/м²·год). Выпадения ¹³⁷Cs ($0,18$ Бк/м²·год) остались на уровне 2012 г. ($0,16$ Бк/м²·год).

Радиационный фон на территории РФ, включая 100-км зоны РОО и территории, загрязненные вследствие радиационных аварий и инцидентов, не превышал многолетних фоновых значений.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2013 г. повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве, сложившимся в предыдущие годы.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено выносом ⁹⁰Sr, накопившегося в почве в процессе глобальных выпадений, поверхностными и грунтовыми водами. В реках РФ (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемная активность ⁹⁰Sr в 2013 г. в среднем составила $4,7$ мБк/л, что не отличается от уровня 2012 г. ($4,8$ мБк/л). В целом, объемная активность ⁹⁰Sr в реках была на три 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) изменялась в пределах ($1,0$ – $2,7$) Бк/л при среднем значении $1,9$ Бк/л и была ниже уровней ряда предшествующих лет. По сравнению с 2012 г. она уменьшилась в 1,2 раза. Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2013 г. также уменьшилась в 1,2 раза и составляла $17,7 \cdot 10^{15}$ Бк.

Объемные активности трития в реках обусловлены в основном выпадениями трития с атмосферными осадками. Поэтому среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ в 2013 г. также уменьшилась в 1,4 раза, изменяясь в диапазоне от $1,2$ до $2,7$ Бк/л, и составила в среднем по всем рекам $1,9$ Бк/л ($2,6$ Бк/л – в 2012 г.). Наибольшая объемная активность трития в воде вне загрязненных зон наблюдалась в р. Амур (п. Благовещенск), что более чем на три порядка ниже уровня вмешательства по содержанию трития в питьевой воде согласно 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 2013 г. объемная активность ⁹⁰Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2012 г. Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr наблюдалась в Каспийском море – $6,7$ мБк/л, а минимальная – в Охотском море – $1,0$ мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными ^{137}Cs оставались некоторые районы Брянской, Калужской, Тульской и других областей (в 13 субъектах РФ есть территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км²). На АТР, как и ранее, загрязнен район Южного Урала, где 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».

Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории ВУРС в 2012 г. в среднем составляли 3,0 и 1,1 Бк/м²·год соответственно и превышали средние фоновые выпадения ^{90}Sr для Уральского региона в 3,6 раза, ^{137}Cs – в 8 раз.

В 2013 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr (4,1 Бк/м²·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 14 пунктам), включающей территорию ВУРС, в 2013 г. были незначительно ниже уровня 2012 г., но в 5 раз превышали региональный фоновый уровень (0,8 Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs (8,2 Бк/м²·год) были также на уровне 2012 г., но в 82 раза превышали региональный фоновый уровень (0,1 Бк/м²·год).. Максимальные выпадения ^{137}Cs (72 Бк/м²·год) из атмосферы наблюдались в п. Метлино, а ^{90}Sr (10,3 Бк/м²·год) – в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово в 78 км от источника) уменьшилась в 2 раза по сравнению с 2012 г. и составляла 11,2 Бк/л, что превышает фоновый уровень для рек России более чем на три порядка величины и в 2,3 раза превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009. Средняя объемная активность трития в воде р. Течи в 2013 г. составляла 230 Бк/л, что превышает фоновый уровень для рек России на два порядка, но была на порядок ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009.

Почва загрязненных зон ЕТР и АТР продолжает оставаться источником вторичного ветрового подъема радиоактивной пыли. Поэтому на этих территориях наблюдалось повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

В районах ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, атмосферные выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам) в 2013 г. увеличились в 1,4 раза и составляли 1,8 Бк/м²·год, что в 4 раза выше, чем выпадения вне загрязненных зон ЕТР. Наибольшие выпадения ^{137}Cs , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора, остались на уровне 2012 г. и составляли 6,4 Бк/м²·год. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2013 г. составляла $14,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 4 раза выше фонового уровня для ЕТР ($3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

В целом, в 2013 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне предшествующих лет. Содержание техногенных радионуклидов практически во всех наблюдаемых объектах окружающей среды имеет тенденцию к уменьшению и не представляет опасности для населения. В пределах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк», а также в районах расположения потенциально опасных в радиационном отношении объектов радиационная обстановка оставалась стабильной.

Приложение А

Приложение А.1

Атомные электростанции	
Открытое акционерное общество «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях», г. Москва, со следующими филиалами:	
1	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Балаковская атомная станция», Натальинское муниципальное образование Балаковского муниципального района, Саратовская область</i>
2	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Белоярская атомная станция», г. Заречный, Свердловская область</i>
3	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Билибинская атомная станция», г. Билибино, Чукотский автономный округ</i>
4	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Волгодонская атомная станция», г. Волгодонск-28, Ростовская область</i>
5	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Калининская атомная станция», г. Удомля, Тверская область</i>
6	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Кольская атомная станция», г. Полярные Зори, Мурманская область</i>
7	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Курская атомная станция», г. Курчатова, Курская область</i>
8	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Ленинградская атомная станция», г. Сосновый Бор, Ленинградская область</i>
9	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Нововоронежская атомная станция», г. Нововоронеж, Воронежская область</i>
10	<i>филиал ОАО «Концерн “Энергоатом”» «Смоленская атомная станция», г. Десногорск, Смоленская область</i>
Радиационно опасные объекты	
1	Открытое акционерное общество «ТВЭЛ», г. Москва
2	Открытое акционерное общество «Приаргунское производственное горно-химическое объединение», г. Краснокаменск, Забайкальский край
3	Открытое акционерное общество «Машиностроительный завод», г. Электросталь, Московская область
4	Открытое акционерное общество «Новосибирский завод химконцентратов», г. Новосибирск
5	Открытое акционерное общество «Чепецкий механический завод», г. Глазов, Удмуртская Республика
6	Открытое акционерное общество «Хиагда», пос. Багдарин, Баунтовский район, Республика Бурятия
7	Открытое акционерное общество «Уральский электрохимический комбинат», г. Новоуральск, Свердловская область
8	Открытое акционерное общество «Сибирский химический комбинат», г. Северск, Томская область
9	Открытое акционерное общество «Ангарский электролизный химический комбинат», г. Ангарск, Иркутская область
10	Открытое акционерное общество «Производственное объединение “Электрохимический завод”», г. Зеленогорск, Красноярский край
11	Открытое акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов», г. Димитровград, Ульяновская область
12	Открытое акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И.И. Африкантова», г. Нижний Новгород
13	Открытое акционерное общество «Электрогорский научно-исследовательский центр по безопасности атомных электростанций», г. Электрогорск, Московская область
14	Открытое акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежалея», г. Москва
15	Открытое акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», г. Москва
16	Открытое акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии», г. Москва

17	Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт технической физики и автоматизации», г. Москва
18	Открытое акционерное общество «Институт физико-технических проблем», г. Дубна, Московская область
19	Открытое акционерное общество «Научно-технический центр “Ядерно-физические исследования”», г. Санкт-Петербург
20	Открытое акционерное общество «Санкт-Петербургский “Изотоп”», г. Санкт-Петербург
21	Открытое акционерное общество «Изотоп», г. Екатеринбург
22	Открытое акционерное общество «Атомспецтранс», г. Москва
23	Открытое акционерное общество «Всерегionalное объединение “Изотоп”», г. Москва
24	Открытое акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени и ордена труда ЧССР опытное конструкторское бюро “Гидропресс”», г. Подольск, Московская область
25	Открытое акционерное общество «Гидрометаллургический завод», г. Лермонтов, Ставропольский край
26	Открытое акционерное общество «Амурский судостроительный завод», г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край
27	Открытое акционерное общество «Балтийский завод», г. Санкт-Петербург
28	Открытое акционерное общество «Производственное объединение “Северное машиностроительное предприятие”», г. Северодвинск, Архангельская область
29	Открытое акционерное общество «Центр судоремонта “Звездочка”», г. Северодвинск, Архангельская область, со следующими филиалами: <i>головной филиал «Судоремонтный завод “Нерпа”», г. Снежногорск, Мурманская область</i> <i>филиал «35-й судоремонтный завод», г. Мурманск</i>
30	Открытое акционерное общество «Дальневосточный завод “Звезда”», г. Большой Камень, Приморский край
31	Открытое акционерное общество «Северо-Восточный ремонтный центр», г. Вилючинск, Камчатский край
32	Общество с ограниченной ответственностью «Новоуральский научно-конструкторский центр», г. Новоуральск, Свердловская область
33	Закрытое акционерное общество «Центротех-СПб», г. Санкт-Петербург
34	Закрытое акционерное общество «ОКБ-Нижегород», г. Нижний Новгород
35	Закрытое акционерное общество «Далур», с. Уксянское, Далматовский район, Курганская область
36	Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк», г. Озерск, Челябинская область
37	Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат», г. Железногорск, Красноярский край
38	Открытое акционерное общество «Институт реакторных материалов», г. Заречный, Свердловская область
39	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров, Нижегородская область
40	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», г. Снежинск, Челябинская область
41	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова», г. Москва
42	Федеральное государственное унитарное предприятие федеральный научно-производственный центр «Научно-исследовательский институт измерительных систем им. Ю.Е. Седакова», г. Нижний Новгород
43	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт приборов», г. Лыткарино, Московская область
44	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова», г. Сосновый Бор, Ленинградская область
45	Федеральное государственное унитарное предприятие «Комбинат “Электрохимприбор”», г. Лесной, Свердловская область

46	Федеральное государственное унитарное предприятие федеральный научно-производственный центр «Производственное объединение “Старт” имени М.В. Проценко», г. Заречный, Пензенская область
47	Федеральное государственное унитарное предприятие «Приборостроительный завод», г. Трехгорный, Челябинская область
48	Федеральное государственное унитарное предприятие «Уральский электромеханический завод», г. Екатеринбург
49	Федеральное государственное унитарное предприятие «Базальт», пос. Расково, Саратовская область
50	Федеральное государственное унитарное предприятие Производственное объединение «Север», г. Новосибирск
51	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научный центр Российской Федерации – Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований», г. Троицк, Московская область
52	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского», г. Обнинск, Калужская область
53	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт – Научно-производственное объединение «Луч», г. Подольск, Московская область
54	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное объединение “Радиевый институт имени В.Г. Хлопина”», г. Санкт-Петербург
55	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт теоретической и экспериментальной физики», г. Москва
56	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий», г. Протвино, Московская область
57	Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный центр ядерной и радиационной безопасности», г. Москва
58	Федеральное государственное унитарное предприятие атомного флота, г. Мурманск
59	Федеральное государственное унитарное предприятие «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами “РосРАО”», г. Москва
60	Федеральное государственное унитарное предприятие «Аварийно-технический центр Минатома России», г. Санкт-Петербург
61	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт имени академика А.Н. Крылова», г. Санкт-Петербург
62	Федеральное государственное учреждение «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», г. Москва
63	Федеральное государственное унитарное предприятие «Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства», г. Озерск, Челябинская область
64	Федеральное государственное унитарное предприятие «Ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», г. Москва
65	Филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», г. Обнинск, Калужская область
66	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов “Прометей”», г. Санкт-Петербург
67	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский научный центр “Прикладная химия”», г. Санкт-Петербург
68	Федеральное государственное учреждение Российский научный центр «Курчатовский институт», г. Москва
69	Федеральное государственное унитарное гидрографическое предприятие, г. Санкт-Петербург
70	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”», г. Москва
71	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский политехнический университет», г. Томск
72	Государственное унитарное предприятие города Москвы – Объединенный эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды, г. Москва

73	Учреждение Российской академии наук «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН», г. Гатчина, Ленинградская область
74	Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Московская область
75	Федеральное государственное унитарное предприятие «10-й ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод» Министерства обороны Российской Федерации, г. Полярный, Мурманская область
76	Федеральное государственное унитарное предприятие «82-й судоремонтный завод» Министерства обороны Российской Федерации, г. Североморск, пос. Росляково-1, Мурманская область
77	Федеральное государственное унитарное предприятие «30-й судоремонтный завод» Министерства обороны Российской Федерации, г. Фокино, пос. Дунай-1, Приморский край

Примечание. Эксплуатацию особо радиационно опасных и ядерно опасных производств и объектов также осуществляют:

1	Воинские части и организации Вооруженных сил Российской Федерации, имеющие в своем составе ядерные боеприпасы, ядерные энергетические установки и ядерные исследовательские установки
2	234-я база технического имущества (49-й объект Северного флота), г. Мурманск
3	412-й плавучий судоремонтный завод перезарядки реакторов, г. Северодвинск, Архангельская область
4	422-й плавучий судоремонтный завод перезарядки реакторов, г. Снежногорск-1, Мурманская область
5	110-й плавучий судоремонтный завод перезарядки реакторов, г. Большой Камень, Приморский край
6	Центральный полигон Российской Федерации (о. Новая Земля)

Приложение А.2

Группировка 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 (н/р 1 месяц)	7. Кандалакша
2. Диксон	5. Нарьян-Мар	8. Зашеек
3. Туруханск	6. Мурманск	9. Амдерма (н/р)
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск
2. Ухта	5. Вологда	8. Санкт-Петербург
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Охоны (экспозиция 10 дней)
Центр		
1. Нижний Новгород	4. Обнинск	7. Нововоронеж (н/р)
2. Самара	5. Подмосковная	8. Курчатов (экспозиция 5 дней)
3. Пенза	6. Ельня (н/р)	9. Казань (с июля 2013 г.)
Юг		
1. Астрахань	3. Ростов-на-Дону	
2. Волгоград	4. Цимлянск	
Азиатская территория России		
Западная Сибирь		
1. Кызыл	6. Большая Мурта	11. Барнаул
2. Огурцово	7. В.Дуброво (н/р 1 месяц)	12. Омск
3. Красноярск	8. Кыштым**	13. Колпашево
4. Сухобузимское	9. Новогорный**	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 (н/р)
3. Иркутск		

Примечания: н/р – не работает;

* – данные по пунктам наблюдения 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.

