

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 2016 году**

ЕЖЕГОДНИК

ОБНИНСК
2017

Утверждено:

заместителем Руководителя Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды М.Е. Яковенко.

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, Булгаков В.Г.,
Крышев И.И., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Ким В.М.,
Крышев А.И.***

УДК

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

Глава 1

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»

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

Глава 2

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»

Каткова М.Н., Ким В.М., Гниломедов В.Д., Агеева Н.В., Богачева Е.Г., Полянская О.Н., Смирнова А.А., Петренко Г.И., Газиев И.Я., Жарова Н.М., Сапожникова А.А., Уваров А.Д., Козлова Е.Г., Тарасенко А.О., Артемьев Г.Б., Степанова К.В., Ромашин Д.В.

УГМС

Миронова Е.А., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Соколов А.С., Третьяков В.Н., Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Низовская Н.А., Иванова Н.В., Осинцева Т.Н., Роговский И.А., Андрюк А.А., Журавлева Ю.А., Землякова Н.В., Дубровская О.Г., Макарьевская Т.П., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Григорьев В.Д., Гритчин А.Н., Терехин А.С., Черешинская В.Ю., Ганжурова Т.В., Кудринская Г.Б., Коршунова Ю.В., Таничева И.В., Исакова Ф.С., Кротова В.И., Золотухин Е.Г., Ивкин А.С., Калиновская Л.В., Шулятьева Л.В., Величко Н.Г., Генералова Е.Н., Паршин В.В., Иванова Е.Г., Тевс Н.П., Грибанова А.А., Сидоркина Т.И., Неустроева А.А., Русак Л.А., Ткаченко Н.В., Кейлер В.А., Сакова Н.Н., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Загидуллина Э.Р., Бигильдеева Н.Р., Сергейчук Е.Е., Шлёнская Н.С., Потапов В.В., Горохольская В.З., Иванова И.Н., Осинцева Т.Н., Эмина Л.А., Пилипенко Т.Е., Чаус О.М., Устинова А.А., Павлова Т.В., Хрисанфов Ю.В., Корзунина Е.С., Попова Е. И.

ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ»

Якушкин В.С.

МосНПО «Радон»

Ильинов А.Н., Гордеев С.К., Ивлиев М.В., Константинов С.В.

ФГУП «НО РАО»

Иванова О.И., Мягков С.В., Старкова М.В.

ОАО ППГХО

Кириченко Т.Г.

ФГУП «ПО «Маяк»

Мокров Ю.Г., Алексахин А.И., Коновалов А.В., Бакуров А.С., Антонова Т.А., Фирсов Н.В.

Глава 3

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»

Крышев А.И., Сазыкина Т.Г., Косых И.В., Газиев И.Я.

УГМС

Осинцева Т.Н., Роговский И.А., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Мокротоварова О.И., Башкиров Н.И., Волков Ю.В.

Балаковская АЭС

Ковязин В.Л., Гребнев А.Н.

Белоярская АЭС

Рафиков Е.М., Шонохов А.В.

Билибинская АЭС

Бычков Е.А., Рассказов А.А., Розовая И.Р.

Волгодонская АЭС

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

Калининская АЭС

Гужилов М.В., Ткачук В.А.

Кольская АЭС

Никишаев П.И., Чирков А.Ю.

Курская АЭС

Речкиман А.Э., Березницкий А.Л.

Ленинградская АЭС

Петров С.И., Сухоруков О.П., Степанов С.В.

Нововоронежская АЭС

Прытков А.Н., Росновский С.В.

Смоленская АЭС

Краснов И.М., Кулеватов А.С.

Ростовская АЭС

Макеев В.В., Банников Г.Н.

УрО РАН

Чеботина М.Я., Николин О.А.

ФГУП «ПО «Маяк»

Мокров Ю.Г., Алексахин А.И., Коновалов А.В., Бакуров А.С., Антонова Т.А., Фирсов Н.В.

ФГУП «ГХК»

Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю.

Глава 4

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»

Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Вакуловский С.М., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н.

Уральское УГМС	Корзунина Е.С., Банникова О.А., Роговский И.А., Осинцева Т.Н., Голубцова И.В.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю.Г., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Антонова Т.А., Фирсов Н.В.

Глава 5

ФГБУ «НПО «Гайфун»	Гнилomedов В.Д.
РЦРКМ Республики Беларусь	Герменчук М.Г., Жукова О.М., Голиков Ю.Н., Бакарикова Ж.В., Коваленко М.К.
Агентство по гидрометеорологии при МЧС Кыргызской Республики	Итибаев З.С., Азимжановой З.Д., Нышанбаева Л.Ж.
Национальный ядерный центр Республики Казахстан	Стрильчук Ю.Г., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О., Ляхова О.Н., Ларионова Н.В., Яковенко Ю.Ю.
Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу	Петросян Э., Асикян А.

Глава 6

ФГБУ «НПО «Гайфун»	Уваров А.Д., Валетова Н.К., Артемьев Г.Б., Кабанов А.И., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Гнилomedов В.Д.,
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)	Шпиньков В.И.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	8
Введение.....	12
1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ.....	16
Список литературы к введению и разделу 1.....	37
2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ.....	39
2.1. Центральный федеральный округ.....	39
2.1.1. Радиационная обстановка в г. Москве и в Московской области.....	44
2.1.2. РОО г. Обнинска.....	53
2.2. Северо-Западный федеральный округ.....	61
2.2.1. РОО г. Северодвинска.....	67
2.2.2. РОО на территории Мурманской области.....	78
2.2.3. ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	82
2.3. Южный федеральный округ.....	83
2.3.1. ПЗРО Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	87
2.3.2. ПЗРО Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	88
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ.....	89
2.4.1. ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	90
2.5. Приволжский федеральный округ.....	91
2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровград.....	96
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского района.....	101
2.6. Уральский федеральный округ.....	107
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона.....	111
2.6.2. ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	113
2.6.3. ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (ЧПЗРО).....	115
2.7. Сибирский федеральный округ.....	115
2.7.1. Новосибирский завод химконцентратов.....	120
2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	126
2.7.3. Ангарский электролизный завод.....	133
2.7.4. ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	138
2.7.5. ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	142
2.8. Дальневосточный федеральный округ.....	144
2.8.1. РОО на территории Камчатской области.....	149
2.9. Крымский федеральный округ.....	151
Список литературы к разделу 2.....	153
3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла.....	155
3.1. Балаковская АЭС.....	155
3.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов.....	164
3.3. Билибинская АЭС.....	178
3.4. Калининская АЭС.....	184
3.5. Кольская АЭС.....	193
3.6. Курская АЭС.....	202
3.7. Ленинградская АЭС.....	214
3.8. Нововоронежская АЭС.....	222
3.9. Ростовская АЭС.....	232
3.10. Смоленская АЭС.....	238

3.11. Производственное объединение «Маяк».....	244
3.12. Горно-химический комбинат.....	260
3.13. Сибирский химический комбинат.....	275
Список литературы к разделу 3.....	284
4. Радиационная обстановка в районах, загрязненных в результате аварий и инцидентов.....	286
4.1. Восточно-уральский радиоактивный след (ВУРС).....	286
4.2. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС.....	288
Список литературы к разделу 4.....	290
5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств.....	292
5.1. Республика Беларусь.....	292
5.2. Кыргызская Республика.....	297
5.3. Армения.....	298
5.4. Радиоэкологическое состояние «юго-восточной» части территории Семипалатинского испытательного полигона.....	299
Список литературы к разделу 5.....	319
6. Радиоэкологическое обследование территорий и акваторий. Оценка радиоэкологического воздействия объектов использования атомной энергии по данным мониторинга радиационной обстановки.....	321
6.1. 25 лет совместных Российско-Норвежских исследований радиоактивного загрязнения морской среды Арктики.....	321
6.2. Результаты исследований радиоактивного загрязнения окружающей среды в Мурманской области, Баренцевом море и северных районах Норвегии в 2015-2016 годах.....	341
6.3. Радионуклиды в поверхностных водах мест проведения мирных подземных ядерных взрывов.....	343
6.4. Оценка радиоэкологического воздействия объектов использования атомной энергии по данным мониторинга радиационной обстановки.....	350
Список литературы к разделу 6.....	362
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2016 году.....	367
Приложение А.....	369
Приложение В.....	382
Приложение С.....	383
Приложение D.....	393
Приложение E.....	394
Приложение F.....	396

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
АСМРО	– автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки
АСРК	– автоматизированная система радиационного контроля
АТР	– Азиатская территория России
АЭС	– атомная электростанция
АЭХК	– Ангарский электролизный химический комбинат
БАЭС	– Белоярская АЭС
БиАЭС	– Билибинская АЭС
Бк/кг в.-с.	– Бк/кг воздушно-сухой массы
БН	– ядерный реактор на быстрых нейтронах
ВВЭР	– водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВМФ	– Военно-морской флот
ВНИИ	– Всероссийский НИИ
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	– ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВФУ	– воздухо-фильтрующая 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
ДВФО	– Дальневосточный федеральный округ
ДЖН	– долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 часов)
ДК _Б	– допустимая среднегодовая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
ДО _{НАС.}	– допустимая среднегодовая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДПС	– дорожно-постовая служба
ДС	– допустимый сброс
ДОУ	– детское образовательное учреждение
ДУ _{НАС.}	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
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
КФО	– Крымский федеральный округ
ЛАСКРО	– Лаборатория АСКРО
ЛАЭС	– Ленинградская АЭС
ЛБК	– левобережный обводной канал
ЛВД	– лаборатория внешней дозиметрии
ЛВДК	– лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК	– лаборатория внешнего радиационного контроля
ЛГХП	– ландшафтно-геохимический полигон
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
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
МИА	– минимально измеряемая активность
МНТЦ	– Международный научно-технический центр
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего 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 технологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова
НПИ	– научно-прикладные исследования
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
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
ОФХМА	– отдел физико-химических методов анализа
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
РосРАО	– специализированная организация, профессионально занимающаяся обращением с РАО в масштабах всей страны
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
РЭМ	– радиационно-экологический мониторинг
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	– сернокислотный цех
СНЛК	– станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	– санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СПРК	– стационарный пост радиационного контроля
СРК	– система радиационного контроля
СРМ	– система радиационного мониторинга
СУЗ	– система управления и защиты
СФ НИКИЭТ	– Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
СФМ	– станция фоновго мониторинга
СФО	– Сибирский федеральный округ
СХК	– Сибирский химический комбинат
США	– Соединенные Штаты Америки
ТВС	– тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	– тепловыделяющий элемент
ГЛД	– термомюминесцентный 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 радиоактивных отходов
ХОЯТ	– хранилище отработавшего ядерного топлива

ХСО	– хранилище слабоактивных отходов
ХССО	– хранилище сухих слабоактивных отходов
ХТО	– хранилище твердых отходов
ХТРО	– хранилище твердых радиоактивных отходов
ХФК	– хозфекальная канализация
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	– Челябинский механический завод
ЧПЗРО	– Челябинский пункт захоронения радиоактивных отходов – челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»
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 2016 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, а также на территориях федеральных округов и субъектов Российской Федерации. Приведены данные о радиационной обстановке в районах 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 также 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 представленные 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 2016 г. представлены данные четырех сопредельных государств: Республик Беларусь, Казахстан, Кыргызстана 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 с анализом влияния на радиационную обстановку расположенных там РОО.

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 российско-норвежской экспедиции по радиозэкологическому обследованию северных морей.

В Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются НРБ-99/2009 [1], Сан-ПиН-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 в табл. 1 приведено соотношение допустимых для населения объемных активностей некоторых радионуклидов в воздухе и в питьевой воде по старым и новым нормам радиационной безопасности.

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 [3]:

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

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

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

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

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

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

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

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

При мониторинге радиационной обстановки для характеристики гамма-фона используется мощность амбиентного эквивалента дозы. Для перехода от шкалы дозиметров, измеряющих мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в мкР/ч, к мощности амбиентного эквивалента дозы в мкЗв/ч используется соотношение [3] $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 115 \text{ Р}$, т.е. следует показания этих дозиметров разделить на 115.

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, то существенного дополнительного радиоактивного загрязнения не происходит.

Наблюдения за содержанием радионуклидов в объектах природной среды (воздух, поверхностные и морские воды, почва) и мощностью амбиентного эквивалента дозы (МЭД) 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 «Научно-методическое руководство сети радиационного мониторинга Росгидромета» 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 2016 г. количество пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

1272 – по измерению МЭД и более 30 ПНЗ в крупных городах; кроме этого дополнительно проводились измерения МЭД с помощью автоматических постов;

363 – по отбору проб радиоактивных выпадений;

54 – по отбору проб радиоактивных аэрозолей;

32 – по отбору проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития;

15 – по отбору проб воды из рек для определения содержания в них трития;

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

11 – по отбору проб морской воды для определения содержания в них ^{90}Sr ;

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.

Таблица 2

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	147	6	46	3	-	1	2
Северо-Западный	173	11	32	9	6	2	4
Южный	89	4	25	3	1	2	2
Северо-Кавказский	44	-	10	-	-	-	-
Приволжский	191	6	36	4	-	1	5
Уральский	132	6	58	12	-	1	1
Сибирский	290	15	87	5	-	2	6
Дальневосточный	190	6	64	8	3	6	12
Крымский	16	-	5	-	-	-	-
Всего по РФ	1272	54	363	44	11	15	32

Примечание: - наблюдения не проводятся;

* - не учитываются станции, где МЭД измеряется дозиметром ДП-5 с порогом обнаружения 50 мкЗ/ч

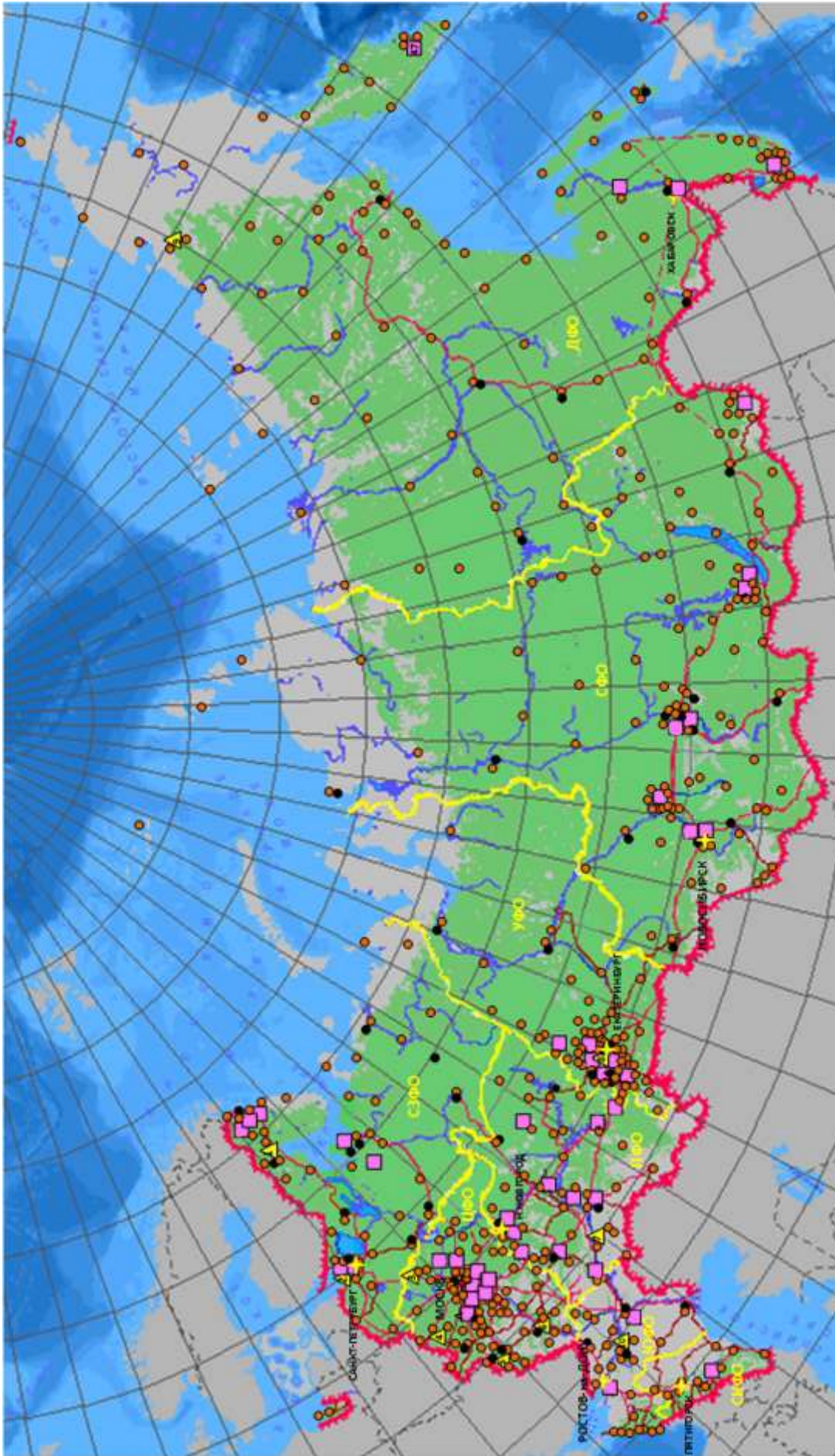


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:

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

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» в Челябинской области. Существенно меньшее влияние оказывают атомные электростанции (АЭС).

В 2011 г. поступление аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1» привело к значительному увеличению радиоактивного загрязнения приземной атмосферы на всей территории России, но долговременного загрязнения компонентов природной среды не произошло.

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 2016 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем непрерывного отбора проб аэрозолей воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией 1-5 суток. Суммарная β -активность ($\Sigma\beta$) суточных проб аэрозолей определялась дважды, через сутки и через четверо суток после окончания отбора пробы с помощью тонкоплечного 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. Затем проводился γ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения активности техногенных и природных γ -излучающих радионуклидов и радиохимический анализ для определения содержания ^{90}Sr . С помощью радиохимического анализа

объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, определялись ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$. 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 на Европейской и Азиатской частях (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 аварии на Чернобыльской АЭС. 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.

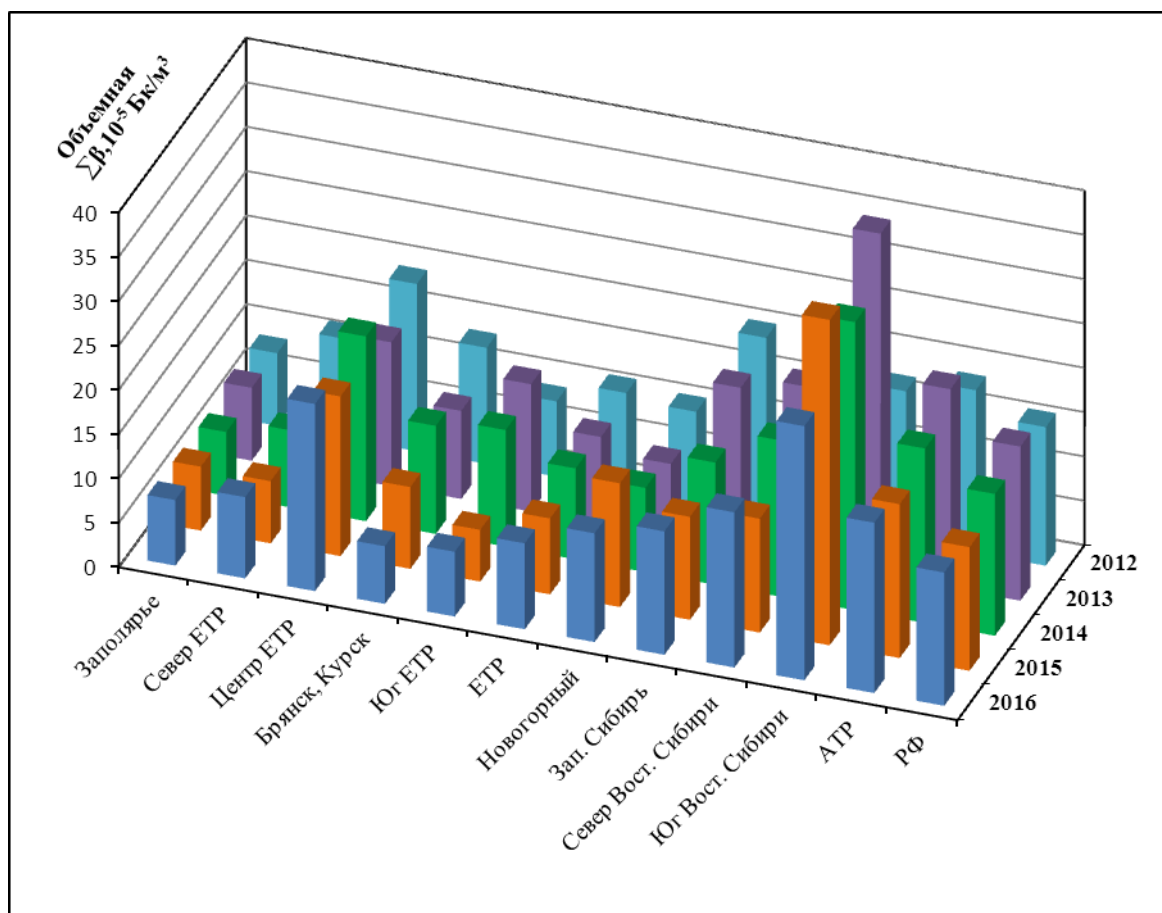


Рис. 1.1. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2012–2016 годах

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 значения объемной $\Sigma\beta$, активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2016 г.

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

В 2016 г. наиболее высокие значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдались в Центре ЕТР и юге Восточной Сибири $21,1$ и $28,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Средневзвешенное по территории РФ

значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2016 г. составляло $15,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и было в пределах диапазона за предшествующие 10 лет ($13,9 \cdot 10^{-5} - 17,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Выраженной временной тенденции изменения величины объемной $\Sigma\beta$ в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации общей радиационной обстановки в приземном слое атмосферы (таблица 1.1).

Величина объемной $\Sigma\beta$ на юге Восточной Сибири значительно выросла в 2013 г. – до $38,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (с $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2012 г.). В 2014–2015 годах повышенные значения сохраняются на уровне $32,5 \cdot 10^{-5}$ и $36,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, а в 2016 г. произошло заметное снижение – до $28,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Понижение объемной $\Sigma\beta$ произошло также в зоне загрязнения ЧАЭС (Брянск, Курск) с и в Новогорном – с $14,0 \cdot 10^{-5}$ до $12,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наиболее значительное повышение отмечено на севере Восточной Сибири – от $12,8 \cdot 10^{-5}$ до $17,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В других географических регионах также наблюдается некоторое увеличение в диапазоне от $0,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в Заполярье до $3,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в Центре ЕТР (рис. 1.1).

Таблица 1.1

Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2007–2016 годах.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране										Допустимые уровни
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Воздух												ДОА _{нас.} , Бк/м ³
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере												
$\Sigma\beta$	10 ⁻⁵ Бк/м ³	15,1	15,4	17,9	14,5	14,9	15,1	17,4	16	13,9	17,2	-
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	2,8	2,3	2,4	2,4	54,8	2,5	2,6	2,6	2,4	1,8	27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	0,9	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,63	0,85*	1,19	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (Обнинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	5,4	5	9,9	11	6	3	24,9	7,1	27,0*	8,2	2,5·10 ⁻³
Радиоактивные атмосферные выпадения												
$\Sigma\beta$	Бк/м ² сутки	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,14	1,1	1,13	1,2	1,1	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82	0,16	0,18	0,14	0,19	0,14	-
³ H	кБк/ м ² год	1,4	1,34	1,21	1,15	1,21	1,26	1,04	0,8	0,83	0,87	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках												
³ H	Бк/л	2,4	2,6	2,5	2,2	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,7	-
Вода												УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде												
⁹⁰ Sr**	мБк/л	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 (5,0)	4,8 (5,0)	4,6 (5,2)	4,9
³ H	Бк/л	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	1,2-2,4	1,9	1,7	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде												
⁹⁰ Sr	мБк/л	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	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1***	-

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;
 * – дополненные данные;
 ** – дано осреднение без учета проб, отобранных в 2005–2012 годах в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2013–2015 годах – без р. Нева, в 2016 г. рек Кама, Вишера, Колва, Нева, данные в скобках с учетом всех проб;
 *** – без Таганрогского залива Азовского моря (в Таганрогском заливе – 12,2 мБк/л);
 "-" – Допустимые уровни не установлены.

По данным оперативного мониторинга сети радиоактивного загрязнения атмосферы Росгидромета, в 2016 г. на территории России был зафиксирован 72 случай высоких значений

(более десятикратного превышения над фоновыми уровнями) объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в аэрозолях (в 2015 г. – 31 случаев). В 2016 г. на территории России было зафиксировано 2 случая высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений (в 2015 г. 13 случаев).

Максимум объемной $\Sigma\beta$ в 2016 г. наблюдался в г. Обнинске (Калужская область) 20-21 июля – $361 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. По данным радиометрической лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» в пробе аэрозолей был обнаружен ¹³¹I в аэрозольной и молекулярной форме, суммарная активность которого составила $86,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, ¹³³I – $180 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, ⁹⁹Mo – $240 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наличие ¹³¹I в приземной атмосфере г. Обнинска обусловлено работой местного РОО – АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

Повышенные величины объемной $\Sigma\beta$ в 2016 г. наблюдались в пунктах: Благовещенск ($251 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Большая Мурта (235,3; $212,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Кыштым ($160 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Сухобузимское ($153,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Барнаул ($149,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Максимальные превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2016 г. наблюдались в городах Барнауле – в 22, 20 и 18 раз, Обнинске и Кызыле – в 18 раз. Чаще всего высокие значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдалось в пунктах: Сыктывкар – 21 случай, Барнаул и Кызыл – по 7, Сухобузимское – 3, Томск, Ухта и Уяр – по 5, Большая Мурта, Колпашевская, Кыштым, Магадан, Нарьян-Мар и Новогорный – по 2, Аргаяш, Благовещенск, Туруханск, Красноярск опытное поле, Обнинск, Огурцово и Северодвинск – по 1.

Наибольшее число случаев ВЗ на территории России отмечалось зимой: в декабре – 6, январе – 24, в феврале – 5.

Случаи высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений были зафиксированы дважды в п. Сосновый Бор (100-км зона Ленинградской АЭС) 06-07 марта и 29-30 июня (9,8 и 8,0 Бк/м²·сутки соответственно).

На рис. 1.2 показана динамика среднемесячной объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2015-2016 годах на территории РФ. Среднемесячные величины объемной $\Sigma\beta$, взвешенные по географическим регионам, приведены в Приложении А.3.

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 2016 г. значение объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе в г. Брянске составляло $3,25 \cdot 10^5$ Бк/м³, в г. Курске – $16,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Наиболее высокие среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в отдельных населенных пунктах наблюдались: на территории ЕТР – в январе, июле и ноябре в г. Обнинске – $46,8 \cdot 10^{-5}$, $35,0 \cdot 10^{-5}$ и $34,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в июле, августе и сентябре в г. Балаково – $44,1 \cdot 10^{-5}$, $38,3 \cdot 10^{-5}$ и $44,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в феврале и августе в Казани – $39,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $29,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в июле в г. Кирове – $39,5 \cdot 10^{-5}$ и в ноябре в г. Петрозаводске – $36,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; на территории АТР – в течение всего года в Благовещенске – в интервале от $32,1 \cdot 10^{-5}$ в январе до $168,4 \cdot 10^5$ Бк/м³ в ноябре, в г. Иркутске – от $29,1 \cdot 10^{-5}$ в мае до $69,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в сентябре. Резкое повышение объемной $\Sigma\beta$, как правило, было кратковременным, и в большинстве случаев повышение происходило за счет природных радионуклидов, в пробах были обнаружены только продукты распада радия и тория.

На рис. 1.3 показаны средние объемные активности ^{137}Cs в воздухе в 2012–2016 годах, взвешенные по территориям отдельных географических районов России, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом.

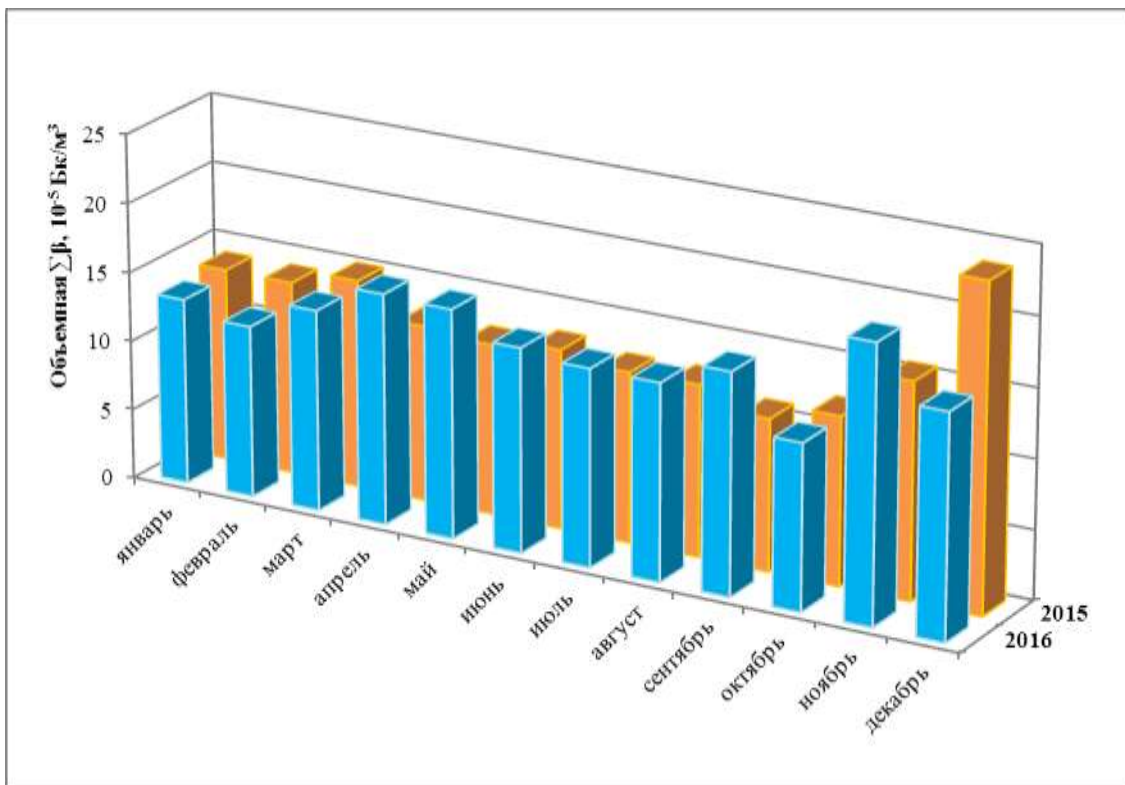


Рис. 1.2. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$, средневзвешенная по территории РФ в 2015-2016 годах

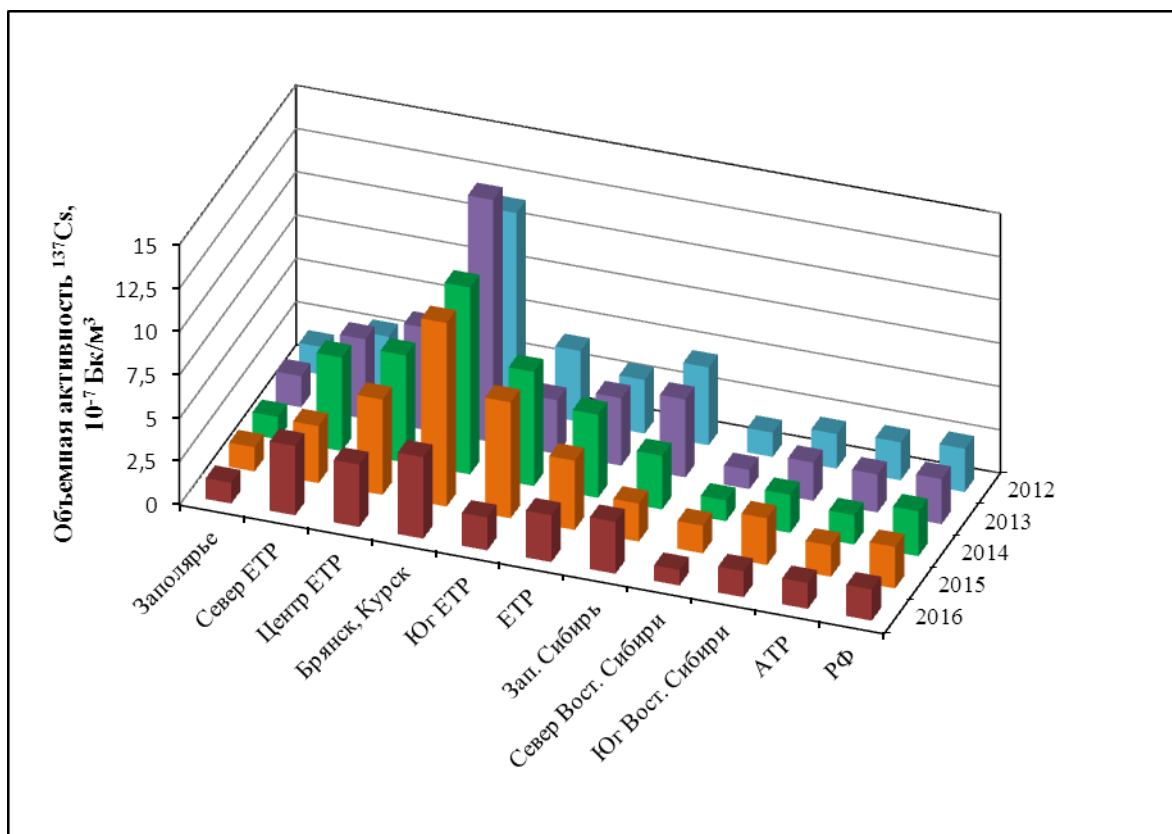


Рис. 1.3. Средние значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2012–2016 годах

Наиболее высокие значения объемной активности ^{137}Cs постоянно фиксируются в загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоне (Брянск, Курск), в разные годы они в 2-3 раза превышают средние уровни центра ЕТР. В 2016 г. средняя объемная активность ^{137}Cs уменьшилась в целом по РФ и почти во всех регионах, за исключением Севера ЕТР и Западной Сибири – до $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (в 2015 г. было $3,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Особенно заметное снижение наблюдается на юге ЕТР – от $6,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $4,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ – и в загрязненной зоне – от $10,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $4,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Существенно более высокие значения объемной активности ^{137}Cs наблюдаются в п. Новогорном (Челябинская обл., ПО «Маяк»), 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 в том же году ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В последующие годы она постоянно снижалась и в 2016 г. составила $28,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, (в 2014 – $92,6 \cdot 10^{-7}$, в 2015 – $67,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Существенно повышенные значения объемной активности ^{137}Cs – на порядок – по всем регионам и по РФ в целом наблюдались в 2011 г., что связано с поступлением аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1». Наиболее высокие среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs (не считая п. Новогорный) были на Юге ЕТР и в загрязненной зоне (Брянск, Курск) – $160 \cdot 10^{-7}$ и $126,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (табл. 1.1).

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе в 2015-2016 годах, взвешенные по территории РФ. Наибольшие значения наблюдаются в летне-осенний период: в 2016 г. в июле-сентябре – $(2,4-2,7) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2015 г. в апреле-июне – $(3,4-3,5) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и с июля по сентябрь – $(2,7-2,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Средневзвешенные по отдельным районам величины среднемесячной объемной активности ^{137}Cs приведены в Приложении А.4.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в ноябре в г. Обнинске Калужской обл. (ФЭИ, филиал НИФХИ) – $38,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (при среднегодовом значении $8,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Курчатове (Курская АЭС) в сентябре – $21,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (среднегодовое – $11,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в Мурманске – $72,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в июле и $38,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в третьем квартале в целом (среднегодовое – $10,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Несколько повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались вблизи загрязненной в результате чернобыльской аварии зоны России в г. Брянске в апреле и г. Курске в январе – $5,5 \cdot 10^{-7}$ и $13,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (среднегодовое – $3,5 \cdot 10^{-7}$ и $7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 100-км зоне ПО «Маяк», в п. Кыштым – $37,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в январе, в п. Новогорный – $80,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в октябре.

Приведенные выше максимальные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs превышали средневзвешенное значение по территории РФ до 45 раз, однако были на семь-восемь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения ($\text{ДОО}_{\text{НАС}}$ 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 2016 г. представлена на рис. 1.5. Наибольшая среднегодовая объемная

активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы наблюдалась на Севере Восточной Сибири ($2,52 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), наименьшая, – на Юге ЕТР и в Заполярье ($0,48 \cdot 10^{-7}$ и $0,55 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr в 2016 г. заметно увеличилась по сравнению со средними значениями за 2007-2015 годы и составила $1,19 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

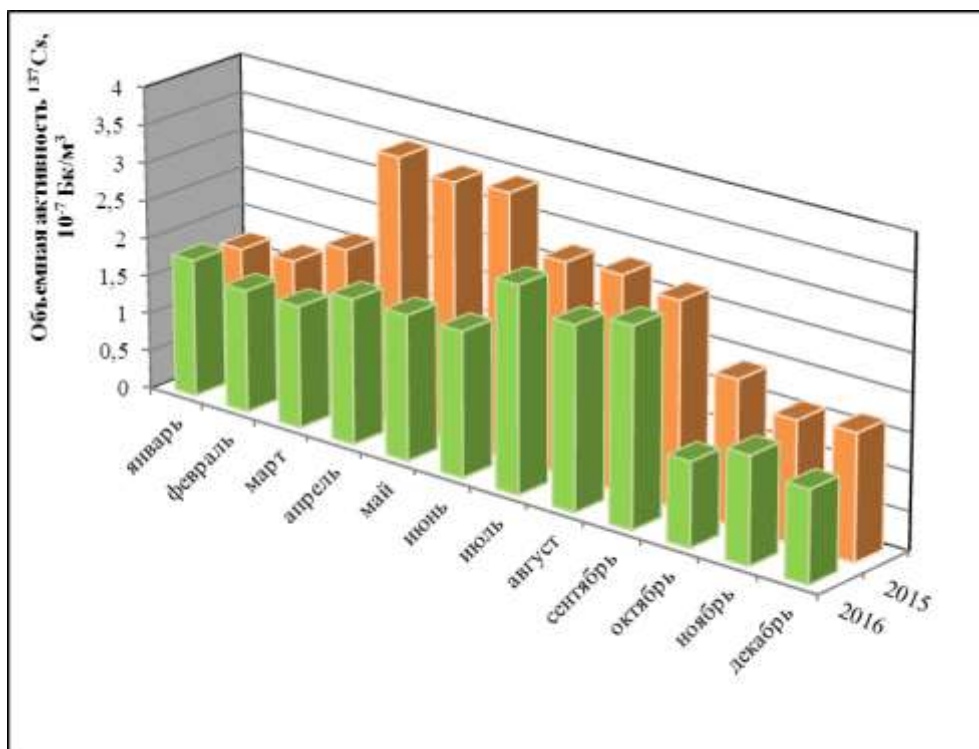


Рис. 1.4. Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs по территории РФ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2015-2016 годах

На ЕТР повышенные по сравнению с фоновыми полугодовые объемные активности ^{90}Sr в 2016 г. были зафиксированы в 1-ом полугодии в Обнинске – $2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и во 2-ом полугодии в Брянске – $1,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наиболее высокие полугодовые объемные активности ^{90}Sr в 2016 г. наблюдались: во 2-ом полугодии в Иркутске (АЭХК и ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО») – $7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, и Ангарске – $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, п. Сухобузимское (100-км зона ГХК) – $7,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и п. В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС) – $3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в 1-ом и 2-ом полугодии в Благовещенске – $7,3 \cdot 10^{-7}$ и $6,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные выше объемные активности ^{90}Sr до 10 раз превышали средневзвешенную активность по территории РФ, но на семь порядков ниже ДОО_{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 центра ЕТР ($0,23 \cdot 10^{-7}$ – $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Средние за квартал объемные активности ^{90}Sr даны в Приложении А.5 (табл. 1).

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 сельскохозяйственными работами, сопровождающимися пылением почвы). На рис. 1.7 показаны средние за квартал значения объемной активности ^{90}Sr в 2000, 2007 и 2014 годах. Поквартальные данные за другие годы приведены в Приложении А.5, табл. 2. Начиная с 2015 г. определение объемной активности ^{90}Sr проводится по полугодиям.

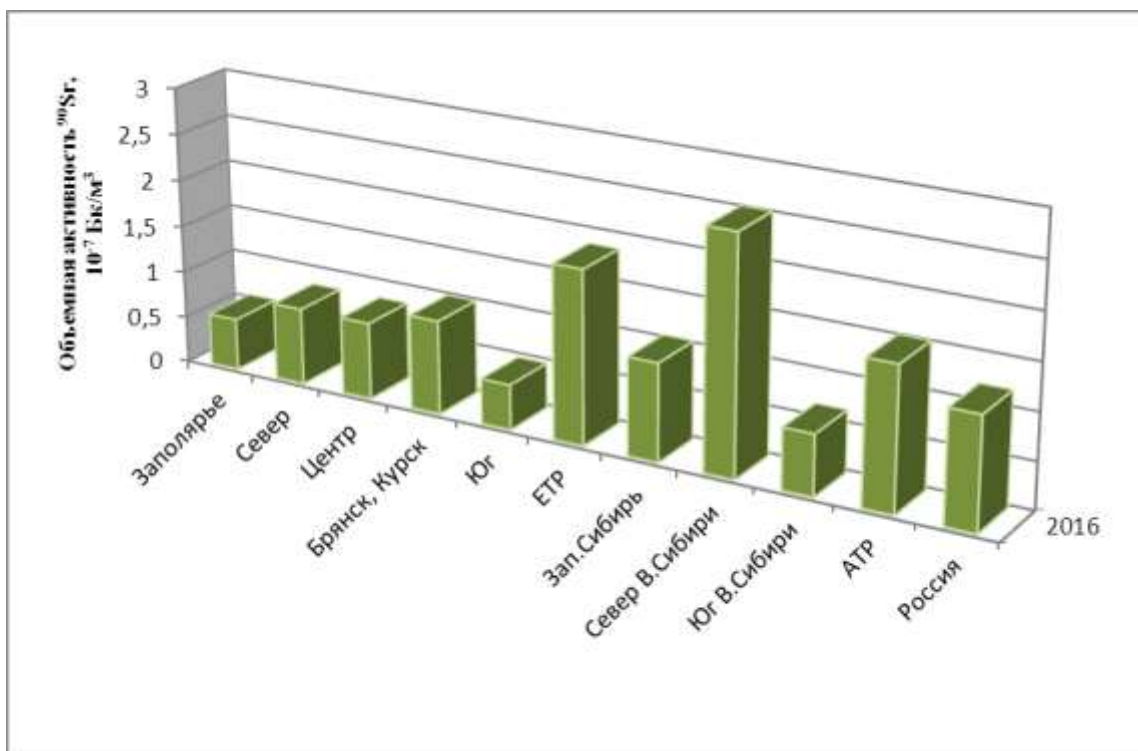


Рис. 1.5. Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2016 г.

На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2016 годах. В 2016 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ повысилась до уровней 2000-2004 годов – $1,19 \cdot 10^{-7}$ Бк/м 3 , что несколько выше значений 2005–2014 годов – $(0,73-0,97) \cdot 10^{-7}$ Бк/м 3 .