Приложение А.3

Объемная Σβ в воздухе приземного слоя атмосферы

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	10,9	8,3	8,9	18,5	15,9	11,8
Февраль	-	7,5	7,8	10,6	18,8	18,2	10,3
Март	-	9,7	8,1	6,8	11,4	16,0	10,1
Апрель	-	7,1	8,4	11,9	18,5	15,6	9,9
Май	-	7,6	7,5	13,2	18,1	12,0	9,6
Июнь	-	8,3	10,1	13,0	17,3	15,1	10,7
Июль	-	10,6	7,4	8,1	16,7	13,2	10,9
Август	-	7,6	9,5	15,5	17,6	15,3	10,4
Сентябрь	-	7,2	7,8	6,9	18,0	10,8	9,2
Октябрь	-	7,1	5,5	8,8	14,9	14,4	8,5
Ноябрь	-	7,3	6,3	8,8	16,5	14,3	9,1
Декабрь	-	7,7	5,4	6,6	8,5	11,7	7,7
Среднее:							
2013 г.	-	8,2	7,7	9,9	16,2	14,4	9,9
2012 г.	-	8,2	11,2	18,9	13,1	8,5	10,9
2011 г.	-	6,6	13,3	18,1	18,4	10,2	10,8
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	9,3	39,8	25,3	42,1	31,7	23,8	
Февраль	7,9	25,4	24,9	45,5	28,3	21,1	
Март	7,5	19,1	15,1	41,0	20,3	16,2	
Апрель	5,0	14,0	18,8	31,4	19,6	15,7	
Май	6,1	12,2	13,6	24,8	15,1	12,9	
Июнь	8,5	14,9	14,6	58,5	21,8	17,4	
Июль	16,8	15,1	13,4	25,3	15,8	13,8	
Август	8,2	17,8	20,3	35,6	22,2	17,4	
Сентябрь	6,0	15,4	15,1	27,4	17,1	13,9	
Октябрь	6,7	13,4	22,3	47,4	24,1	17,9	
Ноябрь	8,4	15,2	21,9	44,0	23,8	17,9	
Декабрь	8,6	17,2	31,7	39,3	29,2	20,6	
Среднее:							
2013 г.	8,2	18,3	19,8	38,5	22,4	17,4	
2012 г.	10,2	20,0	18,2	16,8	18,4	15,6	
2011 г.	8,9	15,3	16,8	21,0	17,2	14,9	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.4

Среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2013 г., $10^{-7}\cdot\text{Бк}/\text{м}^3$

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	1,0	2,2	3,2	12,5	3,1	2,4
Февраль	-	1,0	2,6	2,6	11,9	3,1	2,4
Март	-	1,1	2,2	2,4	21,8	4,8	2,8
Апрель	-	1,5	12,3	5,6	42,5	5,4	7,6
Май	-	1,5	7,7	4,3	12,6	2,3	4,5
Июнь	-	1,4	9,1	3,5	5,8	1,0	4,3
Июль	-	3,3	3,1	3,3	4,4	3,2	2,7
Август	-	6,1	3,0	3,4	12,2	3,8	2,9
Сентябрь	-	1,5	3,6	2,9	4,4	4,0	2,7
Октябрь	-	1,1	3,1	33,8	18,4	2,7	9,3
Ноябрь	-	1,1	3,1	3,3	13,6	1,8	2,8
Декабрь	-	1,1	3,2	3,2	7,7	1,7	2,6
Среднее:							
2013 г.	-	1,8	4,6	5,9	14,0	3,1	3,9
2012 г.	-	1,6	2,9	4,0	11,4	4,1	3,1
2011 г.	-	21,2	52,9	52,9	126,7	160,0	61,3
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	85,0	2,9	0,9	2,2	1,5	1,8	
Февраль	6,8	1,8	0,9	2,2	1,3	1,6	
Март	145,0	1,7	0,9	2,2	1,2	1,7	
Апрель	45,7	9,6	1,2	2,0	3,2	4,4	
Май	113,4	3,3	1,2	2,0	1,8	2,6	
Июнь	177,4	4,1	1,2	2,0	1,9	2,6	
Июль	5,5	8,3	1,2	2,1	3,5	3,3	
Август	152,0	9,0	1,2	2,1	4,4	4,0	
Сентябрь	179,0	8,9	1,2	2,1	3,1	3,0	
Октябрь	86,0	1,7	1,0	2,5	1,3	3,5	
Ноябрь	110,0	1,4	1,0	2,5	1,3	1,7	
Декабрь	193,0	1,7	1,0	2,5	1,3	1,7	
Среднее:							
2013 г.	108,2	4,5	1,1	2,2	2,2	2,6	
2012 г.	436,7	4,5	1,4	2,0	2,2	2,5	
2011 г.	268	46,1	61,2	66,9	52,3	54,8	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.5

Таблица 1

**Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность ^{90}Sr
в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2013 г., 10^{-7} Бк/м 3**

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Заполярье	0,42	0,23	0,40	0,38	0,36
Север	0,92	0,94	0,64	1,00	0,88
Центр	0,32	0,79	0,48	0,30*	0,47*
Юг	0,50	0,98	0,60	0,32	0,60
Брянск, Курск	0,55	0,89	0,47	0,64	0,64
Азиатская территория России					
Западная Сибирь**	0,91	1,57	1,31	1,33	1,28
Север Восточной Сибири	0,56	1,26	0,62	0,39	0,71
Юг Восточной Сибири	2,08	2,90	2,65	2,87	2,63

Примечания: * – при подсчете не учитывались данные за октябрь по г. Обнинску;

** – при подсчете не учитывались данные по п. В.Дуброво.

Таблица 2

**Средневзвешенные по территории страны объемные активности ^{90}Sr
в приземном слое атмосферы в 2000–2013 годах, 10^{-7} Бк/м 3**

Квартал	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
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	0,76	0,75
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	1,12	1,17
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	0,99	0,85
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	0,69	0,75
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	0,89	0,88

Примечание: без п. В. Дуброво и г. Обнинска (за октябрь 2013 г.).

Таблица 3

**Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха
в городах Обнинск и Курск в 2013 г., 10^{-9} Бк/м 3**

Месяц	г. Обнинск		г. Курск	
	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$
Январь	1,8	3,6		
Февраль	3,7	2,5	0,8	1,4
Март	1,0	1,2		
Апрель	4,3	9,0		
Май	1,7	7,0	0,5	2,9
Июнь	2,4	5,0		
Июль	2,7	7,4		
Август	0,7	3,6	1,2	6,2
Сентябрь	0,5	2,0		
Октябрь	92,0	247,0		
Ноябрь	1,0	7,5	0,7	1,6
Декабрь	4,7	3,0		
Среднее: 2013 г.	9,7 (2,2)	24,9 (4,7)	0,4	2,2
2012 г.	2,0	3,0	0,4	2,2
2011 г.	4,7	6,0	0,4	2,4
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
2007 г.	3,2	5,4	-	2,0

Примечание: в скобках приведены значения без учета данных за октябрь.

Приложение А.6

**Группировка пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями
по географическим районам РФ**

Европейская территория России
<u>Заполярье*</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бух. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский
<u>Север</u> УГМС: Северное (без Диксонского ЦГМС), Северо-Западное (включая Калининградский ЦГМС)
<u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Республики Татарстан, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)
<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 пунктам Плавск (Тульская обл.); Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км ²) при расчете средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по ЕТР и РФ не учитывались.
<u>Юг</u> Северо-Кавказское УГМС
Азиатская территория России
<u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское
<u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское (без Тиксинского ЦГМС), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)
<u>Юг Восточной Сибири</u> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское

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

Σв атмосферных выпадений радионуклидов на территории РФ в 2013 г., Бк/м²·сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	1,35	0,66	1,03	0,70	1,46	1,04
Февраль	1,31	0,63	1,05	0,84	1,39	1,02
Март	1,38	0,62	0,91	0,65	1,14	0,96
Апрель	1,32	0,65	0,93	0,61	0,82	0,93
Май	1,36	0,51	1,09	0,62	0,76	0,93
Июнь	1,27	0,57	1,00	0,56	1,09	0,94
Июль	1,16	0,51	0,98	0,57	0,74	0,84
Август	1,55	0,56	1,19	0,59	0,99	1,05
Сентябрь	1,36	0,56	1,15	0,67	1,13	1,01
Октябрь	1,30	0,62	1,25	0,65	1,11	1,03
Ноябрь	1,15	0,59	1,29	0,58	1,36	1,02
Декабрь	1,16	0,76	1,17	0,59	1,62	1,08
Среднее:						
2013 г.	1,30	0,60	1,09	0,64	1,13	0,99
2012 г.	1,10	0,71	1,06	0,64	1,17	0,97
2011 г.	1,0	0,7	1,1	0,7	0,9	0,9
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,41	1,20	1,09	1,28	1,22	
Февраль	1,23	1,18	0,99	1,17	1,13	
Март	1,22	1,10	1,10	1,16	1,11	
Апрель	1,20	0,95	1,11	1,09	1,05	
Май	1,28	0,99	1,13	1,15	1,09	
Июнь	1,20	1,02	1,18	1,13	1,08	
Июль	1,09	1,02	1,25	1,09	1,02	
Август	1,26	1,04	1,19	1,17	1,14	
Сентябрь	1,17	1,12	1,22	1,16	1,12	
Октябрь	1,29	0,97	1,11	1,14	1,11	
Ноябрь	1,38	0,93	1,11	1,17	1,13	
Декабрь	1,31	0,93	1,03	1,13	1,11	
Среднее:						
2013 г.	1,25	1,04	1,13	1,15	1,11	
2012 г.	1,33	1,05	1,15	1,20	1,14	
2011 г.	1,3	1,1	1,3	1,2	1,1	

Таблица 2

Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2013 г., Бк/м²·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год		
					2012	2011	2010
Заполярье	0,072	0,034	0,074	0,018	0,20	2,03	<0,2
Север	0,071	0,062	0,050	0,045	0,23	1,57	0,31
Центр ЕТР	0,055	0,11	0,10	0,112	0,37	1,54	0,45
Юг	0,035	0,070	0,120	0,060*	0,29	0,94	0,26
Средневзвешенное по ЕТР (без загрязненной зоны)	0,064	0,07	0,082	0,062	0,28	1,43	0,31
Загрязненная зона	0,22	0,44	0,49	0,10	1,25	1,76	1,4

Примечание: * – данные за два месяца.

**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	2013 г.		2012 г.		2011 г.		2010 г.	
	Объемная активность	Выпадения						
Январь	1,67	47,32	2,11	49	2,28	63	1,2	31
Февраль	1,98	33,31	1,88	41	2,23	57	1,8	32
Март	1,78	62,31	2,13	54	2,5	54	1,7	44
Апрель	1,86	49,34	2,31	84	2,51	78	2,1	49
Май	2,43	95,5	2,49	91	2,13	66	2,5	96
Июнь	2,58	117,77	3,03	138	3,35	106	2,6	133
Июль	2,39	166,7	2,87	185	3,37	204	3,1	167
Август	2,12	141,64	2,6	178	2,49	170	2,4	159
Сентябрь	2,01	127,69	2,74	122	2,9	160	2,2	104
Октябрь	1,4	57,49	2,23	139	1,96	158	2,3	90
Ноябрь	1,59	65,3	1,82	45	2,55	94	2,6	122
Декабрь	1,32	54,66	1,51	38	2,25	77	2,2	113
Среднее	1,94	84,92	2,32	108,2	2,52	100,7	2,2	95,5
Сумма, кБк/м ² ·год		1,02		1,26		1,21		1,15
Выпадения на территории РФ, Бк		17,7·10 ¹⁵		21,5·10 ¹⁵		20,6·10 ¹⁵		19,6·10 ¹⁵

Таблица 2

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в реках и озерах РФ, мБк/л

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
2000	6,2	5,6	5,9	-	22,6
2001	7,2	4,7	6,0	9,8*	18,3
2002	5,9	3,6	4,8	8,1*	15,6
2003	6,4	4,5	5,5	7,0*	22,0
2004	7,6	4,7	6,2	6,2	25,6
2005	6,7 (8,2)	4,7	5,7 (6,4)	5,5	19,7
2006	6,1 (9,1)	4,4	5,3 (6,7)	4,8	15,4
2007	5,6 (6,7)	4,5	5,1 (5,7)	4,8	12,0
2008	5,0 (7,8)	4,1	4,5 (6,0)	3,7	10,3
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)	4,3	4,2 (4,5)	2,6	7,2
2012	4,6 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	3,7	9,0
2013	3,8 (4,3)	4,8	4,3 (4,5)	3,5	7,5

Примечания: за 2005 – 2012 годы приводятся среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr без учета данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учетом;
за 2013 г. – без учета данных по р. Нева (Новосаратовка), а в скобках – с их учетом;
* – данные только по оз. Онежскому;
- – пробы не отбирались.

Приложение А.9

Таблица 1

Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ, Бк/л

Регион стока	Река (пункт)	Год													
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-	-	-	-	-
	р. Северная Двина (Соломбала)	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,7	1,3	1,2
	р. Печора (Городецкий Шар)	2,4	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1	2,1	1,9	1,7	2,3	1,9
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,2	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4	1,9	1,7	1,8	1,7
	р. Волга (В. Лебяжье)	2,2	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6	1,6	2,0	2,0	1,6
	р. Волга (Брейтово)	-	-	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5	2,4	1,3	1,6	2,4	1,3
Центр ЕТР	р. Дон (Акса́й)	1,7	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	1,9	2,5	1,7
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,2	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6	2,3	2,7	2,3	2,6	2,1
	р. Лена (Тикси)	3,5	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9	2,8	1,7	3,4	2,3
	р. Колыма (Черский)	2,7	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7	2,2	2,2	2,2	1,9
	р. Н.Тунгуска (Тура)	2,5	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8	2,9	2,6	2,5	2,9	2,0
	р. Индигирка (Индигирский)	3,2	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7	2,8	1,9	3,3	2,1
	р. Обь (Салехард)	-	-	-	2,7	2,3	2,7	2,6	2,6	3,2	2,2	2,2	2,0	2,9	1,7
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	3,5	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	2,9	2,1	3,2	2,7
	р. Амур (Хабаровск)	3,2	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1	2,6	2,7	2,4	2,5	2,0
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	3,0	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8	2,5	2,0	3,1	2,2

Примечание: - - пробы не отбирались.

Таблица 2

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

Море	Кол-во проб в 2013 г.	Год													
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Азовское	-	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-
Черное	-	15,5	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Каспийское	6	-	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1	5,4	6,7
Баренцево	4	3,4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1	2,5	1,8	1,7	1,8	2,1
Белое	6	4,0	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,9	3,6	3,5	2,6	2,8	3
Охотское	4	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1	1,6	1,4	1,4	1,2	1
Японское	4	2,4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,2
Тихий океан*	12	1,7	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4	0,9	1,2	1,1	1,1

Примечания: - - пробы не отбирались;

* - прибрежные воды Восточной Камчатки.

Приложение В

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 авт. окр.: 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 (Чукотский авт. окр.: 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 (Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская и Ульяновская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Республика Татарстан	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 (Республики: Адыгея, Калмыкия; Краснодарский край; Астраханская, Волгоградская и Ростовская обл.)	Южный федеральный округ
УГМС: Северо-Кавказское (Республики: Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская; Ставропольский край)	Северо-Кавказский 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 автономная область, 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.