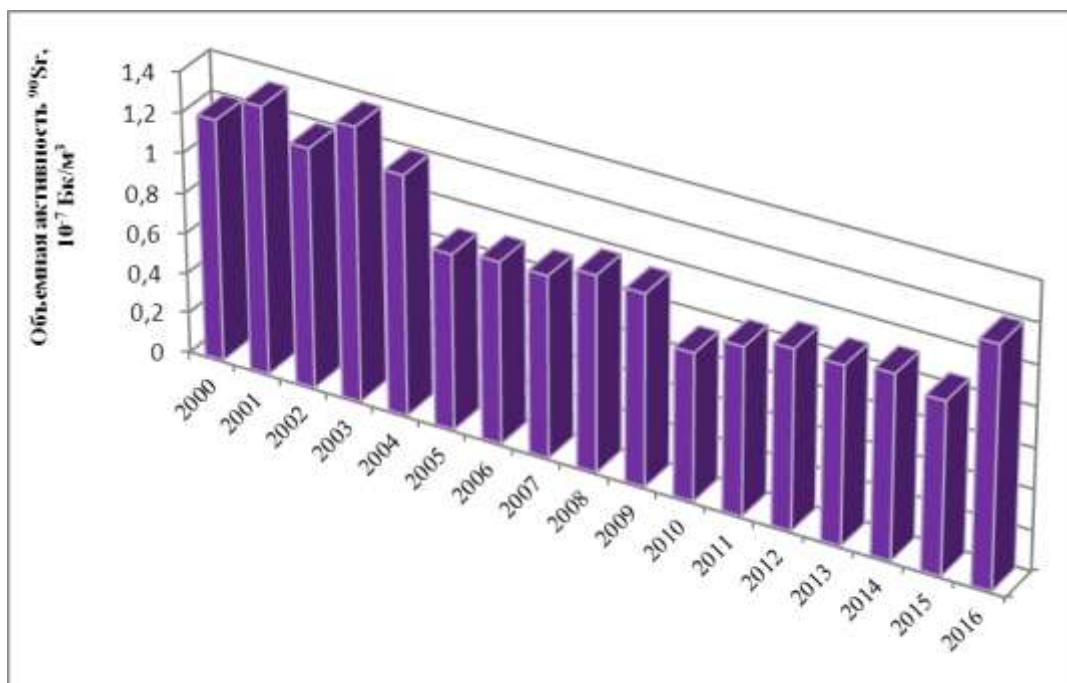


Рис. 1.6. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000–2016 годах

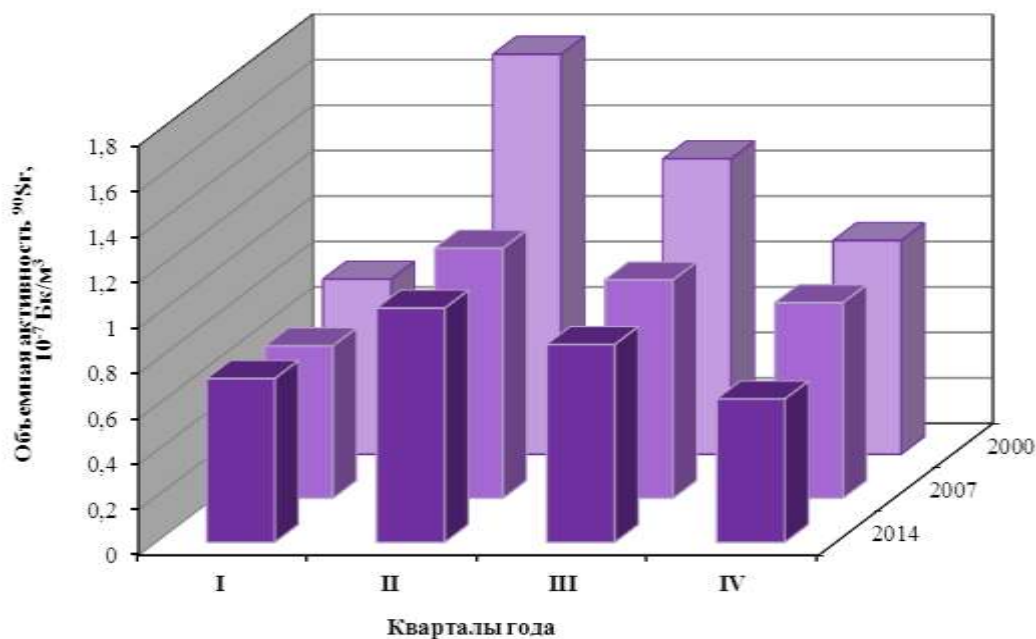


Рис. 1.7. Средняя поквартальная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2000, 2007 и 2014 годах

В Институте проблем мониторинга окружающей среды 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 $6 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ в 2011 г. и $3 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ в 2012 г. В 2013 г. среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ резко выросла до $24,9 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ за счет высокого уровня в октябре – $247 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$. В 2014 г. среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ значительно уменьшилась до $7,1 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$. В 2015 г. среднегодовое значение вновь увеличилось до $27,0 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$, как и в 2013 г., за счет резких кратковременных увеличений активности в феврале и октябре – $123,2 \cdot 10^{-9}$ и $60,2 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ соответственно. Среднемесячная объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в г. Обнинске в 2016 г. изменялись от $4,2 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ в июне до $14,5 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$ в октябре, при среднегодовом значении $8,2 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$, что в три с лишним раза меньше, чем в 2015 г. ($27,0 \cdot 10^{-9} \text{ Bq/m}^3$).

Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ. Все зафиксированные значения на пять-шесть порядков ниже ДОА_{НАС} $^{239+240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объемные активности изотопов плутония в 2015 г. приведены в таблице 3 Приложения А.5.

Среднемесячные объемные активности ^{238}Pu в 2016 г. в г. Обнинске изменялись от $<0,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в сентябре до $11,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в ноябре, при среднегодовом значении $4,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что существенно меньше, чем в 2015 г. – $14,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2016 г., измеряемая поквартально, составила $2,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что меньше значения 2015 г. – $5,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, которое было наибольшим с 2007 г. Среднегодовое содержание ^{238}Pu в 2016 г. составило $1,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что на порядок меньше значения 2015 года, равного $11,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ – наиболее высокого уровня активности ^{238}Pu , зафиксированного в Курске, начиная с 2007 г. (Приложение А.5, табл. 3).

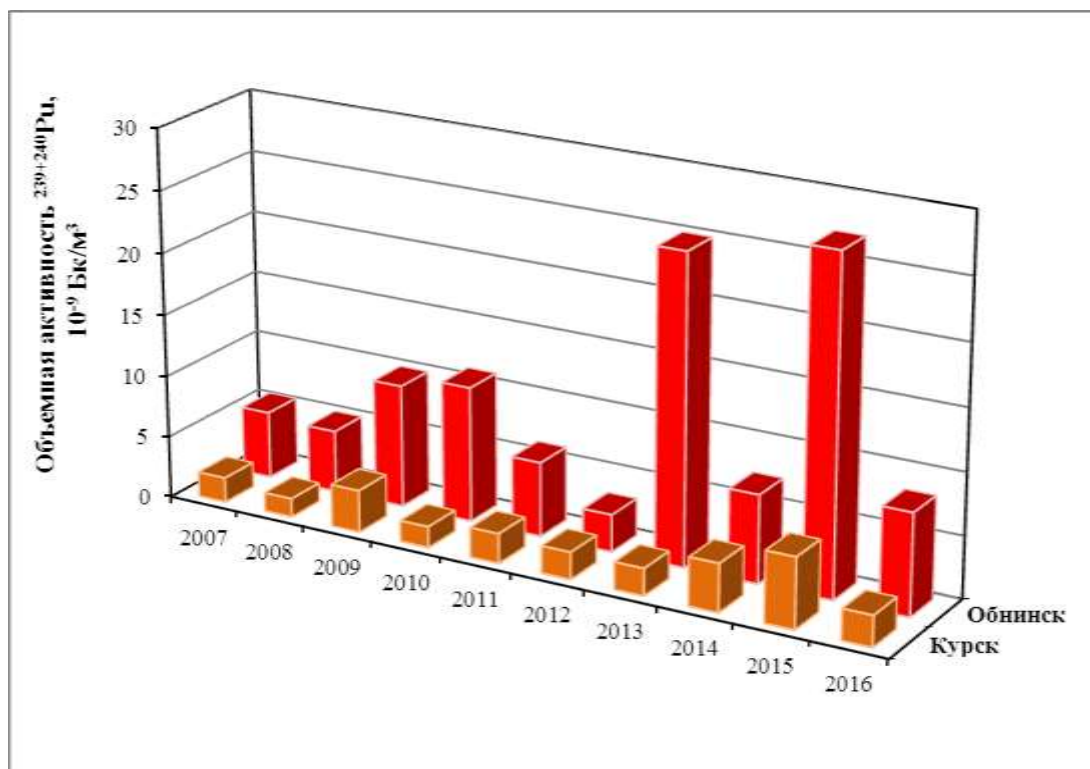


Рис. 1.8. Среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007–2016 годах

В приземном слое атмосферы г. Обнинска ^{131}I обнаруживается преимущественно в молекулярной форме, в 2016 г. среднегодовая активность в молекулярной форме составляет $97,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в аэрозольной $5,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Причем, из 112 измерений в 65 случаях его активность в аэрозольной форме оказывалась меньше порога обнаружения ($< 0,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В молекулярной форме его активность была меньше порога обнаружения только в двух случаях.

Максимальная величина объемной активности ^{131}I в приземной атмосфере г. Обнинска в 2016 г. наблюдалось в начале августа, и составила $3400 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2015 г. – $11120 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{131}I в 2016 г. увеличилась в 2,3 раза относительно 2015 г. и составила $113,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2015 г. – $48,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), и в 43,6 раза относительно 2014 г. ($2,6 \cdot 10^{-5}$ 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 $7,3$ Бк/м³.

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 1991–2016 годах. Объемные активности радионуклидов в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Концентрации ^{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 2012-2016 годах вновь установились значения, близкие уровням 2004–2010 годов, что можно рассматривать как стабилизацию на уровне техногенного фона. Концентрация ^{90}Sr в воздухе при прохождении аварийных выбросов по территории России практически не изменилась. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период были на шесть-семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОНАС) по НРБ-99/2009 [1].

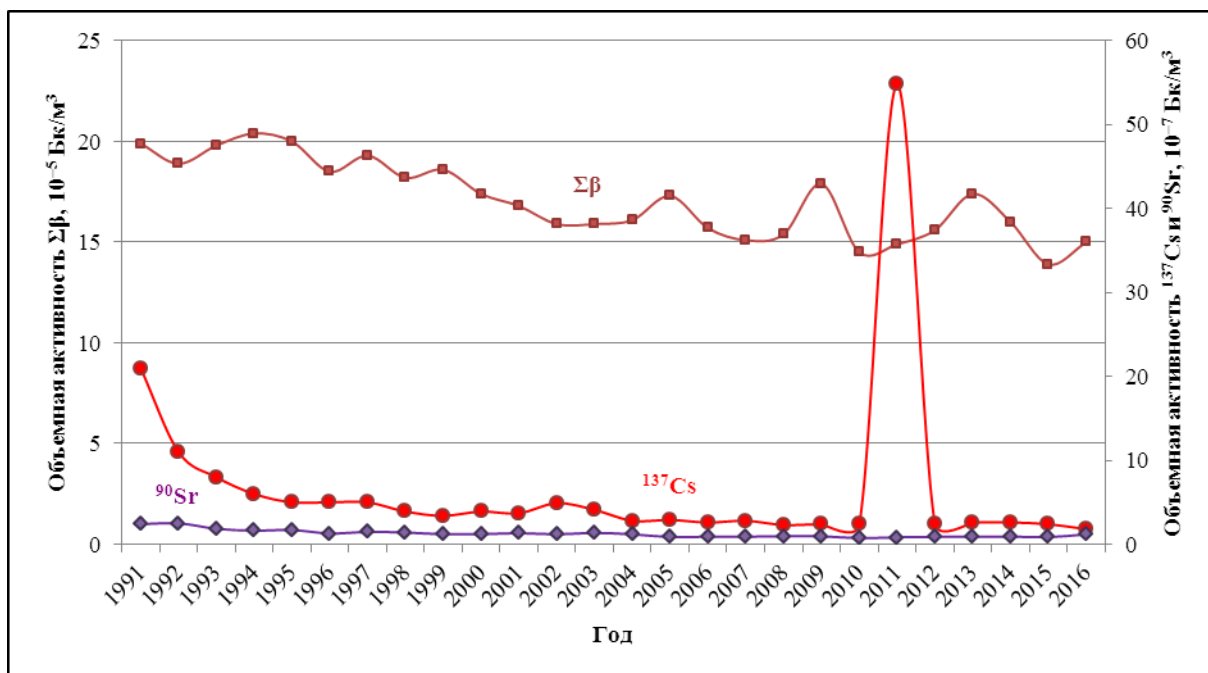


Рис. 1.9. Динамика объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991-2016 годах

Среднемесячная величина объемной активности трития в атмосферных осадках по территории РФ в 2016 г. колебалась в пределах 0,9–2,5 Бк/л и в среднем за год составила 1,7 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).

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 кратковременно 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 (ДОНАС) по НРБ-99/2009 [1].

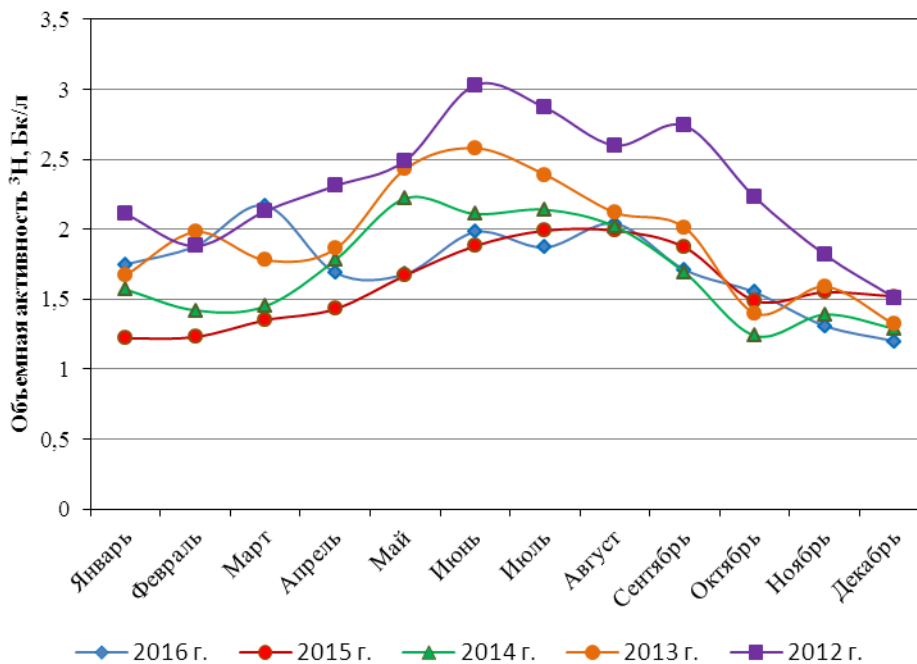


Рис. 1.10. Годовой ход среднемесячных значений объемной активности трития по территории РФ в 2012–2016 годах

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2016 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 2016 г. по сравнению с предыдущим годом средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений мало изменились по территории РФ и по отдельным районам. В Заполярье устойчивая тенденция к увеличению $\Sigma\beta$ выпадений наблюдавшаяся в последние годы (от 1,0 Бк/м² в 2011 г. до 1,35 Бк/м² в 2014 г.), в 2015- 2016 годах была нарушена – величина выпадений уменьшилась в 1,5 раза, до 0,68 и 0,66 Бк/м² соответственно.

Однако в отдельные дни наблюдалось повышенные значения $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов в атмосферных выпадениях. В 2016 г. на территории России было зафиксировано 2 случая высоких значений $\Sigma\beta$ (более десятикратного превышения над фоновыми уровнями) атмосферных выпадений (в 2015 г. – 13, 2014 г. – 33, в 2013 г. – 20, в 2012 г. – 41). Случаев экстремально высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2016 г. зарегистрировано не было.

Максимальные величины $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения на территории Иркутского УГМС – в Усолье-Сибирском (20,7 Бк/м²·сутки), Ербагачёне (18,8 Бк/м²·сутки), Мамакане (18,1 Бк/м²·сутки), пос. Зима (17,9 Бк/м²·сутки).

Случаи ВЗ по выпадениям $\Sigma\beta$ были зафиксированы дважды в п. Сосновый бор (100-км зона

Ленинградской АЭС) 06-07 марта и 29-30 июня (9,8 и 8 Бк/м²·сутки).

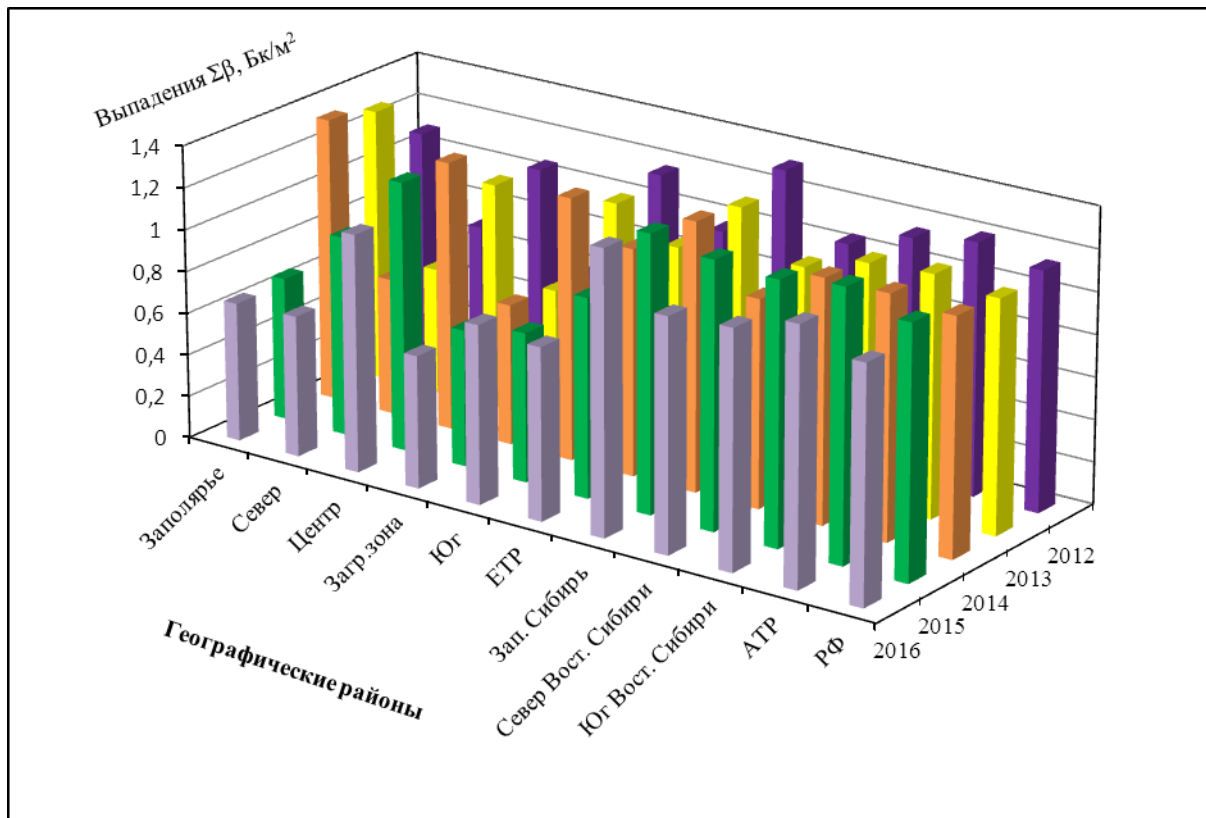


Рис. 1.11. Средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений по географическим районам РФ

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР в 2012–2016 годах показаны на рис. 1.12. Средние по кварталам 2016 г. значения выпадений ^{137}Cs средневзвешенные по регионам ЕТР приведены в Приложении А.7, табл. 2. Годовые выпадения ^{137}Cs во всех регионах ЕТР, за исключением Заполярья, в 2016 г. незначительно уменьшились по сравнению с уровнем 2015 г. (рис. 1.13). В Заполярье произошло незначительное увеличение от 0,28 Бк/м² до 0,32 Бк/м².

Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения, в отдельные кварталы по пунктам наблюдения фиксировались выпадения в интервале 0,014–0,067 Бк/м², годовые выпадения составили 0,10 Бк/м². В Среднесибирском УГМС наблюдались высокие уровни выпадений ^{137}Cs в III и IV кварталах – 0,25 и 0,22 Бк/м²·квартал соответственно, в 2015 г. значимые количества были определены только в I квартале – 0,24 Бк/м²·квартал. В других регионах АТР значения были на порядок меньше или ниже предела обнаружения (0,01 Бк/м² за квартал). В целом, выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2016 г. составили 0,14 Бк/м², против 0,19 Бк/м² в 2015 г.

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 2016 г. уменьшились по сравнению с 2015 г. с 1,51 до 1,18 Бк/м²·год, что в 4 раз превышает средневзвешенное значение по территории ЕТР (0,27 Бк/м²·год).

В некоторых населенных пунктах загрязненной после чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs в 2016 г. были намного выше. Высокая плотность выпадения ^{137}Cs на этой территории, как и

ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской обл. и составили 6,9 Бк/м²·год (в 2015 г. – 8,9 Бк/м²·год, 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.

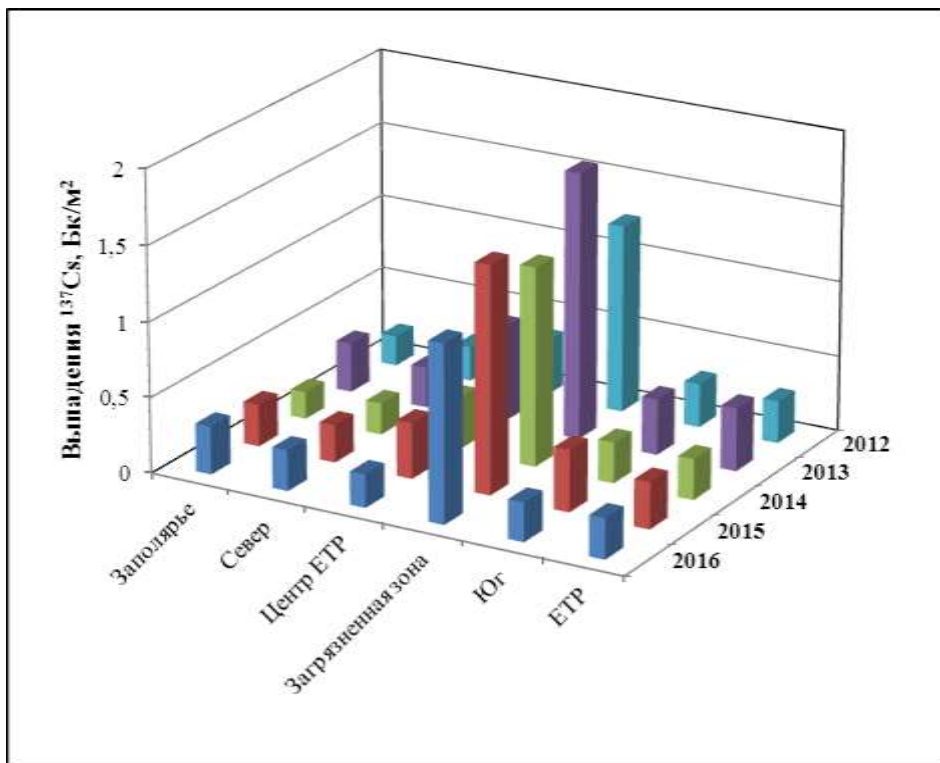


Рис. 1.12. Средневзвешенные годовые значения выпадений ¹³⁷Cs по регионам ЕТР

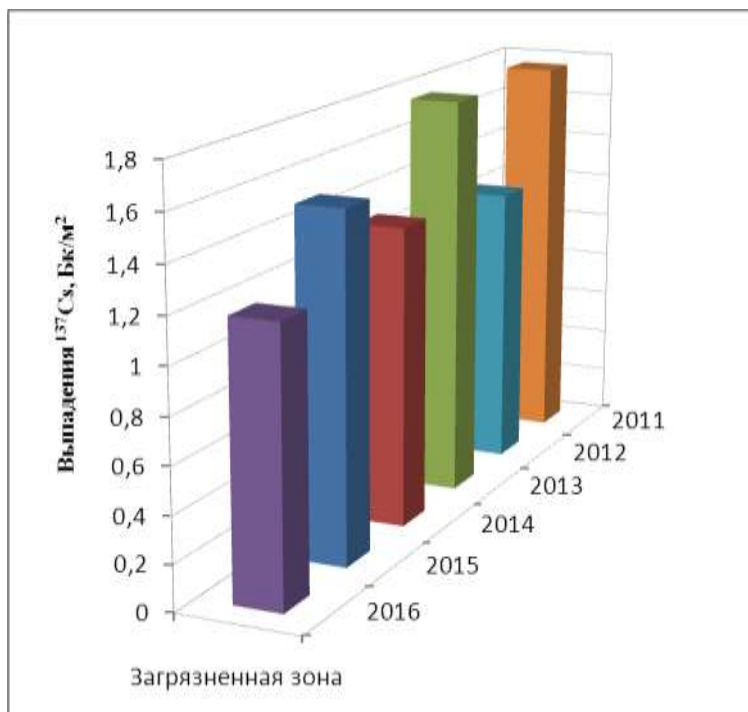


Рис. 1.13. Среднегодовые значения выпадений ¹³⁷Cs в загрязненной зоне на территории ЕТР

Высокая плотность выпадения ¹³⁷Cs на территории ЕТР в 2015 г. наблюдалась в Тверской обл. в п. Максатиха – 4,2 Бк/м², что заметно меньше, чем в 2015 и 2014 годах – 5,7 Бк/м² и 11,4 Бк/м². Повышенная радиоактивность в Тверской обл. наблюдается со времени радиационного

инцидента в г. Электросталь Московской обл. в апреле 2013 г. (подробнее об инциденте сказано в [20]). Квартальные выпадения ^{137}Cs после инцидента в апреле 2013 г. в среднем по Тверской обл. повысились на три порядка – с $0,12 \text{ Бк/м}^2$ в первом квартале до 105 Бк/м^2 во втором. Центральная часть выброса прошла восточнее Твери, через п. Максатиха, в Твери плотность выпадений существенно ниже и составила в 2016 г. $0,9 \text{ Бк/м}^2$, как и в 2015 г.

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs ($53,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$) наблюдались в 2012 г. в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Годовая плотность выпадений в 2016 г. здесь составила $13,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ (в 2015 г. – $23,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Средние месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорном были в пределах $0,7\text{--}1,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$.

Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения ($<0,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Среднемесячная объемная активность трития (^3H) в атмосферных осадках за 2012–2016 годы, усредненные по 32 пунктам, показаны на рис. 1.14. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2012–2016 годах и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России, приведены в Приложении А.8, табл. 1.

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2016 г. изменялись в диапазоне $1,2\text{--}2,2 \text{ Бк/л}$. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2016 г. – $1,7 \text{ Бк/л}$ – незначительно увеличилось по сравнению с 2015 г. – $1,6 \text{ Бк/л}$.

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 32 пунктам на территории РФ. Отчетливо выражен сезонный ход величины выпадений трития из атмосферы. Плотность выпадения трития заметно увеличивается в теплый период года в 5,5 раз, как и среднемесячная сумма атмосферных осадков в 3 раза. На рис. 1.14 хорошо выражено устойчивое увеличение плотности выпадения трития в июне – сентябре, несмотря на повышенные значения его объемной активности в январе-апреле 2016 г. Такое распределение объемной активности в течение года является аномальным, что хорошо видно на рис. 1.10.

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2016 г. колебались в пределах $40\text{--}160 \text{ Бк/м}^2$, составив в среднем 72 Бк/м^2 . Средняя величина среднемесячных выпадений незначительно выросла по сравнению с предшествующими годами (в 2015 г. – 69 Бк/м^2), как и сумма выпадений по территории РФ в целом – $14,8 \cdot 10^{15} \text{ Бк}$ (в 2015 г. – $14,2 \cdot 10^{15} \text{ Бк}$). Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории России ($17,075 \cdot 10^6 \text{ км}^2$).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2016 г. составило $1,7 \text{ Бк/л}$ (в 2015 г. – $1,6 \text{ Бк/л}$), что близко к нижней границе интервала значений за период 2004-2015 годов – $1,6\text{--}2,8 \text{ Бк/л}$ (Приложение А.8, табл. 1).

Сравнение приведенных данных о содержании трития в атмосферных осадках с данными за предыдущие годы показывает, что наблюдаемые уровни обусловлены тритием естественного происхождения; термоядерными взрывами, проводившимися до 1980 г. в атмосфере и выбросами 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.

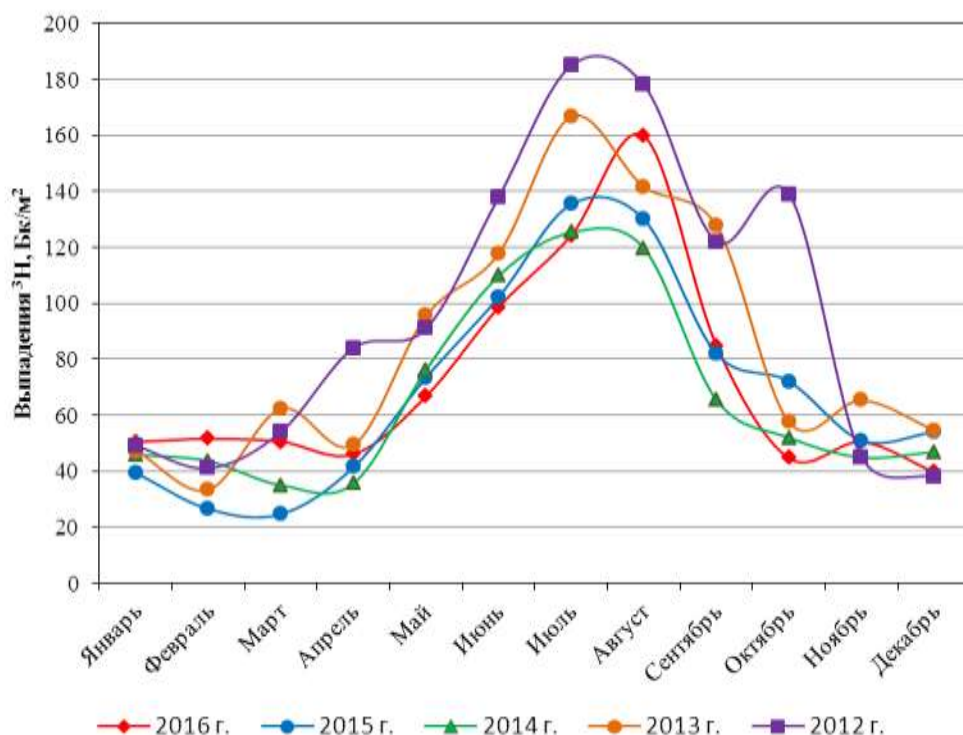


Рис. 1.14. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2012–2016 годах

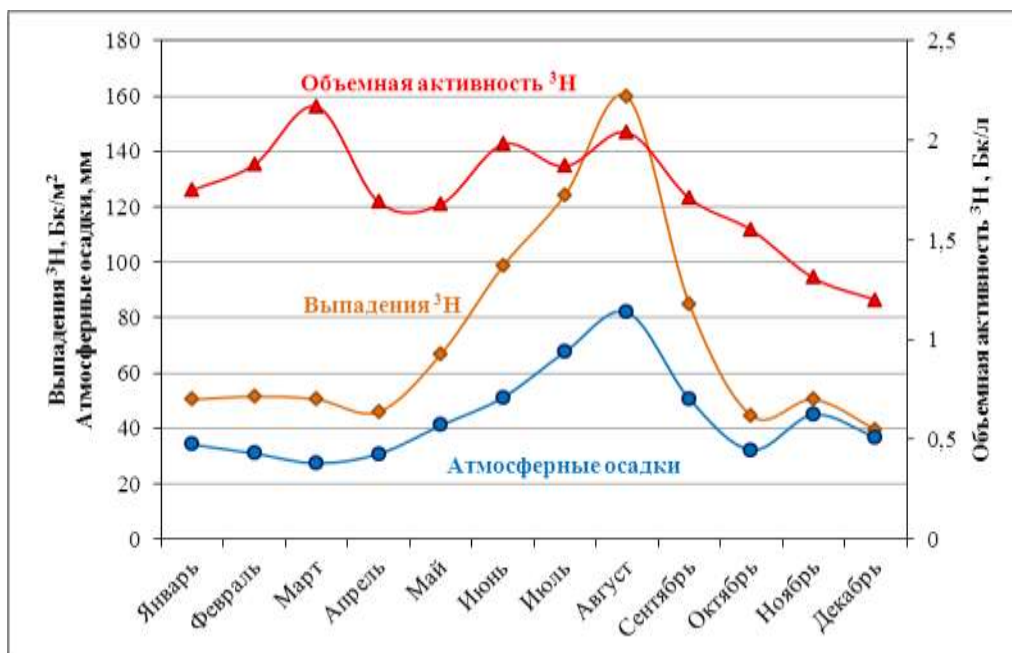


Рис. 1.15. Среднемесячная объемная активность ³H в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, осредненные по 32 пунктам на территории РФ в 2016 г.

На рис. 1.16 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ¹³⁷Cs и значений Σβ выпадений на территории РФ в 1991–2015 годах. Выпадения ¹³⁷Cs за указанный период уменьшились более чем в 12 раз, выпадения трития – в 2–2,5 раза, а

$\Sigma\beta$ выпадений – в 1,5 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.

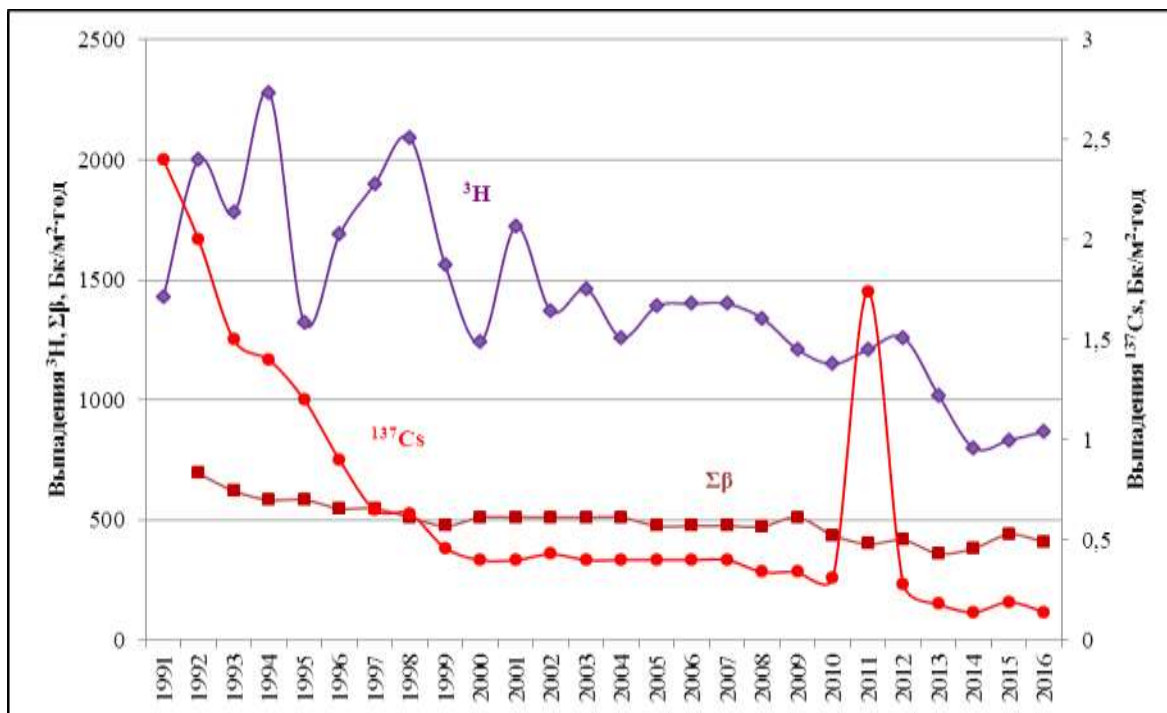


Рис. 1.16. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ в 1991–2016 годах

Поверхностные воды суши и морей

При мониторинге радиоактивного загрязнения поверхностных вод суши 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».

Основным дозообразующим техногенным радионуклидом в поверхностных водах на территории России является ^{90}Sr . Его поступление, в основном, связано с выносом этого радионуклида с загрязненных территорий.

В 1991-2011 годы в воде рек России объемная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась, достигнув в 2011 г. наименьшего значения в 4,0 мБк/л. В 2012-2016 годах она колебалась в диапазоне (4,5-4,8) мБк/л, в 2016 г. составила 4,6 мБк/л. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В период по 2012 и в 2016 годах в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), 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. В 2013-2015 годах уровни активности ^{90}Sr в воде этих рек снизились до средних по

РФ, и целесообразность исключения этих данных из расчета средней активности отпала. В 2013-2015 годах увеличивалась активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка), в 2015 г. она составила 10,0 мБк/л (рис. 1.17), что почти в 2 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (рис. 1.18). В 2016 г. среднее значение активности ^{90}Sr в Неве сравнялось со средним значением для рек ЕТР – 5,5 мБк/л. Однако в пробах, отобранных в теплый сезон, активность ^{90}Sr осталась высокой – 8,7 мБк/л.

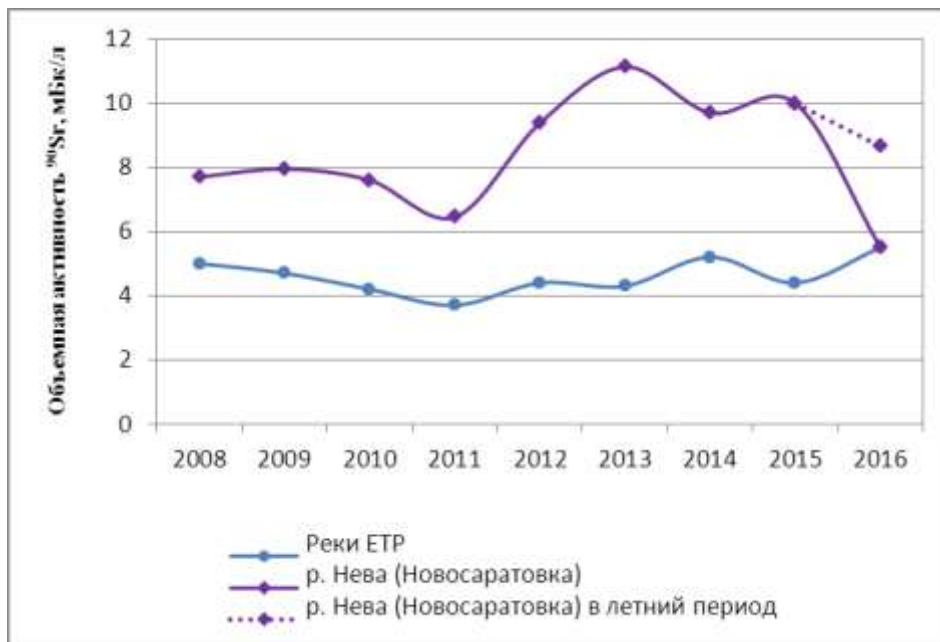


Рис. 1.17. Средние значения объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и р. Невы (п. Новосаратовка) в 2008–2016 годах

В усреднение также не включаются результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и др., загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк» (подробнее в разд. 4.11 и 5.1). На АТР наиболее загрязненной остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также вследствие строительства в 1951-1964 годах плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу существенно уменьшилось. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr , до сих пор остается достаточно высоким. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслимово) в 2016 г. составила 5,6 Бк/л, что несколько меньше, чем в 2015 г. – 6,1 Бк/л. Эти значения выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л) и на три порядка выше фонового уровня для рек России (4,6 мБк/л).

На рис. 1.18 приведены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1991–2016 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить стабилизации объемной активности ^{90}Sr в реках.

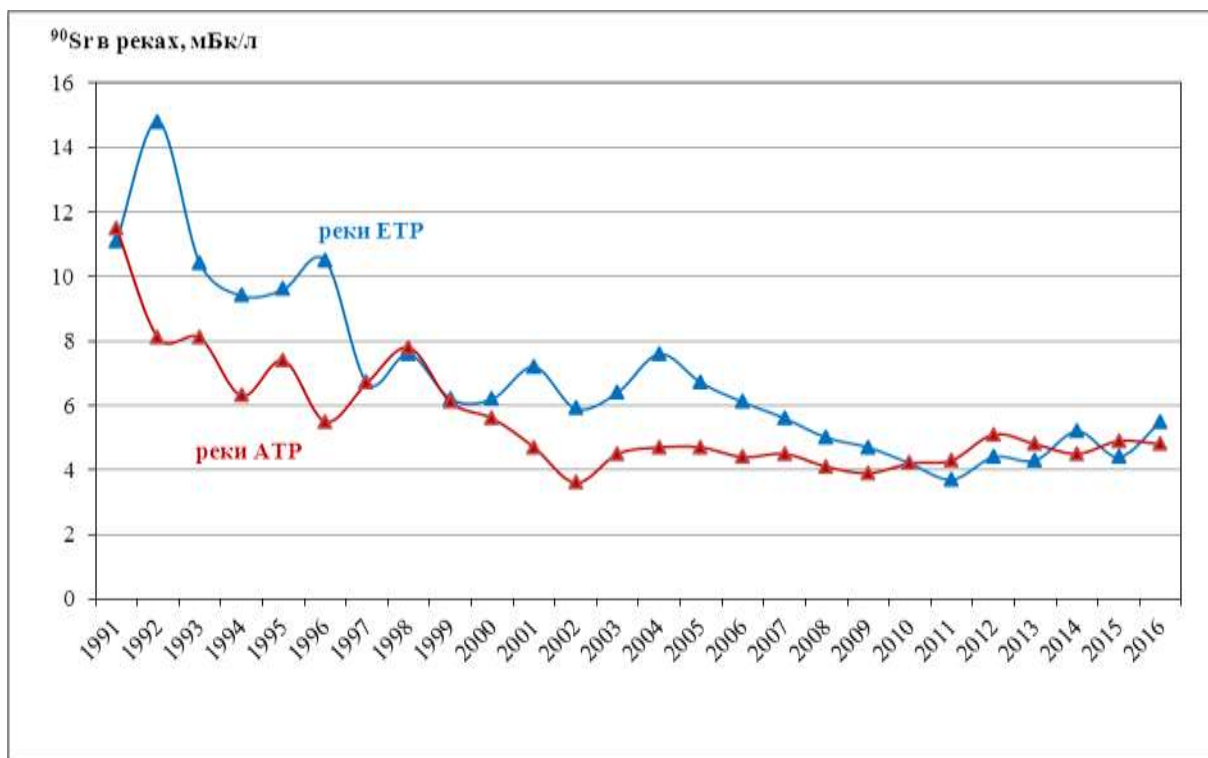


Рис. 1.18. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1991–2016 годах

Средняя объемная активность ^{90}Sr в воде рек повысилась на ЕТР в 2016 г. по сравнению с 2015 г. с 4,7 мБк/л до 5,5 мБк/л. На АТР практически не изменилась – 4,8 мБк/л и 4,9 мБк/л. Эти величины на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (УВ – 4,9 Бк/л по НРБ-99/2009) [1].

На ЕТР содержания ^{90}Sr определяются в озерах Имандра и Онежское, а на АТР – в оз. Ханка, концентрация ^{90}Sr в озерной воде составляет 2,1, 3,1 и 7,3 мБк/л соответственно. По озерам Онежское и Ханка имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большому числу водоемов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих ежегодниках. Данные для озер в 2000–2016 годах представлены в Приложении А.8, табл. 2.

В Приложении А.9, табл. 1 приведены среднегодовые (осредненные по 5–6 пробам) объемные активности ^3H в 2000–2016 годах в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Объемная активность трития в водах рек, рассчитанная по 15 пунктам на 11 реках, постепенно уменьшавшаяся в последние годы, сохранилась в 2013–2016 годах на уровне 1,7–1,9 Бк/л (2,6 Бк/л в 2012 г.). Средняя активность ^3H в обследованных реках РФ в 2016 г. колебалась в пределах 1,1–2,2 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Северная Двина (п. Соломбала), а большее – к р. Амур (г. Благовещенск).