Приложение С

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2013 ГОДУ**

Таблица С.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2013 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		Бк/год	в 2012 г.	в 2013 г.	
БАРИЙ-139			$4,00 \cdot 10^8$	$1,94 \cdot 10^9$	$+1,54 \cdot 10^9$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$7,70 \cdot 10^8$	$4,00 \cdot 10^8$	$1,94 \cdot 10^9$	$+1,54 \cdot 10^9$
ВИСМУТ-214			$6,72 \cdot 10^{13}$	$6,32 \cdot 10^{13}$	$-4,00 \cdot 10^{12}$
	ОАО «ППГХО»	$7,24 \cdot 10^{13}$	$6,72 \cdot 10^{13}$	$6,32 \cdot 10^{13}$	$-4,00 \cdot 10^{12}$
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ			$1,38 \cdot 10^8$	$2,42 \cdot 10^7$	$-1,14 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$8,93 \cdot 10^7$	$1,38 \cdot 10^8$	$2,42 \cdot 10^7$	$-1,14 \cdot 10^8$
ЖЕЛЕЗО-59			$5,80 \cdot 10^7$	$1,64 \cdot 10^7$	$-4,16 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$6,20 \cdot 10^7$	$5,80 \cdot 10^7$	$1,64 \cdot 10^7$	$-4,16 \cdot 10^7$
ЙОД-125			$1,55 \cdot 10^8$	$2,34 \cdot 10^9$	$+2,19 \cdot 10^9$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$3,10 \cdot 10^8$	$1,55 \cdot 10^8$	$2,34 \cdot 10^9$	$+2,19 \cdot 10^9$
ЙОД-129			$4,00 \cdot 10^{10}$	$4,20 \cdot 10^{10}$	$+2,00 \cdot 10^9$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,19 \cdot 10^{11}$	$4,00 \cdot 10^{10}$	$4,20 \cdot 10^{10}$	$+2,00 \cdot 10^9$
ЙОД-131			$9,96 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$+3,54 \cdot 10^9$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$3,20 \cdot 10^9$	$2,20 \cdot 10^9$	$8,93 \cdot 10^9$	$+6,73 \cdot 10^9$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Калининская АЭС»	$1,80 \cdot 10^{10}$	$4,93 \cdot 10^8$	$6,82 \cdot 10^8$	$+1,89 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$9,30 \cdot 10^{10}$	$5,04 \cdot 10^9$	$3,00 \cdot 10^9$	$-2,04 \cdot 10^9$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ленинградская АЭС»	$9,30 \cdot 10^{10}$	$2,27 \cdot 10^7$	0	$-2,27 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$1,80 \cdot 10^{10}$	$4,80 \cdot 10^8$	$7,40 \cdot 10^7$	$-4,06 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ростовская АЭС»	$1,80 \cdot 10^{10}$	$2,74 \cdot 10^3$	$2,14 \cdot 10^7$	$+2,14 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Смоленская АЭС»	$9,30 \cdot 10^{10}$	$1,63 \cdot 10^8$	$1,20 \cdot 10^7$	$-1,51 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$2,23 \cdot 10^{12}$	$1,50 \cdot 10^9$	$7,77 \cdot 10^8$	$-7,23 \cdot 10^8$
ЙОД-132			$4,44 \cdot 10^8$	$5,91 \cdot 10^9$	$+5,47 \cdot 10^9$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,20 \cdot 10^9$	$4,44 \cdot 10^8$	$5,91 \cdot 10^9$	$+5,47 \cdot 10^9$
ЙОД-134			$3,62 \cdot 10^8$	$1,28 \cdot 10^8$	$-2,34 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$5,30 \cdot 10^8$	$3,62 \cdot 10^8$	$1,28 \cdot 10^8$	$-2,34 \cdot 10^8$
ЙОД-135			$8,66 \cdot 10^8$	$9,40 \cdot 10^8$	$+7,40 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$3,80 \cdot 10^9$	$8,66 \cdot 10^8$	$9,40 \cdot 10^8$	$+7,40 \cdot 10^7$
КАЛИЙ-40			$1,36 \cdot 10^9$	$3,31 \cdot 10^9$	$+1,95 \cdot 10^9$
	ОАО «ЧМЗ»	$2,80 \cdot 10^9$	$6,15 \cdot 10^7$	0	$-6,15 \cdot 10^7$
	ОАО «ППГХО»	$7,60 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^9$	$3,31 \cdot 10^9$	$+2,01 \cdot 10^9$
КОБАЛЬТ-57			$1,01 \cdot 10^8$	$1,63 \cdot 10^8$	$+6,20 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	$5,58 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^8$	$1,62 \cdot 10^8$	$+6,00 \cdot 10^7$
	ОАО «РИ»	$2,60 \cdot 10^8$	$1,10 \cdot 10^6$	$7,30 \cdot 10^5$	$-3,70 \cdot 10^5$
КОБАЛЬТ-58			$4,95 \cdot 10^7$	$1,81 \cdot 10^7$	$-3,14 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,36 \cdot 10^8$	$4,95 \cdot 10^7$	$1,81 \cdot 10^7$	$-3,14 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-60			$1,02 \cdot 10^9$	$1,18 \cdot 10^9$	$+1,60 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,32 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$	$9,55 \cdot 10^7$	$-1,35 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Балаковская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$3,15 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^6$	$-2,89 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$1,54 \cdot 10^6$	$2,12 \cdot 10^4$	$-1,52 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Калининская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$3,12 \cdot 10^6$	$1,43 \cdot 10^6$	$-1,69 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$2,50 \cdot 10^9$	$2,26 \cdot 10^8$	$3,14 \cdot 10^8$	$+8,80 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ленинградская АЭС»	$2,50 \cdot 10^9$	$1,01 \cdot 10^8$	$7,50 \cdot 10^7$	$-2,60 \cdot 10^7$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		Бк/год	в 2012 г.	в 2013 г.	
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^8$	$6,00 \cdot 10^8$	$+1,40 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ростовская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$2,02 \cdot 10^6$	0	$-2,02 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Смоленская АЭС»	$2,50 \cdot 10^9$	$6,36 \cdot 10^7$	$7,49 \cdot 10^7$	$+1,13 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$2,34 \cdot 10^{13}$	$9,27 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^7$	$+1,23 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$2,77 \cdot 10^9$	$1,29 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$-2,30 \cdot 10^6$
	ОАО «РИ»	$5,16 \cdot 10^7$	$2,10 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^5$	$-6,00 \cdot 10^4$
КЮРИЙ-242			0	$6,68 \cdot 10^4$	$+6,68 \cdot 10^4$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,44 \cdot 10^6$	0	$6,68 \cdot 10^4$	$+6,68 \cdot 10^4$
КЮРИЙ-244			$3,14 \cdot 10^5$	$1,30 \cdot 10^6$	$+9,86 \cdot 10^5$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$5,22 \cdot 10^7$	$3,14 \cdot 10^5$	$1,30 \cdot 10^6$	$+9,86 \cdot 10^5$
МАРГАНЕЦ-54			$1,09 \cdot 10^8$	$9,33 \cdot 10^7$	$-1,57 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$3,02 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$	$9,33 \cdot 10^7$	$-1,57 \cdot 10^7$
МЫШЬЯК-76			$9,18 \cdot 10^6$	$4,36 \cdot 10^6$	$-4,82 \cdot 10^6$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$7,60 \cdot 10^7$	$9,18 \cdot 10^6$	$4,36 \cdot 10^6$	$-4,82 \cdot 10^6$
НИОБИЙ-95			$8,79 \cdot 10^7$	$3,83 \cdot 10^7$	$-4,96 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,13 \cdot 10^9$	$8,90 \cdot 10^6$	$9,25 \cdot 10^6$	$+3,50 \cdot 10^5$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,81 \cdot 10^8$	$7,20 \cdot 10^7$	$2,60 \cdot 10^7$	$-4,60 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$3,02 \cdot 10^{12}$	$6,98 \cdot 10^6$	$3,04 \cdot 10^6$	$-3,94 \cdot 10^6$
ПОЛОНИЙ-210			$1,05 \cdot 10^7$	$5,01 \cdot 10^6$	$-5,49 \cdot 10^6$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$1,75 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^7$	$5,00 \cdot 10^6$	$-5,50 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$5,30 \cdot 10^9$	$4,67 \cdot 10^3$	$5,00 \cdot 10^3$	$+3,30 \cdot 10^2$
ПЛУТОНИЙ-238			$8,96 \cdot 10^6$	$7,78 \cdot 10^6$	$-1,18 \cdot 10^6$
	ОАО «РИ»	$1,64 \cdot 10^7$	$2,80 \cdot 10^4$	$1,80 \cdot 10^4$	$-1,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «Радон»	$1,29 \cdot 10^6$	$5,20 \cdot 10^4$	$6,66 \cdot 10^4$	$1,46 \cdot 10^4$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$7,51 \cdot 10^7$	$8,93 \cdot 10^6$	$7,70 \cdot 10^6$	$-1,23 \cdot 10^6$
ПЛУТОНИЙ-239			$5,23 \cdot 10^8$	$5,72 \cdot 10^8$	$+4,90 \cdot 10^7$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$1,76 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^7$	$5,00 \cdot 10^6$	$-5,50 \cdot 10^6$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$5,06 \cdot 10^7$	$7,64 \cdot 10^6$	$6,18 \cdot 10^6$	$-1,46 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$3,57 \cdot 10^{12}$	$2,59 \cdot 10^7$	$1,61 \cdot 10^8$	$+1,35 \cdot 10^8$
	ОАО «РИ»	$3,23 \cdot 10^7$	$5,60 \cdot 10^4$	$3,60 \cdot 10^4$	$-2,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6,27 \cdot 10^{10}$	$4,79 \cdot 10^8$	$3,99 \cdot 10^8$	$-8,00 \cdot 10^7$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$1,52 \cdot 10^9$	$2,95 \cdot 10^5$	$1,69 \cdot 10^5$	$-1,26 \cdot 10^5$
	ФГУП «Радон»	$1,18 \cdot 10^7$	$5,74 \cdot 10^5$	$4,31 \cdot 10^5$	$-1,43 \cdot 10^5$
РАДИЙ-226			$9,88 \cdot 10^5$	$7,65 \cdot 10^6$	$+6,66 \cdot 10^6$
	ОАО «ЧМЗ»	$9,99 \cdot 10^9$	$9,68 \cdot 10^5$	$7,64 \cdot 10^6$	$+6,67 \cdot 10^6$
	ОАО «РИ»	$1,29 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^4$	$1,35 \cdot 10^4$	$-6,50 \cdot 10^3$
РАДОН-222			$4,46 \cdot 10^{14}$	$5,17 \cdot 10^{14}$	$+7,10 \cdot 10^{13}$
	ОАО «ППГХО»	$9,47 \cdot 10^{14}$	$4,46 \cdot 10^{14}$	$5,17 \cdot 10^{14}$	$+7,10 \cdot 10^{13}$
РТУТЬ-203			$5,13 \cdot 10^6$	$2,98 \cdot 10^5$	$-4,83 \cdot 10^6$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,40 \cdot 10^9$	$5,13 \cdot 10^6$	$2,98 \cdot 10^5$	$-4,83 \cdot 10^6$
РУБИДИЙ-88			$1,22 \cdot 10^{10}$	$4,71 \cdot 10^{10}$	$+3,49 \cdot 10^{10}$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,70 \cdot 10^{10}$	$1,22 \cdot 10^{10}$	$4,71 \cdot 10^{10}$	$+3,49 \cdot 10^{10}$
РУТЕНИЙ-103			$3,28 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^7$	$+6,82 \cdot 10^6$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$5,14 \cdot 10^6$	$3,28 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^7$	$+6,82 \cdot 10^6$
РУТЕНИЙ-106			$5,88 \cdot 10^8$	$2,83 \cdot 10^8$	$-3,05 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$4,82 \cdot 10^7$	$1,42 \cdot 10^7$	$5,45 \cdot 10^7$	$+4,03 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,23 \cdot 10^8$	$4,90 \cdot 10^7$	$-1,74 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$8,23 \cdot 10^9$	$3,51 \cdot 10^8$	$1,79 \cdot 10^8$	$-1,72 \cdot 10^8$
СВИНЕЦ-210			$9,30 \cdot 10^7$	$8,60 \cdot 10^7$	$-7,00 \cdot 10^6$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$1,05 \cdot 10^8$	$9,30 \cdot 10^7$	$8,60 \cdot 10^7$	$-7,00 \cdot 10^6$
СВИНЕЦ-214			$9,20 \cdot 10^{13}$	$8,64 \cdot 10^{13}$	$-5,60 \cdot 10^{12}$
	ОАО «ППГХО»	$2,79 \cdot 10^{14}$	$9,20 \cdot 10^{13}$	$8,64 \cdot 10^{13}$	$-5,60 \cdot 10^{12}$
СЕЛЕН-75			$9,83 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^7$	$+3,37 \cdot 10^6$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$3,50 \cdot 10^9$	$9,83 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^7$	$+3,37 \cdot 10^6$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		Бк/год	в 2012 г.	в 2013 г.	
СТРОНЦИЙ-89			1,24·10 ⁷	1,24·10 ⁷	0,0
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,57·10 ⁹	1,24·10 ⁷	1,24·10 ⁷	0,0
СТРОНЦИЙ-90			2,86·10 ⁹	2,04·10 ⁹	-8,20·10 ⁸
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	4,21·10 ⁸	3,72·10 ⁸	3,44·10 ⁸	-2,80·10 ⁷
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	1,64·10 ⁷	1,66·10 ⁷	1,64·10 ⁷	-2,00·10 ⁵
	ОАО «СХК»	5,18·10 ⁹	2,42·10 ⁸	7,61·10 ⁷	-1,66·10 ⁸
	ФГУП «ГХК»	2,65·10 ¹²	1,31·10 ⁹	2,54·10 ⁸	-1,06·10 ⁹
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	5,92·10 ⁷	8,40·10 ⁴	1,93·10 ⁵	+1,09·10 ⁵
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,49·10 ¹²	9,07·10 ⁸	1,34·10 ⁹	+4,33·10 ⁸
	ФГУП «Радон»	3,88·10 ⁶	1,11·10 ⁵	1,80·10 ⁵	+6,90·10 ⁴
	ОАО «ОДЦ УТР»	3,55·10 ⁸	0	4,70·10 ⁶	+4,70·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	2,51·10 ⁸	1,60·10 ⁶	2,77·10 ⁶	+1,17·10 ⁶
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*			3,52·10 ⁹	3,74·10 ⁹	+2,20·10 ⁸
	ОАО «СХК»	6,81·10 ⁹	2,93·10 ⁹	3,11·10 ⁹	+1,80·10 ⁸
	ОАО «МСЗ»	8,45·10 ⁸	6,60·10 ⁷	6,80·10 ⁷	+2,00·10 ⁶
	ФГУП «Радон»	7,10·10 ⁶	3,64·10 ⁵	4,02·10 ⁵	+3,80·10 ⁴
	ОАО «АЭХК»	4,27·10 ⁹	5,02·10 ⁸	5,37·10 ⁸	+3,50·10 ⁷
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	9,41·10 ⁷	1,07·10 ⁷	2,04·10 ⁷	+9,70·10 ⁶
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*			3,25·10 ⁹	2,92·10 ⁹	-3,30·10 ⁸
	ОАО «СХК»	6,88·10 ¹¹	3,24·10 ⁹	2,92·10 ⁹	-3,20·10 ⁸
	ФГУП «Радон»	3,11·10 ⁷	7,52·10 ⁶	2,92·10 ⁵	-7,23·10 ⁶
СУММА ИРГ			4,25·10 ¹⁶	4,32·10 ¹⁶	+7,00·10 ¹⁴
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	3,75·10 ¹⁴	3,82·10 ¹²	2,79·10 ¹²	-1,03·10 ¹²
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Калининская АЭС»	6,90·10 ¹⁴	7,74·10 ¹²	3,68·10 ¹²	-4,06·10 ¹²
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	3,70·10 ¹⁵	5,52·10 ¹⁴	2,44·10 ¹⁴	-3,08·10 ¹⁴
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ленинградская АЭС»	3,70·10 ¹⁵	5,65·10 ¹³	7,30·10 ¹³	+1,65·10 ¹³
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	6,90·10 ¹⁴	1,50·10 ¹³	8,20·10 ¹²	-6,80·10 ¹²
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ростовская АЭС»	6,90·10 ¹⁴	4,77·10 ¹²	3,89·10 ¹²	-8,80·10 ¹¹
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Смоленская АЭС»	3,70·10 ¹⁵	5,74·10 ¹³	3,54·10 ¹³	-2,20·10 ¹³
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	2,00·10 ¹⁵	4,30·10 ¹⁴	4,86·10 ¹⁴	+5,60·10 ¹³
	ФГУП «Атомфлот»	1,11·10 ¹³	1,31·10 ¹²	1,82·10 ¹²	+5,10·10 ¹¹
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,20·10 ¹³	9,60·10 ¹¹	7,80·10 ¹¹	-1,80·10 ¹¹
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	1,88·10 ¹⁵	1,23·10 ¹⁵	1,41·10 ¹⁵	+1,80·10 ¹⁴
	ФГУП «ПО «Маяк»	1,34·10 ¹⁸	4,01·10 ¹⁶	4,09·10 ¹⁶	+8,00·10 ¹⁴
СУРЬМА-124			4,36·10 ⁷	1,16·10 ⁷	-3,20·10 ⁷
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	5,40·10 ⁷	4,36·10 ⁷	1,16·10 ⁷	-3,20·10 ⁷
СУРЬМА-125			5,92·10 ⁷	5,53·10 ⁷	-3,90·10 ⁶
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	1,40·10 ⁹	4,39·10 ⁷	2,34·10 ⁷	-2,05·10 ⁷
	ФГУП «ПО «Маяк»	2,98·10 ⁹	1,53·10 ⁷	3,19·10 ⁷	+1,66·10 ⁷
ТЕЛЛУР-132			1,68·10 ⁶	1,66·10 ⁶	-2,00·10 ⁴
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	1,40·10 ⁷	1,68·10 ⁶	1,66·10 ⁶	-2,00·10 ⁴
ТЕХНЕЦИЙ-99М			6,22·10 ⁸	6,45·10 ⁷	-5,58·10 ⁸
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	3,50·10 ⁸	6,22·10 ⁸	6,45·10 ⁷	-5,58·10 ⁸
ТОРИЙ-230			1,16·10 ⁷	1,68·10 ⁷	+5,20·10 ⁶
	ОАО «ВНИИХТ»	1,70·10 ⁶	4,26·10 ⁵	4,26·10 ⁵	0,0
	ОАО «ЧМЗ»	2,14·10 ¹⁰	1,12·10 ⁷	1,64·10 ⁷	+5,20·10 ⁶
ТОРИЙ-232			5,62·10 ⁸	9,75·10 ⁸	+4,13·10 ⁸
	ОАО «ЧМЗ»	1,03·10 ¹⁰	5,77·10 ⁶	7,88·10 ⁶	+2,11·10 ⁶
	ОАО «ППГХО»	1,95·10 ⁹	5,57·10 ⁸	9,68·10 ⁸	+4,11·10 ⁸
ТОРИЙ-234			9,75·10 ⁵	9,75·10 ⁵	0,0
	ОАО «ВНИИХТ»	3,90·10 ⁶	9,75·10 ⁵	9,75·10 ⁵	0,0