На рис. 1.19 показана динамика объемных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1991–2016 годах, 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 уменьшалась до 2011 г., и за период с 1991 г. она уменьшилась в 2,8 раза. С 2012 г. наблюдаются колебания концентрации в пределах 4,3–5,1 мБк/л. Данные по

содержанию трития в водах основных рек России и атмосферных осадках за период 1991–2016 годов показывают, что со временем происходит уменьшение его активности, как в осадках, так и в речной воде. Хорошо видно, что объемная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2016 г. содержание трития в осадках и речной воде одинаковое – 1,7 Бк/л.

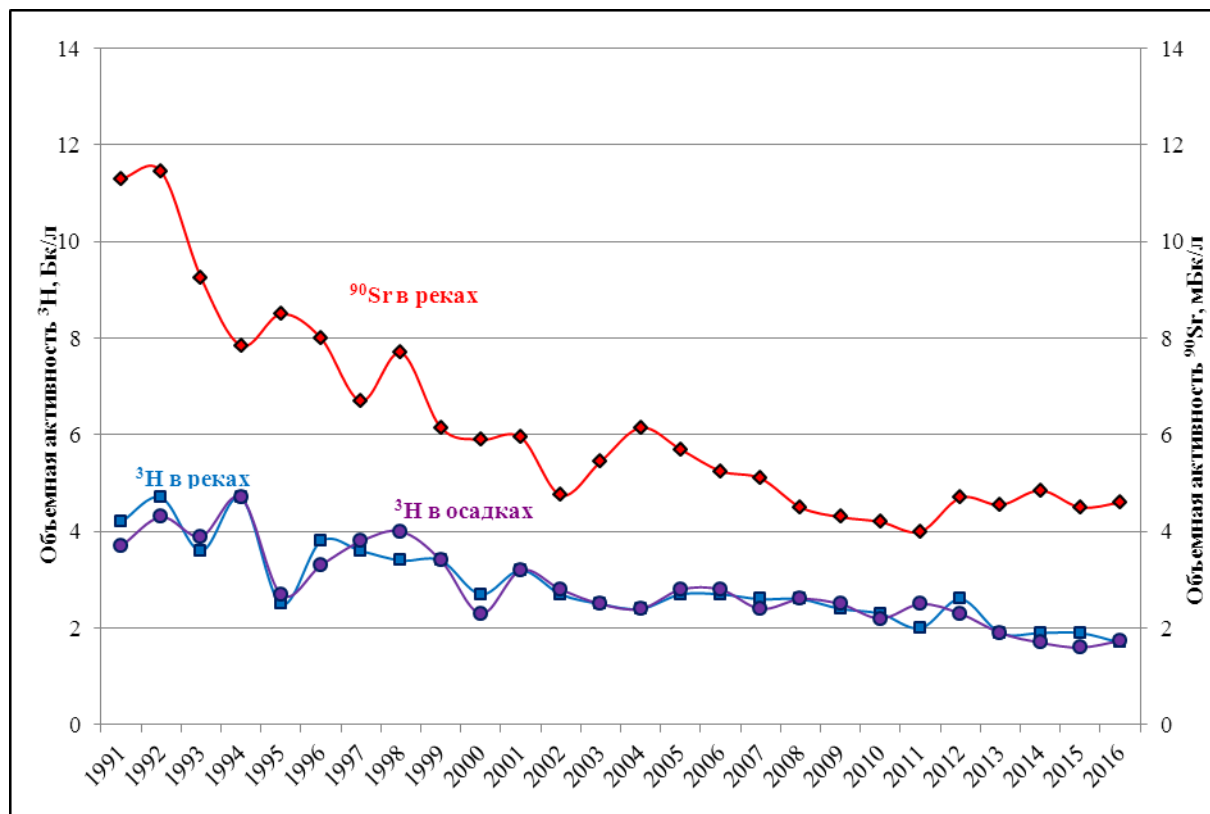


Рис. 1.19. Динамика объемной активности ^3H в реках и атмосферных осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ в 1991-2016 годах

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 в 2016 г. во всех обследованных морях и Тихом океане у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) незначительно увеличилась по сравнению с 2015 г., за исключением Каспийского моря, где объемная активность увеличилась в 1,8 раза (рис. 1.20). Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2016 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана колебались в пределах от 1,5 МБк/л в Тихом океане до 2,8 МБк/л – в Белом море, в Каспийском море уровень существенно выше указанного диапазона – 6,1 МБк/л. Объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых, и максимальное содержание ^{90}Sr в 2016 г.

было зафиксировано 25 августа в Азовском море (Таганрогский залив) – 12,2 мБк/л (в 2015 г. – 16,8 мБк/л) (Приложение А.9, табл. 2).

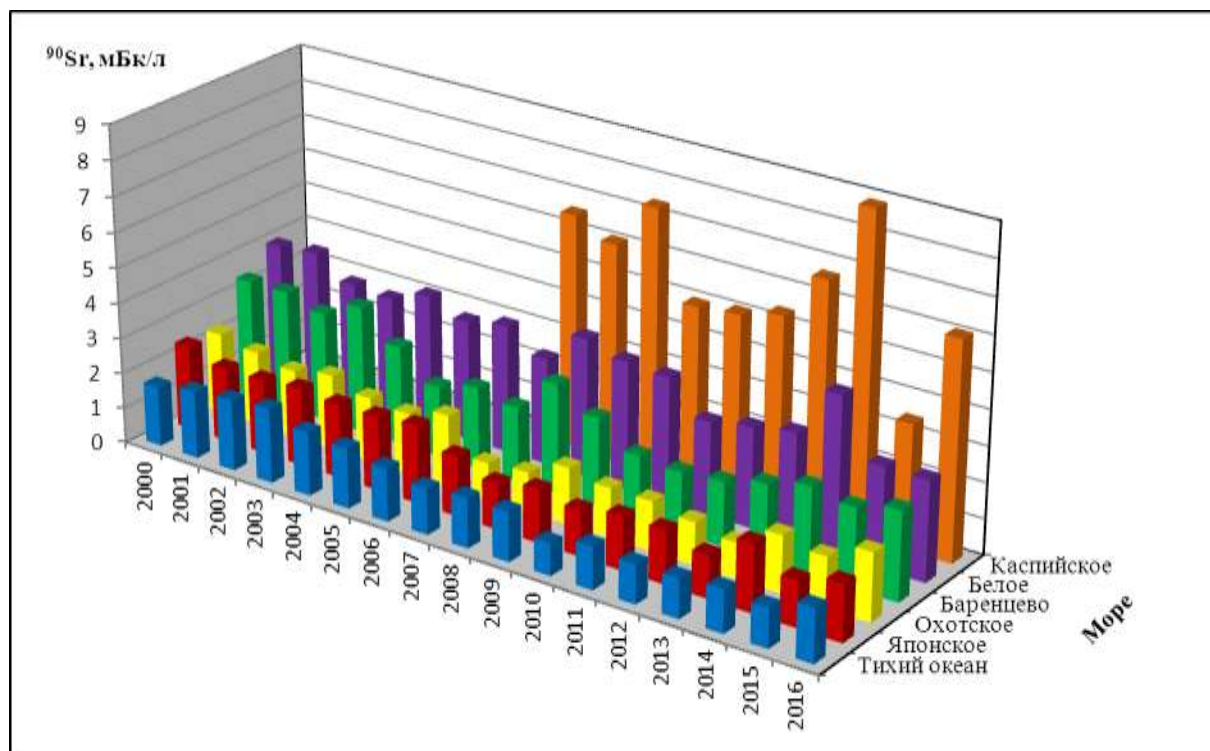


Рис. 1.20. Динамика объемной активности ^{90}Sr в морях и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 2000–2016 годах

Радиационный фон территорий

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2016 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 2016 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1305 постоянных пунктах наблюдения, в течение 2016 г. на территории РФ мощность экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на местности, кроме загрязненных районов, находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона (9–16 мкР/ч). В 100-км зонах вокруг РОО значения МЭД в основном не превышали фоновых уровней.

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.

Превышения фоновых значений МЭД зафиксированы на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях ЦФО с плотностью загрязнения ^{137}Cs 5-15 Ки/км² в Брянской, Калужской, Курской, Орловской и Тульской областях в диапазоне 19-25 мкР/ч. На территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² значения МЭД находились в пределах от 14 до 20 мкР/ч. При меньшей плотности загрязнения значения МЭД не превышают фоновых уровней. Наиболее высокие уровни МЭД зафиксированы в ходе маршрутных наблюдений на территории населенных пунктов

Брянской обл. с плотностью загрязнения ^{137}Cs около 10 Ки/км^2 в августе 2016 г.: н.п. Ущерпье Клинецкого района – 28-34 мкР/ч, н.п. Творишино Гордеевского района – 24-26 мкР/ч.

На АТР 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 частично наложился на зону ВУРС. Среднегодовая МЭД на этих территориях в 2016 г. по данным 11 пунктов наблюдения составила 8–15 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

В 100-км зонах радиохимических предприятий и АЭС наблюдаются кратковременные повышения МЭД до 20 мкР/ч, однако среднегодовые значения находятся в пределах колебания фона – 9-14 мкР/ч.

В предгорных и горных районах южной части СФО зафиксированы повышенные уровни МЭД, обусловленные, главным образом, распространением массивных горных пород. Здесь среднегодовые величины колебались от 11,8 мкР/ч в Красноярске до 19,4 мкР/ч в Иркутске, максимальные значения в течение 2016 г. здесь достигали 19 мкР/ч и 27 мкР/ч соответственно.

Анализ всей совокупности данных 1991–2016 годов показал, что радиационная обстановка на территории РФ за этот период была спокойной и практически по всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

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. РД-52.18.826 «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды и выполнение радиометрических работ» – Обнинск, 2015.

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 ¹³⁷Cs 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.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник – Обнинск: НПО «Тайфун», 2014.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РФ

По состоянию на 2016 г. территория РФ разделена на девять федеральных округов: Центральный, Северо-Западный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский, Уральский, Сибирский, Дальневосточный, Крымский. 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 – 37750 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 4).

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): 147 пунктов наблюдения по измерению мощности ambi-

ентного эквивалента дозы гамма-излучения (МЭД, ежедневно); 46 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 трех пунктах экспозиция проб одни сутки, на трех – 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 пункта (Бабьегородская плотина, Звенигород, Южный порт, р. Москва) – по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr .

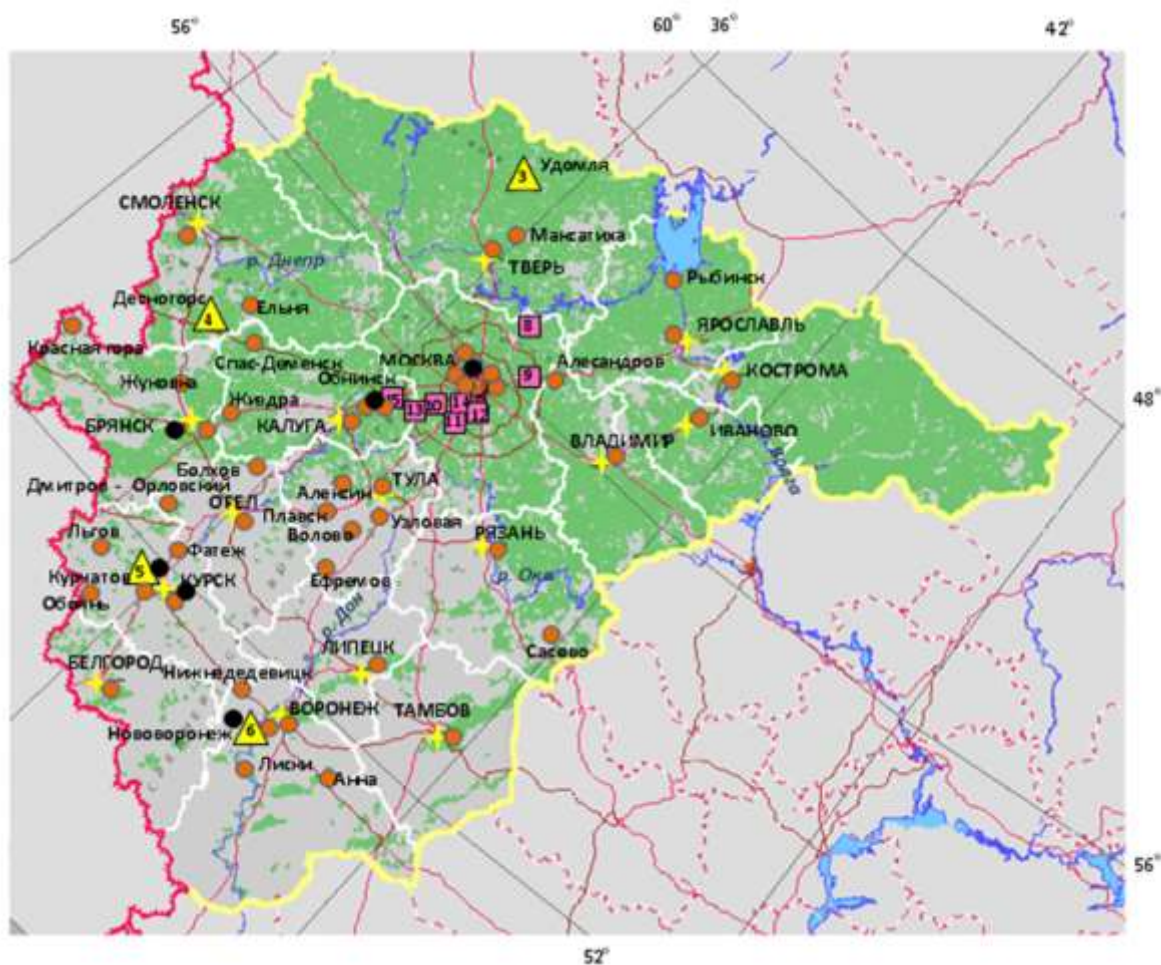


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов Федерации;
- (красная) – магистральные федеральные автодороги;
- (коричневая) – прочие федеральные автодороги;
- (белая) – границы субъектов Федерации;
- (желтая) – границы федеральных округов;
- (красная) – 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 природ-

ных 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 и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах ЦФО приведены в табл. 2.1.1. Среднегодовые значения МЭД по данным ежедневных измерений в населенных пунктах ЦФО изменялись от 0,08 до 0,18 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ. Максимальное среднегодовое значение МЭД наблюдалось в Плавске Тульской области, загрязненном в результате чернобыльской аварии. Выше среднего значения наблюдались среднегодовые МЭД (14-15 мкЗв/ч) и в других пунктах, расположенных в зонах, загрязнённых после аварии на Чернобыльской АЭС.

Максимальные измеренные значения МЭД наблюдались, в основном, на территории населенных пунктов, загрязненных в результате чернобыльской аварии.

Таблица 2.1.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах ЦФО в 2016 г., мкЗв/ч

Область	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Белгородская	7	0,10	0,15 (Алексеевка)
Брянская	8	0,11	0,19 (Красная Гора)
Владимирская	7	0,10	0,19 (Муром)
Воронежская	11	0,10	0,17 (Нижнедевицк)
Ивановская	5	0,10	0,16 (Кинешма)
Калужская	7	0,13	0,18 (Жиздра)
Костромская	10	0,10	0,16 (Кологрив)
Курская	10	0,10	0,19 (Льгов)
Липецкая	5	0,10	0,14 (Липецк, Елец)
Москва	4	0,11	0,17 (Балчуг)
Московская	13	0,11	0,20 (Подмосковная)
Орловская	6	0,13	0,17 (Болхов)
Рязанская	10	0,12	0,20 (Михайлов)
Смоленская	8	0,12	0,19 (Велиж)
Тамбовская	7	0,10	0,14 (Жердевка)
Тверская	12	0,11	0,19 (Старица)
Тульская	8	0,13	0,23 (Плавск, Узловая)
Ярославская	9	0,10	0,15 (Переяславль-Залесский)
ЦФО	147	0,11	0,23

По результатам измерений МЭД, проводимых ежемесячно во время маршрутных обследований в некоторых пунктах на загрязненных территориях Брянской области, значение МЭД изменялось: п. Мартяновка (загрязнение почвы ^{137}Cs в диапазоне 1 – 5 Ки/км²) – от 0,14 до 0,15 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5 – 15 Ки/км²) – от 0,15 до 0,17 мкЗв/ч, п. Творишино (5 – 15 Ки/км²) – от 0,24 до 0,26 мкЗв/ч, п. Ущерпье (15 – 40 Ки/км²) – от 0,28 до 0,34 мкЗв/ч. Обследования проводятся ежемесячно, начиная с 1995 г. За время, прошедшее с начала обследований, среднегодовые значения МЭД в населённых пунктах из зон загрязнения 5-15 Ки/км² снизились на 15-20%, из зоны 15-40 Ки/км² на 25-30%.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ЦФО проводятся 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 [4,5]. Приведенные в табл. 2.1.2 пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе, кроме п. Подмосковная,

находятся вблизи РОО (Курск, Курчатова, Нововоронеж, Обнинск), которые могут влиять на радиационную обстановку в местах их размещения, или вблизи 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		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Московская область						
Подмосковная	2,7	4,6	9,1	0,45	0,60	0,92
Калужская область						
Обнинск (ФЭИ, фил. НИФХИ)	8,6	12,9	15,7	1,81	3,43	1,06
Курская область						
Курск (Курская АЭС)	7,7	13,9	10,2	0,80	1,11	1,27
Курчатова (Курская АЭС)	11,5	25,2	17,4	1,11	1,57	1,33
Воронежская область						
Нововоронеж (НВАЭС)	5,2	14,0	-	0,55	0,93	-
Брянская область						
Брянск	3,5	9,5	11,1	1,08	0,96	0,91
Средневзвешенное по Центру ЕТР	3,6	5,5	6,2	0,82	1,01	0,72

Примечания: в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения; - – наблюдения не проводились.

Из табл. 2.1.2 видно, что средневзвешенная по территории Центра ЕТР объемная активность ¹³⁷Cs за последние три года снизилась в 1,7 раза и в 2016 г. составляла $3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs по НРБ-99/2009. Во всех пунктах наблюдения ЦФО среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы снизилась по сравнению с 2015 г. в 1,5-2,7 раза. Однако в пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО, объемная активность ¹³⁷Cs была, как и в предшествующие годы, в 1,4–3,2 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР. Наибольшее значение, как и в 2015 г. наблюдалось в г. Курчатове.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2016 г. 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» [6]. Если исключить значение 2011 г., то видно, что объемная активность ¹³⁷Cs постепенно уменьшается. За указанный период она уменьшилась в 2,8 раза.

Объемная активность ⁹⁰Sr в воздухе во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО в 2016 г. приведена в табл. 2.1.2. Средневзвешенная объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. в Центре ЕТР и всех пунктах наблюдения ЦФО (кроме Брянска) уменьшилась по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.1.2). Однако, в пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО, за исключением г.г. Нововоронежа и Курска, объемная активность ⁹⁰Sr была в 1,3 – 2,2 раза выше средневзвешенной объемной активности ⁹⁰Sr в Центре ЕТР. Все наблюдаемые в течение года величины объемной активности ⁹⁰Sr в воздухе на территории ЦФО были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ⁹⁰Sr по НРБ 99-2009 [7].

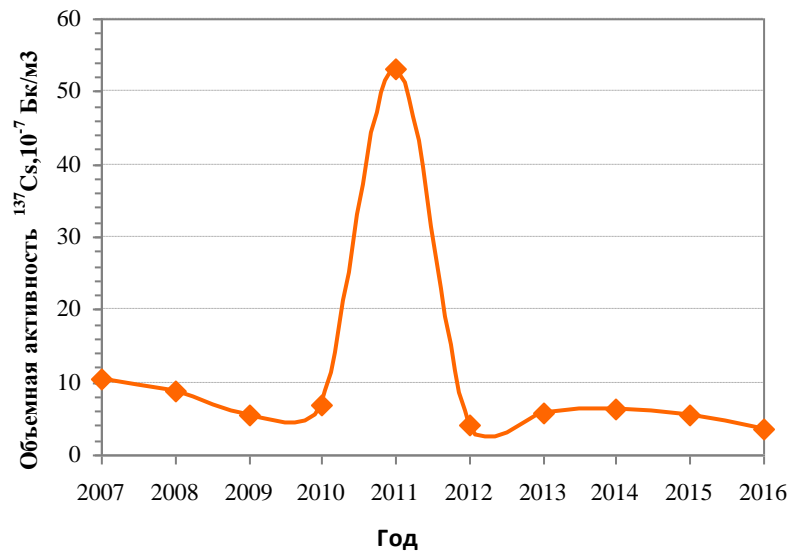


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2016 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО в 2015 и 2016 гг. представлены в табл. 2.1.3. Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения ^{137}Cs уменьшились на всей территории ЦФО. Средневзвешенные значения выпадений ^{137}Cs на незагрязненной территории Центра ЕТР также уменьшилась в 1,7 раза. В Тверской области, выпадения ^{137}Cs уменьшились в 1,6 раза, но в 18 раз превышали средневзвешенные выпадения по Центру ЕТР. Через Тверскую область в апреле 2013 г. прошел след аэрозольного выброса ^{137}Cs , произошедшего на Машиностроительном заводе в г. Электросталь Московской области в результате радиационного инцидента [4]. Высокие выпадения ^{137}Cs в Тверской области, начиная с 2013 г., по-видимому, являются следствием указанного события.

На загрязненных после Чернобыльской аварии 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 2016 г. составляли $1,18 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 5,4 раза выше средневзвешенного значения для незагрязненных зон Центра ЕТР. Наибольшие значения выпадений ^{137}Cs за год фиксировались в пункте Красная Гора Брянской области ($6,9 \text{ Бк/м}^2$), повышенные – в п.п. Плавск Тульской области ($2,6 \text{ Бк/м}^2$), Болхов ($1,6 \text{ Бк/м}^2$) и Дмитров-Орловский ($1,4 \text{ Бк/м}^2$) Орловской области, загрязнённых после Чернобыльской аварии. Выпадения ^{137}Cs на загрязненных территориях постепенно снижаются – с 1995 г. они уменьшились в 7,4 раза.

Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs наблюдаются и вблизи некоторых РОО. В Нововоронеже годовые выпадения в 2016 г. составляли $2,14 \text{ Бк/м}^2$, в Обнинске – $5,1 \text{ Бк/м}^2$.

Характер изменения средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по Центру ЕТР вне загрязненных территорий за период с 2006 по 2015 гг. показан на рис. 2.1.3. Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs в 2011 г. обусловлены радиоактивными продуктами аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

Таблица 2.1.3

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

Область	Выпадения ^{137}Cs	
	2016 г.	2015 г.
Белгородская	0,53	0,61
Брянская	1,47	2,03
Владимирская	0,20	0,31
Воронежская	0,37	0,66
Ивановская	0,20	0,31
Калужская	0,65	0,88
Костромская	0,20	0,31
Курская	0,61	0,75
Липецкая	0,53	0,61
Москва	0,16	0,33
Московская	0,20	0,31
Орловская	0,69	0,86
Рязанская	0,20	0,31
Смоленская	0,80	0,78
Тамбовская	0,53	0,61
Тверская	4,2	6,60
Тульская	1,15	1,52
Ярославская	0,20	0,31
Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязненных территорий) Центра	0,22	0,35

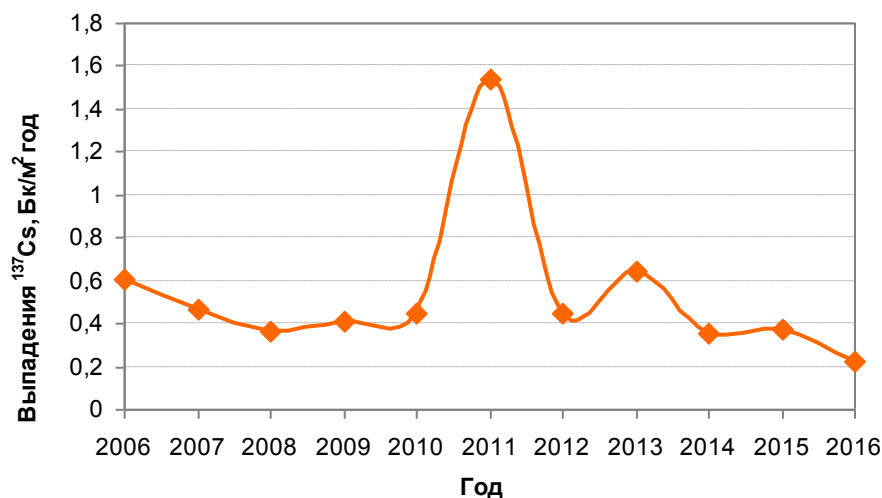


Рис.2.1.3. Изменение выпадений ^{137}Cs вне загрязненных территорий ЦФО

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, Калининской 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 2016 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно в п. Подмосковная путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией 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, Южный порт (Бесединский мост) и Звенигород) 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.

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $9,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,2 раза ниже уровня предыдущего года и в 1,7 раза ниже средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ ($17,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в июле.

Таблица 2.1.4

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

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.	2014 г.
		Выпадения, Бк/м ² ·сутки														
Алексин	с	0,53	0,50	0,47	0,65	0,48	0,40	0,39	0,38	0,41	0,40	0,50	0,40	0,46	0,51	0,66
	м	1,16	0,78	0,75	1,53	0,93	0,59	0,46	0,46	0,49	0,80	0,90	0,60			
Балчуг	с	0,78	0,85	0,77	0,74	0,73	0,76	1,01	1,10	1,00	0,70	0,70	0,40	0,80	0,87	0,96
	м	2,52	4,01	3,47	1,51	1,39	1,37	2,71	2,69	2,80	1,80	1,90	1,30			
ВДНХ	с	1,13	0,85	0,71	0,81	0,67	1,00	0,88	1,21	0,96	0,80	0,50	0,20	0,81	0,94	1,00
	м	5,59	5,03	2,71	1,51	2,05	3,08	3,57	2,94	2,75	2,60	1,50	0,50			
Ново-Иерусалим	с	1,24	0,77	0,76	0,94	0,75	0,85	0,86	0,88	0,82	0,70	0,50	0,30	0,78	0,99	1,03
	м	4,70	2,10	4,15	2,94	1,30	1,72	2,60	1,78	3,97	1,80	0,90	1,00			
Подмосковная	с	0,97	1,35	0,71	1,08	0,74	0,76	0,91	1,03	0,93	0,70	0,40	0,30	0,82	0,92	1,03
	м	2,65	6,83	1,39	6,15	1,65	1,28	2,22	3,02	3,49	1,90	1,40	0,70			
Тушино	с	1,00	0,78	0,67	0,91	0,94	0,75	0,73	0,79	1,13	0,80	0,50	0,30	0,78	1,02	1,00
	м	3,57	2,13	1,14	1,66	1,96	1,37	1,56	1,73	3,25	1,90	0,80	0,70			
Среднее, Бк/м ² ·сутки:																
- по зоне наблюдения		0,94	0,85	0,68	0,86	0,72	0,75	0,80	0,90	0,88	0,68	0,52	0,32	0,74	0,87	0,95
- по Центру ЕТР		1,31	1,35	1,30	1,36	1,15	1,05	1,17	1,04	1,13	0,86	0,88	0,83	1,12	1,28	1,28
		Объемная активность, 10^{-5} Бк/м ³														
Подмосковная	с	9,7	6,4	8,3	8,2	15,1	11,2	17,4	10,2	4,8	11,7	8,9	3,9	9,7	11,6	16,8
	м	20,2	17,4	21,6	20,3	33,7	21,2	37,0	21,1	10,4	23,0	21,4	15,8			

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2011–2016 гг. приведены в табл. 2.1.5.

Из табл. 2.1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2016 г. была в 1,7 раза ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) ниже, чем в 2015 г. ($4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Это самая низкая величина за последние шесть лет: Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2016 г. составляла $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже, чем в 2015 г., и в 1,8 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые в п. Подмосковная среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на 6-7 порядков ниже предельно допустимых среднегодовых объемных активностей этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [7].

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная, 10^{-7} Бк/м³
(данные Мос ЦГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Подмосковная	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
	2014	4,3	4,5	3,4	24,0	9,1	6,2
	2015	4,0	7,3	2,9	4,0	4,6	5,5
	2016	4,6	2,6	1,9	1,8	2,7	3,6
^{90}Sr							
Подмосковная	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
	2014	0,34	1,18	1,24	0,91	0,92	0,72
		I полугодие		II полугодие			
	2015	0,58		0,62		0,6	1,01
2016	0,61		0,29		0,45	0,82	

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2016 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,46–0,82 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения (6,83 Бк/м²·сутки) были зарегистрированы в феврале в п. Подмосковная. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. (0,74 Бк/м²·сутки) в г. Москве и Московской области было ниже уровня предыдущего года и регионального уровня (Центр ЕТР).

Выпадения ^{137}Cs в объединенной по шести пунктам пробе в 2016 г. (табл. 2.1.3) были в 1,6 раза ниже уровня предыдущего года и составили 0,20 Бк/м²·год, что ниже уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,22 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 2016 г. составляла 1,4 Бк/л и 1,5 Бк/л соответственно, что ниже уровня среднегодового значения для всей территории России (1,7 Бк/л).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Москва (данные ФГБУ «НПО «Тайфун») в течение 2016 г. колебалась в пределах от 3,5 до 4,7 мБк/л при среднем значении 4,0 мБк/л, что ниже среднего значения для рек ЕТР (5,5 мБк/л). Самая высокая объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в точке Бабьегородская плотина в центре г. Москвы, вверх по течению реки в Звенигороде и вниз по течению в т. Южный порт (Бесединский мост) содержание ^{90}Sr в воде было ниже.

Среднегодовая величина МЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,10 мкЗв/ч (СФМ Приокско-Тerrasный заповедник, Дмитров, Черусти, Серпухов, Немчиновка) до 0,14 мкЗв/ч (Кашира), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч (Подмосковная).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП «Радон». ФГУП «РАДОН» выполняет работы в административных округах г. Москвы в соответствии с постановлением Правительства Москвы от 22.02.2002 г. № 144 «Об организации Единой системы экологического мониторинга города Москвы» и согласно договору от 24 марта 2016 г. № 46-ДЖКХ/16 г.

Система радиоэкологического мониторинга (РЭМ) охватывает всю территорию г. Москвы, постоянно совершенствуется и обеспечивается:

- шестью стационарными постами радиационного контроля;
- регулярной режимной сетью радиационного контроля, состоящей из 134 пунктов в старых границах Москвы и временной режимной сетью радиационного контроля на территории 21 населенного пункта в ТиНАО;
- 87 пунктами радиационного контроля на режимных створах прудов, озер и малых рек водного бассейна города Москвы;
- 59 пунктами радиационного контроля на режимных створах реки Москвы;
- 66 пунктами АСКРО;
- мобильными средствами радиационного контроля территории города Москвы;
- мобильным средством передвижения на контролируемых участках судоходных акваторий города Москвы, укомплектованным пробоотборным оборудованием;
- аккредитованной лабораторией радиационного контроля для выполнения комплекса физико-химических, радиометрических, радиохимических и гамма-спектрометрических анализов.

Схема радиоэкологического мониторинга г. Москвы в старых границах представлена на рис. 2.1.3, а в новых границах – на рис. 2.1.4.

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились на шести постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Гайфун-4» и «Гайфун-5» производительностью от 1000 до 3000 м³/ч на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией проб. Наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений – в шести пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с недельной экспозицией с помощью высокооборотных кювет.

На сети постов контроля водного бассейна проводился отбор проб воды и донных отложений открытых водоемов г. Москвы (пруды, озера и малые реки). Определение радионуклидного состава воды из реки Москвы определялось по пробам большого объема (450 л), причем проба разделялась на взвесь и собственно воду после фильтрования.

Радиоактивность почвы определялась в 134 пунктах контроля в старой Москве и в 24 пунктах новой Москвы по пробам, отобраным с площадок (10x10) м² методом “конверта” из 5 см верхнего слоя.

Отбор проб растительности травянистого яруса в пунктах режимной сети наблюдения окружающей среды производился на площади ~100 м² методом сплошного укоса.

Сеть измерителей радиационного фона (АСКРО) состоит из 66 датчиков на территории г. Москвы, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах большого скопления людей 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.

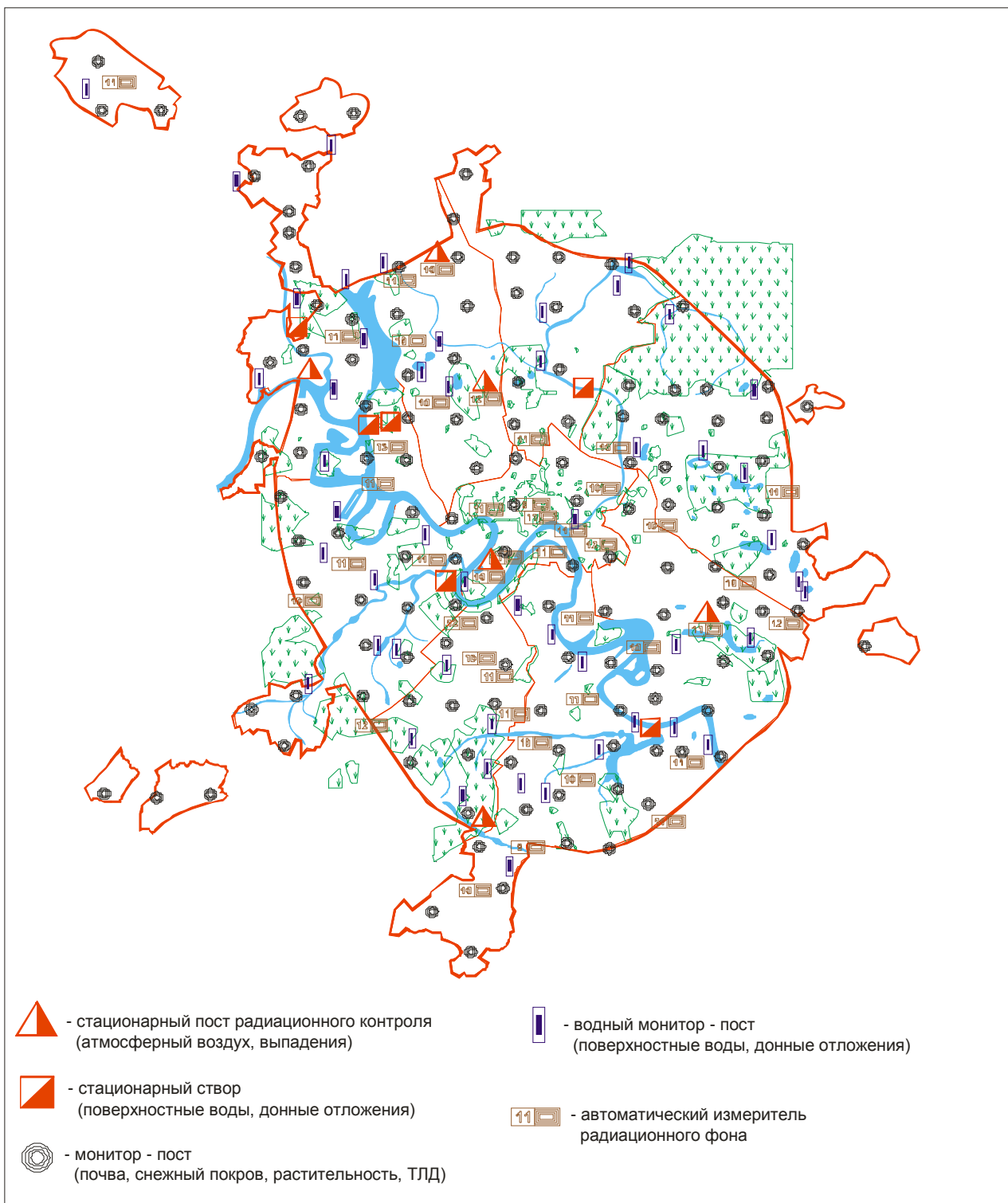


Рис. 2.1.3. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы.

Кроме того, носимыми приборами для измерения МЭД в 2016 г. выполнено более 3000 измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.

В точках режимной сети термолюминесцентными датчиками (ТЛД) определялась интегральная поглощенная доза.

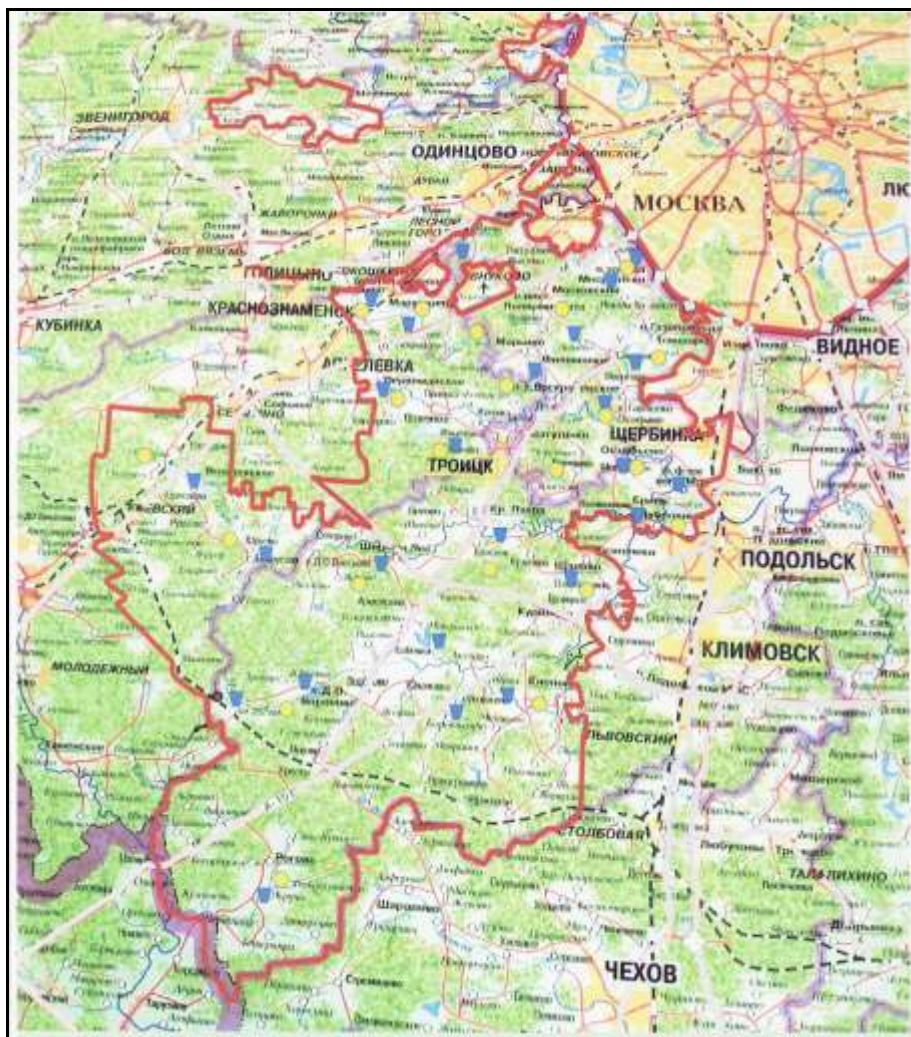


Рис. 2.1.4. Схема расположения пунктов отбора проб в Троицком и Новомосковском административных округах г. Москвы:

- ▲ – отбор проб поверхностной воды и донных отложений;
- – отбор проб снега, почвы и установки ТЛД.

В табл. 2.1.6 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2016 г. и для сравнения данные 2015 г. Наличие в воздухе естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K объясняется процессами вторичного ветрового переноса с поверхности земли.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2016 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с уровнем 2015 г. ($6,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и составляла $7,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Это в 2,2 раза выше средневзвешенного значения для Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,9 раза выше объемной активности ^{137}Cs в п. Подмосковная ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), 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 $2,1 \cdot 10^{-6}$ до $6,3 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, что на шесть порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 для этого радионуклида ($7,3$ Бк/м³) [7].

Кроме указанных в табл. 2.1.6 естественных радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы регистрировался естественный ^7Be . Среднегодовая объемная активность ^7Be составляла $3,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³.

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

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$		$\Sigma\alpha$		Радионуклид											
			$^{239,240}\text{Pu}$	^{131}I	^{226}Ra		^{232}Th		^{40}K		^7Be		^{137}Cs		^{90}Sr	
	2016	2016	2016	2016	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
Среднегодовая объемная активность в приземной атмосфере, 10^{-5} Бк/м ³	12	-	0,0014	0,36	0,24	0,12	0,14	0,07	2,6	1,1	300	290	0,078	0,06	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м ² ·год	124,4	-	-	-	-	7,3	-	2,6	≤10,6	51,1	≤62	438	≤0,33	0,73	≤0,17	-
Объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов г. Москвы, мБк/л	0,14	0,027	-	-	-	<110	-	<110	-	<1100	-	-	-	<59	-	-
Объемная активность радионуклидов в воде р. Москвы, мБк/л	56	-	-	-	≤2,3	-	≤1,1	-	≤8,3	-	-	-	≤2,4	-	≤2,2	-
Объемная активность радионуклидов в донных отложениях открытых водоемов г. Москвы, Бк/кг	405	-	-	-	12	-	13	-	294	-	-	-	≤10	-	-	-
Содержание радионуклидов: почва/грунт, Бк/кг	-	-	-	-	15	23	18	13	345	263	-	-	6	<2,5	≤1,6	-

Примечание: - - данные не поступали.

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 ФГУП «Радон», в 2016 г. составила 0,12 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. Средняя величина интегральной поглощенной дозы по показаниям ТЛД в 2016 г. составила 0,76 мЗв/год.

Среднее значение удельной суммарной бета-активности в пробах растительности травянистого яруса составило 940 Бк/кг, среднее значение естественного радионуклида ^{40}K – 630 Бк/кг.

В 2016 г. ФГУП «Радон» была проведена автомобильная гамма-съемка (АГС) г. Москвы и территорий Троицкого и Новомосковского административных округов (АО) по сети маршрутов на кольцевых и радиальных автомагистралях города Москвы, на основных улицах и проездах в административных округах города, на автотрассах в Новомосковском и Троицком административных округах, а также при контроле подъездных дорог к организациям, эксплуатирующим ядерно и радиационно опасные производства и объекты.

АГС транспортных магистралей города Москвы включала обследование 18 радиальных и

хордовых автотрасс и четырех кольцевых дорог (рис. 2.1.5). Маршруты АГС проходили по двум сторонам автодорог.

Среднее значение МЭД на радиальных автомагистралях составляет 0,09 мкЗв/ч, и на кольцевых дорогах - 0,09 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД на радиальных магистралях, равное 0,29 мкЗв/ч, зафиксировано на Волоколамском шоссе, а на кольцевых дорогах, равное 0,30 мкЗв/ч, – на Третьем транспортном кольце. Максимальные значения МЭД на автомагистралях города Москвы не превышают контрольного уровня для дорожных покрытий общегородских территорий. Результаты АГС автомагистралей города Москвы представлены в таблице 2.1.7.