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
		Бк/год	в 2012 г.	в 2013 г.	
ТРИТИЙ			$4,59 \cdot 10^{14}$	$4,37 \cdot 10^{14}$	$-2,20 \cdot 10^{13}$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$2,40 \cdot 10^{13}$	$4,91 \cdot 10^{12}$	$4,28 \cdot 10^{12}$	$-6,30 \cdot 10^{11}$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,20 \cdot 10^{12}$	$4,77 \cdot 10^{12}$	$5,69 \cdot 10^{12}$	$+9,20 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$7,71 \cdot 10^{15}$	$2,34 \cdot 10^{14}$	$2,54 \cdot 10^{14}$	$+2,00 \cdot 10^{13}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$1,43 \cdot 10^{16}$	$1,34 \cdot 10^{14}$	$1,17 \cdot 10^{14}$	$-1,70 \cdot 10^{13}$
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	$9,25 \cdot 10^{13}$	$8,10 \cdot 10^{13}$	$5,60 \cdot 10^{13}$	$-2,50 \cdot 10^{13}$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$2,69 \cdot 10^{10}$	$2,09 \cdot 10^{10}$	$-6,00 \cdot 10^9$
	ЗАО «Центротех – СПб»	$3,52 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^5$	$1,26 \cdot 10^5$	0,0
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	$4,20 \cdot 10^{10}$	$7,08 \cdot 10^9$	$4,42 \cdot 10^9$	$-2,66 \cdot 10^9$
	ОАО «НЗХК»	$3,37 \cdot 10^9$	$5,54 \cdot 10^8$	$4,41 \cdot 10^8$	$-1,13 \cdot 10^8$
	ОАО «ВНИИХТ»	$1,78 \cdot 10^6$	$4,46 \cdot 10^5$	$4,46 \cdot 10^5$	0,0
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,92 \cdot 10^7$	$4,77 \cdot 10^6$	$4,07 \cdot 10^6$	$-7,00 \cdot 10^5$
	ОАО «ЧМЗ»	$5,95 \cdot 10^{10}$	$6,02 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^8$	$+4,58 \cdot 10^7$
	ОАО «РИ»	$1,03 \cdot 10^7$	$1,80 \cdot 10^4$	$1,20 \cdot 10^4$	$-6,00 \cdot 10^3$
	ОАО «ПО ЭХЗ»	$5,42 \cdot 10^8$	$9,97 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^8$	$+6,30 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПСЗ»	$3,23 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^5$	$7,84 \cdot 10^4$	$-2,66 \cdot 10^4$
	ОАО «УЭХК»	$2,00 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^8$	$+2,50 \cdot 10^7$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6,91 \cdot 10^{11}$	$2,90 \cdot 10^9$	$1,34 \cdot 10^9$	$-1,56 \cdot 10^9$
ХРОМ-51			$4,60 \cdot 10^8$	$5,09 \cdot 10^7$	$-4,09 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,44 \cdot 10^8$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	0,0
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,01 \cdot 10^8$	$4,51 \cdot 10^8$	$4,20 \cdot 10^7$	$-4,09 \cdot 10^8$
ЦЕЗИЙ-134			$4,60 \cdot 10^8$	$2,01 \cdot 10^8$	$-2,59 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$9,61 \cdot 10^7$	$2,65 \cdot 10^7$	$2,93 \cdot 10^7$	$+2,80 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Балаковская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^5$	$1,10 \cdot 10^4$	$-1,19 \cdot 10^5$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Калининская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$5,38 \cdot 10^6$	$1,09 \cdot 10^7$	$+5,52 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$1,40 \cdot 10^9$	$2,11 \cdot 10^7$	$3,28 \cdot 10^7$	$+1,17 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ленинградская АЭС»	$1,40 \cdot 10^9$	$3,74 \cdot 10^5$	$3,13 \cdot 10^6$	$+2,76 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^8$	$5,10 \cdot 10^7$	$-4,90 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$1,97 \cdot 10^{11}$	$2,78 \cdot 10^6$	$2,92 \cdot 10^6$	$+1,40 \cdot 10^5$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3,81 \cdot 10^9$	$3,03 \cdot 10^8$	$7,07 \cdot 10^7$	$-2,32 \cdot 10^8$
	ФГУП «Радон»	$3,72 \cdot 10^5$	$1,59 \cdot 10^4$	$5,06 \cdot 10^3$	$-1,08 \cdot 10^4$
ЦЕЗИЙ-137			$3,09 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^9$	$-1,09 \cdot 10^9$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$5,26 \cdot 10^8$	$4,65 \cdot 10^8$	$4,30 \cdot 10^8$	$-3,50 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$4,74 \cdot 10^9$	$2,14 \cdot 10^8$	$4,13 \cdot 10^8$	$+1,99 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Балаковская АЭС»	$2,00 \cdot 10^9$	$3,88 \cdot 10^6$	$1,27 \cdot 10^6$	$-2,61 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$2,00 \cdot 10^9$	$2,14 \cdot 10^7$	$1,19 \cdot 10^7$	$-9,50 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Калининская АЭС»	$2,00 \cdot 10^9$	$9,88 \cdot 10^6$	$1,64 \cdot 10^7$	$+6,52 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$4,00 \cdot 10^9$	$6,19 \cdot 10^7$	$7,53 \cdot 10^7$	$+1,34 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ленинградская АЭС»	$4,00 \cdot 10^9$	$3,29 \cdot 10^7$	$8,13 \cdot 10^6$	$-2,48 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$2,00 \cdot 10^9$	$2,40 \cdot 10^8$	$1,40 \cdot 10^8$	$-1,00 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Ростовская АЭС»	$2,00 \cdot 10^9$	$9,80 \cdot 10^5$	$2,80 \cdot 10^5$	$-7,00 \cdot 10^5$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			в 2012 г.	в 2013 г.	
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Смоленская АЭС»	$4,00 \cdot 10^9$	$1,37 \cdot 10^6$	$1,41 \cdot 10^6$	$+4,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «ГХК»	$3,51 \cdot 10^{12}$	$4,04 \cdot 10^8$	$1,48 \cdot 10^8$	$-2,56 \cdot 10^8$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1,74 \cdot 10^8$	$1,37 \cdot 10^5$	$4,41 \cdot 10^5$	$+3,04 \cdot 10^5$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$5,51 \cdot 10^{10}$	$1,58 \cdot 10^9$	$6,72 \cdot 10^8$	$-9,08 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ-ФЭИ	$3,20 \cdot 10^8$	$5,60 \cdot 10^7$	$9,24 \cdot 10^7$	$+3,64 \cdot 10^7$
	ОАО «РИ»	$6,71 \cdot 10^8$	$2,80 \cdot 10^6$	$1,90 \cdot 10^6$	$-9,00 \cdot 10^5$
	ФГУП «Радон»	$4,88 \cdot 10^7$	$3,02 \cdot 10^6$	$2,31 \cdot 10^6$	$-7,10 \cdot 10^5$
ЦЕЗИЙ-138			$1,96 \cdot 10^{10}$	$6,26 \cdot 10^{10}$	$+4,30 \cdot 10^{10}$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,96 \cdot 10^{10}$	$6,26 \cdot 10^{10}$	$+4,30 \cdot 10^{10}$
ЦЕРИЙ-141			$9,33 \cdot 10^5$	$5,01 \cdot 10^5$	$-4,32 \cdot 10^5$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$9,80 \cdot 10^6$	$9,33 \cdot 10^5$	$5,01 \cdot 10^5$	$-4,32 \cdot 10^5$
ЦЕРИЙ-144			$1,59 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^8$	$-1,49 \cdot 10^9$
	ФГУП «ГХК»	$6,88 \cdot 10^{12}$	$1,12 \cdot 10^9$	$5,47 \cdot 10^7$	$-1,07 \cdot 10^9$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$7,85 \cdot 10^9$	$4,54 \cdot 10^8$	$5,06 \cdot 10^7$	$-4,03 \cdot 10^8$
ЦИНК-65			$1,68 \cdot 10^8$	$6,26 \cdot 10^7$	$-1,05 \cdot 10^8$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$1,40 \cdot 10^8$	$1,59 \cdot 10^8$	$5,35 \cdot 10^7$	$-1,06 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3,55 \cdot 10^8$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	0,0
	ФГУП ГНЦ РФ – ФЭИ	$2,00 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^5$	$1,70 \cdot 10^5$	$+4,00 \cdot 10^4$
ЦИРКОНИЙ-95			$5,29 \cdot 10^7$	$2,31 \cdot 10^7$	$-2,98 \cdot 10^7$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,73 \cdot 10^7$	$4,02 \cdot 10^7$	$1,08 \cdot 10^7$	$-2,94 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$3,38 \cdot 10^{11}$	$3,83 \cdot 10^6$	$3,04 \cdot 10^6$	$-7,90 \cdot 10^5$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,60 \cdot 10^9$	$8,90 \cdot 10^6$	$9,25 \cdot 10^6$	$+3,50 \cdot 10^5$

Таблица С.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2013 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			2012 г.	2013 г.	
ЕВРОПИЙ-152			$2,10 \cdot 10^8$	$3,33 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$
	ФГУП «ГХК»	$1,17 \cdot 10^{13}$	$2,10 \cdot 10^8$	$3,33 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$
	ФГУП «Атомфлот»	$7,36 \cdot 10^7$	-	$2,01 \cdot 10^5$	$2,01 \cdot 10^5$
ЕВРОПИЙ-154			$4,73 \cdot 10^7$	$3,42 \cdot 10^8$	$2,95 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$1,00 \cdot 10^9$	$1,33 \cdot 10^7$	$8,90 \cdot 10^6$	$-4,40 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$1,19 \cdot 10^{13}$	$3,40 \cdot 10^7$	$3,33 \cdot 10^8$	$2,99 \cdot 10^8$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,82 \cdot 10^8$	0	$1,60 \cdot 10^5$	$1,60 \cdot 10^5$
ЖЕЛЕЗО-59			$3,71 \cdot 10^6$	$6,40 \cdot 10^7$	$6,03 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$2,10 \cdot 10^{10}$	-	$4,90 \cdot 10^7$	$4,90 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$5,70 \cdot 10^{10}$	-	$1,50 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^7$
ЙОД-131				$8,06 \cdot 10^7$	$8,06 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$1,30 \cdot 10^{12}$	-	$5,80 \cdot 10^5$	$5,80 \cdot 10^5$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$7,90 \cdot 10^8$	-	$5,10 \cdot 10^7$	$5,10 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$4,50 \cdot 10^9$	-	$2,90 \cdot 10^7$	$2,90 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-58			$4,95 \cdot 10^6$	$6,37 \cdot 10^7$	$5,88 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$3,60 \cdot 10^{10}$	$2,25 \cdot 10^6$	$1,20 \cdot 10^5$	$-2,13 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$5,90 \cdot 10^{10}$	$2,70 \cdot 10^6$	$5,90 \cdot 10^5$	$-2,11 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$3,40 \cdot 10^9$	-	$4,00 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$1,10 \cdot 10^{10}$	-	$2,30 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^7$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			2012 г.	2013 г.	
КОБАЛЬТ-60			4,03·10 ⁹	2,73·10 ⁹	-1,30·10 ⁹
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	9,00·10 ⁸	5,96·10 ⁶	2,60·10 ⁶	-3,36·10 ⁶
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	1,50·10 ¹⁰	5,80·10 ⁷	7,70·10 ⁷	1,90·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	7,50·10 ⁸	6,51·10 ⁶	1,77·10 ⁷	1,12·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	1,14·10 ¹¹	3,47·10 ⁸	1,24·10 ⁹	8,93·10 ⁸
	ФГУП «Атомфлот»	2,94·10 ⁷	1,20·10 ⁶	5,58·10 ⁶	4,38·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	6,10·10 ⁶	-	1,63·10 ⁴	1,63·10 ⁴
	ФГУП «ГХК»	2,95·10 ¹²	3,68·10 ⁹	1,38·10 ⁹	-2,30·10 ⁹
МАРГАНЕЦ-54			2,17·10 ⁷	4,43·10 ⁷	2,26·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	2,50·10 ¹⁰	1,27·10 ⁷	3,90·10 ⁶	-8,80·10 ⁶
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	1,40·10 ⁸	2,66·10 ⁶	1,19·10 ⁵	-2,54·10 ⁶
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	5,20·10 ⁸	-	3,90·10 ⁷	3,90·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	2,50·10 ¹⁰	6,30·10 ⁶	1,10·10 ⁶	-5,20·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	3,30·10 ⁷	1,60·10 ⁴	5,56·10 ⁴	3,96·10 ⁴
ПЛУТОНИЙ-238			3,32·10 ⁶	1,46·10 ⁵	-3,17·10 ⁶
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	3,33·10 ⁷	3,32·10 ⁶	1,46·10 ⁵	-3,17·10 ⁶
ПЛУТОНИЙ-239			2,60·10 ⁶	8,87·10 ⁷	8,61·10 ⁷
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	2,96·10 ⁶	2,60·10 ⁶	2,53·10 ⁵	-2,35·10 ⁶
	ФГУП «ГХК»	1,97·10 ⁹	-	8,85·10 ⁷	8,85·10 ⁷
РУТЕНИЙ-106			8,70·10 ⁸	4,86·10 ⁹	3,99·10 ⁹
	ФГУП «ГХК»	4,38·10 ¹²	8,70·10 ⁸	4,77·10 ⁹	3,90·10 ⁹
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	2,40·10 ⁸	-	3,20·10 ⁵	3,20·10 ⁵
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	8,50·10 ⁸	-	9,40·10 ⁷	9,40·10 ⁷
СТРОНЦИЙ-89				7,10·10 ⁷	7,10·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	1,30·10 ¹¹	-	2,90·10 ⁷	2,90·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	1,10·10 ¹³	-	1,10·10 ⁴	1,10·10 ⁴
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	1,80·10 ⁹	-	4,20·10 ⁷	4,20·10 ⁷
СТРОНЦИЙ-90			4,19·10 ¹¹	2,80·10 ¹¹	-1,39·10 ¹¹
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	1,20·10 ¹⁰	2,70·10 ¹	5,50·10 ⁷	5,50·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	9,30·10 ¹⁰	8,48·10 ⁷	1,20·10 ⁸	3,52·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	9,30·10 ⁹	-	3,20·10 ⁷	3,20·10 ⁷
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	1,30·10 ⁸	4,07·10 ⁴	5,36·10 ⁴	1,29·10 ⁴
	Отделение Фокино ДВЦ «ДальРАО» филиала ФГУП «РосРАО»	1,00·10 ⁸	2,47·10 ⁷	1,61·10 ⁷	-8,60·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	1,20·10 ⁸	9,10·10 ⁵	5,94·10 ⁷	5,85·10 ⁷
	ФГУП «ГХК»	1,31·10 ¹²	2,46·10 ¹⁰	1,07·10 ¹⁰	-1,39·10 ¹⁰
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,30·10 ⁶	1,42·10 ⁵	3,04·10 ⁵	1,62·10 ⁵
	ФГУП «Радон»	1,40·10 ⁸	-	5,76·10 ⁷	5,76·10 ⁷
	ФГУП «ПО «Маяк»	2,45·10 ¹²	3,94·10 ¹¹	2,69·10 ¹¹	-1,25·10 ¹¹
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	1,85·10 ⁸	2,35·10 ⁶	2,04·10 ⁶	-3,10·10 ⁵
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			4,80·10 ⁹	1,76·10 ⁹	-3,04·10 ⁹
	ОАО Машиностроительный завод	3,18·10 ⁹	4,78·10 ⁹	1,74·10 ⁹	-3,04·10 ⁹

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			2012 г.	2013 г.	
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$4,60 \cdot 10^7$	$2,43 \cdot 10^7$	$2,43 \cdot 10^7$	0,0
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$1,55 \cdot 10^8$	$1,68 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^7$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$1,20 \cdot 10^9$	$1,55 \cdot 10^8$	$1,55 \cdot 10^8$	0,0
	ФГУП «Радон»	$1,40 \cdot 10^8$	-	$1,27 \cdot 10^7$	$1,27 \cdot 10^7$
ТРИТИЙ			$3,26 \cdot 10^{13}$	$3,87 \cdot 10^{13}$	$6,10 \cdot 10^{12}$
	Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	$2,40 \cdot 10^{13}$	$1,35 \cdot 10^{12}$	$1,35 \cdot 10^{12}$	0,0
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$7,70 \cdot 10^{13}$	$5,36 \cdot 10^{11}$	$4,10 \cdot 10^{11}$	$-1,26 \cdot 10^{11}$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Кольская АЭС»	$7,60 \cdot 10^{14}$	$1,21 \cdot 10^{13}$	$1,64 \cdot 10^{13}$	$4,30 \cdot 10^{12}$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$8,70 \cdot 10^{13}$	$6,06 \cdot 10^{10}$	$2,48 \cdot 10^{12}$	$2,42 \cdot 10^{12}$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$1,17 \cdot 10^{15}$	$1,85 \cdot 10^{13}$	$1,75 \cdot 10^{13}$	$-1,00 \cdot 10^{12}$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$1,60 \cdot 10^{16}$	-	$1,20 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2,40 \cdot 10^{12}$	$2,50 \cdot 10^8$	$7,08 \cdot 10^9$	$6,83 \cdot 10^9$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$2,50 \cdot 10^{13}$	$8,54 \cdot 10^{10}$	$1,04 \cdot 10^{11}$	$1,86 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «ГХК»	$2,05 \cdot 10^{15}$	-	$4,89 \cdot 10^{11}$	$4,89 \cdot 10^{11}$
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	$4,44 \cdot 10^{11}$	$8,93 \cdot 10^8$	$6,10 \cdot 10^9$	$5,21 \cdot 10^9$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$2,57 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	$-1,06 \cdot 10^{10}$
	ОАО ППГХО	$2,59 \cdot 10^{10}$	$2,57 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	$-1,06 \cdot 10^{10}$
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	$1,07 \cdot 10^8$	$2,39 \cdot 10^5$	$2,39 \cdot 10^5$	0,0
	ФГУП «ПСЗ»	$7,20 \cdot 10^{10}$	$8,74 \cdot 10^4$	$7,57 \cdot 10^4$	$-1,17 \cdot 10^4$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$6,06 \cdot 10^6$	-	$6,06 \cdot 10^6$	$6,06 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6,60 \cdot 10^9$	$2,24 \cdot 10^7$	$2,82 \cdot 10^7$	$5,80 \cdot 10^6$
ХРОМ-51			$7,85 \cdot 10^5$	$2,39 \cdot 10^8$	$2,38 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$3,00 \cdot 10^{12}$	$7,85 \cdot 10^5$	$2,90 \cdot 10^7$	$2,82 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$1,10 \cdot 10^{12}$	-	$2,10 \cdot 10^8$	$2,10 \cdot 10^8$
ЦЕЗИЙ-134			$7,02 \cdot 10^7$	$1,82 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$9,90 \cdot 10^8$	-	$1,70 \cdot 10^7$	$1,70 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$2,50 \cdot 10^8$	-	$3,50 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$1,70 \cdot 10^{10}$	$8,00 \cdot 10^4$	$1,20 \cdot 10^4$	$-6,80 \cdot 10^4$
	ФГУП «ГХК»	$7,07 \cdot 10^{11}$	$7,00 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^8$	$5,80 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,25 \cdot 10^7$		$6,00 \cdot 10^5$	$6,00 \cdot 10^5$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$7,60 \cdot 10^5$	$1,31 \cdot 10^5$	$3,57 \cdot 10^4$	$-9,53 \cdot 10^4$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$9,60 \cdot 10^9$	-	$1,10 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^6$
ЦЕЗИЙ-137			$1,21 \cdot 10^{10}$	$1,62 \cdot 10^{10}$	$4,10 \cdot 10^9$
	ОАО «ГНЦ НИИАР»	$2,70 \cdot 10^{10}$	$7,20 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$8,50 \cdot 10^8$	-	$2,60 \cdot 10^7$	$2,60 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Белоярская АЭС»	$1,70 \cdot 10^{10}$	$7,21 \cdot 10^7$	$6,20 \cdot 10^7$	$-1,01 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Кольская АЭС»	$5,00 \cdot 10^{10}$	$3,71 \cdot 10^5$	$1,93 \cdot 10^6$	$1,56 \cdot 10^6$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$3,60 \cdot 10^8$	-	$4,24 \cdot 10^7$	$4,24 \cdot 10^7$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2013 г. по сравнению с 2012 г.
			2012 г.	2013 г.	
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Нововоронежская АЭС»	$1,19 \cdot 10^{10}$	$9,08 \cdot 10^7$	$4,51 \cdot 10^8$	$3,60 \cdot 10^8$
	Отделение Фокино ДВЦ «ДальРАО» филиала ФГУП «РосРАО»	$1,00 \cdot 10^8$	$4,59 \cdot 10^6$	$3,28 \cdot 10^7$	$2,82 \cdot 10^7$
	ФГУП «Радон»	$2,40 \cdot 10^8$	-	$3,07 \cdot 10^7$	$3,07 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$3,90 \cdot 10^8$	$9,10 \cdot 10^6$	$3,12 \cdot 10^7$	$2,21 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$2,90 \cdot 10^{11}$	$1,19 \cdot 10^{10}$	$1,55 \cdot 10^{10}$	$3,60 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$8,00 \cdot 10^5$	$5,54 \cdot 10^5$	$3,04 \cdot 10^5$	$-2,50 \cdot 10^5$
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	$2,96 \cdot 10^8$	$4,26 \cdot 10^6$	$8,83 \cdot 10^6$	$4,57 \cdot 10^6$
ЦЕРИЙ-144			$7,89 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^9$	$-6,86 \cdot 10^9$
	ФГУП «ГХК»	$6,81 \cdot 10^{12}$	$7,89 \cdot 10^9$	$6,37 \cdot 10^8$	$-7,25 \cdot 10^9$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$1,30 \cdot 10^{10}$	-	$2,40 \cdot 10^8$	$2,40 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$1,00 \cdot 10^{10}$	-	$1,50 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^8$
ЦИНК-65				$1,01 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^8$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$3,50 \cdot 10^9$	-	$3,80 \cdot 10^7$	$3,80 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$1,30 \cdot 10^8$	-	$6,30 \cdot 10^7$	$6,30 \cdot 10^7$
ЦИРКОНИЙ-95				$9,21 \cdot 10^7$	$9,21 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Курская АЭС»	$2,10 \cdot 10^{10}$	-	$5,70 \cdot 10^7$	$5,70 \cdot 10^7$
	ОАО Концерн Росэнергоатом филиал «Билибинская АЭС»	$5,20 \cdot 10^{10}$	-	$3,50 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$1,35 \cdot 10^7$	-	$1,46 \cdot 10^5$	$1,46 \cdot 10^5$

Приложение D

Приложение D.1

Таблица 1

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2013 г., 10^{-5} Бк/м³

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs												
Январь	11,5	0,13	10,8	0,96	9,7	1,79	18,3	-	18,2	2,31	18,8	0,36	11,2	1,58
Февраль	16,1	0,14	15,9	0,77	34	0,87	34,7	0,8	18,6	1,55	18,6	0,52	17	1,2
Март	10,6	0,13	10,4	1,04	21,3	2,2	37	0,72	18,6	1,81	13,6	0,38	10,8	1,19
Апрель	8,3	3,14	12,8	2,21	13	2,14	14	0,55	17,9	2,13	13,1	0,86	10,7	0,94
Май	9,7	0,21	11,9	1,27	25,3	1,48	14	0,55	19,8	4,96	11,5	0,55	11,2	1,29
Июнь	10,7	0,06	13	0,98	19	1,89	19	0,24	16,2	1,32	11,9	0,17	12,2	0,57
Июль	9,2	0,04	10,9	0,66	17,7	1,26	15,7	0,17	16,8	1,64	9,9	0,1	11,2	0,4
Август	9,8	0,09	12,3	1,04	28,3	0,81	17,7	0,18	18,4	0,41	12,4	0,17	15	0,35
Сентябрь	10,5	0,09	8	0,87	31,7	1,09	12,3	0,06	17,9	1,32	11	0,11	12,8	0,53
Октябрь	11,5	0,06	11,8	1,31	21,3	1,32	24	0,72	20,6	2,09	16,2	0,61	20,2	0,73
Ноябрь	9,2	0,05	19,3	0,61	11,3	1,18	17,3	0,51	21	1,57	14	0,45	12,3	1,05
Декабрь	11,4	0,07	16,3	0,8	21,7	1,66	14	0,73	22,2	2,58	14,7	0,43	14,3	1,11
Среднее:														
2013 г.	10,7	0,35	12,8	1,04	21,2	1,47	19,8	0,48	18,9	1,97	13,8	0,39	13,2	0,91
2012 г.	12,1	0,08	17,6	1,52	21,7	1,62	21,3	0,55	19,2	1,81	14,8	0,49	12,7	1,02
2011 г.	15,3	0,91	14,5	1,56	19,8	4,18	25,0	1,37	15,3	1,80	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

Примечание: -- нет данных.

Таблица 2

Средняя (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Кыргызской Республики в 2013 г., Бк/м²·сутки

Месяц	Бишкек		Кара-Балта		Токтогул		Кызыл-Суу	
	с	м	с	м	с	м	с	м
Январь	0,5	1,7	1,5	4,4	1,5	4,2	2,0	5,3
Февраль	0,5	1,7	1,8	7,3	1,8	4,5	1,5	4,4
Март	0,5	2,0	1,5	5,5	1,7	6,4	1,4	4,1
Апрель	0,6	1,7	1,7	4,2	1,5	3,6	1,8	4,2
Май	0,7	3,9	1,6	4,2	1,6	4,4	1,6	4,0
Июнь	0,8	4,0	1,7	8,7	1,6	4,2	2,0	6,4
Июль	0,9	4,5	1,7	5,0	2,1	5,0	1,6	4,9
Август	0,9	2,4	1,6	5,7	1,5	4,3	1,5	4,6
Сентябрь	1,0	3,5	1,7	6,9	1,8	4,9	1,6	4,6
Октябрь	0,6	2,4	2,1	6,0	1,8	4,9	1,9	4,5
Ноябрь	0,7	2,2	1,6	8,0	1,7	4,1	1,7	4,9
Декабрь	0,7	2,1	1,6	5,1	1,6	5,2	1,7	6,0
Среднее:								
2013 г.	0,7		1,7		1,7		1,7	
2012 г.	0,7		1,4		1,5		1,7	
2011 г.	0,7		1,5		1,5		1,5	
2010 г.	0,9		2,0		2,1		1,8	
2006 г.	1,1		2,1		2,4		2,4	