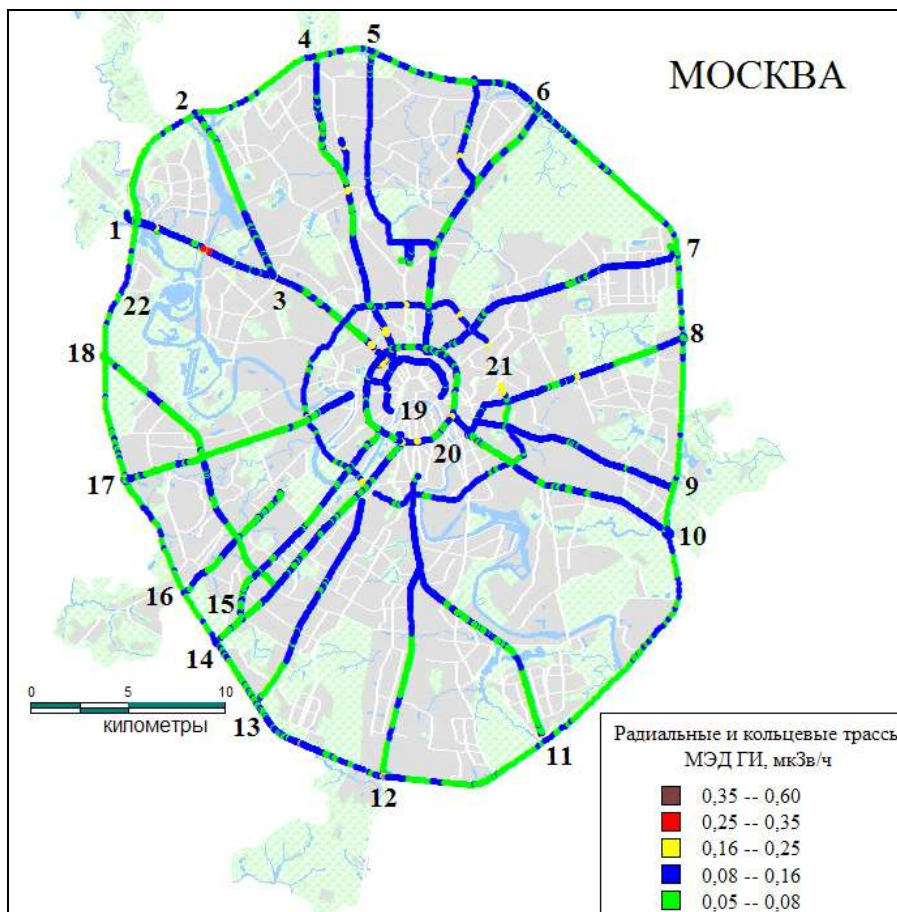


Рис. 2.1.5. АГС основных радиальных и кольцевых транспортных магистралей города Москвы:

- 1 – Волоколамское шоссе; 2 – Ленинградское шоссе;
- 3 – Ленинградский проспект, 1-я Тверская-Ямская ул.;
- 4 – Дмитровское шоссе, Бутырская ул., Новослободская ул.;
- 5 – Алтуфьевское шоссе, ул. Академика Королева, Аргуновская ул.;
- 6 – Ярославское шоссе, Проспект Мира;
- 7 – Щелковское шоссе, Б. Черкизовская ул., Преображенская ул.;
- 8 – Шоссе Энтузиастов, ул. Сергея Радонежского;
- 9 – Рязанский просп., Нижегородская ул., Таганская ул.;
- 10 – Волгоградский просп., Марксистская ул.; 11 – Каширское шоссе;
- 12 – Липецкая ул., Бакинская ул., Варшавское шоссе;
- 13 – Профсоюзная ул., Проспект 60-летия Октября; 14 – Ленинский просп.;
- 15 – Проспект Вернадского, Комсомольский просп.;
- 16 – Озёрная ул., Мичуринский просп.;
- 17 – Можайское шоссе, Кутузовский просп.;
- 18 – Рублевское шоссе, Минская ул., Обручевская ул.; 19 – Бульварное кольцо;
- 20 – Садовое кольцо; 21 – Третье транспортное кольцо;
- 22 – Московская кольцевая автомобильная дорога.

Результаты радиационного обследования радиальных и кольцевых автомагистралей города Москвы (данные ФГУП «Радон»)

№	Автомагистрали	МЭД, мкЗв/ч	
		среднее	максимальное
1	Волоколамское ш.	0,11	0,29
2	Ленинградское ш.	0,08	0,19
3	Ленинградский просп., 1-я Тверская-Ямская ул.	0,08	0,24
4	Дмитровское ш., Бутырская ул., Новослободская ул., Долгоруковская ул.	0,10	0,21
5	Алтуфьевское ш., ул. Академика Королёва, Аргуновская ул., ул. Шереметьевская ул., ул. Советской Армии, Самотечная ул.	0,09	0,17
6	Ярославское ш., Проспект Мира	0,08	0,17
7	Щелковское ш., Б. Черкизовская ул., Преображенская ул., ул. Стромьнка, Русаконская ул., Краснопрудненская ул., Просп. Академика Сахарова	0,10	0,17
8	Шоссе Энтузиастов, ул. Сергия Радонежского	0,10	0,17
9	Рязанский просп., Нижегородская ул., Таганская ул.	0,10	0,13
10	Волгоградский просп., Марксисткая ул.	0,09	0,14
11	Каширское ш.	0,08	0,22
12	Липецкая ул., Бакинская ул., Варшавское ш., Б. Тульская ул., Люсиновская ул.	0,09	0,16
13	Профсоюзная ул, Проспект 60-летия Октября	0,10	0,16
14	Ленинский просп.	0,08	0,16
15	Проспект Вернадского, Комсомольский просп.	0,09	0,16
16	Озёрная ул., Мичуринский просп.	0,08	0,13
17	Можайское ш., Кутузовский просп.	0,07	0,19
18	Рублёвское ш., Минская ул., ул. Обручева, Балаклавский просп.	0,07	0,22
19	Бульварное кольцо	0,10	0,16
20	Садовое кольцо	0,10	0,18
21	Третье транспортное кольцо	0,08	0,30
22	Московская кольцевая автомобильная дорога	0,08	0,24

Результаты обследования транспортных магистралей и дорог в крупных населённых пунктах, находящихся на территории ТиНАО, представлены в таблице 2.1.8. Значения МЭД на автомагистралях ТиНАО находятся в диапазоне 0,05 – 0,22 мкЗв/ч, при среднем значении 0,09 мкЗв/ч. Среднее значение МЭД дорог в крупных населённых пунктах ТиНАО по данным АГС составляет 0,08 мкЗв/ч, максимальное значение – 0,16 мкЗв/ч.

Мощность дозы на обследованных маршрутах в Троицком и Новомосковском АО в 2016 г. (данные ФГУП «Радон»)

Название магистралей и объектов, находящихся на территории АО	МЭД, мкЗв/ч	
	среднее	максимальное
Боровское шоссе	0,08	0,22
Варшавское шоссе	0,09	0,16
Калужское шоссе	0,07	0,17
Киевское шоссе	0,11	0,16
Федеральная трасса А 107 (Московское малое кольцо)	0,09	0,16
г. Троицк	0,09	0,16
г. Щербинка	0,08	0,16
пос. Мосрентген	0,08	0,15

Максимальные значения МЭД на дорогах ТиНАО не превышают контрольного уровня для дорожных покрытий общегородских территорий [3].

Анализ радиационно-экологической обстановки в Москве за 2016 г. показал, что значения контролируемых параметров радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды находились в пределах многолетних колебаний техногенного фона столицы.

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 о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2016 г. приведены в табл. 2.1.9 и 2.1.10.

Из табл. 2.1.9 видно, что в ФЭИ в 2016 г. по сравнению с 2015 г. выбросы всех радионуклидов, за исключением ^{137}Cs , ^{109}Cd и $^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$, уменьшились: для ^{57}Co – в 1,1 раза; для ^{65}Zn – в 4,6 раза; для ^{90}Sr – в 2,3 раза. Годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,3 % (^{90}Sr) до 19,6% (^{137}Cs) от допустимых выбросов.

Таблица 2.1.9

Выбросы радионуклидов в атмосферу ФЭИ, Бк/год

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{57}Co	$5,6 \cdot 10^8$	$8,1 \cdot 10^6$	$9,1 \cdot 10^6$	$- 1,0 \cdot 10^6$
^{65}Zn	$2,3 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$	$- 1,8 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$2,5 \cdot 10^8$	$7,4 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^6$	$- 9,6 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$3,2 \cdot 10^8$	$6,3 \cdot 10^7$	$6,5 \cdot 10^6$	$+ 5,7 \cdot 10^7$
$^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$	$6,1 \cdot 10^7$	$5,2 \cdot 10^6$	$4,2 \cdot 10^6$	$+ 1,0 \cdot 10^6$
^{109}Cd	$4,4 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^6$	$4,3 \cdot 10^6$	$+ 0,2 \cdot 10^6$

Выбросы филиала НИФХИ в 2016 г. (табл. 2.1.10) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 12,4 % (^{135}I) до 42,5 % (^{135}Xe) от допустимых выбросов, за исключением ^{131}I , ^{132}I , ^{133}I и ^{41}Ag , значения которых превысили допустимые выбросы в 1,1-1,8 раза. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2016 г. также увеличился в 1,1 раза по сравнению с 2015 г. и составил $3,3 \cdot 10^{12}$ Бк.

В связи с выводом из эксплуатации основных радиационно опасных участков в ФЭИ 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. Филиалом НИФХИ значимых радиоактивных сбросов в р. Протву в 2016 г. не производилось.

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

Таблица 2.1.10

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2013г.	2012г.
¹³¹ I	7,8·10 ¹¹	1,4·10 ¹²	8,5·10 ¹¹	1,6·10 ¹¹	1,2·10 ¹¹	2,8·10 ¹¹
¹³² I	7,1·10 ¹¹	1,0·10 ¹²	1,6·10 ¹²	9,1·10 ¹⁰	3,6·10 ¹⁰	1,9·10 ¹¹
¹³³ I	5,0·10 ¹¹	8,8·10 ¹¹	4,4·10 ¹¹	2,1·10 ¹⁰	1,1·10 ¹⁰	9,0·10 ¹⁰
¹³⁵ I	3,7·10 ¹¹	4,6·10 ¹⁰	4,6·10 ¹⁰	2,7·10 ⁸	6,3·10 ⁷	3,3·10 ⁹
⁴¹ Ar	1,5·10 ¹⁴	1,7·10 ¹⁴	7,8·10 ¹³	4,5·10 ¹³	2,5·10 ¹³	5,7·10 ¹³
^{85m} Kr	7,8·10 ¹³	1,4·10 ¹³	2,2·10 ¹³	2,7·10 ¹²	5,2·10 ¹²	2,3·10 ¹³
¹³³ Xe	5,2·10 ¹⁴	1,6·10 ¹⁴	2,5·10 ¹⁴	2,4·10 ¹³	9,1·10 ¹³	2,5·10 ¹⁴
¹³⁵ Xe	4,0·10 ¹⁴	1,7·10 ¹⁴	2,2·10 ¹⁴	1,9·10 ¹³	5,0·10 ¹³	2,5·10 ¹⁴

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. 2.1.6 соответственно) проводят службы внешней дозиметрии ФЭИ и филиала НИФХИ. Радиационный мониторинг в г. Обнинске проводит ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» (рис. 2.1.6), в 100-км зоне вокруг Обнинска – Центральное УГМС (рис. 2.1.7).

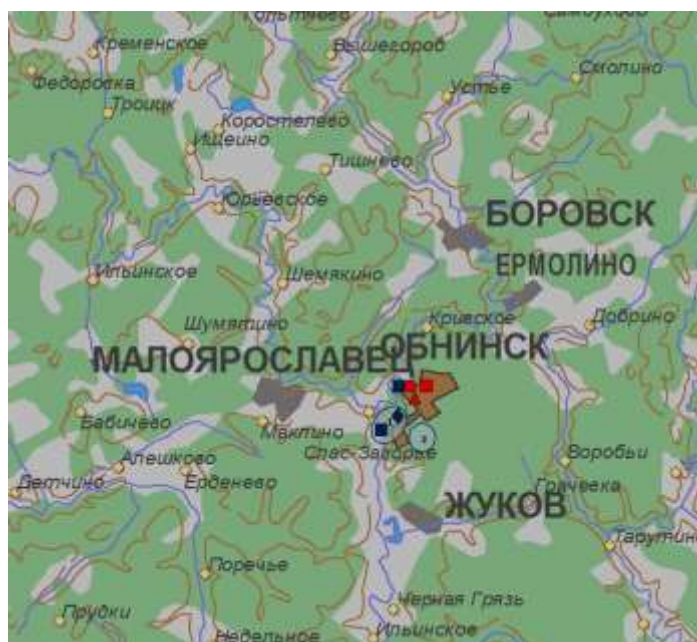


Рис. 2.1.6. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

- НПО «Тайфун»: ФЭИ:
- – наблюдения за γ-фоном;
 - ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
 - – наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ);
 - ◆ – отбор проб поверхностных вод.

В 2016 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 суточной экспозицией с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м³/ч;

- содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в почве, растительности, воде р. Протвы 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 УВФ-2 производительностью 800 м³/ч, установленной на территории ВММ НПО «Тайфун» (примерно центр города, в 4–5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ). Пробы отбираются на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (для улавливания радиоактивного 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 2016 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (см. рис. 2.1.7):

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в 5 пунктах;
- за величиной МЭД в 7 пунктах наблюдения.

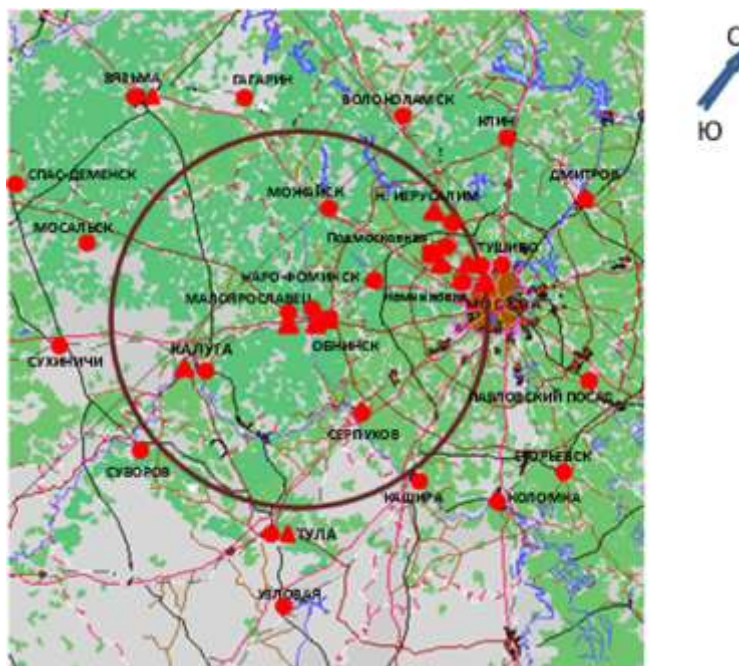


Рис. 2.1.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

- – 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 СЗЗ ФЭИ в 2016 г. была в 3,4 раза выше, чем в ЗН ($84 \cdot 10^{-5}$ и $25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно), при допустимом значении для предприятия 2,7 Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в ЗН практически совпадала с объемной $\Sigma\beta$ в центре города (см. табл. 2.1.11) Объемная $\Sigma\alpha$ в воздухе СЗЗ была в 2,5 раза ниже, чем в ЗН, и составляла $36 \cdot 10^{-5}$ и $91 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, при допустимом значении 0,04 Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ ФЭИ ($4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была в 116,7 раз выше средневзвешенной объемной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 49 раз выше, чем в центре г. Обнинска (табл. 2.1.12). Наблюдаемые объемные активности ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ФЭИ на шесть порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99/2009 [7]. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ ФЭИ составила $6,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 829,2 раза выше средневзвешенной объемной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 380 раз выше, чем в центре города (табл. 2.1.12), но на пять 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 2016 г. приведены в табл. 2.1.11.

Из табл. 2.1.11 видно, что среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,7 до 1,4 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 2,5–6,8 Бк/м²-сутки. Среднее за год значение $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 0,9 Бк/м²-сутки, что в 1,3 раза ниже значения 2015 г. и в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2016 г. (1,1 Бк/м²-сутки).

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.11) в 2016 г., по данным НПО «Тайфун», колебалась в пределах $(17,5-46,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение ($26,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) увеличилось в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом. Наблюдаемая в 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска в 2,8 раза выше, чем в п. Подмосковная (табл. 2.1.11), расположенном в 100-км зоне РОО г. Обнинска на расстоянии 85 км, и в 1,7 раза выше средневзвешенной объемной активности в Центре ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в центре г. Обнинска в 2016 г., как и в предыдущие годы, регулярно регистрировались ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, изотопы плутония и ¹³¹I.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs, ²³⁸Pu, ^{239,240}Pu, ⁹⁰Sr и ¹³¹I в воздухе в 2016 г. (см. табл. 2.1.12 [5]) уменьшились в сравнении с предыдущим годом в 1,5, 3,5, 3,3, 1,9 и 1,5 раза соответственно. Однако, средняя за год объемная активность ¹³⁷Cs составила $8,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,2 раза выше, чем в п. Подмосковная ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,4 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР в 2016 г. ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила $1,81 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 4 раза выше, чем в п. Подмосковная ($0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,2 раза выше средневзвешенной объемной активности ⁹⁰Sr для Центра ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ²³⁸Pu и ^{239,240}Pu в Обнинске в 6,1 и 4,3 раза выше соответственно, чем в Курске, расположенном в 40 км от Курской АЭС.

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 г. Обнинска в 2016 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н. Иерусалим	Тушино	Подмосковная		Центр ЕТР		
		Р	Р	Р	q	Р	Р	Р	q	Р	q	
Январь	с	0,7	0,5	1,0	46,8	1,2	1,0	1,0	9,7	1,3	19,9	
	м	4,2	1,3	4,1	71,6	4,7	3,6	2,7	20,2			
Февраль	с	0,9	0,5	0,8	20,4	0,8	0,8	1,4	6,4	1,3	12,4	
	м	6,5	1,2	2,9	41,4	2,1	2,1	6,8	17,4			
Март	с	0,6	0,9	1,0	24,5	0,8	0,7	0,7	8,3	1,3	14,3	
	м	2,5	2,6	3,8	58,3	4,2	1,1	1,4	21,6			
Апрель	с	0,6	1,1	0,8	24,4	0,9	0,9	1,1	8,2	1,4	16,6	
	м	3,1	3,8	3,2	48,8	2,9	1,7	6,2	20,3			
Май	с	0,6	1,3	0,9	24,1	0,8	0,9	0,7	15,1	1,2	19,3	
	м	2,6	3,5	2,5	42,5	1,3	2,0	1,7	33,7			
Июнь	с	0,4	1,3	1,4	20,4	0,9	0,8	0,8	11,2	1,0	17,4	
	м	0,7	3,6	6,8	43,3	1,7	1,4	1,3	21,2			
Июль	с	0,5	1,2	1,0	35,0	0,9	0,7	0,9	17,4	1,2	21,4	
	м	1,7	2,3	3,0	360,6	2,6	1,6	2,2	37,0			
Август	с	0,4	0,9	1,3	24,6	0,9	0,8	1,0	10,2	1,0	20,5	
	м	0,7	4,3	5,1	49,3	1,8	1,7	3,0	21,1			
Сентябрь	с	0,5	0,5	0,8	18,4	0,8	1,1	0,9	4,8	1,1	13,3	
	м	0,9	1,3	3,0	51,4	4,0	3,3	3,5	10,4			
Октябрь	с	0,4	0,7	1,2	29,0	0,7	0,8	0,7	11,7	0,9	14,6	
	м	1,5	2,3	5,3	70,0	1,8	1,9	1,9	23,0			
Ноябрь	с	0,4	0,7	1,0	34,8	0,5	0,5	0,4	8,9	0,9	14,0	
	м	1,1	3,4	3,8	94,3	0,9	0,8	1,4	21,4			
Декабрь	с	0,3	0,8	0,7	17,5	0,3	0,3	0,3	3,9	0,8	9,3	
	м	0,9	2,4	2,5	65,0	1,0	0,7	0,7	15,8			
Среднее:												
2016 г.		0,5	0,7	0,9	26,7	0,8	0,8	0,8	9,7	1,1	16,1	
2015 г.		0,8	0,9	1,2	25,3	1,0	1,0	0,9	11,6	1,3	16,1	
Сумма, Бк/м ² ·год:												
2016 г.		191,6	270,7	362		285,5	285,5	300		413,6		
2015 г.		292	328	438		365	365	328		474		

Примечание: * – данные НПО «Тайфун».

Тем не менее, зарегистрированные объемные активности радионуклидов были на пять–семь 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⁺²⁴⁰Pu – 2,5·10⁻³ Бк/м³, для ²³⁸Pu – 2,7·10⁻³ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – 2,7 Бк/м³.

Таблица 2.1.12

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		
	2016г.	2015г.	2014г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	2016г.	2015г.	
Январь	11	8,0	8,0	11,0	0,6	10,0	2,0	0,94	0,46	2,4	5,1	170	174	
Февраль	6,4	12	7,0	3,1	2,8	4,6	123,2	0,63	0,69	23	1,4	180	195	
Март	3,7	21	6,3	9,0	16,3	10,0	20,8	0,73	2,66	62,5	4,1	160	235	
Апрель	7,5	10	10	1,0	11,1	8,0	4,6	1,36	2,19	7,9	5,9	280	285	
Май	12	13,5	9,1	2,3	24,5	10,5	4,9	8,05	1,28	1,7	30,6	740	415	
Июнь	4,2	17	6,9	2,3	17,7	4,2	49,2	0,94	1,28	30,9	1,53	291	462	
Июль	1,7	9	5,0	0,7	28,01	7,0	18,0	0,88	1,19	7,9	9,5	360	344	
Август	2,7	11	6,8	5,8	30,71	9,1	10,12	1,24	1,19	127	1,4	305	380	
Сентябрь	1,5	7,3	7,9	≤0,02	22,3	5,2	7,60	0,97	1,19	4,0	62,2	167	292	
Октябрь	5,4	30	97	4,2	23,8	14,5	67,4	2,18	9,68	50,4	2,5	217	205	
Ноябрь	38	8,3	12	11,5	7,06	4,8	7,94	1,09	9,68	30,8	444	488	153	
Декабрь	8,5	8,2	12	3,3	3,83	10,8	8,05	2,69	9,68	26,1	10,3	107	141	
Среднее		8,6	12,9	15,7	4,5	15,7	8,2	27,0	1,81	3,43	31,2	48,2	289	273

В 2016 г. отношение среднегодовых объемных активностей $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ было равно 0,55, что почти в 11 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, в основном, местным техногенным источником – ФЭИ.

Регистрация радиоактивного йода в приземном слое атмосферы г. Обнинска обусловлена местным источником – Филиалом НИФХИ. Необходимо отметить, что количество случаев регистрации радиойода в центре города от года к году растет, а среднегодовое содержание его в воздухе в последние два года увеличилось на порядок по сравнению с предыдущим периодом наблюдений. В 2016 г. наблюдалось самое большое количество случаев регистрации ^{131}I – 111 случаев (в 2010-2015 гг. – от 21 до 93 случаев за год). В связи с аномально высокими выбросами ^{131}I (с превышением допустимого выброса), среднегодовая объемная активность ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска составила $3,1 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ и была на 4 порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I . Эта величина незначительно ниже значения предыдущего года ($4,8 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³), которое является максимальным за все время наблюдений, начиная с 1984 г.

Максимальное содержание ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска в 2016 г. наблюдалось 01-02 августа и составляло $3,4 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³, что всего на 2 порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I (ДОНАС = 7,3 Бк/м³ в соответствие с НРБ-99/2009 [7]). До 2016 г. за весь период наблюдений самые высокие зафиксированные среднесуточные объемные активности ^{131}I в г. Обнинске были на один-два порядка ниже: в 1992 г. в феврале – $7,36 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³; в 1994 г. в марте – $1,4 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³; в 1995 г. в феврале – $1,95 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³. Все наблюдавшиеся в этот период среднесуточные объемные активности были на 2-5 порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{131}I для населения в соответствие с НРБ-99/2009. Исключение составляет случай, зарегистрированный в ноябре 2015 г., когда содержание ^{131}I составляло $1,1 \cdot 10^{-1}$ Бк/м³ всего на один порядок ниже норматива.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска определялись ^7Be , ^{40}K и ^{22}Na . Среднегодовая объемная активность ^7Be в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2016 г. составляла $289 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность ^{40}K в 2016 г. изменялась в диапазоне ($< 0,1-1,5$) $\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $0,69 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня 2015 г. ($0,91 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В феврале, апреле, июле и августе в пробах аэрозолей регистрировался ^{22}Na с объемной активностью в диапазоне $(0,017-0,03) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В табл. 2.1.13 приведены данные о выпадениях ^{137}Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ^{137}Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области.

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (табл. 2.1.13) в 2016 г. уменьшились в 1,4 раза и составили 0,65 Бк/м²·год. В Обнинске сумма выпадений ^{137}Cs в 2016 г. увеличилась в 2,3 раза и составила 5,1 Бк/м²·год, что в 7,8 раза выше региональных фоновых выпадений и 23,2 раза выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs на территории Центра ЕТР ($0,22$ Бк/м²·год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В табл. 2.1.13 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в п. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате

аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений ^{137}Cs в п. Жиздра в 2016 г. ($2,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) уменьшилась в 1,2 раза и в 1,8 раз ниже, чем в г. Обнинске.

Таблица 2.1.13

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

Месяц	Обнинск, Бк/м ² ·месяц			Фон*, Бк/м ² ·квартал			Жиздра, Бк/м ² ·месяц		
	2016	2015	2014	2016	2015	2014	2016	2015	2014
Январь	0,11	0,11	0,25	} 0,12	} 0,21	} 0,13	0,084	0,3	< 0,12
Февраль	0,01	0,07	0,13				0,28	0,18	0,33
Март	0,01	< 0,02	0,24				0,55	0,03	0,7
Апрель	0,22	0,19	0,26	} 0,17	} 0,32	} 0,19	0,37	0,28	0,1
Май	0,56	0,9	0,034				0,1	0,36	0,3
Июнь	0,22	< 0,19	< 0,01				0,26	0,4	0,13
Июль	0,097	< 0,1	< 0,01	} 0,28	} 0,14	} 0,12	0,42	0,15	0,25
Август	0,1	0,1	< 0,01				0,2	0,45	0,085
Сентябрь	0,1	0,12	0,075				0,088	0,56	0,054
Октябрь	0,01	0,23	0,31	} 0,008	} 0,21	} 0,10	0,2	0,4	< 0,01
Ноябрь	3,61	< 0,1	< 0,01				0,12	0,3	0,056
Декабрь	0,1	< 0,1	0,05				0,12	< 0,01	0,15
Сумма за год, Бк/м ² ·год	5,1	2,23	1,39	0,65	0,88	0,54	2,8	3,4	2,3

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

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2016 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида ^7Be в 2016 г. изменялись в диапазоне $16,5 - 115,0 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$, составив за год 737 Бк/м^2 . Выпадения природного ^{40}K составили $38,4 \text{ Бк/м}^2$, изменяясь от $< 0,1$ до $7,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$.

Повышенное по сравнению с фоновыми уровнями содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu в приземном слое атмосферы г. Обнинска, регистрация ^{131}I 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 2016 г. показал, что объемная $\Sigma\beta$ в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,1 до 0,5 Бк/л, в ЗН – от 0,1 до 11 Бк/л. Объемные $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в воде р. Протва составляли 0,16 и 0,15 Бк/л и не превышали контрольных уровней для питьевой воды 0,2 Бк/л для $\Sigma\alpha$ и 1,0 Бк/л для $\Sigma\beta$ в соответствии с НРБ 99/2009.

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития. 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 в г. Обнинске на территории НПО «Тайфун» в 2016 г. показало, что содержание трития в питьевой воде с марта по ноябрь варьировало в пределах (табл. 2.1.14) от 5,7 до 16,1 Бк/л при среднем значении 10,6 Бк/л, что примерно на два порядка ниже УВ [7] и в 5,6 раза выше среднего содержания трития в пресных водах рек ЕТР (1,9 Бк/л) [5].

Таблица 2.1.14

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

2016 г.		2015 г.	
Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
январь	11,04	18.03	6,9
февраль	15,15	15.06	10,4
апрель	8,83	24.07	16,1
май	12,49	12.08	14,6
июнь	9,94	21.09	7,4
август	13,74	21.10	12,9
сентябрь	12,11	22.11	5,7
октябрь	14,74		
ноябрь	6,96		
декабрь	7,61		
Среднее	11,3	Среднее	10,6

Динамика изменения среднегодового содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун» с 1997 г. представлена на рис. 2.1.8 [4-6, 11-14]. Из рисунка видно, что содержание трития в воде постепенно снижается. За указанный период оно уменьшилось примерно в 8 раз. Максимальное измеренное разовое содержание трития было зарегистрировано в 1999 г. и составляло 150 Бк/л, минимальное – 4 Бк/л зарегистрировано в 2005 г.

Содержание $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ и ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, составило 660 и 580 Бк/кг соответственно, а $\Sigma\alpha$ в СЗЗ и ЗН – 190 и 380 Бк/кг соответственно. Содержание $\Sigma\beta$ в растительности в СЗЗ составило 450 Бк/кг, а в ЗН – 400 Бк/кг. Содержание $\Sigma\alpha$ в растительности в СЗЗ составило 250 Бк/кг, а в ЗН – 270 Бк/кг. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ФЭИ составляла 4 и 1,5 Бк/м²·год соответственно.

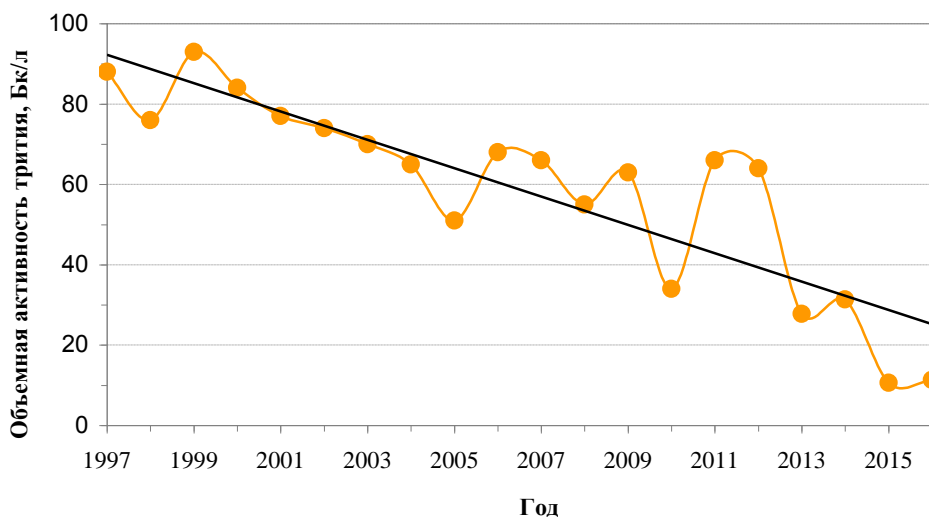


Рис. 2.1.9. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун»

Среднегодовые значения МЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.7) в 2016 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: Малоярославец – 0,14 мкЗв/ч, Можайск – 0,11 мкЗв/ч, Наро-Фоминск – 0,11 мкЗв/ч, Немчиновка – 0,10 мкЗв/ч, Москва – 0,11 мкЗв/ч, Новый Иерусалим – 0,12 мкЗв/ч, Подмосковная – 0,12 мкЗв/ч, Ка-

луга – 0,12 мкЗв/ч, Серпухов – 0,10 мкЗв/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

Вызывает беспокойство постоянная регистрация в приземном слое атмосферы г. Обнинска радиойода, а также увеличение содержания и количества случаев его появления в воздухе в 2016 г.

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

Наблюдавшиеся в 2016 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 ^{131}I , отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона, на повышенное по сравнению с фоновыми уровнями радиоактивное загрязнение атмосферы ^{137}Cs , ^{90}Sr , 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 2016 г. была стабильной. Однако РОО, расположенные на территории округа, оказывают влияние на загрязнение воздуха техногенными радионуклидами. В пунктах, находящихся в 100-км зонах некоторых РОО или на загрязненной территории, объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР, но на 5-7 порядков ниже допустимых уровней в соответствии с НРБ99/2009.

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: Республики Карелия и Коми, Архангельская, Вологодская, Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Калининградская области и Ненецкий автономный округ. Санкт-Петербург является центром округа. 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 соответственно. 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.

Организация 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): 173 пунк-

та наблюдений по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы (ежедневно); 32 пункта по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов с экспозицией—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 пресных вод для анализа на тритий; 9 пунктов по отбору проб поверхностных пресных вод для анализа на содержание ^{90}Sr , 6 пунктов по отбору проб морской воды на содержание ^{90}Sr . Кроме того, в 10 точках Двинского залива Белого моря отбираются пробы морского грунта для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов.

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 ^{90}Sr проводится в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун».

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным ежедневных измерений в течение 2016 г. на территории СЗФО мощность амбиентного эквивалента дозы (МЭД) находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от 0,06 до 0,23 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД в 2016 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.

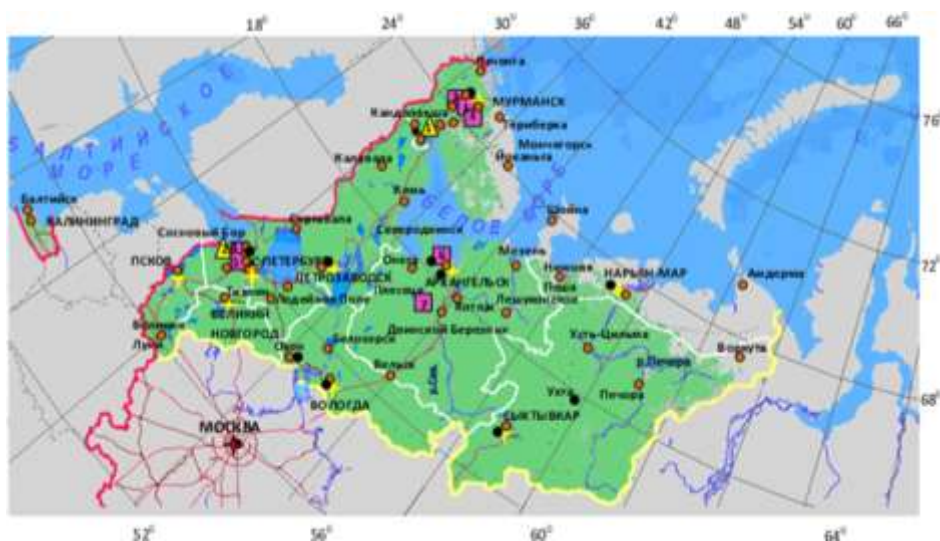


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

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

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах СЗФО в 2016 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Республика Карелия	19	0,09	0,13 (Энгозеро, Паданы)
Республика Коми	18	0,11	0,20 (Кожим Рудник)
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	44	0,11	0,20 (Емецк)
Вологодская область	14	0,12	0,19 (Нюксеница, Тотьма)
Калининградская область	7	0,11	0,17 (Калининград)
Ленинградская область	22	0,10	0,17 (Выборг, Гогланд, Озерки)
Мурманская область	31	0,11	0,23 (Териберка)
Новгородская область	7	0,09	0,16 (Охоны)
Псковская область	7	0,10	0,15 (Великие Луки, Гдов)
Санкт-Петербург	4	0,11	0,16 (Санкт-Петербург)
СЗФО	173	0,10	0,23

* - в скобках указаны пункты в субъектах СЗФО, в которых было измерено максимальное значение МЭД

Среднегодовое значение МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны Ленинградской АЭС изменялись от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МЭД по СЗФО в 2016 году составило 0,10 мкЗв/ч.

Приземная атмосфера

На территории СЗФО из 11 субъектов только в 8 имеются пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ. Пункты наблюдения Мурманск, Зашеек, Санкт-Петербург, Архангельск, Северодвинск, Охоны расположены в 100-км зонах РОО, и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источников. Остальные пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями воздуха расположены в фоновых районах. Поэтому данные по объемной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно. В табл. 2.2.2 приведены среднегодовые значения объемной активности радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах наблюдения СЗФО в 2014–2015 гг.[4,5].

В 2016 г. уменьшились по сравнению с 2015 г. среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в п.п. Вологда – в 1,7 раз, Архангельск – в 1,3 раза, Нарьян-Мар – в 2,3 раза, Северодвинск – в 1,1 раза. Увеличение среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs произошло в остальных пунктах СЗФО в 1,3-1,5 раза, в д. Охоны и г. Ухта уровень среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs остался таким же как и в 2015 г.

Максимальная среднегодовая объемная активность наблюдалась в г. Мурманске, на территории которого расположены РОО (подробнее см. 2.2.2.).

Среднегодовое значение объемной активности ¹³⁷Cs по всему СЗФО осталось на уровне 2015 г. без учета значений по Мурманску и составило $3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, с учетом значений по Мурманску – $3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. На рис. 2.2.2 представлена динамика среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs на территории СЗФО в 2005–2016 гг. Пик на рис. 2.2.2 связан с аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г.

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в 2016г. (табл.2.2.2) в Санкт-Петербурге и Охонах по сравнению с 2015 г. уменьшились в 1,2-2,0 раза. В остальных пунктах СЗФО объемная активность ⁹⁰Sr

увеличилась в 1,3-1,9 раз. Осредненные по всей территории СЗФО объемные активности ^{90}Sr последние три года остаются на одном уровне.

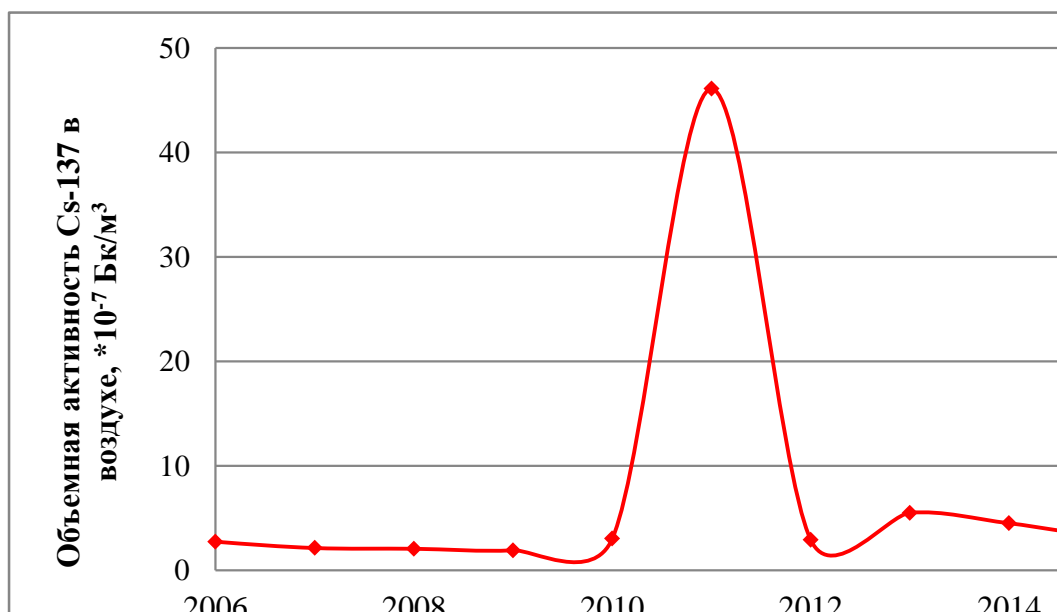


Рис. 2.2.2. Динамика объемной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2006–2016 гг.

Таблица 2.2.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Мурманская область						
Мурманск	10,7	1,5 ¹⁾	0,5 ²⁾	0,61	0,26 ¹⁾	0,08
Кандалакша	н/р	н/р	2,1	н/р	н/р	0,13
Зашеек	1,4	1,1	1,3	0,31	0,19	0,22
Республика Коми						
Сыктывкар	5,0	3,5	7,2	0,63	0,50	0,65
Ухта	5,7	5,6	4,8	0,27	0,16	0,15
Ленинградская область и г. Санкт-Петербург						
Санкт-Петербург	4,1	2,7	4,6	0,85	1,06	0,76
Петрозаводск	3,2	2,2	4,4	1,18	0,87	1,65
Вологодская область						
Вологда	1,2	2,0	9,2	0,74	0,57	0,39
Архангельская область						
Архангельск	1,8	2,3	2,2	1,18	1,14	1,19
Северодвинск	5,8	6,6	8,6	1,02	0,54	0,63
Нарьян-Мар	2,1	4,8	3,8	0,14	0,10	0,11
Новгородская область						
Охоны	2,1	1,9	6,0	0,41	0,82	0,68
Среднее по округу	3,9	3,3³⁾	4,6	0,7	0,6³⁾	0,6

Примечания: ¹⁾ – данные за ноябрь и декабрь; ²⁾ – данные за 9 месяцев: с января по сентябрь;

³⁾ – данные по Мурманску в расчете среднего значения по округу не учитывались; н/р – станция не работала.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2016 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения ($< 0,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). 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 2016 г., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Республика Карелия	0,40	0,29	0,24
Республика Коми	0,21	0,22	0,20
Архангельская область	0,21	0,22	0,20
Ненецкий автономный округ*	0,21	0,22	0,20
Вологодская область	0,21	0,22	0,20
Калининградская область	0,20	0,89	< 0,74
Ленинградская область	0,40	0,29	0,24
Мурманская область*	0,25	0,38	0,36
Новгородская область	0,40	0,29	0,24
Псковская область	0,40	0,29	0,24
Санкт-Петербург	0,40	0,29	0,24
Среднее для СЗФО	0,30	0,33	0,28
Средневзвешенное для Севера ЕТР	0,27	0,25	0,21
Средневзвешенное для Заполярья	0,32	0,28	0,18

Примечание: * – субъекты, расположенные в Заполярье.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, в 2016 г. значения годовых атмосферных выпадений ^{137}Cs ниже средневзвешенного значения для Заполярья ($0,32 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$): на территории Мурманской области ($0,25 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) – в 1,3 раза, Ненецкого автономного округа ($0,21 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) – в 1,5 раза. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях годовые выпадения ^{137}Cs составили $0,21 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, в Республике Карелия, Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г. Санкт-Петербурге – $0,40 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 1,5 раза выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs для Севера РФ.

Средние выпадения ^{137}Cs за год на территории СЗФО в 2016 г. ($0,30 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) незначительно уменьшились по сравнению с предыдущим годом ($0,33 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$).

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений ^{137}Cs на территории округа в период с 2007 по 2016 гг.

Поверхностные воды

На территории СЗФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в речных, озерных, и морских водах, содержанием ^{137}Cs в морских грунтах, 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 2016 г.

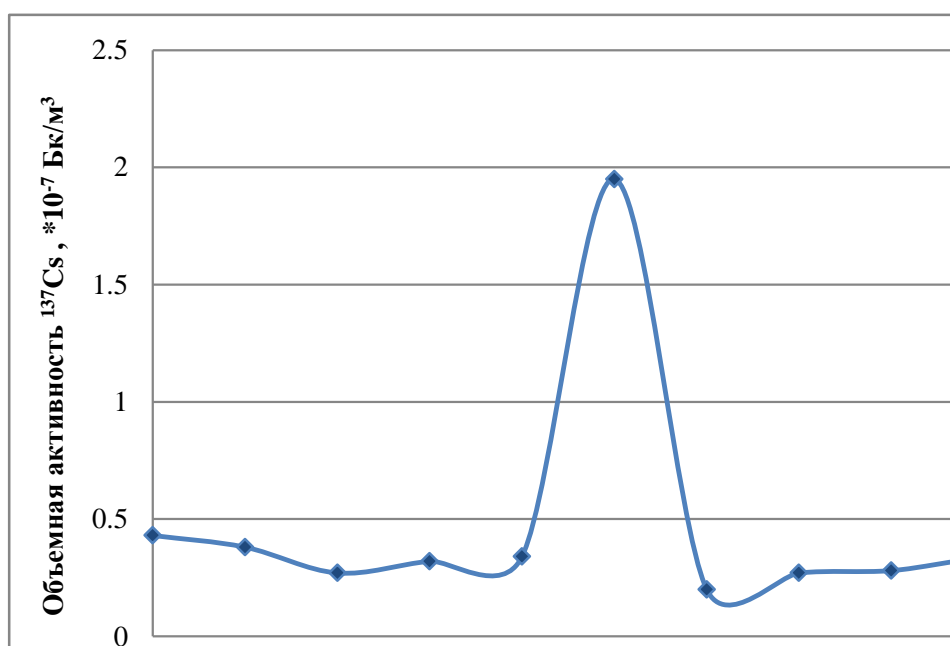


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений ^{137}Cs на территории СЗФО в 2006–2016 годах

Из табл. 2.2.4 видно, что среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в реках и озерах СЗФО в 2016 г. остались на уровне 2015 г., либо уменьшились. Наиболее заметное уменьшение наблюдалось для оз. Онежское и р. Нева – в 2,3 и 1,7 раз соответственно.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках Нева и Онега превышали среднее значение по рекам ЕТР (4,3 мБк/л) в 1,4 раза и 1,2 раза соответственно. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2016 г. составила 2,5 и 2,7 мБк/л соответственно. Аналогичный параметр в 2002–2015 гг. для Баренцева моря изменялся от 1,8 до 3,6 мБк/л, а для Белого моря – от 2,6 до 4,4 мБк/л. Таким образом, содержание ^{90}Sr в поверхностных водах Белого и Баренцевого морей в 2016 г. находилось в пределах колебаний уровней предшествующих лет.

Таблица 2.2.4

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

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2016	2015	2014
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа (2 точки отбора)	3,1	7,3	6,5
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	2,3	2,2	2,9
	оз. Имандра	Зашеек	1,9	2,3	2,5
Архангельская область	р. Сев.Двина	Архангельск (п.Соломбала)	5,3	5,8	6,9
	р. Мезень	Дорогорское	3,2	4,2	4,5
	р. Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	5,3	5,9	7,4
Ненецкий автономный округ	р. Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор.Порт)	3,4	3,6	3,4
Ленинградская область	р. Нева	Новосаратовка	5,9	10,0	9,7
Среднее по рекам ЕТР			4,3	5,2	5,5

Среднегодовая объемная активность трития в р. Печора на территории Ненецкого автономного округа и в р. Северная Двина в Архангельской области в 2016 г. составила 1,5 и 1,1 Бк/л соответственно, что ниже среднего значения за год для основных рек России – 1,7 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по тритию в указанных реках в 2016 г. и в предыдущие годы (2002–2015) 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 2016 г., составили 1,5; 1,3; 1,3 и 1,4 Бк/л соответственно и были ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2016 г. – 1,7 Бк/л. Суммарные годовые выпадения трития на территорию СЗФО в 2016 г. составили 791 Бк/м².

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях есть территории, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2017г. [3] в Ленинградской области 4 пункта имеют плотность загрязнения территории ¹³⁷Cs 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, 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 2016 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 с экспозицией одни сутки;
- радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях в Архангельске и Онеге (рис. 2.2.4);
- содержания трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (п. Соломбала);
- содержания ⁹⁰Sr в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала), а также в Белом море – в 5 точках;
- содержания γ -излучающих радионуклидов в донных отложениях 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 дозы гамма-излучения ежедневно на шести стационарных пунктах (рис. 2.2.4).
- ежедневного контроля за радиационной обстановкой с использованием системы АТ АСКРО.



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 (рис.2.2.5). В 10 точках Двинского залива осуществлялся контроль за содержанием ^{137}Cs в морских грунтах.

Измерение $\Sigma\beta$ 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 НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2016 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 2.2.5. Из табл. 2.2.5 видно, что в 2016 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(2,5-7,2)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(3,7-13,1)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении в Архангельске $4,5\cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Северодвинске $6,7\cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В Северодвинске среднегодовая объемная активность незначительно превышала, как и в предыдущие годы, среднее значение по Северному УГМС.

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 2016 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,2	2,5	0,6	3,7	0,7	4,9
	м	4,1	85	2,1	11,5	4,1	31,8
Февраль	с	0,8	4,4	0,7	4,7	0,8	4,7
	м	3,14	10,3	2,5	13,0	4,7	20,6
Март	с	0,9	4,6	0,7	5,6	0,8	5,4
	м	2,5	8,9	2,1	12,5	7,8	23,2
Апрель	с	1,1	6,1	0,4	9,5	0,7	6,1
	м	5,9	15,9	2,6	25,8	5,9	25,8
Май	с	1,1	7,2	0,6	13,1	0,7	9,1
	м	4,7	18,6	2,6	77,0	7,4	77,0
Июнь	с	0,5	3,9	0,5	8,5	0,5	6,2
	м	1,7	10,4	1,4	23,1	2,8	23,7
Июль	с	0,4	5,7	0,6	7,3	0,5	7,1
	м	1,4	14,8	1,8	26,2	3,7	26,2
Август	с	0,7	6,0	0,8	8,1	0,7	6,8
	м	4,2	11,2	2,9	18,8	6,0	28,4
Сентябрь	с	0,5	3,2	0,7	3,8	0,6	4,4
	м	1,7	8,1	2,4	12,4	6,3	19,8
Октябрь	с	0,4	4,4	0,5	5,2	0,7	4,7
	м	2,4	15,2	1,7	14,4	5,2	22,8
Ноябрь	с	1,1	3,5	0,7	5,7	0,9	6,5
	м	3,7	9,5	2,1	19,4	8,5	52,2
Декабрь	с	0,8	2,8	1,3	5,5	0,8	4,4
	м	2,5	10,5	5,1	13,4	9,6	20,4
Среднее:	2016 г.	0,8	4,5	0,7	6,7	0,7	5,9
	2015 г.	0,8	4,3	0,7	6,0	0,7	4,8
	2014 г.	1,0	4,9	0,8	5,7	0,7	5,0

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2016 г., а также динамика изменения этих величин за период 2014–2016 гг. приведены в табл. 2.2.6.

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	2014	2,0	2,0	3,9	0,9	2,2	5,4
	2015	1,7	2,5	3,7	1,2	2,3	3,3
	2016	1,5	2,1	2,3	1,3	1,8	4,0
Северодвинск	2014	8,8	18,0	1,6	6,0	8,6	5,4
	2015	3,0	21,0	2,2	0,2	6,6	3,3
	2016	1,4	1,5	13,0	7,2	5,8	4,0
^{90}Sr							
Архангельск	2014	1,2	1,1	0,9	1,5	1,2	0,5
	2015		1,5*		0,8*	1,1	0,8
	2016		1,1*		1,3*	1,2	0,8
Северодвинск	2014	0,4	0,8	1,0	0,3	0,6	0,5
	2015		0,5*		0,6*	0,5	0,8
	2016		1,3*		0,7*	1,0	0,8

Примечание: * – данные за полугодие.

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2016 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске – $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске в III квартале – $13,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. в г. Северодвинске ниже, чем в 2015 г., но в 1,5 раза выше средневзвешенного значения по Северу ЕТР ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в Архангельске в 2016 г. была на уровне предыдущего года и составляла $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР. В Северодвинске среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2016 г. увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 2 раза ($1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) при средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР равной $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В г. Северодвинске в 2016 г., как и в предшествующие годы, объемная активность ^{90}Sr была ниже, чем в г. Архангельске.

Указанные значения объемных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs 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 $\Sigma\beta$ в 2016 г. (табл. 2.2.5) изменялись в пределах (0,4-1,2) Бк/м²сутки в Архангельске и (0,4-1,3) Бк/м²сутки в Онеге при среднегодовых значениях 0,8 и 0,7 Бк/м²сутки соответственно, что находится на уровне среднего значения для территории ответственности Северного УГМС. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) не отмечалось.

В 2016 г. средние годовые выпадения ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС составляли $0,21$ Бк/м²·год (табл. 2.2.3), что ниже среднего значения по территории СЗФО ($0,30$ Бк/м²·год) и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2016 г. ($0,27$ Бк/м²·год).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2016 г. составили 833 Бк/м²·год при годовом количестве осадков 545 мм. Месячные выпадения трития изменялись от 27,6 Бк/м²·месяц (октябрь) до 263,5,0 Бк/м²·месяц (июль). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2016 г. изменялась в диапазоне от 0,78 до 2,19 Бк/л при среднегодовом значении 1,48 Бк/л, что меньше среднего значения по территории России (1,7 Бк/л).

По данным ежедневных измерений среднемесячные значения МЭД в шести пунктах, расположенных в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска, в течение года были на уровне естественного радиационного фона и колебались в пределах 0,08–0,14 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч. По поступающим с постов автоматического контроля АТ АСКРО данным МЭД гамма-излучения в течение года не превышала 0,25 мкЗв/ч.

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 2016 г. уменьшились по сравнению с 2015 г. В Северной Двине и Онеге среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила 5,3 мБк/л, что в 1,2 раза выше среднего значения для рек ЕТР (4,3 мБк/л) и на три порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения (⁹⁰Sr = 4,9 Бк/л).

Объемная активность трития в р. Северная Двина составляла 1,1 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,5 раза ниже средней величины для рек России (1,7 Бк/л). Из табл. 2.2.8 видно, что содержание трития в Северной Двине постепенно уменьшается.

Таблица 2.2.7

Объемная активность ⁹⁰Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2016 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	22.03	7,0
	19.04	4,5
	11.05	2,9
	09.06	6,2
	26.10	5,9
Среднее:	2016	5,3
	2015 г.	5,8
	2014 г.	6,9
р. Онега (п. Порог)	19.02	4,8
	12.04	5,8
	26.04	7,1
	31.05	5,9
	22.08	4,4
	24.10	4,1
Среднее:	2016	5,3
	2015 г.	5,9
	2014 г.	7,4
Среднее по ЕТР:	2016	5,5
	2015 г.	5,1
	2014 г.	5,2

Таблица 2.2.8

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

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
³ H	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	1,5	1,4	1,1

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ⁹⁰Sr в 2016 г. проводился Северным УГМС на шести гидрологических станциях. Результаты приведены в табл. 2.2.9.

Таблица 2.2.9

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

Дата отбора	Место отбора	Объемная активность ⁹⁰ Sr, мБк/л
04.07	горло	2,6
04.07	Бассейн, поверхн.	2,7
04.07	Бассейн, дно	2,6
07.07	Двинской залив	2,6
05.07	Онежский залив	2,9
06.07	Кандалакшский залив	3,0
Среднее:	2016 г.	2,7
	2015 г.	2,8

Из табл. 2.2.9 видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. в Белом море составляла 2,7 мБк/л, что ниже значения 2015 г. [5].

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб морских грунтов, отобранных Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, приведены в табл. 2.2.10. Из табл. 2.2.10 видно, что содержание ¹³⁷Cs в различных точках отбора изменяется от 1,1 до 3,9 Бк/кг воздушно-сухой массы проб при среднем значении 2,0 Бк/кг.

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 44 03 с.ш.; 39 38 05 в.д.	08.07.2016	11,0	3,9
2	64 41 04 с.ш.; 39 38 05 в.д.	08.07.2016	10,0	1,4
3	64 42 08 с.ш.; 39 35 00 в.д.	08.07.2016	11,0	1,3
4	64 41 01 с.ш.; 39 31 06 в.д.	08.07.2016	12,0	1,6
5	64 40 00 с.ш.; 39 29 00 в.д.	08.07.2016	11,0	1,1
6	64 38 01 с.ш.; 39 25 00 в.д.	08.07.2016	11,0	2,3
7	64 38 08 с.ш.; 39 28 00 в.д.	07.07.2016	11,0	1,4
8	64 38 09 с.ш.; 39 32 00 в.д.	07.07.2016	8,0	1,8
9	64 39 05 с.ш.; 39 35 06 в.д.	07.07.2016	11,0	2,4
10	64 41 04 с.ш.; 39 38 05 в.д.	07.07.2016	11,0	2,8
Среднее				2,0

В табл. 2.2.11 представлены многолетние данные загрязнения морских грунтов в этом районе, из которых следует, что загрязнение морского дна ¹³⁷Cs постепенно уменьшается. С 1994 г. оно уменьшилось в 5 раз.

**Динамика изменения удельной активности ¹³⁷Cs 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	2014	2015	2016
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	4,9	2,4	2,0

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Почва, растительность

В 2016 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 период перед снеготаянием. Гамма-съемка местности производилась по 5 маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км (рис. 2.2.5). Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 25 проб почвы и растительности. В отобранных пробах определялось содержание ¹³⁷Cs и природных ²³²Th, ²²⁶Ra и ⁴⁰K. 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.

Из табл. 2.2.12 видно, что удельная активность ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения варьировала в почве на фоновом уровне: от предела обнаружения до 9,95 Бк/кг (т. 5). Удельная активность природных радионуклидов ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K в пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от предела обнаружения до 37,35 Бк/кг для ²²⁶Ra и от 0,78 до 32,25 Бк/кг для ²³²Th. Наибольшие значения удельной активности природного радионуклида ⁴⁰K наблюдались в т. 2 «Цигломень» – 2321,40 Бк/кг. В остальных пробах содержание ⁴⁰K было в пределах от 173 Бк/кг до 574 Бк/кг.

Удельная $\Sigma\beta$ в пробах растительности (табл. 2.2.12) изменялась в интервале от 16 до 302 Бк/кг при среднем значении 114 Бк/кг и была обусловлена, в основном, содержанием природного ⁴⁰K. Максимальное значение $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов (302 Бк/кг) было зафиксировано в т. 1 «Малое Тайнокурье».

**Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности
в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2016 г., Бк/кг
(данные Северного УГМС)**

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МЭД, мкЗв/ч на высоте 1 м	Почва				Растительность				
		¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	$\Sigma\beta$
т. 1 – Малое Тайнокурье	0,10	2,17	3,68	7,37	199	2,70	н	н	1122	302
т. 2 – Цигломень	0,11	н	1,90	н	2321	1,39	н	4,55	757	200
т. 3 – Лайский Док	0,11	1,47	2,96	4,35	345	3,56	н	н	405	89
т. 4 – Рикасиха	0,12	2,31	9,36	8,85	380	0,64	2,52	н	597	125
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,11	9,95	0,78	3,26	256	н	н	н	602	100
т. 6 – база отдыха	0,12	5,56	5,73	6,71	389	21,93	9,30	н	331	66
т. 7 – Урочище Конецбор	0,10	2,17	9,16	8,91	367	2,37	0,83	н	451	16
т. 8 – Миронова Гора	0,13	6,73	17,50	11,35	465	0,37	1,35	н	670	55
т. 9 – у р. Солза	0,10	н	7,96	8,27	386	8,51	5,98	н	621	57
т. 10 – волость	0,11	3,57	5,79	5,27	345	н	н	н	726	143

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МЭД, мкЗв/ч на высоте 1 м	Почва				Растительность				
		¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³² Th	²²⁶ Ra	⁴⁰ K	Σβ
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,13	н	8,30	9,13	363	1,79	н	н	438	86
т. 12 – после Мироновой Горы	0,11	0,26	1,93	3,31	226	1,01	11,07	н	384	64
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	0,09	2,06	1,57	3,75	230	13,83	н	н	517	86
т. 14 – дачи	0,12	н	32,25	37,35	316	0,87	3,90	н	770	141
т. 15 – садовые участки	0,12	1,12	9,30	7,62	288	н	5,20	н	838	127
т. 16 – заправка	0,10	4,25	6,53	6,01	284	0,90	н	н	692	146
т. 17 – гаражи	0,10	0,56	12,24	12,83	352	н	6,32	н	392	63
т. 18 – обелиск	0,14	2,76	10,09	13,14	187	н	6,10	н	719	121
т. 19 – военная часть	0,10	3,29	5,16	6,81	178	3,59	1,43	н	344	107
т. 20 – развилка к р. Ягорка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 21 – о. Андрианов	0,11	1,56	13,72	13,91	437	3,66	3,20	н	416	89
т. 22 – о. Тиноватик	0,12	1,13	5,99	5,86	270	н	н	н	454	118
т. 23 – о. Кего	0,12	1,19	8,14	10,27	302	н	н	н	357	128
т. 24 – о. Никольский	0,12	0,13	7,38	8,49	278	1,30	0,54	н	467	166
т. 25 – фон М2 Архангельск	0,11	6,28	20,63	14,94	574	н	н	н	391	98
Аэрологическая станция	0,11	0,79	3,35	6,80	173	1,09	н	0,27	847	146

Примечание: н – ниже предела обнаружения; - – пробы не отбирались.

Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что удельная активность Ra²²⁶ в 92% случаев ниже чувствительности прибора. В двух точках отбора проб «Цигломень» и «АЭ Архангельск» удельная активность Ra²²⁶ составила соответственно 4,55 и 0,27 Бк/кг. Th²³² был обнаружен в 13 пробах растительности и изменялся в пределах от 0,54 до 11,1 Бк/кг. Cs¹³⁷ был зарегистрирован в 17 точках. Максимальная удельная активность 21,93 Бк/кг наблюдалась в т.6 «База отдыха», в остальных – была значительно ниже. Максимальная активность K⁴⁰ по всей зоне обследования составила 1122 Бк/кг.

Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует уровням естественного γ-фона.

Отбор проб снега проводился в марте перед началом весеннего снеготаяния. В 2016 г. была отобрана 21 проба снега в точках с устойчивым снежным покровом. Средние значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч. Объемная Σβ талой воды изменялась от 33,0 мБк/л (т. 5, рис. 2.2.5) до 1000 мБк/л (т. 16). Минимальная плотность загрязнения снега Σβ наблюдалась также в т. 5 составляла 1,25 мБк/м², максимальная – в точке 16 – 37,95 мБк/м². Гамма-спектрометрический анализ показал, что содержание ¹³⁷Cs в пробах снежного покрова было очень низким 0,004-0,063 Бк/л, что на 2-3 порядка ниже допустимой активности этого радионуклида по НРБ-99(2009).

В 2016 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 содержание ¹³⁷Cs в

почве было на фоновом уровне. Удельная активность природных радионуклидов ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra в почве во всех точках также находилась на фоновом уровне для территорий РФ.

Среднемесячные значения МЭД на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в течение всего 2016 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах 0,08–0,13 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 0,25 мкЗв/ч.

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

В 2016 г. ОЯРБ «Севмаш» проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН. 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 2015 г. приведены в табл. 2.2.13.

Как видно из табл. 2.2.13, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в СЗЗ «Севмаш» в 2016 г. была выше уровня 2015 г., а также в 2 раза выше объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Северодвинска и в 2,4 раза выше среднего значения по Северному УГМС ($5,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Из техногенных радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН определялось содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального фона. Объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{90}Sr в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой для анализа проб аппаратуры, которая составляла $5,0 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³ для ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{90}Sr .

Удельная $\Sigma\beta$ проб почвы и донных отложений в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2016 г. (табл. 2.2.13) была обусловлена природным радионуклидом ^{40}K и колебалась в пределах 214–588 Бк/кг и 351–617 Бк/кг соответственно, что находится на фоновом уровне для территории РФ.

В пробах растительности содержание $\Sigma\beta$ в 2016 г. находилось практически на уровне ряда предыдущих лет.

$\Sigma\beta$ проб водорослей в районе СЗЗ возросла по сравнению с 2015 г. в 3–4 раза. Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в водорослях было ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, а удельная активность ^{90}Sr и в СЗЗ и в фоновом районе (табл.2.2.13) составляла 0,3–0,5 Бк/кг.

Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в морской воде акватории «Севмаш» и в ЗН в 2016 г. составляло 5,5 и 4,0 Бк/л, что не отличается от значений ряда предыдущих лет. Содержание техногенных радионуклидов в пробах морской воды по акватории предприятия и в фоновом районе были ниже предела обнаружения и значительно ниже контрольных уровней, установленных для «Севмаш».

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

Таблица 2.2.13

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения «Севмаш» в 2016 г. (данные ОЯРБ «Севмаш»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
	2015 г.	2016 г.	2016 г.	2016 г.	2016 г.
Атмосферные аэрозоли	10^{-5} Бк/м³		10^{-6} Бк/м³		
СЗЗ	11	14	<5,0	< 5,0	<5,0
ЗН	9,5	5,0	<5,0	< 5,0	<5,0
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год					
СЗЗ	-	103,9	-	-	-
ЗН	-	97,0	-	-	-
Почва, Бк/кг					
СЗЗ, ЗН	387	401	-	-	-
Донные отложения, Бк/кг					
СЗЗ		484	-	-	-
ЗН (реки Солза, Ширшима, Рассоха)		400	<40	<5	<40
Морская вода, Бк/л					
СЗЗ	8,3	5,5	<0,05	<0,03	<0,1
ЗН	-	4,0	<0,05	<0,03	<0,1
Растительность, Бк/кг					
СЗЗ (береза)	360	310	-	-	-
ЗН (береза)	390	430	-	-	-
ЗН (тополь)	520	544	-	-	-
ЗН (тополь)	360	696	-	-	-
Водоросли, Бк/кг					
СЗЗ, акватория Севмаш	250	900	<8	0,3-0,5	<4
фоновый район жилого массива (р. Параниха)	230	900	<8	0,3-0,5	<4

Примечание: - - нет данных.

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

В 2016 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;
- содержание радионуклидов в гидробионтах;
- 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».

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2016 г. составляла $19,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что выше уровня 2015 г. и почти в 3 раза выше среднегодовой объемной активности в г. Северодвинске (табл.2.2.5). Из техногенных радионуклидов в воздухе на территории ЗН ЦС «Звездочка» определялись ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co . Объемная активность ^{137}Cs со-

ставляла $3,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что ниже уровня среднегодовой объемной активности в Северодвинске ($5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) по данным Северного УГМС и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Содержание ⁹⁰Sr было менее $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ⁶⁰Co, отсутствующего в составе глобального фона, составляло $0,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на четыре порядка ниже контрольного уровня для предприятия.

Таблица 2.2.14

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звездочка» в 2016 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	19,5	3,7	< 2,3	0,6
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год				
ЗН	90,2	0,25	< 0,89	< 0,23
Почва, кБк/м²				
пр. Бутомы	2,2	0,34	< 0,098	< 0,004
ул. Макаренко	2,6	0,12	< 0,110	< 0,007
район мемориала	19,0	0,11	< 0,051	< 0,014
Донные отложения, Бк/кг				
ЗН, акватория Никольского устья	280	0,49	< 0,9	< 0,1
Морская вода, мБк/л				
ЗН	7300	< 69	< 30	< 34
Гидробионты (рыба), Бк/кг				
Сельдь, навага, корюшка	17,6	0,028	< 0,0069	0,012
Сельдь, камбала	25,0	0,045	< 0,023	< 0,0038

В выпадениях также определялись ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co, годовые выпадения которых составляли $0,25$ Бк/м²·год, $< 0,89$ Бк/м²·год и $< 0,23$ Бк/м²·год соответственно. Выпадения ¹³⁷Cs были на уровне средневзвешенных выпадений этого радионуклида по территории Севера ЕТР и в 1,2 раза выше выпадений в среднем по территории ответственности Северного УГМС.

Содержание ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в почве не превышало уровней глобального фона, а содержание ⁶⁰Co, отсутствующего в составе глобального фона, было менее 14 Бк/м².

Содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях составляло $0,49$ Бк/кг, ⁹⁰Sr – менее $0,9$ Бк/кг и не превышало уровней глобального фона, а содержание ⁶⁰Co было менее $0,1$ Бк/кг.

Объемная суммарная бета активность воды в Двинском заливе Белого моря составляла $7,3$ Бк/л, объемная активность ¹³⁷Cs была менее 69 мБк/л, ⁹⁰Sr – менее 30 мБк/л и ⁶⁰Co – менее 34 мБк/л, что на два – пять порядков ниже УВ по НРБ-99/2009 [7].

В рыбе, выловленной в акватории Никольского устья, содержание суммарной бета-активности варьировало от $17,6$ до 25 Бк/кг, ¹³⁷Cs – не превышало $0,045$ Бк/кг, а ⁶⁰Co, отсутствующего в составе глобального фона, составляло от менее $0,004$ Бк/кг до $0,012$ Бк/кг.

Мощность дозы в ЗН изменялась от $0,10$ до $0,13$ 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 и загрязнение объектов окружающей среды в ЗН отсутствующим в составе глобального фона ⁶⁰Co.

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-обогатительные комбинаты, где производят добычу и переработку минерального сырья, обогащенного естественными радиоактивными изотопами;
- судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск), на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации, сбор, временное хранение твердых и жидких РАО.

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

РТП «Атомфлот» является высокотехнологичным предприятием по техобслуживанию и ремонту атомных ледоколов и судов вспомогательного флота, расположен в 2 км от северной границы г. Мурманска и занимает площадь 0,17 км². Основными задачами технологического специализированного ремонтного комплекса (ТСРК) «Атомфлота» являются ремонт и технологическое обслуживание ядерной энергетической установки, в том числе участие в перегрузке ядерного топлива атомных ледо-

колов, 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 2016 г. в сбросах РТП «Атомфлот» сбросы $^{89,90}\text{Sr}$ увеличились, а ^{137}Cs и ^{60}Co уменьшились (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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{60}Co	$3,11 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^6$	$2,89 \cdot 10^7$	$-2,49 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$3,89 \cdot 10^7$	-	$3,88 \cdot 10^6$	$-3,88 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$5,69 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^7$	$2,95 \cdot 10^7$	$-0,12 \cdot 10^7$
$^{89,90}\text{Sr}$	$8,82 \cdot 10^8$	$7,55 \cdot 10^7$	$2,58 \cdot 10^7$	$+4,97 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$7,8 \cdot 10^9$	-	$5,92 \cdot 10^5$	$-5,92 \cdot 10^5$
$^{152}\text{Eu} + ^{154}\text{Eu} + ^{155}\text{Eu}$	$2,99 \cdot 10^8$	-	$3,90 \cdot 10^7$	$-3,90 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$3,47 \cdot 10^{10}$	-	$4,64 \cdot 10^4$	$-4,64 \cdot 10^4$



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.

В 2016 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС на 34 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (рис. 2.2.6):

- 2 пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью воздухофильтрующих установок с суточной экспозицией фильтров;
- 8 пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета: на восьми пунктах – с суточной экспозицией и на одном (ст. Баренцбург) – с недельной;
- 1 пункт отбора месячных проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития в г. Мурманске;
- 1 пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr в п. Териберка;
- 2 пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания ^{90}Sr в 100-км зоне Кольской АЭС;
- 32 пункта измерения МЭД, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МЭД контролировалась с помощью 29 дополнительных постов.

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».

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в районе РОО на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова представлены в табл. 2.2.16. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в Мурманске колебалась от $4,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $12,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз за время работы станции не наблюдалось.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова были в 1,2–1,4 раза ниже, чем в 2015 г. (табл. 2.2.16). Выпадения $\Sigma\beta$ в п. Печенга и Полярное в 2016 г. были на уровне $\Sigma\beta$ в г. Мурманске соответственно и превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья ($0,7$ Бк/м²·сутки) в 1,6 раз. Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах находились в пределах от $0,9$ Бк/м²·сутки (в мае и ноябре в п. Полярное, августе и октябре в п. Печенга и в декабре в г. Мурманске) до $1,5$ Бк/м²·сутки (в феврале в п. Полярное). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений ($4,0$ Бк/м²·сутки) в 2016 г. наблюдалось в январе в г. Мурманске. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2016 г. в этих пунктах не отмечалось.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2012–2016 гг. представлена в табл. 2.2.17.

Таблица 2.2.16

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2016 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	1,2	1,3	1,4	12,7
	м	2,4	3,3	4,0	33,3
Февраль	с	1,5	1,0	1,4	10,0
	м	2,9	1,5	3,2	30,8
Март	с	1,1	1,4	1,1	7,8
	м	2,1	2,8	1,9	17,4
Апрель	с	1,0	1,0	1,0	9,1
	м	1,9	1,6	1,5	23,1
Май	с	0,9	1,0	1,0	12,0
	м	1,2	1,6	1,6	33,9
Июнь	с	1,1	1,1	1,0	7,6
	м	3,8	2,1	2,0	15,7
Июль	с	1,0	1,0	1,0	9,4
	м	1,6	1,4	1,9	23,9
Август	с	1,1	0,9	1,1	8,1
	м	1,9	1,7	3,2	16,5
Сентябрь	с	1,2	1,0	1,0	8,1
	м	4,6	1,8	1,58	19,5
Октябрь	с	1,0	0,9	1,0	6,9
	м	1,3	1,3	1,5	18,7
Ноябрь	с	0,9	1,0	1,0	4,5
	м	1,8	2,0	1,4	15,4
Декабрь	с	1,0	1,0	0,9	-
	м	2,3	1,2	1,7	-
Среднее:	2016 г.	1,1	1,1	1,1	8,7
	2015 г.	1,5	1,3	1,3	-
	2014 г.	2,1	1,6	1,7	2,5

Таблица 2.2.17

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
¹³⁷Cs							
Мурманск	2012	0,63	0,1	нпо	нпо	0,7	1,6
	2013	0,59	2,0	0,1	0,5	0,8	1,8
	2014	0,8	0,3	0,4	-	0,5	1,3
	2015				1,5*	-	1,4
	2016	1,8	0,7	38,4	1,7	10,7	1,2
⁹⁰Sr							
Мурманск	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
	2014	0,05	0,12	0,08	-	0,08	0,21
	2015	-			0,26*	0,27	
	2016	1,03			0,19	0,61	0,55

Примечания: н/д – нет данных; нпо – ниже предела обнаружения; * – данные за 2 месяца: ноябрь и декабрь 2015 г.

Как видно из табл. 2.2.17, объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мурманска в 2016 г. колебалась от 0,7·10⁻⁷ Бк/м³ во втором квартале до 38,4·10⁻⁷ Бк/м³ в третьем квартале при среднегодовом значении 10,7·10⁻⁷ Бк/м³. Это значение в 9 раз выше средневзвешенного значения по территории Заполярья и на порядок величины выше среднегодовых значений в Мурманске за 2012-2014 гг. Объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. составила 0,61·10⁻⁷ Бк/м³, что незначительно выше средневзвешенного значения для территории Заполярья, но в 7,6-20,3 раза выше значений 2012-2014 гг.

Выпадения ^{137}Cs в 2016 г. в п.п. Мурманск, Печенга, Полярное, Териберка были ниже пределов обнаружения.

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2016 г. производился Мурманским УГМС в п. Териберка. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в 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 2016 г. колебалась от 2,0 до 2,8 мБк/л при среднем значении 2,5 мБк/л, что в 1,1 раза выше уровня предыдущего года [5].

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.
15.03.2016	2,4
12.05.2016	2,7
21.07.2016	2,5
22.09.2016	2,8
10.11.2016	2,0
Среднее: 2016 г.	2,5
2015 г.	2,2

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в НПО «Тайфун». В 2016 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,96 Бк/л (в апреле) до 1,81 Бк/л (в августе). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2016 г. уменьшилось по сравнению с 2015 г. и составило 1,28 Бк/л, что в 1,3 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2016 г. (1,7 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2016 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 0,07 мкЗв/ч (Ура-Губа) до 0,13 мкЗв/ч (в Полярном и Мурманске). Максимальные значения МЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2016 г. практически не изменилась по сравнению с 2015 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 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 2016 г. изменялись от 0,07 до 0,13 мкЗв/ч, что не превышало пределов естественного γ -фона в этом регионе. Максимальные значения МЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч.

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

Выводы

Радиационная обстановка на территории СЗФО в 2016 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. В окрестностях РОО г. Северодвинска наблюдается загрязнение объектов окружающей среды отсутствующим в составе глобального фона ⁶⁰Co. Уровни загрязнения низкие и не превышают контрольных уровней для предприятий.

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): 89 пунктов наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 25 пунктов (с мая 2016 г. – 22) 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 в Астрахани и Цимлянске по отбору проб осадков для анализа на содержание трития (экспозиция – месяц); 2 пункта (п. Верхнее Лебяжье, р. Волга, 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 пресных вод для анализа на содержание ^{90}Sr и 2 пункта (3 точки отбора, Каспийское море, разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, Астраханская область и Азовское море, Таганрогский залив) по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr .

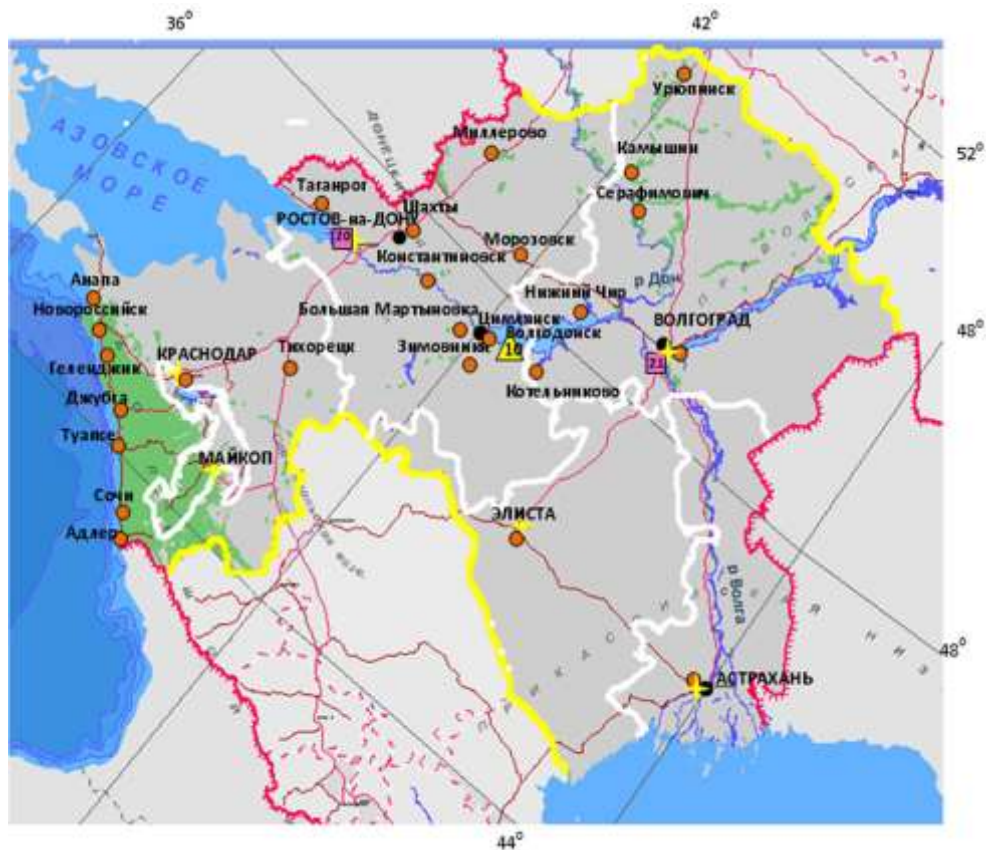


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

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

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС (анализ проб на содержание гамма-излучающих радионуклидов, отобранных в четвертом квартале 2016 г., проводился в лаборатории «НПО «Тайфун»). В лаборатории «НПО «Тайфун»

также проводится анализ проб объектов окружающей среды (аэрозолей, осадков, воды) на содержание ^{90}Sr и трития.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МЭД на территории ЮФО в 2016 г. изменялись от 0,06 (Харабали) до 0,18 (Красная Поляна) 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 2016 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 МЭД в горных районах (в большинстве субъектов – 0,10-0,13 мкЗв/ч, а в Республике Адыгея – 0,14 мкЗв/ч). Максимальное суточное значение МЭД 0,21 мкЗв/ч наблюдалось в п.п. Матвеев Курган и Ремонтное (Ростовской области).

Таблица 2.3.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД
в субъектах ЮФО в 2016 г., мкЗв/ч
(данные Северо-Кавказского УГМС)**

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Ростовская область*	22 + 4 ПНЗ	0,13	0,21 (Ремонтное)
Астраханская область	7	0,12	0,18 (Черный Яр)
Волгоградская область	17	0,10	0,20 (Котельниково)
Краснодарский край	31	0,12	0,20 (Кушевская)
Республика Адыгея	2	0,14	0,20 (Даховская)
Республика Калмыкия	10	0,13	0,20 (М. Дербеты)
ЮФО	89 + 4 ПНЗ	0,12	0,21

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.

По данным табл. 2.3.2, в 2016 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения была ниже величин, наблюдавшихся в 2015 г., и во всех пунктах наблюдения не превышала средневзвешенную объемную активность ^{137}Cs по ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объемная активность ^{90}Sr в 2016 г. на территории ЮФО также во всех пунктах наблюдения была в 2-5 раз ниже уровней 2015 г., и не превышала средневзвешенное значение по ЕТР ($0,65 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдавшиеся объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr были 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. Объемная активность ^{137}Cs в рассматриваемый период (без учета данных 2011 г.) находится примерно на одном уровне.

Таблица 2.3.2

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Ростовская область						
Ростов-на-Дону	2,0	2,0	2,6	0,20	1,18	0,75
Цимлянск	2,4	6,0	3,6	0,49	0,77	0,68
Волгоградская область						
Волгоград	1,2	2,0	2,6	0,40	0,70	0,43
Астраханская область						
Астрахань	2,0	16,4	16,7	0,66	2,25	1,55
Средневзвешенное по Югу ЕТР	1,9	6,7	6,6	0,48	1,22	0,85
Средневзвешенное по ЕТР	2,7	4,0	4,8	0,65	0,61	0,51

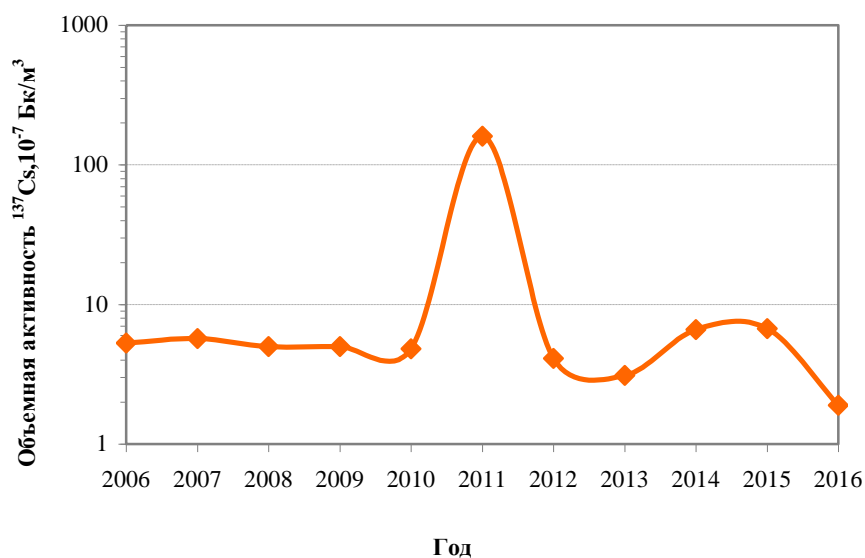


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Радиоактивные выпадения

В 2016 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях ЮФО сохранились на уровне 2015 г., изменяясь от 0,50 Бк/м²·сутки в п. Зимовники до 1,73 Бк/м²·сутки в Астрахани (при среднем значении для территории округа – 0,85 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднеемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2016 г. в г. Астрахань в октябре – 2,97 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО составляли в 2016 г. 0,20 Бк/м²·год, что ниже значений четырёх предыдущих лет (0,27 – 0,41 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 имеют тенденцию к уменьшению.

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2016 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2016 г. на территории ЮФО в отобранных пробах аэрозолей и выпадений случаев повышенной суточной $\Sigma\beta$ не наблюдалось.

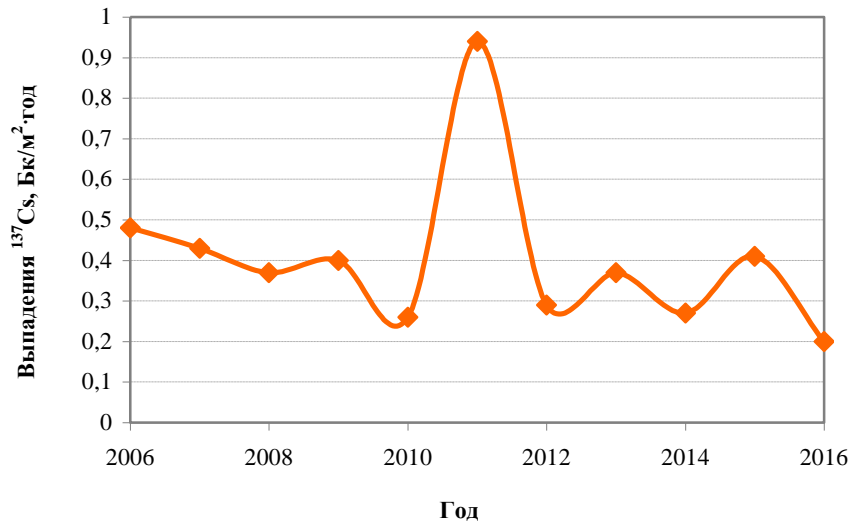


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

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 Астраханской области проводятся многолетние наблюдения за содержанием ⁹⁰Sr в Каспийском море, а с 2014 г. отбираются пробы в Таганрогском заливе Азовского моря (Ростовская обл.).

Объемная активность трития в осадках в 2016 г. в Астрахани составляла 1,8 Бк/л, в Цимлянске – 1,7 Бк/л, что примерно соответствует среднему значению по территории РФ (1,7 Бк/л).

Объемная активность трития в р. Волге (п. В. Лебяжье) и в р. Дон (п. Аксай) в 2016 г. составляла 1,3 и 1,4 Бк/л соответственно, что ниже среднего значения по территории РФ (1,7 Бк/л).

Объемная активность ⁹⁰Sr составляла: 1,9 мБк/л в воде р. Кубань (Краснодарский край), 5,9 мБк/л в р. Волга (Астраханская область), 4,7 мБк/л в р. Дон (Ростовская область). В р. Волга объемная активность ⁹⁰Sr в 1,4 раза превышала среднее значение для рек ЕТР (4,3 мБк/л).

Объемная активность ⁹⁰Sr в Каспийском море составляла 5,7 – 6,6 мБк/л, при среднем значении 6,1 мБк/л, что соответствует значениям, наблюдавшимся в 2007–2015 гг. (3,5 – 8,9 мБк/л). Объемная активность ⁹⁰Sr в Таганрогском заливе Азовского моря (1 проба) составляла 12 мБк/л, что незначительно ниже значений двух предыдущих лет наблюдения (15 и 18 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 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 и измерению МЭД в г. Волгограде и четыре пункта по измерению МЭД.

По данным табл. 2.3.2, в 2016 г. объемная активность ^{137}Cs ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{90}Sr ($0,40 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в г. Волгограде не превышала соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР ($1,9 \cdot 10^{-7}$ и $0,48 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Волгограде в 2016 г. были ниже предела обнаружения (менее $0,1$ Бк/м²·год) и не превышали уровня выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от $0,07$ до $0,20$ 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 100×600 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, 4 пункта по отбору проб выпадений (Ростов-на-Дону, Семикаракорск, Таганрог, Шахты) 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. В соответствии с табл. 2.3.2, в 2016 г. объемные активности ^{137}Cs ($2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{90}Sr ($0,20 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) не превышали соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР.

Годовые выпадения ^{137}Cs по 4-м пунктам наблюдений в 2016 г. были ниже предела обнаружения (менее $0,1$ Бк/м²·год) и не превышали выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

В 2016 г. среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от $0,3$ до $1,7$ Бк/м²·сутки, среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов – от $0,6$ до $1,2$ Бк/м²·сутки (при среднем значении $0,8$ Бк/м²·сутки).

Измеренные значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны варьировали от $0,08$ до $0,21$ мкЗв/ч и не превышали пределов колебаний естественного радиационного фона.

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

Выводы

Радиационная обстановка на территории ЮФО в 2016 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 «Гайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.4.1): 44 пункта наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 10 пунктов (с мая 2016 г. – 9) по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки) и отбираются пробы морской воды для анализа на содержание ⁹⁰Sr (3 точки отбора, разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, данные по содержанию ⁹⁰Sr в Каспийском море приведены в разделе 2.3). Анализ отобранных проб выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС (пробы, отобранные в четвертом квартале 2016 г., измерялись в лаборатории «НПО «Гайфун»).