Приложение D.2

Таблица 1

**Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы
на территории Украины в 2013 г., Бк/м³**

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Среднее за год			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013	2012	2011	2010
Барышевка	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	8,7	10,9	8,0	20,9	41,1	22,0	19,0	25,9	7,8	14,4	9,9	8,5	16,4	20,9	22,7	22,1
	^{137}Cs , 10^{-7}	30	20	20	200	50	40	40	40	30	20	20	30	45,0	50	123	49
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 2			II кв. – 4			III кв. – 3			IV кв. – 3			3	3	2	2
Киев	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	5,7	7,6	10,7	25,9	19,7	14,6	14,1	13,9	9,0	18,2	15,5	12,4	13,9	14,1	19,9	21,6
	^{137}Cs , 10^{-7}	37	87	23	97	34	43	40	30	30	37	37	53	45,7	37	88	39
	^{90}Sr , 10^{-7}	3	3	3	4	4	3	4	5	3	4	10	8	4,5	4	4	4
Одесса	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	17,9	14,6	26,6	47,3	28,4	12,4	23,2	45,5	12,0	18,1	11,5	9,9	22,3	26,0	26,3	27,3
	^{137}Cs , 10^{-7}	10	7	8	10	10	3	10	10	20	5	7	10	9,2	13	95	20
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 2			II кв. – 4			III кв. – 5			IV кв. – 3			3	3	4	4
Рахов	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	6,3	4,0	4,0	3,4	5,7	5,7	5,6	5,1	4,7	4,6	5,3	5,7	5,0	8,3	8,1	10,6
	^{137}Cs , 10^{-7}	13	10	17	8	10	10	10	10	9	9	10	20	11,3	13	45	9
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 4			II кв. – 3			III кв. – 3			IV кв. – 3			3	3	3	2
Севастополь	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	8,3	9,9	7,5	11,8	8,9	8,2	8,0	17,4	7,7	10,2	11,3	7,3	9,7	11,2	14,7	25,7
	^{137}Cs , 10^{-7}	20	4	4	8	7	10	5	8	10	30	8	6	10,0	7	52	18
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 2			II кв. – 4			III кв. – 3			IV кв. – 2			3	3	2	3
Чернобыль	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	9,0	10,8	5,9	11,9	10,1	8,5	8,1	10,3	9,6	12,2	7,8	8,8	9,4	9,1	11,9	14,2
	^{137}Cs , 10^{-7}	90	83	133	237	127	260	137	123	167	133	43	107	136,7	160	219	154
	^{90}Sr , 10^{-7}	24	18	15	24	23	19	17	18	12	17	17	11	17,9	18	18	18
Шепетовка	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	9,8	15,8	13,9	13,8	14,4	11,0	12,7	17,3	9,4	9,5	8,2	7,1	11,9	11,4	14,0	17,0
	^{137}Cs , 10^{-7}	10	8	5	20	5	4	10	4	10	5	10	5	8,0	7	46	14
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 3			II кв. – 4			III кв. – 3			IV кв. – 3			3	4	3	3
Щорс	$\Sigma\beta$, 10^{-5}	12,7	19,3	22,5	40,7	46,8	27,8	-	26,4	21,1	22,7	12,2	6,3	23,5	-	-	-
	^{137}Cs , 10^{-7}	50	40	40	440	60	40	-	30	30	50	30	80	80,9	-	-	-
	^{90}Sr , 10^{-7}	I кв. – 2			II кв. – 4			III кв. – 6			IV кв. – 3			4	-	-	-

Примечание: -- нет данных.

Атмосферные выпадения радионуклидов на территории Украины в 2013 г.
($\Sigma\beta$, Бк/м²·сутки; ¹³⁷Cs, Бк/м²·месяц; ⁹⁰Sr, Бк/м²·квартал)

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Сумма за год			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013	2012	2011	2010
Барышевка	$\Sigma\beta$	1,5	1,4	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,3	1,4				529
	¹³⁷ Cs	0,6	0,8	1,5	0,6	0,6	1,4	0,5	0,6	1,3	0,6	0,6	0,5	9,6	7,79	9,59	7,95
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,53			II кв. - 0,62			III кв. - 0,57			IV кв. - 0,57			2,29	2,29	2,22	2,29
Владимир-Волынский	$\Sigma\beta$	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,8	1,8	1,7	1,7				688
	¹³⁷ Cs	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	6,5	6,90	6,30	2,67
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,55			II кв. - 0,63			III кв. - 0,59			IV кв. - 0,56			2,33	2,38	2,25	2,38
Измаил	$\Sigma\beta$	1,3	1,4	1,3	1,6	1,2	1,3	1,3	1,7	1,4	1,3	1,5	1,5				517
	¹³⁷ Cs	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	7,3	7,39	7,08	4,48
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,52			II кв. - 0,63			III кв. - 0,57			IV кв. - 0,55			2,27	2,31	2,35	2,22
Киев	$\Sigma\beta$	1,3	1,3	1,1	1,3	1,3	1,2	1,1	1,3	1,4	1,1	1,6	1,3				451
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,9	0,5	0,7	0,6	0,8	0,6	7,8	7,19	11,43	4,88
	⁹⁰ Sr	0,56	0,57	0,5	0,63	0,57	0,63	0,56	0,57	0,56	0,58	0,57	0,56	6,86	6,56	6,61	6,97
Коростень	$\Sigma\beta$	1,3	1,5	1,3	1,3	1,4	1,6	1,4	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2				476
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,6	0,7	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	7,7	11,12	10,19	7,86
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,70			II кв. - 0,74			III кв. - 0,66			IV кв. - 0,72			2,82	2,63	2,61	2,47
Овруч	$\Sigma\beta$	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,6	1,6				508
	¹³⁷ Cs	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,6	9,60	12,23	6,95
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,65			II кв. - 0,69			III кв. - 0,57			IV кв. - 0,64			2,55	2,38	2,48	2,46
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	1,8	1,7	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7	1,8	1,6	1,7	1,9	1,7				691
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	6,8	6,80	6,03	2,46
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,55			II кв. - 0,64			III кв. - 0,70			IV кв. - 0,63			2,52	2,29	2,27	2,37
Рахов	$\Sigma\beta$	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	0,4	0,8	0,8				405
	¹³⁷ Cs	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	7	9,96	7,15	2,99
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,63			II кв. - 0,63			III кв. - 0,64			IV кв. - 0,64			2,54	2,41	2,44	2,27
Свитязь	$\Sigma\beta$	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8				704
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7	8,73	6,39	3,43
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,60			II кв. - 0,55			III кв. - 0,58			IV кв. - 0,63			2,36	2,27	2,32	2,45
Ужгород	$\Sigma\beta$	1,8	1,8	1,9	1,7	1,7	1,9	1,7	1,9	1,8	1,5	1,7	1,7				685
	¹³⁷ Cs	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	6,9	7,01	6,41	3,0
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,59			II кв. - 0,62			III кв. - 0,59			IV кв. - 0,65			2,45	2,35	2,40	2,27
Харьков	$\Sigma\beta$	1,3	1,3	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,6	1,3	1,3	1,3	1,7				524
	¹³⁷ Cs	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,2	0,5	0,6	0,6	0,6	7,8	9,40	10,22	5,76
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,67			II кв. - 0,64			III кв. - 0,55			IV кв. - 0,55			2,41	2,35	2,32	2,36
Черновцы	$\Sigma\beta$	1,8	1,7	1,9	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7	1,6	1,9				705
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	7,3	7,20	6,96	2,67
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,56			II кв. - 0,55			III кв. - 0,55			IV кв. - 0,56			2,22	2,29	2,43	2,38
Чернобыль	$\Sigma\beta$	2,1	2,4	3,2	2,5	2,2	2,1	2,4	2	2,6	2,2	2,5	4				854
	¹³⁷ Cs	1,9	1,5	1,6	2,1	5,6	3	3,4	4,9	3	2,8	3,9	2	35,7	41,36	28,90	42,27
	⁹⁰ Sr	1,44	1,36	1,47	1,81	1,42	1,73	1,64	1,36	1,44	1,44	1,32	1,45	17,88	17,03	16,71	17,94
Щорс	$\Sigma\beta$	1	1,3	1,4	1,4	1	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1	1,4				508
	¹³⁷ Cs	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	7,2	7,35	8,44	3,40
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,58			II кв. - 0,63			III кв. - 0,67			IV кв. - 0,58			2,46	2,21	2,30	2,20

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма за год			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2013	2012	2011	2010
Зона 1	$\Sigma\beta$	1,3	1,3	1,1	1,2	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5				490
	^{137}Cs	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	3,5	3,49	3,49	2,06
	^{90}Sr	I кв. – 0,33			II кв. – 0,44			III кв. – 0,36			IV кв. – 0,41			1,54	1,72	1,61	1,49
Зона 2	$\Sigma\beta$	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3				511
	^{137}Cs	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,8	2,49	4,22	2,56
	^{90}Sr	I кв. – 0,50			II кв. – 0,46			III кв. – 0,55			IV кв. – 0,42			1,93	1,65	1,63	1,56
Зона 3	$\Sigma\beta$	1,4	1,3	1,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,4				514
	^{137}Cs	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,7	2,20	4,81	2,21
	^{90}Sr	I кв. – 0,53			II кв. – 0,43			III кв. – 0,50			IV кв. – 0,57			2,03	1,92	2,02	1,63
Зона 4	$\Sigma\beta$	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,4	1,2	1,3	1,5				508
	^{137}Cs	0,5	0,2	0,4	0,5	0,5	0,4	0,2	0,2	0,7	0,3	0,2	0,3	4,4	2,88	3,71	1,66
	^{90}Sr	I кв. – 0,22			II кв. – 0,32			III кв. – 0,28			IV кв. – 0,25			1,07	1,13	1,23	1,11
Зона 5	$\Sigma\beta$	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8				594
	^{137}Cs	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	2,2	1,90	2,37	1,18
	^{90}Sr	I кв. – 0,34			II кв. – 0,27			III кв. – 0,35			IV кв. – 0,32			1,28	1,54	1,22	1,23
Зона 6	$\Sigma\beta$	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6	1,8	1,6				688
	^{137}Cs	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,8	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	3,5	3,14	2,29	1,38
	^{90}Sr	I кв. – 0,62			II кв. – 0,57			III кв. – 0,51			IV кв. – 0,56			2,26	2,15	1,53	1,62
Зона 7	$\Sigma\beta$	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,8				685
	^{137}Cs	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,33	1,43	1,61	0,65
	^{90}Sr	I кв. – 0,35			II кв. – 0,33			III кв. – 0,42			IV кв. – 0,33			1,43	1,35	1,37	1,34
Зона 8	$\Sigma\beta$	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7				600
	^{137}Cs	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,3	1,32	1,26	0,49
	^{90}Sr	I кв. – 0,29			II кв. – 0,33			III кв. – 0,37			IV кв. – 0,32			1,31	1,33	1,04	1,14
Зона 9	$\Sigma\beta$	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	1,3	1,5	1,5				536
	^{137}Cs	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	2,4	3,05	2,89	1,83
	^{90}Sr	I кв. – 0,48			II кв. – 0,44			III кв. – 0,40			IV кв. – 0,35			1,67	1,43	1,23	1,27
Зона 10	$\Sigma\beta$	1,9	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8				697
	^{137}Cs	0,2	0,3	0,2	0,5	1,0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	3,9	4,00	1,95	1,91
	^{90}Sr	I кв. – 0,46			II кв. – 0,36			III кв. – 0,41			IV кв. – 0,42			1,65	1,74	1,67	1,53

Примечания: Зона 1 – Центральная (Винница, Полтава, Черкассы);
Зона 2 – Северо-Восточная (Глухов, Сумы, Чернигов);
Зона 3 – Донбасс (Великий Бурлук, Донецк, Луганск, Мариуполь);
Зона 4 – Крымская (Керчь, Симферополь, Севастополь, Феодосия, Черноморское);
Зона 5 – Причерноморская (Геническ, Николаев, Одесса, Херсон);
Зона 6 – Западная (Ивано-Франковск, Львов, Мостыское);
Зона 7 – Хмельницкая АЭС (Житомир, Новгород-Волынский, Тернополь, Хмельницкий, Шепетовка, Ямполь);
Зона 8 – Запорожская АЭС (Днепропетровск, Запорожье, Кривой Рог, Лошкаревка, Никополь, Новая Каховка, Пришиб);
Зона 9 – Южно-Украинская АЭС (Бобринец, Вознесенск, Любашевка, Первомайск);
Зона 10 – Ровненская АЭС (Любешев, Луцк, Маневичи, Ровно, Сарны).