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга среднемесячные значения МЭД на территории СКФО в 2016 г. изменялись от 0,08 (Махачкала и др.) до 0,19 (Зеленчукская) мкЗв/ч. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2016 г. составлял 0,13 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 2016 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Дагестан	14	0,11	0,18 (Терекли-Мектеб)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,15	0,20 (Моздок)
Республика Ингушетия	1	0,14	0,16 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,12	0,17 (Нальчик)
Карачаево-Черкесская Республика	3	0,16	0,23 (Теберда)
Чеченская Республика	5	0,14	0,20 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,13	0,22 (Минводы)
СКФО	44	0,13	0,23

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

Радиоактивные выпадения

В 2016 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2015 г., изменяясь от 0,5 Бк/м²-сутки в г. Грозный до 1,2 Бк/м²-сутки в г. Махачкала (при среднем значении для территории округа 0,87 Бк/м²-сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2016 г. в г. Владикавказ в июле – 1,9 Бк/м²-сутки.

Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3. Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории СКФО составляли в 2016 г. 0,20 Бк/м²-год, что ниже значений предыдущих четырёх лет (0,27 – 0,41 Бк/м²-год).

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2016 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

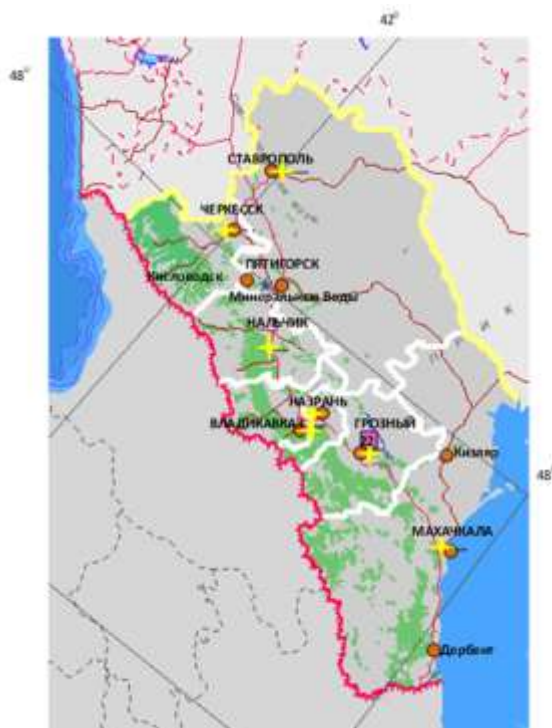


Рис. 2.4.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

- – 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.

2.4.1. ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО расположен в с. Толстой-Юрт Грозненского района на горе 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 «чи-

стью». 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.

В 2016 г. выпадения ^{137}Cs по 3-м пунктам наблюдений в 100-км зоне ПЗРО были ниже предела обнаружения (менее $0,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$).

Среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от 0,3 до $1,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$, среднегодовые – от 0,5 до $0,65 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ (при среднем значении $0,56 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$), что соответствует уровню 2015 г. и ниже уровней 2012 – 2014 гг. ($1,1 - 1,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$).

Среднемесячная мощность дозы в 100-км зоне ПЗРО в течение года изменялась от 0,10 до $0,20 \text{ мкЗв/ч}$, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2016 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. По данным наблюдений на территории всего юга ЕТР 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.

2.5. 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: Республики Удмуртская, Чувашская, Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, а также Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская области и Пермский край. Центром округа является город Нижний Новгород. Площадь федерального округа составляет $1\,035,9 \text{ тыс. км}^2$, население – $32\,017,8 \text{ тыс. человек}$.

Согласно [2], на территории округа расположено 12 РОО, среди которых есть особо радиационно опасные и ядерно-опасные объекты: Балаковская АЭС (г. Балаково, Саратовская область); Нижегородское, Благовещенское (г. Благовещенск, Башкортостан), Самарское, Саратовское, Казанское отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 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).

По состоянию на 1 января 2017 г. на территории ПФО в 8 населенных пунктах Пензенской области, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, наблюдаются уровни загрязнения ^{137}Cs более $1 \text{ Ки}/\text{км}^2$ [3]. В населенных пунктах остальных субъектов ПФО загрязнение почвы ^{137}Cs снизилось до уровней менее $1 \text{ Ки}/\text{км}^2$.

Организация 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): 191 пунктов наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 36 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 (экспозиция 1-5 суток); 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 пресных поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr .

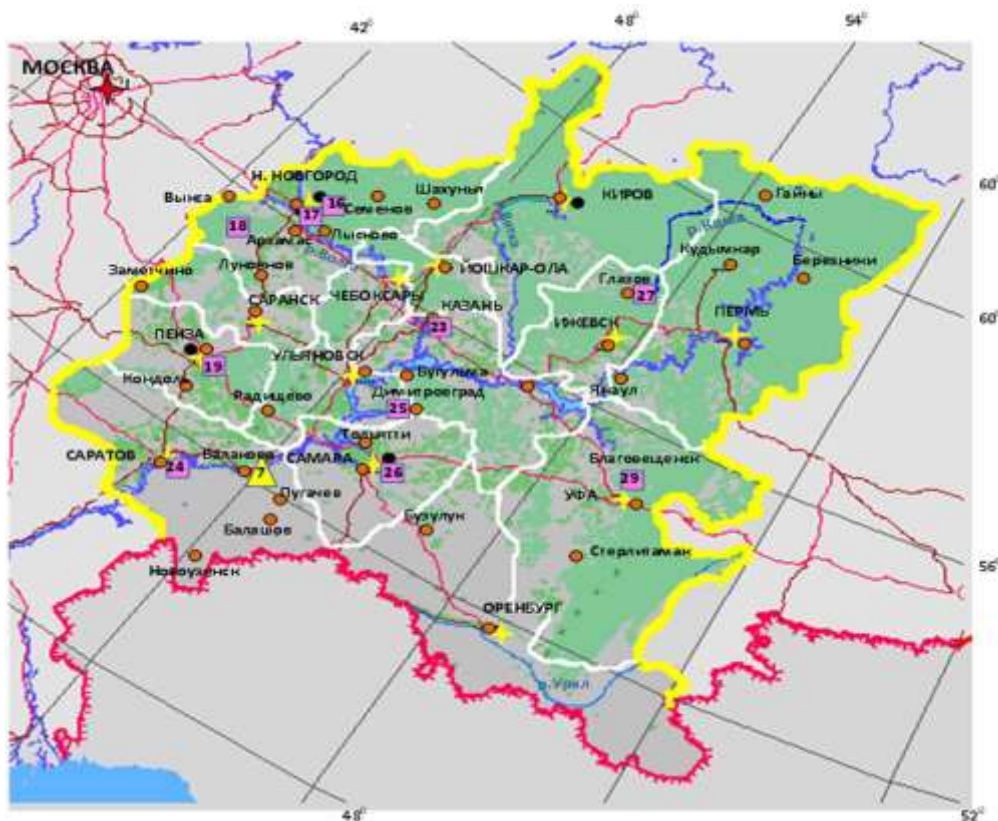


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- (красная линия) – магистральные федеральные автодороги;
- (коричневая линия) – прочие федеральные автодороги;
- (серый) – границы субъектов РФ;
- (зеленый) – границы федеральных округов;
- (красная линия) – 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 «Гайфун», ^{90}Sr – в лабораториях ФГБУ «НПО «Гайфун» и Уральского УГМС.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным ежедневных измерений на 191 пункте в течение 2016 г. на территории ПФО мощность амбиентного эквивалента дозы γ -излучения (МЭД) на местности находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона. Значения МЭД изменялись в диапазоне от 0,05 до 0,23 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах ПФО представлены в табл. 2.5.1. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2016 г. составлял 0,10 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 2016 г. (данные УГМС)

Субъекты Федерации	Кол-во пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Башкортостан	34	0,10	0,20 (Сибай)
Республика Марий Эл	4	0,10	0,15 (Козьмодемьянск)
Республика Мордовия	6	0,09	0,12 (Инсар и др.)
Республика Удмуртская	8	0,10	0,14 (Глазов)
Республика Чувашская	5	0,11	0,16 (Батырево)
Кировская область	20	0,09	0,16 (Кильмезь)
Нижегородская область	18	0,09	0,15 (Ергач и др.)
Республика Татарстан	17	0,11	
Оренбургская область	16	0,11	0,18 (Айдырля)
Пензенская область	8	0,12	0,19 (Пенза)
Самарская область	12	0,10	0,17 (Самара)
Саратовская область	19	0,12	0,23 (Балаково)
Ульяновская область	7	0,11	0,18 (Сенгилей и др.)
Пермский край	17	0,10	0,17 (Бисер)
ПФО	191	0,10	0,23

Приземная атмосфера

Шесть пунктов наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ на территории ПФО расположены в гг. Казань, Нижний Новгород, Киров, Пенза, Самара, Балаково. Пункты наблюдения в Нижнем Новгороде, Самаре и Балаково 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.

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

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Республика Татарстан						
Казань	0,5	1,7	1,3	0,37	0,39	0,38
Нижегородская область						
Нижний Новгород	4,2	1,2	2,6	1,24	0,50	0,55
Кировская область						
Киров	4,7	2,0	3,7	1,23	1,41	1,07
Пензенская область						
Пенза	2,2	4,1	3,7	0,52	0,63	0,61
Самарская область						
Самара	1,4	2,1	4,3	0,66	0,78	0,57
Балаково	2,0	2,8	3,8	0,51	0,71	1,13
Среднее по ПФО	2,5	2,3	3,2	0,76	0,74	0,72
Средневзвешенное по Центру ЕТР	3,6	5,5	6,2	0,82	1,01	0,72

В 2016 г. средняя объемная активность ¹³⁷Cs (по 6 пунктам наблюдения) была на уровне предыдущих лет (без учета данных 2011 г.) и составила $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемная активность ¹³⁷Cs в 4-х пунктах наблюдения была ниже средневзвешенного значения по центру ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в г.г. Киров и Нижний Новгород превышала это значение (в 1,3 раза). Динамика усредненных по территории округа объемных активностей ¹³⁷Cs в 2006–2016 гг. представлена на рис. 2.5.2.

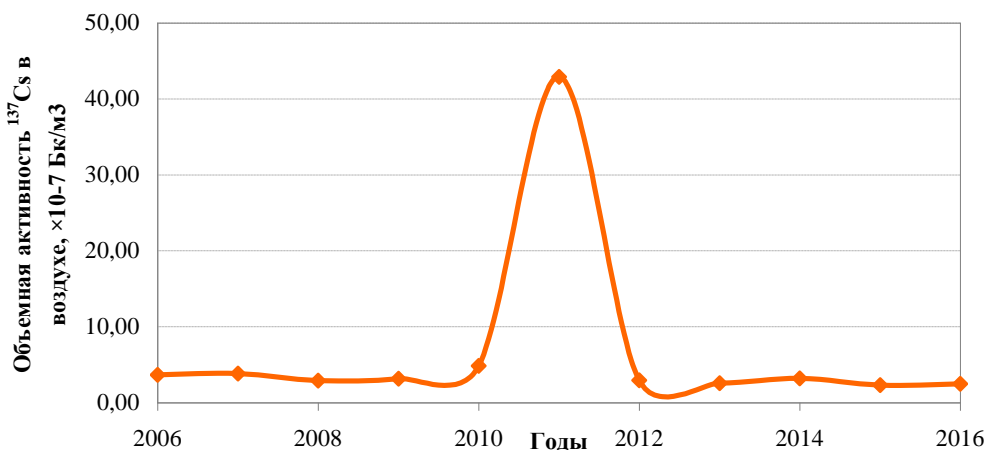


Рис. 2.5.2. Динамика средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ПФО

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr на территории ПФО в 2016 г. составила $0,76 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует предыдущим годам наблюдений – $(0,6 - 0,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, и была ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Однако, в г.г. Киров и Нижний Новгород объемная активность ⁹⁰Sr в 1,5 раза превышала средневзвешенное значение по Центру ЕТР.

Радиоактивные выпадения

В табл. 2.5.3. представлены данные годовых выпадений ¹³⁷Cs на территории ПФО в 2009–2016 гг.

В 2016 г. уровень выпадений ^{137}Cs , усредненный по территории округа, составил 0,16 Бк/м²-год, что ниже значений 3-х последних лет наблюдений (0,24 – 0,42 Бк/м²-год).

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы, усредненные по субъектам ПФО в 2006 – 2016 гг., представлены на рис. 2.5.3. На рис. 2.5.3 видно, что максимальные уровни выпадений ^{137}Cs на территории ПФО наблюдались в 2011 г., что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1». Без учета данных 2011 г. годовые выпадения ^{137}Cs на территории ПФО медленно уменьшаются.

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ПФО в 2016 г., как и в предшествующие годы, были ниже предела обнаружения.

Таблица 2.5.3

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов ПФО в 2009 – 2016 гг., Бк/м²-год

Субъекты Федерации	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Республика Башкортостан	0,20	0,30	0,11	0,14	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Марий Эл	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Мордовия	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Удмуртская	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Чувашская	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Кировская область	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Нижегородская область	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2	0,3
Республика Татарстан	0,22	0,33	0,19	0,25	0,3	1,4	0,3	0,3
Оренбургская область	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Пензенская область	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Самарская область	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Саратовская область	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5	0,4
Ульяновская область	0,14	0,36	0,55	1,01	0,4	1,1	0,5	0,4
Пермский край	0,20	0,54	0,11	0,14	0,3	0,8	0,6	0,2
Среднее по округу	0,16	0,30	0,24	0,42	0,34	1,95	0,34	0,33

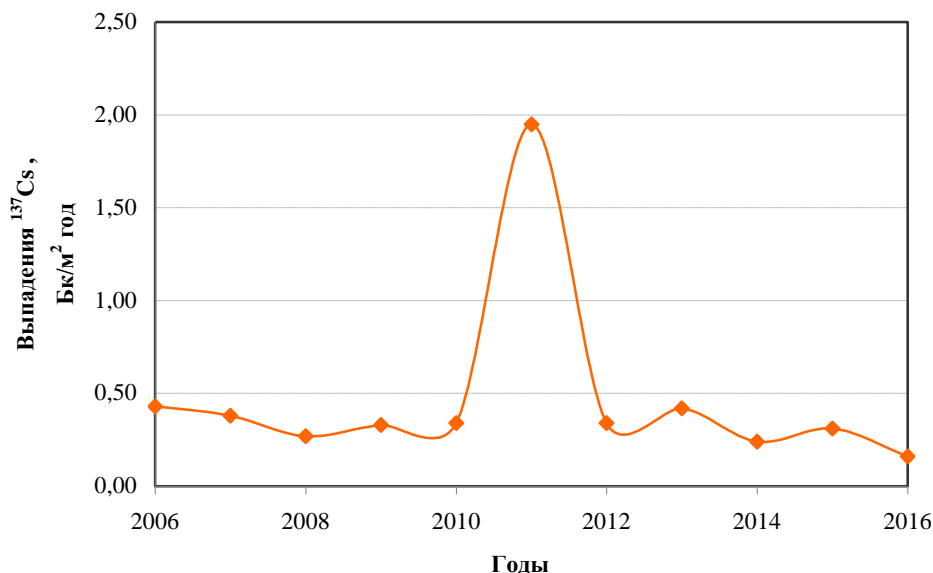


Рис. 2.5.3. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории ПФО

Поверхностные воды

На территории ПФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в речных 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. 2.5.4 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках, расположенных в субъектах ПФО, в 2016 г.

Наблюдения за содержанием ^{90}Sr в реках Вишера, Колва и Кама вызвано необходимостью мониторинга влияния выноса радиоактивных продуктов с территории проведенного в 1971 г. тройного ядерного взрыва на выброс почвы «Тайга» (каждый мощностью 15 кт на глубине 128 м) в Чердынском районе Пермского края в 100 км севернее г. Красновишерска для предполагаемого строительства канала, соединяющего р. Печора с р. Колва. Из табл.2.5.4 видно, что в 2016 г. для всех перечисленных выше рек объемная активность ^{90}Sr наиболее высокая за последние пять лет наблюдений и в 1,5 – 3 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (без учета данных по рекам Кама, Вишера и Колва).

Таблица 2.5.4

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках ПФО в 2016 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2012	2013	2014	2015	2016
Оренбургская область	р.Урал	Оренбург	3,6	3,2	5,5	4,1	4,5
Пермский край	р.Вишера	Рябиново	8,3	4,8	1,5	6,0*	8,5*
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	5,8	5,7	3,0	4,0*	14,0*
Пермский край	р.Колва	Чердынь	9,0	3,2	2,0	6,0*	9,0*
Среднее по рекам ЕТР			4,6	4,4	5,2	5,1	4,3

* - за 2015 г. отобрано по одной пробе, - за 2016 г. отобрано по две пробы.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2016 г. варьировала от 1,3 до 2,2 Бк/л и в среднем составила 1,6 Бк/л, что ниже среднего значения за год для основных рек России – 1,7 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 2016 г. составили 1,58; 1,63; 1,98; 1,84; 2,0 Бк/л соответственно, что либо равно, либо незначительно превышает среднегодовое значение объемной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2015 г. – 1,7 Бк/л.

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

Ниже более подробно рассматривается радиационная обстановка вокруг других 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 2016 г. на территории НИИАР представлены в табл. 2.5.5.

Таблица 2.5.5

Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁵¹ Cr	9,02·10 ⁸	8,70·10 ⁷	1,11·10 ⁸	-2,40·10 ⁷
⁵⁴ Mn	5,71·10 ⁸	9,75·10 ⁷	7,94·10 ⁷	+1,81·10 ⁷
⁹⁵ Nb	6,51·10 ⁸	1,30·10 ⁸	1,53·10 ⁸	-0,23·10 ⁸
⁵⁸ Co	3,01·10 ⁸	2,92·10 ⁷	1,51·10 ⁷	+1,41·10 ⁷
⁶⁰ Co	8,38·10 ⁸	1,51·10 ⁸	1,61·10 ⁸	-0,10·10 ⁸
⁵⁹ Fe	3,28·10 ⁸	5,71·10 ⁷	1,54·10 ⁷	+4,17·10 ⁷
²³⁸ Pu	2,73·10 ⁷	9,11·10 ⁶	1,50·10 ⁷	-5,89·10 ⁶
²³⁹ Pu	7,38·10 ⁷	1,00·10 ⁷	3,42·10 ⁷	-2,42·10 ⁷
¹⁰³ Ru	2,02·10 ⁷	8,94·10 ⁵	1,11·10 ⁶	-2,16·10 ⁵
¹⁰⁶ Ru	1,09·10 ⁸	3,50·10 ⁷	1,23·10 ⁷	+2,27·10 ⁷
⁸⁸ Rb	6,28·10 ¹¹	6,90·10 ¹¹	2,12·10 ¹¹	+4,78·10 ¹¹
⁸⁹ Rb	4,66·10 ⁹	5,46·10 ¹¹	5,41·10 ⁹	+5,41·10 ¹¹
⁸⁹ Sr	3,35·10 ⁸	5,97·10 ⁷	6,83·10 ⁷	-0,86·10 ⁷
⁹⁰ Sr	6,13·10 ⁸	4,25·10 ⁷	1,62·10 ⁷	+2,63·10 ⁷
⁷⁵ Se	1,13·10 ¹¹	6,08·10 ⁸	5,24·10 ⁹	-4,63·10 ⁹
⁷⁶ As	1,21·10 ⁸	2,70·10 ⁷	6,45·10 ⁷	-3,75·10 ⁷
¹²⁵ Sb	2,20·10 ⁹	1,16·10 ⁸	5,47·10 ⁷	+6,13·10 ⁷
¹²⁴ Sb	2,08·10 ⁸	8,23·10 ⁶	7,97·10 ⁶	+0,26·10 ⁷
¹³² Te	2,18·10 ⁷	-	-	-
^{99m} Tc	1,24·10 ⁹	1,50·10 ⁸	1,42·10 ⁹	-12,7·10 ⁹
⁶⁵ Zn	6,06·10 ⁸	8,33·10 ⁷	7,95·10 ⁷	+0,38·10 ⁷
⁹⁵ Zr	1,04·10 ⁸	6,31·10 ⁷	9,72·10 ⁷	-3,41·10 ⁷
¹⁴¹ Ce	1,57·10 ⁷	2,04·10 ⁵	5,68·10 ⁵	-3,64·10 ⁵
¹⁴⁴ Ce	4,30·10 ⁷	1,21·10 ⁷	1,92·10 ⁶	-0,71·10 ⁶
¹³⁴ Cs	4,80·10 ⁸	1,66·10 ⁸	2,85·10 ⁷	+13,75·10 ⁷
¹³⁷ Cs	7,60·10 ⁹	7,42·10 ⁸	2,98·10 ⁸	+4,44·10 ⁸
¹³⁸ Cs	2,10·10 ¹¹	6,49·10 ¹⁰	7,00·10 ¹⁰	-0,51·10 ¹⁰
¹³⁹ Ba	3,88·10 ⁹	9,07·10 ⁸	1,19·10 ⁹	-2,83·10 ⁸
²⁴² Cm	1,09·10 ⁶	2,66·10 ³	2,87·10 ⁵	-2,84·10 ⁵
²⁴⁴ Cm	1,50·10 ⁷	3,14·10 ⁶	6,28·10 ⁶	-3,14·10 ⁶
Сумма нуклидов U	2,37·10 ⁷	2,19·10 ⁷	5,59·10 ⁷	-3,40·10 ⁷
Сумма нуклидов Eu	4,36·10 ⁸	1,17·10 ⁸	6,55·10 ⁷	+5,15·10 ⁷
³ H	1,32·10 ¹³	4,45·10 ¹²	5,69·10 ¹²	-1,24·10 ¹²
¹²⁵ I	1,10·10 ¹⁰	-	3,59·10 ⁸	-
¹³¹ I	2,98·10 ¹⁰	4,58·10 ⁹	5,03·10 ⁹	-0,45·10 ⁹

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
¹³² I	1,82·10 ¹⁰	4,86·10 ⁸	1,46·10 ⁹	-9,74·10 ⁸
¹³⁴ I	8,32·10 ⁸	5,33·10 ⁷	2,04·10 ⁸	-15,07·10 ⁷
¹³⁵ I	3,96·10 ⁹	5,56·10 ⁸	7,86·10 ⁸	-2,30·10 ⁸
Сумма ИРГ	4,12·10 ¹⁵	2,83·10 ¹⁵	2,53·10 ¹⁵	+0,30·10 ¹⁵
²⁰³ Hg	3,76·10 ⁹	-	2,64·10 ⁵	-

Примечание: - - нет данных.

В 2016 г. выбросы ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co, ⁸⁸Rb, ⁹⁰Sr, ¹⁰⁶Ru, ⁸⁹Rb, ¹²⁴Sb, ¹²⁵Sb, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ⁶⁵Zn, суммы нуклидов европия и суммы инертных радиоактивных газов увеличились по сравнению с 2015 г. в 1,1-5,8 раза, выбросы ⁵¹Cr, ⁹⁵Nb, ⁶⁰Co, ¹⁰³Ru, ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ⁸⁹Sr, ⁷⁵Se, ⁷⁶As, ^{99m}Tc, ⁹⁵Zr, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce, ¹³⁸Cs, ¹³⁹Ba, ²⁴²Cm, ²⁴⁴Cm, ³H, ¹³¹I, ¹³²I, ¹³⁴I, ¹³⁵I, суммы нуклидов урана уменьшились в 1,1-108 раз. Выбросы перечисленных выше радионуклидов не превышали допустимых значений и составляли от 0,24 % для ²⁴²Cm до 92,4 % для суммы нуклидов урана от них. Значительно увеличились по сравнению с 2015 г. выбросы ⁸⁸Rb и ⁸⁹Rb - в 3,3 раза и в 101 раз соответственно. При безусловном выполнении критерия не превышения выделенной предприятию квоты эффективной дозы облучения населения от выбросов радионуклидов, выбросы этих радионуклидов в 1,1 раза и в 117 раз соответственно превышали допустимые.

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 2016 г. данных о сбросах ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs не поступало. Жидкие радиоактивные отходы захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (ЦМС и Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2016 г. в 100-км зоне НИИАР проводились следующие систематические наблюдения (рис. 2.5.4):

- 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 (дозиметрами ДРГ-01Г, ДКГ-02У "Арбитр", ДБГ-06Г, ДКГ - 07Д "Дрозд", ДКГ - 01 "Сталкер") на семи стационарных пунктах Приволжского УГМС и двух пунктах УГМС РТ;
- за содержанием радионуклидов в пробах воды и донных отложений из Черемшанского залива.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС РТ на радиометрах РУБ-01Пб и малофоновой установке УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном γ -спектрометре «Прогресс 2000» в Приволжском УГМС и на γ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание ⁹⁰Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220».

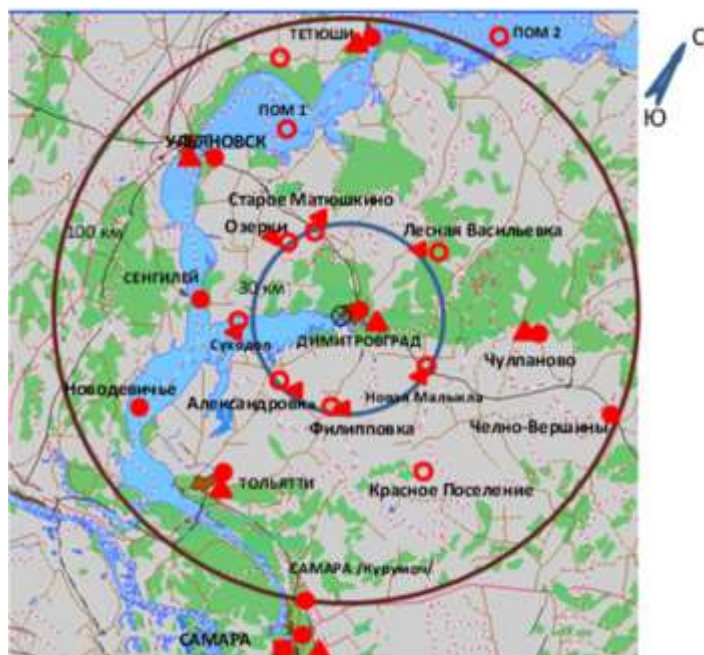


Рис. 2.5.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Данные о выпадениях $\Sigma\beta$ и объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 2.5.6. Из табл. 2.5.6 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2016 г. составляла $11,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже уровня предыдущего года и в 1,4 раза ниже значения средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от $6,0 \cdot 10^{-5}$ до $17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в августе и составило $54,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 3,4 раза превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновым значением более чем в 5 раз в 2016 г. зарегистрировано не было.

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения Приволжского УГМС, в 100-км зоне НИИАР (табл. 2.5.6) в 2016 г. колебались от 0,23 до 2,35 Бк/м²·сутки, а среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений остались примерно на уровне 2012-2015 гг. и изменялись от 0,46 Бк/м²·сутки (Дмитровград) до 1,63 Бк/м²·сутки (Самара). Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. наблюдалась в декабре в г. Самара – 11,9 Бк/м²·сутки. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым значением в 10 и более раз в 2016 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2012–2016 годы представлены в табл. 2.5.7. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. составила $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,6 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила $0,66 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 1,2 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{90}Sr по территории Центра ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.5.6

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 2016 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	1,45	10,9	0,41	1,25	0,33
	м	10,40	27,9	1,00	5,46	0,91
Февраль	с	1,49	6,0	0,61	0,93	0,55
	м	3,09	23,5	1,43	2,14	1,30
Март	с	1,33	7,2	0,49	1,44	0,44
	м	4,43	24,6	2,20	4,92	2,06
Апрель	с	1,25	12,4	0,66	1,39	0,62
	м	3,13	35,2	2,38	5,71	1,96
Май	с	1,58	16,0	0,61	0,84	0,69
	м	4,81	38,8	2,66	3,52	2,60
Июнь	с	1,55	13,5	0,46	0,96	0,47
	м	3,85	38,4	1,78	4,96	1,21
Июль	с	1,90	11,4	0,37	1,20	0,54
	м	6,14	27,8	1,21	7,71	1,38
Август	с	2,35	17,2	0,36	0,84	0,44
	м	8,41	54,6	1,29	3,07	1,66
Сентябрь	с	1,68	7,2	0,62	1,58	0,53
	м	4,52	16,1	1,78	5,24	2,05
Октябрь	с	1,34	10,2	0,35	1,18	0,45
	м	4,58	23,1	0,80	6,86	0,98
Ноябрь	с	1,65	15,9	0,33	1,06	0,64
	м	5,05	48,2	0,86	3,25	2,33
Декабрь	с	1,95	9,3	0,23	1,03	0,53
	м	11,90	40,8	0,67	2,47	1,33
Среднее: 2016 г.		1,63	11,4	0,46	1,14	0,52
2015 г.		1,82	14,5	0,58	1,38	0,52
2014 г.		1,70	16,3	0,55	1,49	0,48
2013 г.		1,4	18,9	0,5	1,6	0,4
2012 г.		1,7	22,3	0,5	1,5	0,4
Сумма, Бк/м ² ·год : 2016 г.		597		168	417	190
2015 г.		664		210	505	224
2014 г.		619		202	543	173
2013 г.		521		198	600	139
2012 г.		606		197	562	142

Таблица 2.5.7

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
¹³⁷Cs							
г. Самара	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
	2014	2,0	3,0	7,7	4,5	4,3	6,2
	2015	1,9	2,5	3,1	0,7	2,1	5,5
	2016	1,6	0,7	1,6	1,8	1,4	3,6
⁹⁰Sr							
г. Самара	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
	2014	0,37	0,86	0,49	0,56	0,57	0,72
	2015	0,56		1,00		0,78	1,01
	2016	0,66		0,65		0,66	0,82

Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2016 г. изменялась в диапазоне от 1,13 Бк/л в ноябре до 2,48 Бк/л в марте, при среднегодовом значении 1,84 Бк/л, что незначительно выше среднего значения для всей территории РФ (1,7 Бк/л).

В 2016 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 на глубину 5–10 см (по пять точек в каждом пункте) и измерением МЭД в точках отбора проб почвы на высотах 0,3-0,4 и 1 м. Всего было отобрано 35 проб почвы. Результаты определения содержания ^{137}Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2016 г. представлены в табл. 2.5.8. Полученные значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs находятся в пределах фоновых уровней для незагрязненных территорий РФ.

Таблица 2.5.8

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

Населенный пункт	МЭД, мкЗв/ч		^{137}Cs , Ки/км ²	
	0,3-0,4 м	1 м	2016 г.	2015 г.
п. Новая Малыкла	0,12–0,16 (0,14)	0,11–0,15 (0,13)	0,003–0,021(0,011)	-
с. Лесная Васильевка	0,10–0,14 (0,12)	0,12–0,14 (0,13)	0,007–0,032(0,021)	-
с. Александровка	0,13–0,17 (0,14)	0,11–0,15 (0,13)	0,012–0,034(0,021)	-
с. Филипповка	0,13–0,16 (0,15)	0,12–0,17 (0,14)	0,001–0,047(0,024)	-
с. Суходол	0,13–0,14 (0,13)	0,12–0,14 (0,13)	0,010–0,051(0,031)	-
с. Старое Матюшкино	0,13–0,17 (0,15)	0,11–0,14 (0,12)	0,014–0,048(0,028)	-
с. Озерки	0,09–0,16 (0,13)	0,12–0,16 (0,14)	0,005–0,070(0,032)	-

Примечание: в скобках указаны средние значения.

Специалистами Ульяновского ЦГМС в 2016 г. 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 ^{137}Cs в пробах воды находилось в диапазоне от 0,05 Бк/л до 0,08 Бк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [7], содержание ^{137}Cs в донных отложениях составляло 0,09-0,14 Бк/кг.

По данным ежедневных измерений МЭД на пунктах стационарной сети в 100-км зоне НИИАР, в 2016 г. среднегодовые значения МЭД находились в пределах от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч (п. Сенгилей – сентябрь).

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.

Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2016 г. на территории РФЯЦ-ВНИИЭФ и ЧМЗ представлены в табл. 2.5.9.

Таблица 2.5.9

Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» и АО «ЧМЗ», Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»				
²¹⁰ Po	$5,30 \cdot 10^9$	$7,03 \cdot 10^3$	$7,77 \cdot 10^3$	-0,74 · 10³
²³⁹ Pu	$1,52 \cdot 10^9$	$1,71 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^5$	+0,46 · 10⁵
³ H	$1,49 \cdot 10^{16}$	$1,16 \cdot 10^{14}$	$1,20 \cdot 10^{14}$	-0,4 · 10¹³
Сумма нуклидов U	$6,91 \cdot 10^{11}$	$2,62 \cdot 10^9$	$2,18 \cdot 10^9$	+0,44 · 10⁹
АО «ЧМЗ»				
²²⁶ Ra	$4,83 \cdot 10^{12}$	$8,20 \cdot 10^6$	$2,67 \cdot 10^7$	-1,85 · 10⁷
²³⁰ Th	$5,90 \cdot 10^{12}$	$2,18 \cdot 10^6$	$2,67 \cdot 10^7$	-2,45 · 10⁷
²³² Th	$4,69 \cdot 10^{12}$	$8,20 \cdot 10^6$	$9,65 \cdot 10^6$	-1,45 · 10⁶
Сумма нуклидов U	$5,91 \cdot 10^{14}$	$7,12 \cdot 10^8$	$6,13 \cdot 10^8$	+0,99 · 10⁸

В 2016 году выбросы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» не превышали допустимых значений. Выбросы радионуклидов ²¹⁰Po и ³H уменьшились в 1,1 раз по сравнению с предыдущим годом. Выбросы радионуклидов ²³⁹Pu, сумма нуклидов U незначительно увеличились в сравнении с 2015 годом в 1,4 и 1,2 раза соответственно. Выбросы АО «ЧМЗ» в 2016 году были на несколько порядков ниже допустимых значений.

В сбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана. В 2016 г. сбросы изотопов урана увеличились по сравнению с предыдущим годом в 1,1 раз и составили $2,79 \cdot 10^7$ Бк (0,4 % от допустимых сбросов – $6,35 \cdot 10^9$ Бк/год). Сбросы ЧМЗ в 2016 г., как и в предыдущие годы, не регистрировались.

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

В 2016 г. радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского УГМС осуществлялся на 20 станциях, из них на 19 станциях сети Верхне-Волжского УГМС и одной станции АМЦ

Н. Новгород) «Авиаметтелеком Росгидромета» проводились измерения МЭД. На семи станциях велся отбор проб атмосферных выпадений, на одной – проводился отбор проб аэрозолей.

В 100-км зоне ОКБ машиностроения проводились следующие наблюдения (рис. 2.5.5): за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород); за радиоактивными выпадениями в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород); за МЭД в девяти пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Ройка, Лысково, Павлово, Семенов, Нижний Новгород, АМЦ Нижний Новгород); за содержанием трития в осадках в одном пункте (Городец). В 2016 г. маршрутные обследования в 100-км зоне РОО ОКБ машиностроения не проводились.

В 100-км зоне ПЗРО проводились наблюдения (рис. 2.5.5): 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. 2.5.5 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.

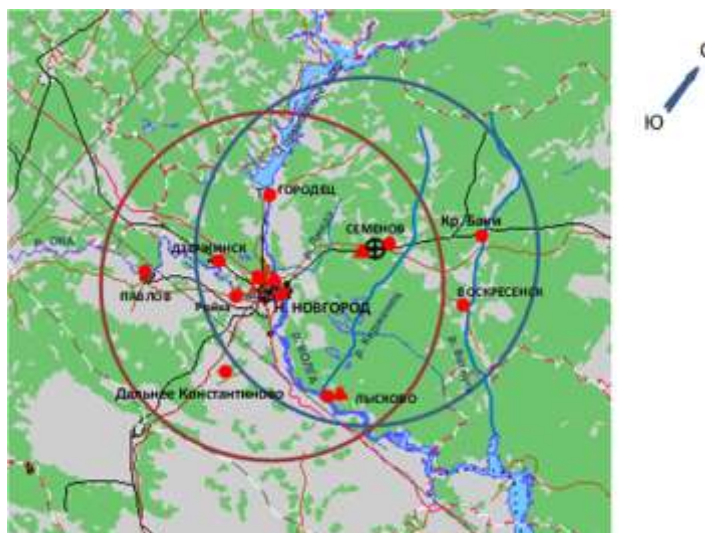


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- Т – 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), на которых в течение всего 2016 г. велись наблюдения за МЭД, на трех из них (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. 2.5.10.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2016 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,6	32,1	1,4	1,8	1,2	1,7	1,6	1,5
	м	6,0	69,0	3,2	4,3	2,6	4,1	4,5	8,4
Февраль	с	1,0	14,1	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,5
	м	2,2	59,4	2,9	3,5	5,7	3,2	3,1	3,2
Март	с	1,3	22,6	1,3	1,1	1,2	1,2	1,8	1,4
	м	4,3	63,3	3,3	2,7	3,2	3,3	4,2	4,1
Апрель	с	1,6	22,8	1,7	1,7	1,6	2,1	2,0	1,5
	м	4,8	91,1	3,7	4,8	3,8	6,6	4,5	3,5
Май	с	1,4	34,3	1,1	1,3	1,1	1,3	1,5	0,9
	м	3,5	89,6	5,4	3,0	2,8	4,6	3,4	2,2
Июнь	с	0,9	29,9	1,0	1,2	0,9	0,8	1,0	0,9
	м	1,9	76,5	2,3	2,9	2,4	2,9	2,5	2,3
Июль	с	0,9	30,8	1,6	1,6	1,3	2,0	1,7	1,5
	м	2,1	68,9	3,4	3,8	3,1	3,6	3,8	3,4
Август	с	1,4	28,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
	м	6,0	69,6	2,9	3,8	2,5	4,0	3,4	2,5
Сентябрь	с	0,9	13,3	1,2	1,6	1,4	1,3	1,4	1,2
	м	1,9	49,4	3,4	3,0	4,4	2,7	2,7	3,0
Октябрь	с	0,6	13,2	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	0,7
	м	1,6	48,3	2,0	2,2	2,4	2,8	2,1	2,0
Ноябрь	с	0,8	7,6	0,6	0,9	1,2	1,0	1,0	1,3
	м	3,1	29,0	2,0	3,1	2,9	2,2	2,1	2,5
Декабрь	с	1,0	7,9	0,7	1,1	0,9	1,0	1,1	1,0
	м	4,6	23,8	1,8	2,6	2,1	2,5	2,7	2,3
Среднее:	2016 г.	1,1	21,5	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2
	2015 г.	1,5	11,2	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5
	2014 г.	1,5	10,8	1,9	1,8	2,0	1,8	1,8	1,8
Сумма, Бк/м ² ·год:	2016 г.	409		423	473	430	477	496	411
	2015 г.	550		557	566	532	535	526	541
	2014 г.	558		712	675	730	642	672	657

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объемная Σβ в воздухе г. Н. Новгород в 2016 г. (табл. 2.5.10) изменялась от 7,6·10⁻⁵ Бк/м³ (в ноябре) до 32,1·10⁻⁵ Бк/м³ (в январе) при среднегодовом значении 21,5·10⁻⁵ Бк/м³, и превышала средневзвешенное значение по территории Центра ЕТР (16,1·10⁻⁵ Бк/м³) в 1,3 раза. В 2016 г. в г. Н. Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объемной Σβ над фоновым уровнем в 5 и более раз.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2012–2016 гг. представлены в табл. 2.5.11. Из табл. 2.5.11 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе Н. Новгорода в 2016 г. была в 3,5 раза выше значения 2015 г. и составляла 4,2·10⁻⁷ Бк/м³, что в 1,2 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР (3,6·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. составляла 1,24·10⁻⁷ Бк/м³, что в 2,5 раза выше, чем в 2015 г., и в 1,5 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР (0,82·10⁻⁷ Бк/м³).

Среднемесячные значения Σβ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2016 г. (табл. 2.5.10) варьировали в диапазоне от 0,6 до 1,8 Бк/м²·сутки. Среднегодовые значения Σβ выпадений составили 1,1–1,3 Бк/м²·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по региону.

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Н. Новгород	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
	2014	1,2	нпо	2,2	6,0	2,6	6,2
	2015	1,1	0,7	нпо	1,8	1,2	5,5
	2016	6,0	3,0	5,6	2,1	4,2	3,6
^{90}Sr							
Н. Новгород	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
	2014	0,22	1,42	0,33	0,21	0,55	0,72
	2015		0,41		0,58	0,50	1,01
	2016		1,61		0,87	1,24	0,82

Примечания: нпо – ниже предела обнаружения.

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2016 г. не наблюдалось.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2016 г. составляла 1,63 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 0,22 Бк/л (май) до 2,65 Бк/л (июль). В 2016 г. содержание трития в осадках незначительно увеличилось по сравнению с 2015 г. (табл. 2.5.12), но было ниже среднего значения по стране (1,7 Бк/л).

Таблица 2.5.12

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

Год	2012	2013	2014	2015	2016
^3H	2,6	1,9	1,3	1,4	1,6

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОКБМ в 2016 г. колебались в диапазоне от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,15 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 2016 г., по данным ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», на хранение были приняты 140,367 м³ кондиционированных РАО массой 112,348 т и общей активностью $3,22 \cdot 10^{10}$ Бк; отработавшие ИИИ – 4291 шт. общей активностью $4,26 \cdot 10^{12}$ Бк с определяющими радионуклидами: ^{137}Cs , ^{239}Pu , $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{241}Am , ^{60}Co .

Содержание радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в пунктах наблюдения 100-км зоны ПЗРО приведены в табл. 2.5.10–2.5.12, там же приводятся данные по радиационной обстановке вокруг ОКБМ.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения в 100-км зоне ПЗРО составили 0,08–0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08–0,12 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона. Максимальные измеренные значения не превышали 0,14 мкЗв/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МЭД в ЗН предприятия в 2016 г. составила 0,12 мкЗв/ч, удельная суммарная β -активность радионуклидов в воде из наблюдательных скважин и трубчатых колодцев не превышала 2,39 Бк/кг, активность ^{90}Sr была $< 0,3$ Бк/кг.

Среднее содержание суммарной β -активности радионуклидов в почве составляло 15,9 Бк/кг, что соответствует фоновым значениям. По содержанию в почве ^{90}Sr данные не представлены.

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 0,8–2,1 Бк/м²·сутки. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. составили 1,2–1,4 Бк/м²·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение за 2016 г. составило 6,6 Бк/м²·сутки в апреле (г. Арзамас).

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2016 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2016 г. составляли 0,08–0,10 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08–0,11 мкЗв/ч., что соответствует колебаниям природного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,12 мкЗв/ч.

ОАО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2016 г. изменялась в диапазоне 0,7–1,5 Бк/м²·сутки при среднегодовом значении 1,2 Бк/м²·сутки, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение суммарной β -активности выпадений составило 8,4 Бк/м²·сутки в январе. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2016 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ОАО «ЧМЗ» в 2016 г. составляли 0,09–0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08–0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,15 мкЗв/ч.

Годовые выпадения ^{137}Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2016 г. составляли 0,12 Бк/м²·год, что ниже уровня 2015 г. (0,20 Бк/м²·год) и в 1,8 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,22 Бк/м²·год).

Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в осадках в 2016 г. в 100-км зонах РОО (табл. 2.5.10–2.5.12) 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 2016 г. была стабильной. Вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы в результате деятельности РОО, расположенных на территории округа, значительного влияния на радиационную обстановку не оказывал. 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): 132 пункта наблюдений за мощностью AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно); 58 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 (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, 12 пунктов по отбору проб поверхностных вод (9 рек и 1 водохранилище) 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 Уральского, Западно-Сибирского УГМС и Челябинского ЦГМС дополнительно проводится гамма-спектральный и радиохимический анализы проб (^{90}Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития и изотопов плутония.

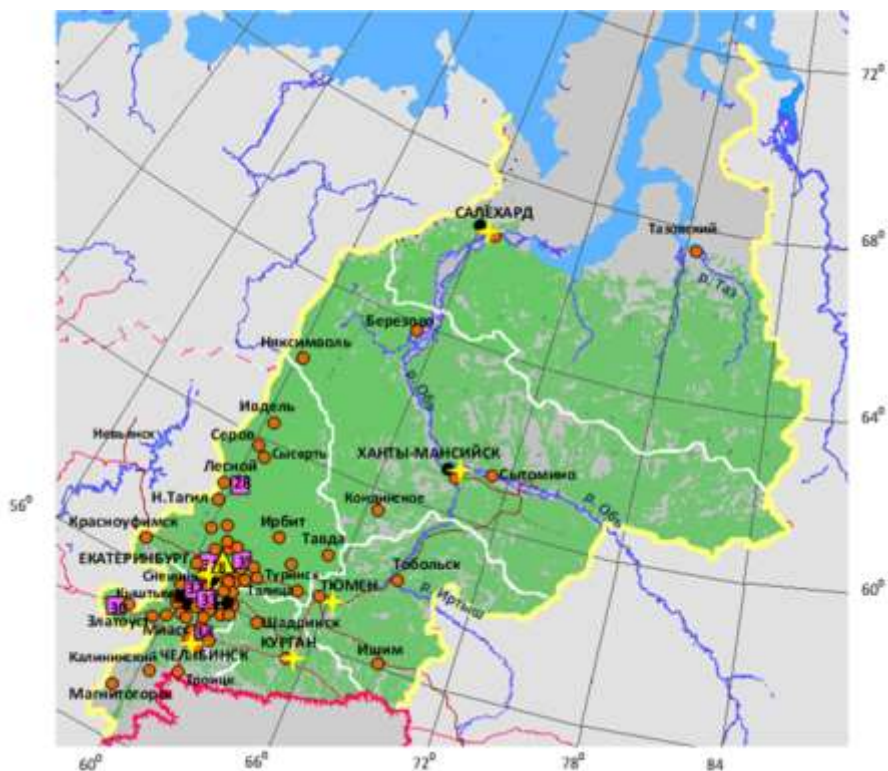


Рис. 2.6.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга МЭД на территории УФО изменялась от 0,05 до 0,20 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязненные территории. Среднегодовые значения МЭД на территории УФО в 2016 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,09 – 0,10 мкЗв/ч при среднем значении 0,10 мкЗв/ч. Эти значения не отличаются от многолетних уровней, наблюдаемых на территории Уральского региона.

Таблица 2.6.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах УФО в 2016 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	57	0,09	0,20 (Каменск-Уральский)
Челябинская область	32	0,10	0,19 (Троицк, Челябинск)
Курганская область	16	0,10	0,18 (Шумиха)
Тюменская область	11	0,10	0,17 (Ишим)
Ямало-Ненецкий АО	5	0,10	0,14 (Тазовский, Тарко-Сале)
Ханты-Мансийский АО	11	0,09	0,17 (Ханты-Мансийск, Октябрьское)
УФО	132	0,10	0,20

Приземная атмосфера

На территории округа в четырех субъектах Российской 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 2.6.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Свердловская область						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	6,6	3,3	8,2	3,34	4,03	4,25
Челябинская область						
Новогорный (ПО «Маяк»)	28,1	67,1	92,6	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	8,1	7,0	6,7	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	11,1	34,0	9,5	-	-	-
Средневзвешенное по Западной Сибири	3,0	2,2	3,1	1,85*	1,15*	1,05
Ямало-Ненецкий АО						
Салехард	1,2	нпо	нпо	0,4	0,3	0,18
Ханты-Мансийский АО						
Ханты-Мансийск	1,3	нпо	1,5	0,6	0,58	0,28
Средневзвешенное по Заполярью	1,2	1,4	1,3	0,55	0,31	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;
 нпо – ниже предела обнаружения ($1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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 3.

В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. находилась на уровне средневзвешенного значения по Заполярью и составляла $1,3$ Бк/м³ и $1,2$ Бк/м³ соответственно. В Свердловской области в Верхнем Дуброво объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. была в два раза выше, чем в 2015 г. В Челябинской области в Новогорном и в Кыштыме объемная активность ^{137}Cs была в 2,4 и 3 раза ниже, чем в 2015 г. соответственно, в Аргаяше активность осталась на том же уровне.

В Свердловской области в Верхнем Дуброво объемная активность ^{90}Sr в 2016 г. снизилась в 1,3 раза по сравнению с 2015 г. В Ямало-Ненецком АО объемная активность ^{90}Sr увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2015 г. В Ханты-Мансийском АО объемная активность ^{90}Sr осталась на уровне 2015 г. и, как и в предыдущие годы была выше, чем в расположенном севернее Ямало-Ненецком АО. Вероятнее всего, это можно объяснить влиянием ветрового переноса ^{90}Sr с территории Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа. Содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы рассматривает-

мых АО в течение последних двух 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 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 в 2016 г. были примерно на уровне 2015 г. и составляли $1,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. Выпадения ^{137}Cs на этих территориях ($0,20 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) были в 2,7 раза ниже значений 2015 г. и в 1,3 раза выше средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири ($0,15 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). На рис. 2.6.2 приведена динамика фоновых уровней выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr в период с 2006 по 2016 г. Из рисунка видно, что фоновые уровни выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr значительно колеблются от года к году, но имеют тенденцию к уменьшению.

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения ^{137}Cs в 2016 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения ^{90}Sr за первое полугодие 2016 г. составили $0,13 \text{ Бк/м}^2$, что в 1,3 раза ниже выпадений ^{90}Sr за тот же период 2015 г. ($0,17 \text{ Бк/м}^2$).

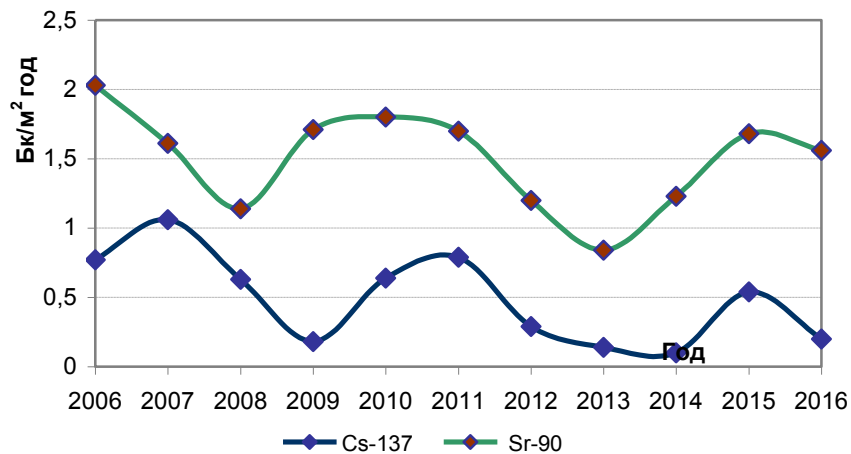


Рис. 2.6.2. Динамика фоновых уровней выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей

Поверхностные воды

На территории УФО наблюдения за содержанием трития в осадках и поверхностных водах проводятся в Ямало-Ненецком АО в г. Салехарде, где объемная активность трития в осадках в 2016 г. была выше в 1,2 раза среднего значения для территории РФ ($1,7 \text{ Бк/л}$) и составила $2,1 \text{ Бк/л}$. Объемная активность трития в р. Обь (г. Салехард) в 2016 г. колебалась от $1,55 \text{ Бк/л}$ до $2,21 \text{ Бк/л}$ составив в среднем $1,8 \text{ Бк/л}$, что находится на уровне предыдущих лет и среднего значения содержания трития в реках РФ ($1,7 \text{ Бк/л}$).

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 2016 г. в р. Обь составила $5,5 \text{ мБк/л}$ ($5,7 \text{ мБк/л}$ в 2015 г.) Объемная активность ^{90}Sr в р. Пур увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2015 г. и составила $5,2 \text{ мБк/л}$

(4,5 мБк/л в 2015 г.) В р. Обь (г. Салехард) постоянно регистрируются повышенные по сравнению со средним значением для рек АТР (4,8 мБк/л в 2016 г.) 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 металлургических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. За 66 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 2016 г., а также для сравнения данные 2012–2016 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 были в 1,8 раза выше значения 2015 г., но не превышали региональных фоновых значений по Уральскому региону. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. было зарегистрировано в мае и составило $3,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в пос. Двуреченск составили $1,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 7 раз выше регионального фона ($0,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Годовые выпадения ^{90}Sr в 2016 г. были в 1,5 раза выше значений 2015 г. и соответствовали уровню регионального фона. Среднегодовое значение МЭД в пос. Двуреченск в 2016 г. составило $0,11 \text{ мкЗв/ч}$, что находится на уровне радиационного фона по УФО ($0,10 \text{ мкЗв/ч}$). 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 за 2016 г. 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 2016 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	0,1	} 0,39	0,6	0,1	} 0,33	0,5	0,2	} 0,57
Февраль	0,3	0,8		0,4	0,2		0,5	0,2	
Март	0,5	0,1		0,5	нпо		0,6	0,2	
Апрель	0,5	0,2	} 0,42	0,4	0,2	} 0,93	0,7	нпо	} 0,48
Май	0,4	нпо		0,4	0,2		0,4	нпо	
Июнь	0,4	нпо		0,4	0,2		0,4	0,1	
Июль	0,5	0,1	} 0,51	0,5	0,2	} 0,78	0,2	нпо	} 0,51
Август	0,3	нпо		0,5	0,2		0,4	0,2	
Сентябрь	0,5	нпо		0,7	нпо		0,7	нпо	
Октябрь	0,5	0,1	} 0,27	0,6	нпо	} 0,72	0,4	нпо	} 1,2
Ноябрь	0,7	нпо		0,8	0,1		0,5	нпо	
Декабрь	0,8	нпо		0,9	нпо		0,5	нпо	
Сумма, Бк/м ² ·год:									
2016г.	179	1,4	1,6	203	1,6	2,8	177	0,9	2,8
2015 г.	102	3,6	1,1	172	3,2	1,5	153	3,6	1,7
2014 г.	183	1,1	1,7	183	1,6	3,0	183	1,5	4,7
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
Фон для Уральского региона, Бк/м ² ·год:									
2016г.	207	0,2	1,6	207	0,2	1,6	207	0,2	1,6
2015 г.	172	0,5	1,7	172	0,5	1,7	172	0,5	1,7
2014 г.	183	0,1	1,2	183	0,1	1,2	183	0,1	1,2
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

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ($\leq 0,01 \text{ Бк/м}^2 \text{ месяц}$).

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Новоуральске были на уровне региональных фоновых значений по Уральскому региону (207 Бк/м²·год) и составили 203 Бк/м²·год. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. было зарегистрировано в августе и составило 4,4 Бк/м²·сутки. В 2016 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Новоуральске уменьшились в 2 раза по сравнению с уровнем 2015 г., но были в 8 раз выше регионального фонового уровня по Уральскому региону (0,2 Бк/м²·год). Годовые выпадения ⁹⁰Sr в г. Новоуральске в 2016 г. увеличились в 1,9 раза по сравнению с уровнем 2015 г. и были выше уровня регионального фона в 1,8 раза. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске составило 0,09 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО (0,10 мкЗв/ч). 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 2016 г. было зарегистрировано в апреле и составило 3,9 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Лесном в 2016 г. составляли 0,9 Бк/м²·год, что в 4 раза ниже, чем в 2015 г., но в 4,5 раза превышает фоновые выпадения по Уральскому региону.

Годовые выпадения ⁹⁰Sr увеличились по сравнению с 2015 г. в 1,6 раза и в 1,8 раза превысили уровень регионального фона.

Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2016 г. составляло 0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне среднего по УФО значения (0,10 мкЗв/ч). 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 2016 г. выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в рассматриваемых населенных пунктах по-прежнему превышали региональный фоновый уровень. Выпадения ⁹⁰Sr за год в двух контролируемых пунктах превысили фоновый уровень.

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 ОСПОРБ-99 [15], 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 Сарapulка), 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 2016 г. (табл. 2.6.4) составляли $0,54 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, оставаясь на уровне ряда предыдущих лет, и не превышали фоновые значения, характерные для Уральского региона ($0,57 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$). Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в октябре ($3,75 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$), в г. Сарapulке – в сентябре ($4,21 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$).

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	2016 г.	2015 г.
Екатеринбург	с	0,49	0,36	0,42	0,51	0,40	0,39	0,55	0,26	0,57	0,64	0,62	0,57	0,48	0,43
	м	2,45	1,08	2,33	1,28	1,69	1,32	3,26	0,88	2,04	3,75	2,56	2,59		
Сарapulка	с	0,53	0,46	0,30	0,64	0,62	0,60	0,32	0,61	0,82	0,61	0,79	0,85	0,60	0,48
	м	2,22	3,85	1,13	2,78	1,62	2,97	0,91	2,75	4,21	3,12	2,78	4,19		
Среднее:	2016 г.	0,53	0,38	0,46	0,53	0,38	0,42	0,41	0,38	0,59	0,57	0,71	0,82	0,54	
	2015 г.	0,58	0,48	0,38	0,31	0,39	0,45	0,36	0,42	0,48	0,52	0,50	0,57		
Фон для Уральского региона:	2016 г.	0,45	0,45	0,48	0,57	0,43	0,45	0,45	0,51	0,71	0,73	0,78	0,84	0,57	
	2015 г.	0,44	0,45	0,43	0,37	0,48	0,50	0,47	0,53	0,48	0,49	0,54	0,49		

МЭД в пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Новоберезовский, Монетный) в 2016 г. колебалась в диапазоне $0,07-0,08 \text{ мкЗ/ч}$ при среднем значении $0,08 \text{ мкЗв/ч}$, что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону ($0,10 \text{ мкЗв/ч}$).

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.

Значения выпадений 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.

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	2016 г.	2015 г.	
Аргаяш	с	0,61	0,56	0,59	0,55	0,52	0,77	0,67	0,61	0,72	0,63	0,61	0,47	0,61	0,61
	м	1,20	1,60	1,18	1,70	1,60	3,08	2,40	1,19	1,95	1,35	1,15	1,33	3,08	
Фон для Уральского региона:	2016 г.	0,45	0,45	0,48	0,57	0,43	0,45	0,45	0,51	0,71	0,73	0,78	0,84	0,57	
	2015 г.	0,44	0,45	0,43	0,37	0,48	0,50	0,47	0,53	0,48	0,49	0,54	0,49		0,47

В 2016 г. среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в зоне влияния Челябинского ПЗРО (0,61 Бк/м²·сутки) находилось на уровне 2015 г., и незначительно превышало уровень регионального фона (0,57 Бк/м²·сутки).

Выводы

Радиационная обстановка на территории УФО вне 100-км зон ПО «Маяк» и Белоярской АЭС и загрязненных вследствие радиационных аварий территорий в 2016 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 невозможно, 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). Протяжен-

ность 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).

Организация 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): 290 пунктов по измерению МЭД; 87 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 15 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ, 6 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 пресных и морских водах, трития и изотопов плутония.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные суточные величины МЭД, измеренные СРМ в 2016 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1.

Анализ измеренных МЭД в целом показывает, что максимальные измеренные значения МЭД в большинстве пунктов наблюдений на территории округа не превышали 0,3 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД изменялись от 0,10 мкЗв/ч в Томской области до 0,14 мкЗв/ч – в Иркутской области и Республике Бурятия и не превышали средних многолетних значений. Среднегодовое значение МЭД на территории СФО составляло в 2016 г. 0,12 мкЗв/ч.

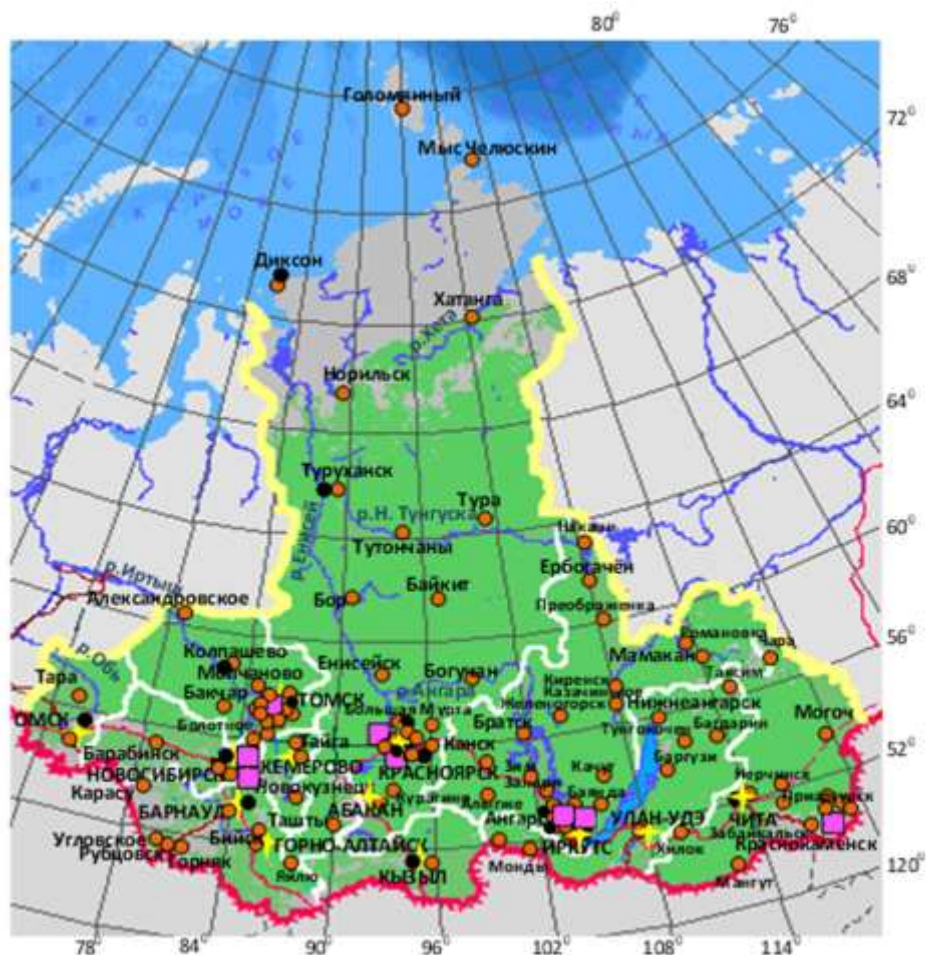


Рис. 2.7.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Сибирского федерального округа:

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

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах СФО в 2015 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Забайкальский край	33	0,13	0,26
Алтайский край	27	0,11	0,21
Красноярский край	55	0,11	0,25
Республика Бурятия	31	0,14	0,23
Республика Алтай	9	0,13	0,24
Республика Тува	11	0,13	0,22
Республика Хакасия	5	0,12	0,22
Иркутская область	45	0,14	0,32
Кемеровская область	14	0,11	0,16
Омская область	19	0,11	0,22
Томская область	13	0,10	0,18
Новосибирская область	28	0,11	0,19
СФО	290	0,12	0,32

Приземная атмосфера

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводятся в 8 из 12 субъектов Федерации округа на 15 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 [4,5].

Из табл. 2.7.2 видно, что объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. уменьшилась, в основном, во всех пунктах наблюдения СФО. Среднее по округу содержание ^{137}Cs в приземном слое воздуха уменьшилось по сравнению с 2015 г. в 1,1 раза и было незначительно выше средневзвешенного значения по АТР ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Повышенная по сравнению со средним значением по округу объемная активность ^{137}Cs в 2015 г. наблюдалась в пп. Большая Мурта и Сухобузимское, расположенных в 100-км зоне ГХК, и в Чите (рис. 2.7.1), а также в Иркутске и Колпашево.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в атмосферном воздухе на территории СФО в 2016 г. варьировала в пределах от $0,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в п. Диксон Красноярского края до $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в Сухобузимском Красноярского края (см. табл. 2.7.2). В большинстве населенных пунктов, в которых проводятся наблюдения, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr увеличилась: в Сухобузимском (100-км зона ГХК)- в 2,8 раза; В Иркутске и Ангарске (100-км зона АЭХК) – в 4 и 2,8 раза, соответственно. Поэтому в 1,4 раза возросла и средняя по округу объемная активность ^{90}Sr . В 2016 г. она превышала средневзвешенное значение по АТР в 1,3 раза.

Таблица 2.7.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Красноярский край						
Б.Мурта	2,5	3,1	4,3	1,7	1,6*	1,75
Красноярск	1,8	1,6*	2,2	2,1**	2,2**	2,05
Сухобузимское	2,3	3,4	4,0	5,4	1,9*	1,83
Уяр	1,4	1,4	2,1	0,6	0,8*	0,80
Туруханск	1,0	1,3	1,1	1,0	0,4	0,60
Диксон	0,2	0,7	0,7	0,3	0,1	0,11
Забайкальский край						
Чита	0,8	3,3	1,1	0,8	1,1*	1,28
Алтайский край						
Барнаул	1,4	2,6	2,0	1,1	0,8*	0,55
Новосибирская область						
Огурцово	1,6	1,6	1,8	1,3**	1,7*	1,74
Томская область						
Колпашево	3,5	< 1,0	1,5	0,6	0,4*	0,40
Томск	2,0	2,0**	-	-	-	-
Омская область						
Омск	2,1	2,2	2,0	3,4	1,7*	1,58
Иркутская область						
Иркутск	2,6	1,2	3,7	5,3	1,3	3,90
Ангарск	1,3	1,8	1,2	3,3	1,2*	1,18
Республика Тыва						
Кызыл	1,0	< 1,0	1,2	1,2	0,9*	1,05
Среднее по СФО	1,7	1,9	2,1	1,9	1,4*	1,34

Примечание: * - уточненные данные; ** - данные за полугодие.

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

Выпадения ^{137}Cs на территории СФО, кроме Забайкальского края и республики Бурятия, за первый-третий квартал 2016 г. ($0,106 \text{ Бк/м}^2$) увеличились в 2,2 раза по сравнению с аналогичным периодом 2015 г. ($0,049 \text{ Бк/м}^2$) при средневзвешенном значении годовых выпадений этого радионуклида на территории АТР в 2016 г., равном $0,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. На территории Забайкальского края и республики Бурятия выпадения ^{137}Cs были ниже предела обнаружения.

Выпадения ^{90}Sr на территории СФО за первое полугодие 2016 г. составила $0,13 \text{ Бк/м}^2$. В 2015 г. эта величина за аналогичный период составляла $0,17 \text{ Бк/м}^2$.

Поверхностные воды и атмосферные осадки

Объемная активность трития в осадках на территории СФО в 2016 г. определялась в шести пунктах (табл. 2.7.3). Из табл. 2.7.3 видно, что среднегодовая объемная активность трития в осадках в субъектах Федерации на территории СФО изменялась в пределах от $1,5 \text{ Бк/л}$ на о. Диксон Красноярского края до $2,5$ в п. Енисейск. Среднее содержание трития в осадках на территории СФО ($2,2 \text{ Бк/л}$) было в 1,4 раза выше среднего значения для АТР ($1,6 \text{ Бк/л}$).

Усредненная объемная активность трития в реках на территории СФО (Красноярский край) в 2016 г. (табл. 2.7.3) была ниже, чем в 2015 г. ($1,9 \text{ Бк/л}$), и ниже среднего для рек АТР ($1,9 \text{ Бк/л}$).

Таблица 2.7.3

Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2016 г. (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	Осадки		Реки	
	^3H , Бк/л	^3H , Бк/л	^3H , Бк/л	^{90}Sr , мБк/л
Красноярский край				
о. Диксон	1,5			
Енисейск	2,5			
Тура (Нижняя Тунгуска)	2,2	1,8		
Игарка (Енисей)		1,8		5,6
Хатанга (р. Хатанга)				-
Иркутская область				
Иркутск	2,5			
Исток Ангары (р. Ангара)				5,1
Республика Бурятия				
Мостовой (р. Селенга)				3,9
Новосибирская область				
Новосибирск	2,4			
Омская область				
Омск	2,4			
Республика Алтай				
СФМ Яйлю (р. Кокша)				5,3
Среднее по СФО	2,2 (2,1)	1,8 (1,9)		5,0 (4,1)
Среднее по АТР	1,6 (1,7)	1,9 (2,2)		4,8 (5,0)

Примечание: - в скобках приведены данные за 2015 г. ; -- нет данных

Усредненная объемная активность ^{90}Sr в реках на территории СФО (табл. 2.7.3) увеличилась по сравнению с 2015 г. и составляла 5,0 мБк/л, что находится на уровне среднего значения для рек АТР. Содержание ^{90}Sr в реках СФО изменялась от 3,9 мБк/л в р. Селенге до 5,6 мБк/л – в р. Енисей, что на три порядка ниже норматива для питьевой воды по НРБ-99/2009 (для ^{90}Sr УВ = 5 Бк/л).

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 и ГХК – приведен в разделе 3.

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, граница которой проходит на расстоянии 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 ^{222}Rn 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 2016 г. выбросы суммы нуклидов урана в атмосферу на НЗХК были в 73 раз ниже допустимого выброса и составляли $4,26 \cdot 10^8$ Бк/год при допустимом выбросе $3,10 \cdot 10^{10}$ 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 водоем-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. 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 па-

водками наблюдается просачивание относительно небольшого количества воды через дамбы секций. Существует также потенциальная возможность попадания радионуклидов из секций-отстойников в грунтовые воды.

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 2016 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 марлевого горизонтального планшета;

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

- на пяти станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Кольвань, 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 AMBIENTНОГО эквивалента дозы γ -излучения (МЭД);

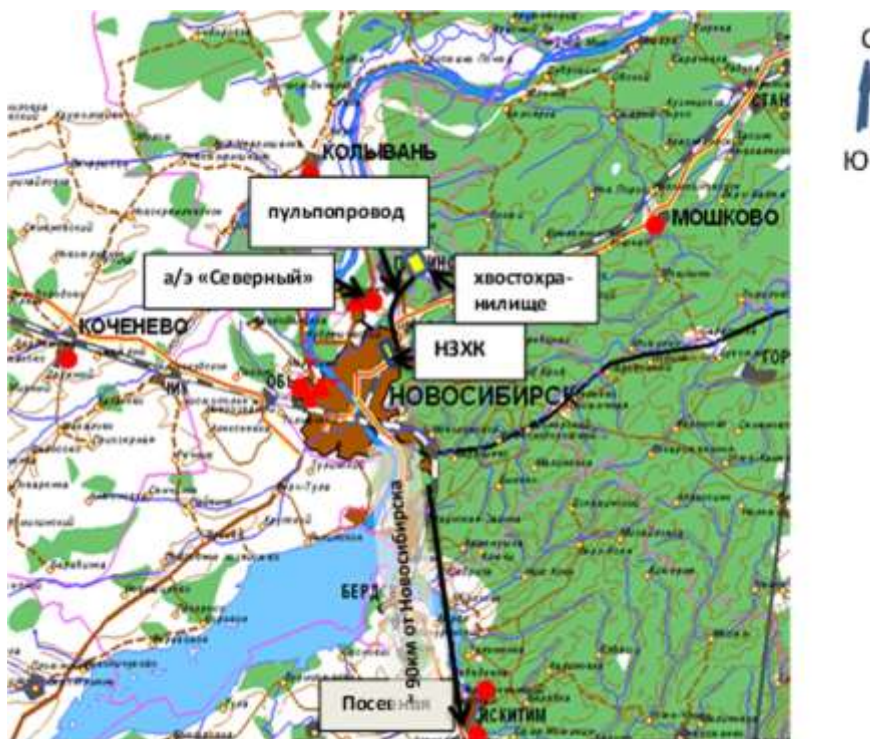


Рис. 2.7.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

- – 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 и донных отложений (рис. 2.7.3);
- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.7.3) для анализа на содержание $\Sigma\beta$ радионуклидов;

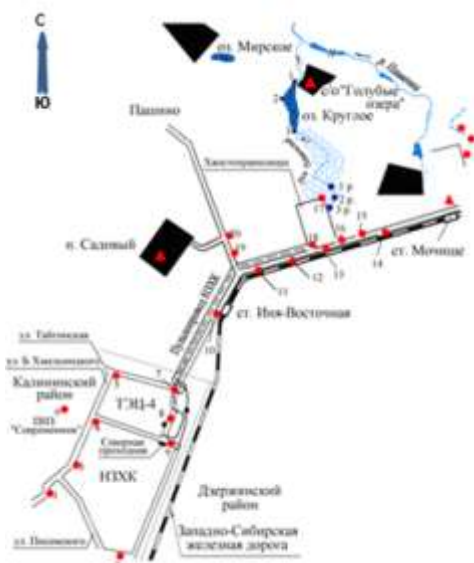


Рис. 2.7.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

- в 20 контрольных точках ближней 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК ежемесячно проводились маршрутные гамма-съемки (рис. 2.7.3);
- в двух точках в марте были отобраны пробы снега;
- один раз в год проводилась маршрутная γ -съемка с интервалом 100 м вдоль пульпопровода (рис. 2.7.4).

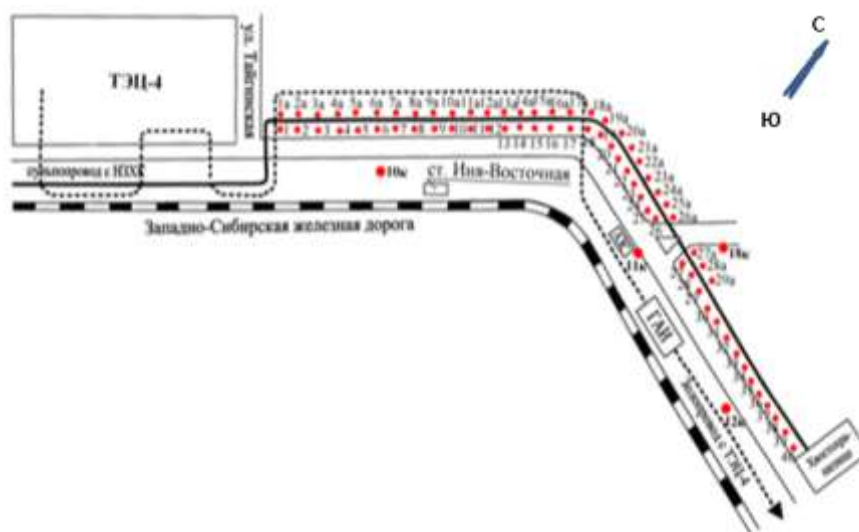


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- — 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. МЭД контролировалась с помощью профессиональных переносных дозиметров.

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы п. Огурцово (рис. 2.7.2) в течение первых семи месяцев 2016 г. приведены в табл. 2.7.4. Из табл. 2.7.4 видно, что среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово колебалась от $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в марте до $20,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в мае. Средняя за 7 месяцев объемная $\Sigma\beta$ ($14,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была на уровне средневзвешенного значения по Западной Сибири ($14,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ ($64,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалось в мае.

Таблица 2.7.4

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		
	2016	2015 г.	2016	2015 г.	
Январь	с	0,6	3,1	17,8	7,1
	м	2,7	6,2	53,5	17,4
Февраль	с	1,3	1,1	10,4	-
	м	3,0	4,6	62,4	-
Март	с	1,3	1,2	6,7	-
	м	2,5	2,1	17,5	-
Апрель	с	1,5	1,5	13,2	-
	м	2,8	4,4	28,7	-
Май	с	1,2	1,7	20,9	15,3
	м	2,9	6,9	64,3	48,3
Июнь	с	1,4	0,9	18,8	19,8
	м	3,5	2,8	38,4	49,0
Июль	с	1,4	1,1	10,7	14,9
	м	5,5	4,0	23,5	65,0
Август	с	1,1	1,7	-	12,7
	м	3,1	5,3	-	54,1
Сентябрь	с	1,3	1,4	-	13,0
	м	4,3	6,2	-	45,5
Октябрь	с	1,3	1,4	-	13,1
	м	3,4	3,5	-	54,0
Ноябрь	с	1,2	1,2	-	8,8
	м	2,9	3,6	-	42,3
Декабрь	с	1,3	1,0	-	10,9
	м	5,0	2,6	-	56,8
Среднее: Бк/м ² ·сутки		1,2	1,4		
10 ⁻⁵ Бк/м ³				14,1	12,8
Сумма: Бк/м ² ·год		453	524		
Средневзвешенное по Западной Сибири: Бк/м ² ·год		493	459		
10 ⁻⁵ Бк/м ³				14,4	11,6

Примечание: -- нет данных, вышла из строя ВФУ с 27.07.2016 г.

Из техногенных радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовали ^{137}Cs и ^{90}Sr . Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы п. Огурцово в 2016 г. и в предыдущие годы представлены в табл. 2.7.5. В 2016 г. средняя за семь месяцев

объемная активность ^{137}Cs не отличалась от среднегодовой объемной активности за 2015 г. и была в 1,9 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западной Сибири. Как видно из табл.2.7.5, объемная активность ^{137}Cs в воздухе с 2012 г. постепенно снижается. Средняя за семь месяцев 2016 г. объемная активность ^{90}Sr в Огурцово осталась примерно на уровне 2015 г. и была незначительно ниже средневзвешенного значения для территории Западной Сибири в 2016 г.

Результаты измерения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Огурцово приведены в табл. 2.7.4. Из табл. 2.7.4 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в Огурцово в 2016 г. уменьшились на 14 % по сравнению с 2015 г., и не превышали средневзвешенное значение по Западной Сибири (493 Бк/м²·год). Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2016 г. зафиксировано не было.

Выпадения ^{137}Cs в п. Огурцово в 2016 г. были ниже предела обнаружения.

Таблица 2.7.5

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово, 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	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
	2014	0,8	3,1	2,7	0,6	1,8	3,1
	2015	н	2,6	1,7	н	1,6	2,2
	2016	1,1	1,5	-	-	1,6	3,0
^{90}Sr							
Огурцово	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	1,5
	2013	0,7	3,4	1,4	1,1	1,6	2,0
	2014	0,7	2,0	3,2	1,1	1,7	1,0
	2015		2,1		1,3	1,7	1,2
	2016		1,3		3,2*	1,6	1,8

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

-- нет данных, вышла из строя ВФУ с 27.07.2016 г.;

* – данные за июль.

Снег, радиационный фон на местности

В 5-км зоне вокруг НЗХК в период перед началом снеготаяния был проведен отбор проб снега в 2 контрольных точках т.14 и т.20.

Результаты анализа проб показали, что среднее значение содержания $\Sigma\beta$ в снежном покрове в ближней зоне НЗХК в 2016 г. составляло 0,427 Бк/м² (при максимальном 0,531 Бк/м² в т. 20). 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 0,09 до 0,11 мкЗв/ч.

МЭД в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2016 г. измерялась во время маршрутных обследований каждый месяц на высоте 1 м от поверхности земли. В течение года значения МЭД вокруг предприятия НЗХК (т.т. 1–9, рис. 2.7.3) изменялись в пределах 0,05–0,23 мкЗв/ч (максимальное значение, как и в предыдущие годы, отмечалось в т.8), вдоль пульпопровода (точки т.т.10-12, рис.2.7.3) – от 0,05 до 0,15 мкЗв/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13–20, рис. 2.7.3) – от 0,05 до 0,18 мкЗв/ч.

Во время маршрутной γ -съемки вдоль пульпопровода (точки 1 – 40 и 1а – 29а с обеих сторон

пульпопровода рис. 2.7.4) в 2016 г. измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 50 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. Мощность дозы γ -излучения вдоль пульпопровода изменялась в пределах от 0,10 до 0,60 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД измерены в т. 5а пульпопровода.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2016 г. изменялись от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч и находились в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Чулым (в сентябре) и в п. Коченёво (в октябре), 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 2016 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (т.т. 2р и 3р, рис. 2.7.3) и в озере (т.т. 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 2016 г. представлены в табл. 2.7.6.

Таблица 2.7.6

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

Точки отбора проб	МЭД на высоте		Вода ¹ $\Sigma\beta$	Донные отложения*			
	3–4 см	1 м		²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
т. 1	0,08	0,07	1,3	16,7	29,14	8,78	244,6
т. 2	0,08	0,07	1,5	24,4	43,09	12,20	369,9
т. 3	0,09	0,10	0,5	37,4	34,59	2,88	633,0
т. 1р**	-	-	-	-	-	-	-
т. 2р	0,12	0,10	1,2	3,0	18,5	миа	290,0
т. 3р	0,09	0,10	1,1	7,2	30,4	2,9	290,0
Среднее							
2016г.	0,09	0,09	1,12	17,7	31,1	6,7	365,5
2015 г.	0,10	0,11	2,20	29	71	7,5	426
2014 г.	0,10	0,11	1,54	20	77	9,7	353
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

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

- нет данных

– С июня 2016 г, прекращены измерения фильтрата в связи с неисправностью радиометра РУБ-01П;

-1**– измерение пробы не проводится. С октября 2015г., не возможен подъезд к точке отбора пробы;

Из табл. 2.7.6 видно, что объемная $\Sigma\beta$ в оз. Круглое и ручье Пашенский во всех точках измерения, кроме т.3р, превышало контрольную величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [7] для питьевой воды.

Среднее значение объемной $\Sigma\beta$ в исследуемых водоемах в 2016 г. уменьшилось в 2 раза по сравнению с 2015 г. и в 1,2 раза превышало контрольную величину (1,0 Бк/л).

Содержание ^{137}Cs в донных отложениях исследуемых водоемов в 2016 г. уменьшилось в 1,1 раза по сравнению с 2015 г. и не превышало фоновых уровней. Содержание ^{226}Ra уменьшилось в 2,3 раза по сравнению с 2015 г.

МЭД в местах отбора проб (табл. 2.7.6) на высоте 1 м от поверхности в среднем составляла 0,09 мкЗв/ч, что не превышает колебаний уровней глобального фона.

Объемная $\Sigma\beta$ 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 2016 г. составляла в среднем 0,47 Бк/л и не превышала контрольную величину (1,0 Бк/л). Гамма-спектрометрический анализ показал, что в пробах питьевой воды из скважин населённых пунктов отсутствовали техногенные радионуклиды.

Отбор проб почвы производился в 2013 г. 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 ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2016 г. среднегодовая объемная активность трития составила 2,4 Бк/л, что находится на уровне 2015 г., и превышает среднее значение для территории РФ (1,7 Бк/л). Наблюдаемое содержание трития в воде на три порядка ниже норматива УВ по содержанию трития в воде (7600 Бк/л) [7].

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2016 г. деятельность РОО ОАО «НЗХК» не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения окружающей среды в окрестностях РОО и на всей территории Новосибирской области.

2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО), до акционирования известное как Приаргунский горно-химический комбинат, более 40 лет является основным уранодобывающим предприятием в России и одним из крупнейших уранодобывающих предприятий мира. Доля ППГХО в общем объеме производства природного урана в России составляет около 68%.

Основой минерально-сырьевой базы ППГХО служат урановые и молибденово-урановые месторождения Стрельцовского рудного поля, расположенные в северных предгорьях Аргунского хребта в юго-восточной части Забайкальского края.

Стрельцовское месторождение было открыто в 1963 году в юго – восточном Забайкалье. Добыча руды осуществляется с 1968 года. Первая очередь гидрометаллургического завода по переработке урановой руды была введена в эксплуатацию в 1976 году.

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

- подземная добыча урановых руд;
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-окиси 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 мощностью 250 МВт, гидromеталлургический завод (ГМЗ) с сернокислотным цехом (СКЦ) и урановые рудники (ПУР-1, ПУР-8).

ППГХО расположено в юго-восточной части Забайкальского края в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. Поселок Октябрьский, ранее располагавшийся в районе основной площадки ППГХО, ликвидирован, население поселка переселено в г. Краснокаменск. Город Краснокаменск расположен в равнинной части пади Сухой Урулюнгуй, имеет наиболее благоприятную в санитарном отношении розу ветров с господствующими ветрами западных румбов, которые практически исключают перенос вредных промышленных веществ в направлении города. Объекты ППГХО расположены западнее города за горными хребтами, примыкающими к пади Сухой Урулюнгуй 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 2016 г. и для сравнения в 2015 г. представлены в табл. 2.7.7. Смесь радионуклидов урана, ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{210}Po выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов урановых рудников, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi выбрасываются из стволов и вентиляционных шурфов ПУР-1, ^{232}Th и ^{40}K – только из труб ТЭЦ.

Таблица 2.7.7

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{40}K	$7,47 \cdot 10^9$	$6,914 \cdot 10^9$	$4,157 \cdot 10^9$	$+2,757 \cdot 10^9$
^{218}Po	$2,19 \cdot 10^{14}$	$1,777 \cdot 10^{13}$	$1,555 \cdot 10^{13}$	$+2,22 \cdot 10^{12}$
^{214}Pb	$2,68 \cdot 10^{14}$	$9,241 \cdot 10^{13}$	$8,087 \cdot 10^{13}$	$+1,154 \cdot 10^{13}$
^{214}Bi	$1,75 \cdot 10^{14}$	$6,753 \cdot 10^{13}$	$5,909 \cdot 10^{13}$	$+8,44 \cdot 10^{12}$
^{222}Rn	$1,24 \cdot 10^{15}$	$4,943 \cdot 10^{14}$	$4,604 \cdot 10^{14}$	$+3,39 \cdot 10^{13}$
^{232}Th	$7,47 \cdot 10^9$	$1,456 \cdot 10^9$	$9,788 \cdot 10^8$	$+4,772 \cdot 10^8$
ДЖН	$2,67 \cdot 10^{10}$	$1,068 \cdot 10^{10}$	$8,025 \cdot 10^9$	$+2,655 \cdot 10^9$
Сумма	$1,90 \cdot 10^{15}$	$6,72 \cdot 10^{14}$	$6,16 \cdot 10^{14}$	$+5,6 \cdot 10^{13}$

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

Из табл. 2.7.7 видно, что в 2016 г. выбросы всех радионуклидов на ППГХО увеличились по сравнению с уровнем 2015 г. (от 7,4 % для ^{222}Rn до 66,3% для ^{40}K). При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых выбросов и составляли от 8,1 % (для ^{218}Po) до 92,5 % (для ^{40}K) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2016 г. составила $6,72 \cdot 10^{14}$ Бк, что на 9,1 % выше, чем в 2015 г. Это составляет 35,3% от разрешенных нормативов.

Поддержание уровня радиационных факторов, не превышающих нормативы, достигается, прежде всего, проведением технических мероприятий, таких как:

- заполнение отработанных горных выработок твердеющей закладкой, для снижения эманирования;
- контроль содержания радионуклидов в добываемом угле разрезу управления «Уртуйский»;
- поддержание эффективной работы пыле-газо-очистного оборудования.

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в полном объеме поступают на ГМЗ, перерабатывающий урановые руды. Избыток шахтной воды сбрасывается в одно из двух хвостохранилищ радиоактивных отходов ГМЗ, имеющих специальный противоточный экран. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях, смешиваются с промышленными стоками ТЭЦ круглогодично, 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 2016 г. составил $1,137 \cdot 10^4$ тыс. м³/год. Активность годовых сбросов радионуклидов со сбросными водами на ППГХО в 2015–2016 гг. представлена в табл. 2.7.8.

Таблица 2.7.8

Сбросы радионуклидов со сточными водами ППГХО в систему Умыкейских озер и объемная активность радионуклидов в сбросных водах

Наименование радионуклида	Допустимый сброс, Бк	Фактический сброс, Бк		Объемная активность природных радионуклидов в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ по НРБ-99/2009 [7], Бк/л
		2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
²¹⁰ Pb	-	$2,17 \cdot 10^9$	$1,90 \cdot 10^9$	0,19	0,162	0,20
²¹⁰ Po	-	$1,266 \cdot 10^9$	$8,85 \cdot 10^8$	0,11	0,075	0,11
²²⁶ Ra	-	$4,167 \cdot 10^8$	$2,74 \cdot 10^8$	0,037	0,023	0,49
²³⁰ Th	-	$2,778 \cdot 10^9$	$4,39 \cdot 10^9$	0,244	0,375	0,65
Сумма нуклидов U	$2,59 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$1,497 \cdot 10^{10}$	1,19	1,28	3,0

Примечание: -- нет данных

По данным табл. 2.7.8, в 2016 г. сбросы ²¹⁰Pb увеличились на 17,3%, ²¹⁰Po – на 47%, ²²⁶Ra – на 61 %. Сбросы ²³⁰Th уменьшились на 34,9 %, а урана – на 7 %. Радионуклиды ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²²⁶Ra и ²³⁰Th сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов допустимых сбросов. Объемная активность всех нуклидов в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО, ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [7]. Сбросы природного урана в Умыкейские озера в 2016 г. составил 0,536 т при нормативе – 1,03 т.