Таблица 3

**Объемная активность и годовой вынос ^{137}Cs и ^{90}Sr р. Припять
в створе п. Чернобыль в 1986–2013 годах (данные «Экоцентра»)**

Год	Среднегодовой расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$	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	471	47	121	104	330	0,71	1,46
2012	351	39	93	81	190	0,45	0,87
2013	642	75	335	181	590	1,89	5,01
Суммарный вынос за 1986–2013 годы						134,08	180,12

Таблица 4

**Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах р. Припять
и Днепровской водной системы в 2013 г., мБк/л**

Пункт отбора проб	^{137}Cs (суммарный)*			^{90}Sr		
	мин.	макс.	среднее	мин.	макс.	среднее
р. Припять – г. Чернобыль	22,0	335,0	75,0	74,0	590,0	181,0
Киевское вдхр. – г. Вишгород	3,6	20,5	11,1	29,5	163,7	81,1
Каневское вдхр. – г. Киев	5,7	22,5	12,5	44,2	99,5	64,3
Каневское вдхр. – г. Канев	3,8	18,5	10,9	18,3	90,0	34,5
Каховское вдхр. – г. Новая Каховка	0,20	143	0,40	24,6	34,9	29,5
Днепро-Бугский лиман – г. Очаков	1,1	2,6	1,9	13,4	15,1	14,2

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

Приложение Е

Таблица

Объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2013 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	0,3**	0,06**	144**
02	Республика Алтай	0,5**	0,13**	183**
03	Республика Башкортостан	0,5**	0,13**	183**
04	Республика Бурятия	0,2**	0,26**	385**
05	Республика Дагестан	0,3**	0,06**	144**
06	Республика Ингушетия	0,3**	0,06**	144**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,3**	0,06**	144**
08	Республика Калмыкия	0,3**	0,06**	144**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,3**	0,06**	144**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,3/0,6*	0,15/0,2*	88/310*
11	Республика Коми (Ухта, Сыктывкар)	0,2/0,3* 0,5/0,7*	0,02/0,03* 0,05/0,06*	35/152* 36/130*
12	Республика Марий Эл	0,6**	0,05**	162**
13	Республика Мордовия	0,6**	0,05**	162**
14	Республика Саха (Якутия) (Алдан, Мирный, Якутск)	0,2/ 0,2*	0,07/ 0,24*	288/ 1420*
15	Республика Северная Осетия – Алания	0,3**	0,06**	144**
16	Республика Татарстан (Казань)	0,2/0,3*	0,1/0,19*	173/747*
17	Республика Тыва (Кызыл)	0,2/0,7*	0,16/0,25*	60/530*
18	Удмуртская Республика	0,6**	0,05**	162**
19	Республика Хакасия	0,5**	0,13**	183**
20	Чеченская Республика	0,3**	0,06**	144**
21	Чувашская Республика	0,6**	0,05**	162**
22	Алтайский край (Барнаул)	0,5/1,1*	0,08/0,10*	135/1443*
23	Камчатский край	0,1**	0,07**	198**
24	Краснодарский край	0,3**	0,06**	144**
25	Красноярский край (Красноярск) ГХК, 100-км зона (3 п. наблюдения)	0,2/0,4* /1,4*	0,27/0,37* /0,28*	132/738* /4963*
26	Приморский край (Владивосток)	0,2/0,3*	0,15/0,20*	276/956*
27	Ставропольский край	0,3**	0,06**	144**
28	Хабаровский край	0,2*	0,26**	385**
29	Амурская область (Благовещенск)	0,2/0,3*	0,18/0,26*	341/1571*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,3/0,3* 1,5/3,6*	0,18/0,35* 0,05/0,06*	48/179* 62/241*
31	Астраханская область (Астрахань, данные за I кв.)	0,4/0,4*	0,09/0,14*	150/1457*
32	Белгородская область	0,6**	0,05**	162**
33	Брянская область (Брянск)	1,5/4,2*	0,07/0,09*	51/124*
34	Владимирская область	0,6**	0,05**	162**
35	Волгоградская область (Волгоград)	0,2/0,6*	0,03/0,06*	75/315*
36	Вологодская область (Вологда)	0,6/1,6*	0,04/0,05*	45/250*
37	Воронежская область	0,6**	0,05**	162**
38	Ивановская область	0,6**	0,05**	162**
39	Иркутская область (Иркутск)	0,4/0,6*	0,49/0,56*	642/3705*
40	Калининградская область	0,5**	0,08**	77**
41	Калужская область (Обнинск)	2,6/24,0*	0,79/2,99*	261/1372*
42	Кемеровская область	0,5**	0,13**	183**
43	Кировская область (Киров)	0,3/0,3*	0,10/0,13*	185/805*
44	Костромская область	0,6**	0,05**	162**
45	Курганская область	0,5**	0,13**	183**
46	Курская область (Курск)	1,2/4,4*	0,05/0,08*	243/1051*
47	Ленинградская область	0,5**	0,08**	77**
48	Санкт-Петербург	0,6/3,2*	0,06/0,13*	77/470*
49	Липецкая область	0,6**	0,05**	162**
50	Магаданская область (Магадан)	0,8/0,9*	0,05/0,07*	62/289*
51	Московская область (Подмосковная)	0,4/0,8*	0,03/0,04*	109/402*
52	Москва	0,6**	0,05**	162**
53	Мурманская область (Мурманск, Кандалакша)	0,08/0,4* 0,18/0,44*	<0,01/0,03* <0,01/0,03*	10/64* 82/658*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,1/0,2*	0,03/0,03*	92/424*
55	Новгородская область	0,5**	0,08**	77**

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)	0,2/0,3*	0,16/0,34*	139/882*
57	Омская область (Омск)	0,4/0,8*	0,15/0,24*	200/843*
58	Оренбургская область	0,6**	0,05**	162**
59	Орловская область	0,6**	0,05**	162**
60	Пензенская область (Пенза)	0,4/0,5*	0,05/0,07*	1191/620*
61	Пермский край	0,5**	0,13**	183**
62	Псковская область	0,5**	0,08**	77**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	0,3/0,5* 0,5/0,9*	0,08/0,13* 0,05/0,07*	156/944* 86/400*
64	Рязанская область	0,6**	0,05**	162**
65	Самарская область (Самара)	0,2/0,3*	0,06/0,13*	189/1004*
66	Саратовская область	0,6**	0,05**	162**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	0,08/0,1*	0,08/0,11*	111/549*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,5/1,0*	0,46/0,88*	230/1653*
69	Смоленская область	0,6**	0,05**	162**
70	Тамбовская область	0,6**	0,05**	162**
71	Тверская область	0,6**	0,05**	162**
72	Томская область (Колпашево)	0,2/0,5*	0,04/0,06*	32/133*
73	Тульская область	0,6**	0,05**	162**
74	Тюменская область	0,5**	0,13**	183**
75	Ульяновская область	0,6**	0,05**	162**
76	Челябинская область ПО «Маяк», 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,5**/ 1,28/4,6* 0,9/3,0* 10,8/19,3*	0,13**	183**/ 88/382* 65/414* 83/471*
77	Забайкальский край (Чита)	0,2/0,2*	0,19/0,28*	275/2882*
78	Ярославская область	0,6**	0,05**	162**
79	Еврейская автономная область	0,2**	0,26**	385**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,3/0,5*	0,02/0,02*	33/419*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	0,2/0,4*	0,06/0,07*	97/254*
82	Чукотский АО	0,1**	0,07**	198**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,1/0,2*	0,03/0,03*	68/336*

Примечания: 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 (см. Приложение В).

Приложение F

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

³ H	тритий	12,35 (лет)	¹³¹ I	йод-131	8,04 (сут)
⁷ Be	бериллий-7	53,3 (сут)	¹³² I	йод-132	2,30 (час)
¹⁴ C	углерод-14	5,73·10 ³ (лет)	¹³² Te	теллур-132	78,2 (час)
²² Na	натрий-22	2,60 (лет)	¹³³ I	йод-133	20,8 (час)
²⁴ Na	натрий-24	15,0 (час)	¹³⁵ I	йод-135	6,61 (час)
³² P	фосфор-32	14,3 (сут)	¹³³ Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
⁴⁰ K	калий-40	1,28·10 ⁹ (лет)	¹³⁵ Xe	ксенон-135	9,083 (час)
⁴¹ Ar	аргон-41	1,83 (час)	^{135m} Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
⁴⁴ Ti	титан-44	47,3 (лет)	¹³⁸ Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
⁴⁶ Sc	скандий-46	83,8 (сут)	¹³⁴ Cs	цезий-134	2,062 (лет)
⁵¹ Cr	хром-51	27,7 (сут)	¹³⁷ Cs	цезий-137	30,174 (лет)
⁵⁴ Mn	марганец-54	312,5 (сут)	¹³³ Ba	барий-133	10,5 (лет)
⁵⁶ Mn	марганец-56	2,6 (час)	¹⁴⁰ Ba	барий-140	12,74 (сут)
⁵⁵ Fe	железо-55	2,72 (лет)	¹⁴⁰ La	лантан-140	1,68 (сут)
⁵⁹ Fe	железо-59	45 (сут)	¹³⁹ Ce	церий-139	139,3 (сут)
⁵⁷ Co	кобальт-57	270,9 (сут)	¹⁴¹ Ce	церий-141	32,5 (сут)
⁵⁸ Co	кобальт-58	70,8 (сут)	¹⁴⁴ Ce	церий-144	284,3 (сут)
⁶⁰ Co	кобальт-60	5,27 (лет)	¹⁴⁴ Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
⁵⁹ Ni	никель-59	7,50·10 ⁴ (лет)	¹⁴⁵ Sm	самарий-145	340 (сут)
⁶³ Ni	никель-63	100,1 (лет)	¹⁴⁷ Pm	прометий-147	2,62 (лет)
⁶⁴ Cu	медь-64	12,7 (час)	¹⁵² Eu	европий-152	13,33 (лет)
⁶⁵ Zn	цинк-65	243,9 (сут)	¹⁵⁴ Eu	европий-154	8,80 (лет)
⁶⁸ Ge	германий-68	288 (сут)	¹⁵³ Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
⁶⁸ Ga	галлий-68	68,0 (мин)	¹⁶⁹ Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
⁷⁵ Se	селен-75	118,45 (сут)	¹⁷⁰ Tm	тулий-170	128,6 (сут)
⁷⁶ As	мышьяк-76	26,32 (час)	¹⁸² Ta	тантал-182	115,0 (сут)
⁸⁵ Kr	криптон-85	10,71 (лет)	¹⁹² Ir	иридий-192	74,02 (сут)
^{85m} Kr	криптон-85m	4,48 (час)	²⁰³ Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
⁸⁷ Kr	криптон-87	76,31 (мин)	²⁰⁴ Tl	таллий-204	3,78 (лет)
⁸⁸ Kr	криптон-88	2,84 (час)	²⁰⁹ Po	полоний-209	102 (лет)
⁸⁹ Sr	стронций-89	50,5 (сут)	²¹⁰ Pb	свинец-210	22,3 (лет)
⁹⁰ Sr	стронций-90	29,12 (лет)	²¹⁰ Po	полоний-210	138,4 (сут)
⁸⁸ Y	иттрий-88	107,15 (сут)	²¹² Pb	свинец-212	10,64 (час)
⁹⁰ Y	иттрий-90	2,67 (сут)	²²⁰ Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
⁹¹ Y	иттрий-91	58,5 (сут)	²²² Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
^{91m} Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	²²⁶ Ra	радий-226	1,6·10 ³ (лет)
⁹⁵ Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	²²⁸ Ra	радий-228	5,75 (лет)
⁹⁵ Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	²²⁸ Ac	актиний-228	6,13 (час)
⁹⁹ Mo	молибден-99	2,75 (сут)	²³² Th	торий-232	1,405·10 ¹⁰ (лет)
^{99m} Te	технеций-99m	6,006 (час)	²³⁴ U	уран-234	2,445·10 ⁵ (лет)
¹⁰³ Ru	рутений-103	39,28 (сут)	²³⁵ U	уран-235	7,04·10 ⁸ (лет)
¹⁰⁶ Ru	рутений-106	368,2 (сут)	²³⁸ U	уран-238	4,47·10 ⁹ (лет)
¹⁰⁶ Rh	родий-106	29,9 (с)	²³⁹ U	уран-239	23,40 (мин)
^{110m} Ag	серебро-110m	250 (сут)	²³⁹ Np	нептуний-239	2,355 (сут)
¹⁰⁹ Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	²³⁸ Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
¹¹⁵ Cd	кадмий-115	53,46 (час)	²³⁹ Pu	плутоний-239	2,41·10 ⁴ (лет)
¹¹³ Sn	олово-113	115,2 (сут)	²⁴⁰ Pu	плутоний-240	6,54·10 ³ (лет)
^{119m} Sn	олово-119m	250 (сут)	²⁴¹ Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
¹²² Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	²⁴¹ Am	америций-241	432 (лет)
¹²⁴ Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	²⁴³ Am	америций-243	7380 (лет)
¹²⁵ Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	²⁵² Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

**Радиационная обстановка на территории России
и сопредельных государств в 2013 году
Ежегодник**

Составитель *Каткова Маргарита Николаевна*

ЛР №020228 от 10.11.1996

Технический редактор *Каткова М.Н.*

Корректор *Гришкина Л.В.*

Художник *Морозько Е.Н.*

Дизайн обложки: *Игнатенко О.В.*

Компьютерная верстка: *Агеева Н.В., Хомченкова Н.Б.*

Утверждено и подписано к печати 18.09.2014. Формат издания 60×84/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 41,7. Тираж 330 экз. Заказ № 24.

**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.