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах. Имеются искусственные защитные дамбы, в чаше хвостохранилища имеется противоточный 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 Широнокуй. Загрязненная вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств. Перечень, объем и активность образующихся радиоактивных отходов приведены в табл. 2.7.9.

Обращение и характеристики РАО на ППГХО в 2016 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	7,98·10 ⁵ т	5,0·10 ¹³	9,8·10 ¹²
Радиоактивный лом черных и нержавеющей сталей	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	235 т	2,0·10 ⁹	1,2·10 ⁹
Радиоактивный строительный мусор	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	232 т	3,5·10 ⁹	3,0·10 ⁹

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 ²²⁶Ra и естественным ураном территорий на ППГХО по состоянию на 31.12.2016 г. по сравнению с 2015 г. не изменились и составили 8,973 км². На загрязнённых площадях 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.

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. По результатам радиационного мониторинга получены следующие результаты:

- объединенная СЗЗ промплощадки (контрольные точки) – МЭД составляет 0,11- 0,78 мкЗв/ч при среднем значении 0,32 мкЗв/ч, ЭРОА_{Rn} – < 15,0 Бк/м³;

- хвостохранилища (верхний, средний створ) ГМЗ – МЭД составляет 0,16-1,01 мкЗв/ч при среднем значении 0,46 мкЗв/ч, ЭРОА_{Rn} – < 15,0 Бк/м³;

- огаркоохранилище СКЦ – МЭД составляет 0,13-0,28 мкЗв/ч при среднем значении 0,18 мкЗв/ч, ЭРОА_{Rn} < 15,0 Бк/м³;

- золоотвал ТЭЦ – МЭД составляет 0,20-0,38 мкЗв/ч при среднем значении 0,25 мкЗв/ч, ЭРОА_{Rn} < 15,0 Бк/м³;

- озера-накопители (Умыкейская система озер) – МЭД составляет 0,08-0,16 мкЗв/ч при среднем значении 0,13 мкЗв/ч, ЭРОА < 15,0 Бк/м³.

В г. Краснокаменске по результатам регулярного измерения в 21 точке МЭД в среднем составлял 0,16 мкЗв/ч. Контроль содержания α-активных радионуклидов в приземном слое атмосферы г. Краснокаменска, проводимый ППГХО, показал, что в 2016 г. среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда составила 0,01 Бк/м³ и находилась в пределах средних многолетних значений.

В табл. 2.7.10 приводятся данные ППГХО об эффективной объемной активности радионуклидов в 2015–2016 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулунгуй и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

**Эффективная объемная активность радионуклидов
в воде открытых водоемов в районе ППГХО
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\Sigma(A_i/УВ_i)$	
	2016 г.	2015 г.
Система Умыкейских озер	2,47	2,59
Резервное водохранилище	1,68	3,40
Карьер ПГС-2	4,05	2,18

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

Перечисленные в табл. 2.7.10 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. 2.7.11 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. 2.7.10 данным, в карьере ПГС-2 увеличилась в 1,9 раза, а в остальных водоемах уменьшилась от 1,05 раза (в системе Умыкейских озер) до 2 раз (в Резервном хранилище).

Территория, на которой расположено ППГХО, характеризуется развитием естественной гидрохимической аномалии, создаваемой урановыми и флюоритовыми месторождениями, обогащающими подземную воду ураном и фтором. Определение радионуклидного состава местных подземных вод показал, что удельная активность ^{226}Ra и ^{230}Th в ней не превышает уровня вмешательства в соответствие с НРБ-99/2009, а удельная активность ^{210}Pb и ^{210}Po превышает УВ, причем эффективная объемная активность смеси радионуклидов $\Sigma(A_i/УВ_i)$ больше 1, т.е. норматив для питьевой воды не выполняется. Поэтому сбросы природного урана и радионуклидов ряда природного урана в систему Умыкейских озер со сточными водами обусловлена не только деятельностью предприятия, но и повышенным природным содержанием урана в подземных водах.

В 2016 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находились 34 скважины, расположенные в районах огаркохранилища сернокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО, в скважине № 2, расположенной на промплощадке в непосредственной близости от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного ^{238}U . Это связано с локальным техногенным загрязнением подземных вод в результате производственной деятельности ГМЗ. 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). Наличие повышенной активности ^{210}Pb (от 0,25 Бк/л до 0,43 Бк/л) и ^{210}Po (от 0,25 Бк/л до 0,43 Бк/л) в некоторых скважинах связано, как с повышенным фоновым содержанием данных радионуклидов природного урана в подземной воде, характерным для данной местности, так и с влиянием хвостохранилищ ГМЗ на подземные воды пади Широндукуй.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС путем ежедневных наблюдений на шести станциях за МЭД и на пяти станциях за атмосферными радиоактив-

ными выпадениями, расположение которых показано на рис. 2.7.5. Выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.7.11.

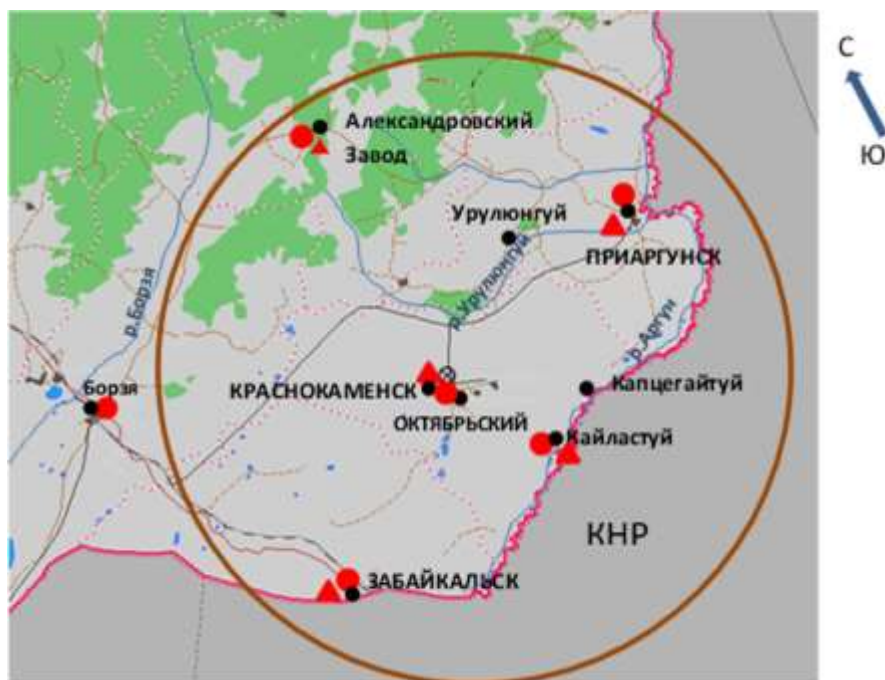


Рис. 2.7.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

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

Как видно из табл. 2.7.11, среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ППГХО в 2016 г. незначительно изменились по сравнению с 2015 г. и колебались от 1,1 Бк/м²·сутки (г. Краснокаменск, п. Приаргунск) до 1,3 Бк/м²·сутки (п. Забайкальск, п. Кайластуй). Максимальная величина суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений (5,2 Бк/м²·сутки) была зарегистрирована в п. Кайластуй в марте. Усредненная по 100-км зоне ППГХО $\Sigma\beta$ годовых выпадений в 2016 г. не отличалась от средних значений по Забайкальскому краю (1,2 Бк/м²·сутки) и незначительно превышала средневзвешенное значение по территории Юга Восточной Сибири (1,1 Бк/м²·сутки).

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МЭД в шести пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2016 г. колебались в диапазоне 0,12–0,17 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МЭД – 0,22 мкЗв/ч – было отмечено в п. Александровский завод 26 апреля. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2016 г. составило 0,13 мкЗв/ч, что соответствует среднему значению для территории Забайкалья (табл. 2.7.11).

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 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.7.12) составила $8,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,5 раза ниже уровня 2015 г. ($12,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в 3,5 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири. Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ – $45,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась 23–24 ноября.

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2016 г., Бк/м²·сутки (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому краю	
		п. Александровский Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	г. Красно-каменск	п. Приаргунск	2016 г.	2015 г.
Январь	с	1,5	1,2	1,0	0,8	1,1	1,1	1,2
	м	3,3	3,0	2,7	4,6	2,2		
Февраль	с	0,9	1,0	1,4	0,7	1,0	1,0	1,2
	м	3,2	2,5	2,7	1,3	3,8		
Март	с	1,2	1,2	1,8	2,0	1,0	1,4	1,1
	м	3,2	4,0	5,2	5,0	2,4		
Апрель	с	0,9	2,4	1,0	1,1	1,4	1,4	1,2
	м	2,3	3,8	2,3	3,9	2,6		
Май	с	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	1,0	1,2
	м	3,3	4,0	2,5	2,2	3,1		
Июнь	с	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,5
	м	2,3	2,2	5,1	2,6	2,5		
Июль	с	1,2	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,4
	м	2,7	3,8	3,0	3,9	2,3		
Август	с	1,0	0,8	1,2	1,0	0,9	1,0	1,4
	м	1,8	1,6	2,8	1,8	1,8		
Сентябрь	с	1,4	1,3	1,9	1,1	1,3	1,4	1,3
	м	3,6	3,2	4,5	2,8	4,0		
Октябрь	с	1,2	1,6	1,2	1,0	1,0	1,2	1,3
	м	2,9	4,5	2,9	3,0	2,0		
Ноябрь	с	1,6	1,0	1,4	1,1	0,9	1,2	1,2
	м	4,3	2,0	2,9	2,2	3,7		
Декабрь	с	1,7	1,4	1,5	1,0	1,4	1,4	1,1
	м	4,7	3,5	3,0	2,5	4,4		
Среднее за год		1,2	1,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3
Сумма, Бк/м ² ·год:								
2016 г.		438	475	475	402	402	438	
2015 г.		564	456	435	497	509		475
МЭД, мкЗв/ч:	с	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13
	м	0,22	0,16	0,21	0,21	0,19		

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Читы в 2010–2016 гг. приведены в табл. 2.7.12 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС). В 2016 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась по сравнению с 2015 г. в 4,1 раза и была в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Чите также уменьшилась в 1,4 раза и составила $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,5 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В 2016г. ФГБУ «Забайкальское УГМС» экспедиционное обследование радиационной обстановки в районе ППГХО не проводило.

Таким образом, на основании выше изложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО 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.

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите, 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	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
	2014	н	н	0,9	1,6	1,1	2,2
	2015	1,3	7,5	3,6	0,7	3,3	2,7
	2016	0,8	1,2	0,7	0,5	0,8	1,5
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
Чита	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
	2014	1,7	1,8	0,8	0,8	1,3	1,9
	2015		1,6		0,6*	1,1*	1,8*
	2016		0,7		0,8	0,8	2,5
Σβ, 10⁻⁵							
Чита	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	38,5
	2014	20,0	20,5	16,5	10,0	16,8	32,5
	2015	5,1	7,6	9,7	10,5	12,3	36,7
	2016	4,5	9,6	10,7	8,3	8,3	28,7

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

* - уточненные данные

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 227 тыс. человек.

По метеорологическим данным, в 2016 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 12% и западные – 12%.

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы пред-

приятия перед выбросом их в атмосферу. В 2016 г. выбросы $\Sigma\alpha$ в атмосферу на АЭХК составили $8,7 \cdot 10^7$ Бк/год при допустимом выбросе $1,49 \cdot 10^9$ Бк/год.

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности содержат: твердые технологические урансодержащие продукты с содержанием общего урана менее 2 % массы для сублиматного завода; с содержанием урана 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). ТРО 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 [7], 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 2016 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-2 на фильтр ФПП-15-1,5 на двух станциях: в гг. Иркутск и Ангарск. 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 ежедневно, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах выпадений проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П1, УМФ-2000. Анализ проб на содержание трития проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун» 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 2016 г., по данным Иркутского УГМС (табл. 2.7.13), увеличилась в 1,1 раза по сравнению с 2015 г. и составила $44 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше среднего значения по Югу Восточной Сибири в 2016 г. ($28,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $29 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в мае) до $93 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2016 г. наблюдалась 28 февраля – $207,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная – $3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – 5 сентября.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Ангарска в 2016 г., по данным Иркутского УГМС (табл. 2.7.13), составила, как и в 2015 г., $28 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что практически совпадает со средне-

взвешенным значением по Югу Восточной Сибири ($28,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $23 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале) до $39 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в сентябре). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2016 г. наблюдалась 17 марта – $103,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная 10 марта – $1,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Таблица 2.7.13

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 2016 г. (данные Иркутского УГМС)

Месяц		Ангарск		Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	q	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	4	-	5	-	3,6	3,3	3,5	3,7
	м	8,7	-	9,4	-	9,0	7,6	10,7	7,5
Февраль	с	3,9	23	3,1	93	3,1	4,9	3,9	3,9
	м	9,6	49	6,9	208	6,9	10,4	10,4	8
Март	с	2,6	28	2,8	46	1,9	3,3	2,2	2,4
	м	6,4	103	6	201	5,4	9,9	6,8	10,2
Апрель	с	3,8	28	2,7	47	2,5	2,2	1,4	2,2
	м	9	70	8,6	207	8,8	7	4,6	9,7
Май	с	3,7	28	2,6	29	3,1	3,6	4,3	4,7
	м	11,3	97	7,2	85	9,4	10,5	11,5	12,2
Июнь	с	1,9	27	2	37	2,5	2	2	1,5
	м	5,1	51	5,8	52	9,6	6	7	4,3
Июль	с	1,6	30	1,8	39	2,8	1,9	3,3	1,7
	м	4,1	94	4,9	72	9,2	5,7	8,9	4,8
Август	с	2,5	25	2,4	39	5,1	4	4,4	2,7
	м	8,7	50	6,3	66	11	14,8	15,2	7,9
Сентябрь	с	2,9	39	3,1	70	5,5	4,4	3,9	3
	м	11,1	80	8,6	186	13,3	14,9	14	7,6
Октябрь	с	3	25	3,2	49	4	4	4,1	4,8
	м	10	65	13,6	88	14,7	10,7	15,6	12
Ноябрь	с	3,7	29	4,6	40	5,6	4,1	5	5,1
	м	11,7	68	17,1	71	14,7	11,9	14,9	17,5
Декабрь	с	4,1	28	4,1	38	5	2,8	5,1	5,3
	м	9,3	69	9,4	64	9,7	8,7	13,1	10,9
Среднее:									
2015 г.		2,9	28	2,7	41	2,7	2,9	3,6	3,0
2016 г.		3,1	28	3,1	44	3,7	3,4	3,6	3,4
Сумма, Бк/м ² ·год:									
2015 г.		1073		989		916	1057	1298	1098
2016 г.		1141		1064		1193	1229	1330	1237

Примечание: - - нет данных

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере Иркутска и Ангарска в 2010–2016 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы представлены в табл. 2.7.14. Согласно табл. 2.7.14, в 2016 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске составила $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,2 раза выше уровня 2015 г. и в 1,7 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в г. Ангарске составила $1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Иркутске в 2016 г. составляла $5,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 4,1 раза выше уровня 2015 г. и в 2,1 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Ангарске составила $3,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше уровня 2015 г., и в 1,3 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири. Можно кон-

статировать, что в Иркутске, расположенном на расстоянии 40 км от Ангарска, объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr выше, в 2 и 1,6 раза соответственно. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на шесть-семь порядков ниже ДОО_{НАС}. по НРБ-99/2009 [7].

Таблица 2.7.14

**Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске
и в г. Ангарске, 10^7 Бк/м^3
(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	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
	2014	3,4	9,1	1,0	1,3	3,7	2,2
	2015	1,5	н	н	1,2	1,2	2,7
	2016	н	5,1	3,2	н	2,6	1,5
Ангарск	2014	-	н	1,2	1,4	1,2	2,2
	2015	1,7	1,6	1,6	2,1	1,8	2,7
	2016	н	1,0	2,3	0,8	1,3	1,5
^{90}Sr							
Иркутск	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
	2014	3,8	5,9	2,1	3,8	3,9	1,9
	2015		1,3		1,3*	1,3	1,8*
	2016		2,8		7,7	5,3	2,5
Ангарск	2014	0,9	1,7	0,6	1,5	1,2	1,9
	2015		3,0		1,8*	2,4*	1,8*
	2016		1,3		5,2	3,3	2,5

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
- – нет данных;
* – уточнённые данные.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне АЭХК в 2016 г. (табл. 2.7.13) немного увеличились по сравнению с 2015 г., изменяясь в пределах от 3,1 до 3,7 Бк/м², что находится на уровне $\Sigma\beta$ выпадений в среднем по Иркутской области в 2016 г. (3,5 Бк/м²·сутки). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 26 ноября в Бохане и составило 17,5 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2016 г. составили 1731 Бк/м². Наибольшее значение выпадений трития наблюдалось в августе – 800 Бк/м². Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,2 Бк/л (в декабре) до 3,6 Бк/л (в августе) при среднегодовом значении 2,5 Бк/л (табл. 2.7.15), что находится на уровне предыдущих трех лет и превышает среднее значение для территории РФ (1,7 Бк/л) в 1,5 раза.

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде в 2016 г. составила 5,1 мБк/л, что в 1,4 раза выше значения 2015 г. и в 1,1 раза выше среднего значения для рек АТР (4,8 мБк/л).

Таблица 2.7.15

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

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
^3H	2,9	3,2	3,2	2,6	2,4	2,3	2,5

В 2016 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. Значения МЭД по результатам маршрутного обследования варьировали в пределах 0,11 - 0,18 мкЗв/ч. Максимальное значение (0,2 мкЗв/ч) было зарегистрировано в июне в районе д. Большая Елань.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 10 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 23 июня и 19 августа – пробы почвы и растительности соответственно. Результаты измерения $\Sigma\beta$ проб приведены в табл. 2.7.16.

Таблица 2.7.16

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

Пункт отбора проб	Снег	Почва	Трава
	10.03.15	23.06.15	19.08.15
8 км дороги на д. Б.Елань	7,41	75,5	0,53
д. Б. Елань	4,23	152,2	0,76
1 км дороги на г. Усолье	11,13	43,9	1,74
1 км дороги на д. Савватеевка	9,63	170,7	1,62
д. Савватеевка	26,26	90,1	0,55
1 км дороги на д. Одинск	79,7	297,5	0,66
2 км Московского тракта	47,9	132,0	2,37
4 км дор. на г. Иркутск, ТЭЦ-10	42,87	100,1	1,74
п. Мегет	16,69	47,7	1,32
г. Ангарск, 4 пост ГМО (Фон)	55,14	175,3	0,63
Среднее значение 2016 г.	27,3	123,3	1,25
Среднее значение 2015 г.	5,25	504,2	1,18

По сравнению с 2015 г. радиоактивное загрязнение снежного покрова в районе АЭХК увеличилось в 5 раз. Максимальный уровень загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова (79,7 Бк/м²) был зарегистрирован на 1 км дороги на д. Одинск, что в 1,4 раза выше уровня в фоновой точке (55,14 Бк/м²). По сравнению с 2015 г. средний уровень загрязнения растительности $\Sigma\beta$ в отчетном году увеличился незначительно и составил (1,25 Бк/м²). Максимальная плотность загрязнения $\Sigma\beta$ травяного покрова была зарегистрирована в районе 2 км Московского тракта и составила 2,37 Бк/м², что в 3,8 раза выше значения в фоновой точке (0,63 Бк/м²). В почве максимальная $\Sigma\beta$ отмечалась на 1 км дороги на д. Одинск и достигала 297,5 Бк/м², что в 1,7 раза выше значения в фоновой точке (175,3 Бк/м²).

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2016 г., по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях (рис. 2.7.6), составляли 0,09–0,19 мкЗв/ч, суточные значения МЭД достигали 0,27 мкЗв/ч (на ст. Исток Ангары – 23 ноября). Анализ результатов наблюдений позволяет сделать вывод, что уровни МЭД в 100-км зоне вокруг РОО в 2016 г. не достигали критических значений.

Из результатов наблюдений следует, что в отчетный период радиационная обстановка в окрестностях АЭХК оставалась стабильной.

**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 хранилищ, 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 Западно-Сибирского УГМС. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения НЗХК, результаты наблюдений в которой 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. Пункт Огурцово попадает и в 30-км зону ПЗРО, и в 30-км зону НЗХК. Среднегодовые результаты наблюдений в этом пункте за 2016 г. и предыдущие годы подробно обсуждаются в разделе 2.7.1.

Для выявления влияния ПЗРО на загрязнение окружающей среды Западно-Сибирским УГМС проводится радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В этой зоне контролируются следующие параметры окружающей среды:

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в феврале и марте) в восьми контрольных точках (рис. 2.7.8);
- содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПЗРО (рис. 2.7.9), а также в питьевой воде в трех населенных пунктах;
- ежемесячные измерения МЭД в восьми точках, а также при отборе проб снега и воды.

В 2016 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МЭД в восьми контрольных точках. МЭД, измеренная на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг ПЗРО, в 2016 г. варьировала в диапазоне 0,06–0,13 мкЗв/ч при средних годовых значениях 0,08 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ -фона.

В конце февраля – начале марта 2016 г. перед началом снеготаяния одновременно с измерением МЭД в контрольных точках по периметру зоны наблюдения радиусом 500 м и 5000 м вокруг «РосРАО» (рис. 2.7.8) были отобраны пробы снега на всю глубину снежного покрова.

Пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 2.7.9) отбирались выше и ниже по течению от ПЗРО. Отбор проб воды и донных отложений проводился напротив пунктов Прокудское, Буньково и Малый Чик. Пробы воды отбирались в мае, июле и сентябре, пробы донных отложений – в сентябре. 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. 2.7.17.

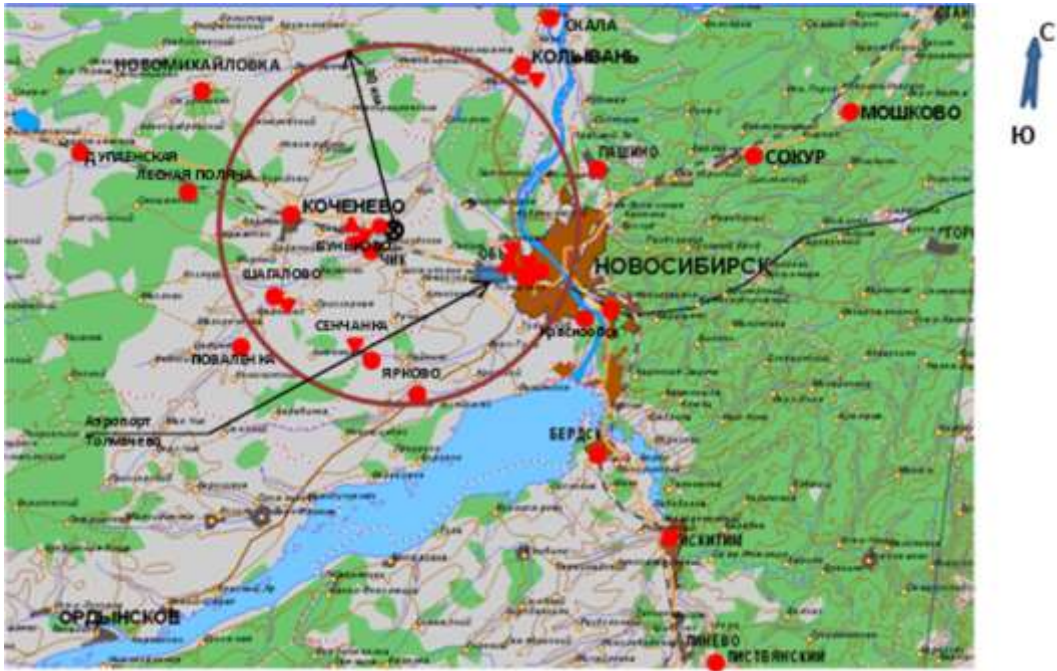


Рис. 2.7.7 Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»):

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

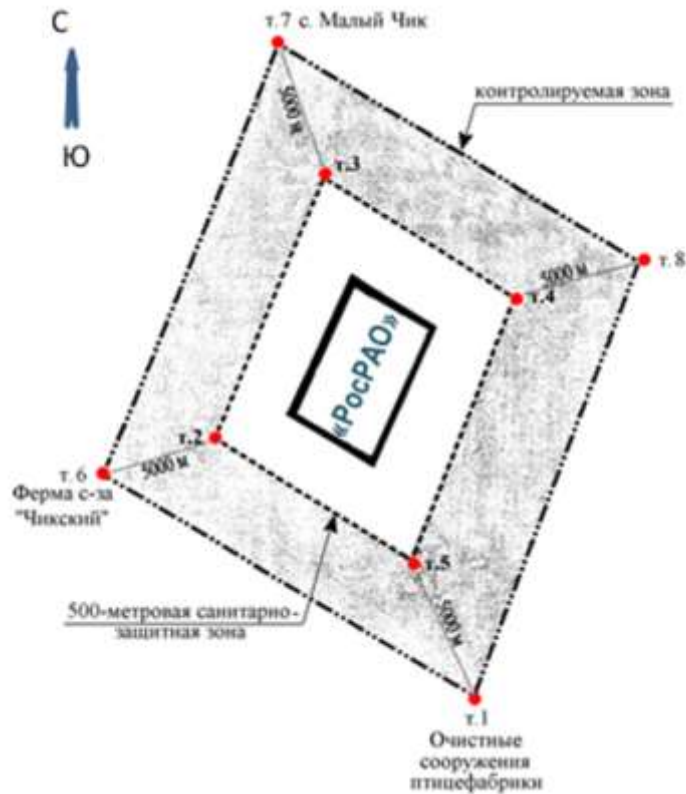


Рис. 2.7.8. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

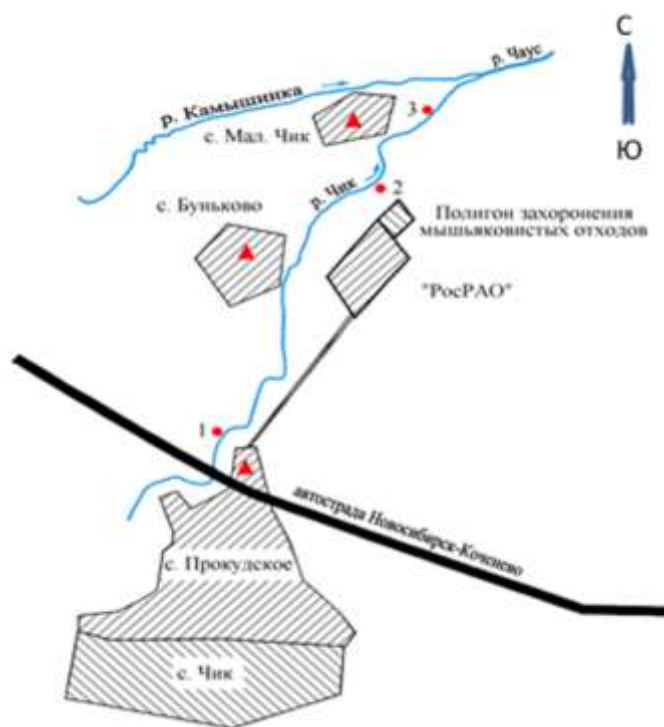


Рис. 2.7.9. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»:

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

Таблица 2.7.17

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

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	-					-	-
– на север (С) – т. 3	-					-	-
– на запад (З) – т. 2	-					-	-
– на юг (Ю) – т. 5	-					-	-
В 5 км от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 8	-					-	-
– с. Малый Чик (С) – т. 7	0,150					0,09	0,11
– ферма совхоза «Чикский» (З) – т. 6	-					-	-
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	0,162					0,10	0,10
Среднее 2016 г.	0,156					0,09	0,10
2015 г.	43,33					0,09	0,10
2014 г.	7,2					0,12	0,11
2013 г.	125,2	2,42	19,8	25,5	497	0,11	0,10
Пункты по течению р. Чик (рис. 2.7.9):	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг					
– выше ПЗРО: т. 1	0,3	0,65	20,8	31,6	181,2	0,10	0,09
– ниже ПЗРО: т. 2	0,33	миа	6,9	11,0	115,2	0,08	0,09
т. 3	0,31	миа	11,1	16,0	434,8	0,10	0,10
Среднее 2016 г.	0,31	0,23	12,9	11,6	243,7	0,09	0,09
2015 г.	6,9	миа	12,9	11,6	463,2	0,09	0,08
2014 г.	0,6	1,7	8,6	11,1	470	0,09	0,08
Примечания: * – почва отбирается раз в пять лет на глубину 5 см, следующий отбор проб – в 2018 г.; – – измерения не проводились; миа – минимально измеряемая активность							

Из табл. 2.7.17 видно, что средняя плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2016 г. составила 0,156 Бк/м². Максимальные значения (0,162 Бк/м²) наблюдались около Очистных сооружений птицефабрики (т. № 1).

Техногенные радионуклиды в донных отложениях в 2016 г. в р. Чик не зарегистрированы, а содержание природных радионуклидов ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K находилось в пределах колебаний фоновых уровней.

Средняя объемная $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в 2016 г. составила 0,31 Бк/л. В 2016 г., средняя мощность дозы гамма-фона на уровне 3-4 см и 1 м составила 0,09 мкЗв/ч. В итоге, гамма-фон над поверхностью р. Чик с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик остался на уровне 2015 г. и не превышал естественных значений. Гамма-спектрометрический анализ проб воды показал отсутствие в ней техногенных радионуклидов, следов радиоактивного загрязнения р. Чик не выявлено. Практически одинаковые значения объемной $\Sigma\beta$ в воде реки в трех точках, как выше ПЗРО, так и ниже ПЗРО по течению реки, а также напротив ПЗРО, исключают влияние этого объекта на загрязнение воды.

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 2016 г. не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [7].

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что свежих продуктов радиоактивного загрязнения в ближней зоне наблюдения вокруг ПЗРО в 2016 г. не обнаружено. Деятельность предприятия «Новосибирское отделение филиала ФГУП «РосРАО» существенного влияния на радиационную обстановку на 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 2016 г. ежемесячно группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе 20 км проводились измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД) гамма-излучения. Измерения в двадцатикилометровой зоне ПХРВ осуществлялись в 30-ти точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10-ти метров от дороги дозиметрами ДРГ-01Т1. Также одновременно с маршрутной гамма-съёмкой 26.02.2016 в 15 точках были отобраны пробы снега, 22.06.2016 в 15 точках – пробы почвы, 26.08.2016 в 15 точках – пробы растительности.

Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения в радиусе 20-км зоне вокруг ПХРВ в 2016 г. колебались на региональном фоновом уровне – в пределах 0,14-0,17 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД, равное 0,21 мкЗв/ч, было зарегистрировано в апреле на 21 и 40 км Александровского тракта.

Результаты измерений $\Sigma\beta$ радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2016 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 2.7.18. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 2.7.18 видно, что в 2016 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова в среднем по 20-км зоне увеличилась в 2,8 раза по сравнению с 2015 г., в фоновой точке – в 4,3 раза. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 33 км Александровского тракта – 38,44 Бк/м², что в 2 раза выше значения в фоновой точке. В пробах травы в 2016 г. содержание $\Sigma\beta$ в среднем увеличилось в 2,2 раза по сравнению с 2015 г., так же, как и в фоновой точке. Максимальная плотность загрязнения травы – 11,28 Бк/м² – была зарегистрирована на 19-м км в сторону Александровского тракта и превышала плотность загрязнения в фоновой точке в 4,3 раза.

В 2016 г. максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ отмечалась на 35-м км в сторону Александровского тракта в районе ПХРВ и достигала 251,4 Бк/м², что в 2 раза выше, чем в фоновой точке. В целом, $\Sigma\beta$ радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2016 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

Таблица 2.7.18

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

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	26.02.16	24.02.15	22.06.16	16.06.15	26.08.16	18.08.15
14-й км Александровского тракта	2,24	8,85	149,6	75,31	8,26	2,22
19-й км то же	5,51	8,51	108,3	42,58	11,28	1,85
25-й км – " – , д. Московщина	7,37	3,32	152,7	56,9	6,96	2,30
33-й км – " –	38,44	2,71	68,3	139,6	4,38	1,02
35-й км – " – , ПХРВ	10,13	3,28	251,4	469,3	2,92	1,62
36-й км – " –	25,69	15,00	103,7	230,8	5,66	2,07
п/л «Солнечный»	22,78	2,39	102,3	295,3	7,48	1,46
д. Усть-Балей	14,68	2,58	182,0	271,7	2,99	2,02
д. Урик	26,39	5,57	163,6	101,2	8,02	5,71
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	8,25	16,58	109,3	83,8	7,57	3,78
8-й км то же	11,28	3,51	37,7	85,9	5,51	1,80
12-й км – " –	6,61	2,46	157,0	155,6	7,58	3,56
16-й км – " –	21,0	2,39	169,4	147,5	1,95	4,15
д. Тихонова Падь	18,06	2,11	230,5	308,1	5,59	4,85
Среднее в 20-км зоне	15,60	5,66	141,8	257,7	6,15	2,74
Фоновая точка	18,34	4,23	120,7	113,5	2,63	0,42

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2016 г. соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Выводы

Таким образом, в 2016 г. радиационная обстановка на территории СФО была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды практически на всей территории СФО было значительно ниже установленных нормативов. Необходимо отметить, что производственная деятельность ППГХО сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного

происхождения в открытые водоемы в окрестностях предприятия, вода из которых из-за превышения нормативов НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

2.8. Дальневосточный федеральный округ

Общая информация по округу

Дальневосточный федеральный округ (ДВФО) расположен в восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение (рис. 2.8.1). В ДВФО 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.



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.

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 (рис. 2.8.1) на территории округа действуют 190 пунктов наблюдения по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно); 64 пункта 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 (4 – с экспозицией проб одни сутки и 2 – с экспозицией проб пять суток); 12 пунктов по отбору проб осадков и 6 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития; 8 пунктов по отбору проб пресной воды и 3 пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr .

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 (^{90}Sr), поступающих со всего региона. В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития в осадках и поверхностных водах и ^{90}Sr в морских и, частично, поверхностных водах.

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 2016 г. изменялись от 0,09 мкЗв/ч (табл.2.8.1) до 0,11 мкЗв/ч и находились в пределах естественного радиационного фона ДВ региона. Среднегодовое значение МЭД γ - излучения на территории ДВФО составило 0,10 мкЗв/ч.

Таблица 2.8.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах РФ ДВФО в 2016 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	30	0,11	0,15 (Астраханка)
Хабаровский край	25	0,10	0,20 (Георгиевка)
Камчатский край	17	0,09	0,15 (Озерная)
Амурская область	20	0,11	0,19 (Магдагачи)
Магаданская область	15	0,10	0,19 (Талая)
Сахалинская область	18	0,10	0,19 (Александровск)
Республика Саха (Якутия)	45	0,10	0,17 (Усть-Мая)
Чукотский автономный округ	15	0,10	0,17 (Б. Провидения)
Еврейская автономная область	5	0,11	0,20 (Биробиджан)
ДВФО	190	0,10	0,20

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		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Приморский край						
Владивосток	2,0	4,2	1,8	2,2	1,9*	2,2
Хабаровский край						
Хабаровск	1,4	1,8	1,8*	0,7	1,1*	1,2*
Амурская область						
Благовещенск	2,8	4,6	2,6	7,1	4,7*	2,5
Магаданская область						
Магадан	0,6	1,6	0,8	0,6	0,4*	0,5
Сахалинская область						
Южно-Сахалинск	0,8	1,6	1,1	0,5	1,0*	1,2
Республика Саха (Якутия)						
Якутск	1,1	1,7	1,1	1,35	1,2*	1,5
Среднее по ДВФО	1,5	2,4	1,6	2,1	1,7*	1,3

Примечание: * - уточненные данные

Как видно из табл. 2.8.2, среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы во всех субъектах региона в 2016 г. были в 1,3-2,7 раза ниже, чем в 2015 г. и находились в пределах $(0,6-2,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Минимальное значение объемной активности отмечалось в Магаданской области, максимальное – в Амурской области. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по ДВФО составила $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что совпадает со средневзвешенной объемной активностью по АТР ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и на семь порядков ниже нормативного уровня в соответствии с НРБ-99/2009. На рис. 2.8.2 показана динамика среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по ДВФО в 2005–2016 гг. Видно, что содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ДВФО в указанный период без данных 2011 г., когда дополнительный вклад в загрязнение атмосферы внесли радионуклиды аварии на АЭС «Фукусима-1», имеет тенденцию к уменьшению.

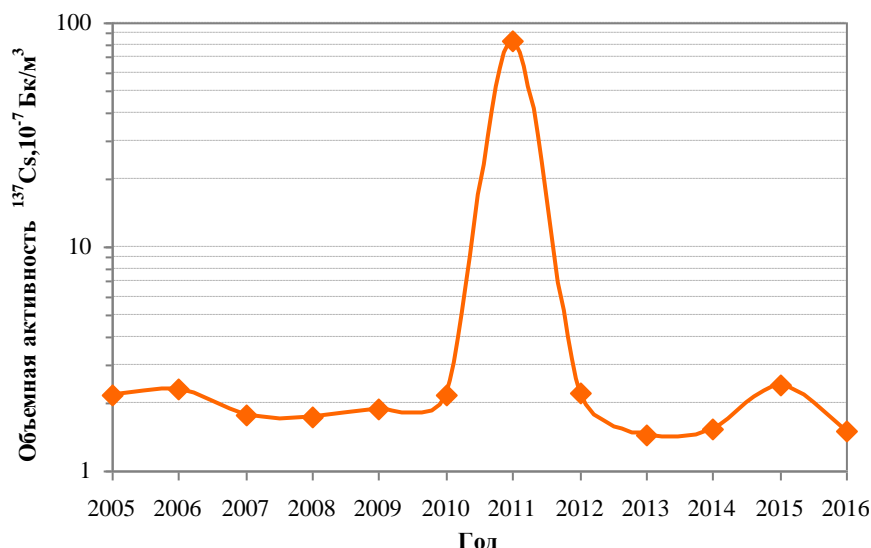


Рис. 2.8.2. Изменение объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ДВФО

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в атмосферном воздухе ДВФО в 2016 г. составила $2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м 3 , что в 1,2 раза выше среднегодового значения за 2015 г. (табл. 2.8.2). Значительное превышение среднего значения в 3,4 раза наблюдалось в Амурской области в Благовещенске. В Хабаровском крае, Магаданской, Сахалинской областях и Республике Саха объемная активность ^{90}Sr в воздухе была в 1,6-4,2 раза ниже среднего значения по территории ДВФО и ниже средневзвешенного значения по АТР ($1,52 \cdot 10^{-7}$ Бк/м 3). Минимальная объемная активность ^{90}Sr отмечалась в Магадане и Южно-Сахалинске, максимальная – в Благовещенске. Наблюдаемое содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2016 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения.

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ДВФО в 2016 г. представлены в табл. 2.8.3. Видно, что на всей территории ДВФО, кроме Приморского края, годовые выпадения ^{137}Cs были ниже предела обнаружения. В Приморском крае годовые выпадения ^{137}Cs увеличились в 2 раза и составляли $0,59 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 6 раз выше средневзвешенных годовых выпадений по АТР ($0,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Таблица 2.8.3

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах РФ ДВФО, Бк/м $^2 \cdot \text{год}$

Субъекты РФ	2015 г.	2016 г.
Приморский край	0,30	0,59
Хабаровский край	<0,01	<0,01
Камчатский край	<0,01	<0,01
Амурская область	<0,01	<0,01
Магаданская область	0,06	<0,01
Сахалинская область	0,09	<0,01
Республика Саха (Якутия)	0,13	<0,01
Чукотский автономный округ	<0,01	<0,01
Еврейская автономная область	<0,01	<0,01

Поверхностные и морские воды

Объемная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2016 г. составила 1,6 Бк/л, что находится на уровне предыдущего года и среднего значения по территории РФ (табл. 2.8.4). В субъектах региона содержание трития в осадках варьировало от 0,9 до 2,4 Бк/л. Максимальное содержание трития в осадках наблюдалось в Якутске, минимальное – в Камчатском крае (Петропавловск-Камчатский).

В 2016 г. усредненная объемная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.4) уменьшилась и составляла 2,0 Бк/л, что в 1,2 раза выше среднего значения по рекам на территории РФ (1,7 Бк/л).

Таблица 2.8.4

**Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах ДВФО в 2016 г.
(данные Приморского УГМС и ФГБУ «НПО «Гайфун»)**

Пункты наблюдения	Осад-	Реки и озера		Моря
	³ H, Бк/л	³ H, Бк/л	⁹⁰ Sr, мБк/л	⁹⁰ Sr, мБк/л
Камчатский край				
Петропавловск-Камчатский (Тихий океан, Авачинская Губа)	0,9			1,5
Каменское Ключи, р. Камчатка	1,1		3,1	
Амурская область				
Благовещенск (р. Амур) Сковородино	2,2	2,2		
Хабаровский край				
Хабаровск (р. Амур) Комсомольск-на-Амуре (р. Амур)	1,8	1,9 1,9	3,8	
Магаданская область				
Магадан	1,2			
Сахалинская область				
Холмск (Японское море) Корсаков (залив Анива, Охотское море)	1,1			1,6 1,9
Чукотский автономный округ				
Певек Анадырь	1,4 1,2			
Республика Саха (Якутия)				
Верхоянск Оленек Тикси Якутск Индигирский (р. Индигирка) Черский (р. Колыма) Среднеколымск (р. Колыма) Хабарово (р. Лена) Кюсюр (р. Лена) Тюмети (р. Оленек) Верхоянск (р. Яна)	1,7 2,2 1,8 2,4	2,1 1,8 2,1	4,7 3,8 4,8 7,7 4,5	
Среднее по ДВФО	1,6	2,0	4,6	
Среднее по РФ	1,7	1,7	4,6	
Приморский край				
Астраханка (оз.Ханка)			7,3	

Средняя объемная активность ⁹⁰Sr в реках на территории ДВФО в 2016 г. незначительно уменьшилась и составляла 4,6 мБ/л, что находится на уровне среднего значения по рекам РФ (табл. 2.8.4). Содержание ⁹⁰Sr выше среднего значения по рекам РФ было зарегистрировано в р. Оленек (Республики Саха (Якутия)). В 2016 г. в 1,6 раза уменьшилось по сравнению с 2015 г. содержание ⁹⁰Sr в

оз. Ханка в Приморском крае (7,3 мБк/л), загрязненном во время проведения китайских ядерных взрывов. Содержание ^{90}Sr в морях в 2016 г. было незначительно выше уровня 2015 г.

Ниже приведены результаты мониторинга радиационной обстановки в 100-км зоне РОО в ЗАТО Вилочинск Камчатского края.

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 ^{90}Sr 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 2016 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 2016 г. изменялись от 0,3 до 1,2 Бк/м²·сутки. Самое высокое суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений наблюдалось на ст. Сосновка в феврале (5,5 Бк/м²·сутки). Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне в 2016 г. незначительно уменьшилось и было в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,1 Бк/м²·сутки).

Сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs по Камчатской области в 2016 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 2016 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		
						2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Январь	с	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,8
	м	1,0	2,2	1,4	1,3						
Февраль	с	0,3	0,4	0,8	0,5	0,5	0,6	1,4	0,7	0,5	1,2
	м	0,7	0,7	5,5	1,7						
Март	с	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,9
	м	2,8	1,5	1,2	1,1						
Апрель	с	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,8	0,7	0,5	0,9	0,6
	м	1,9	2,2	1,6	4,4						
Май	с	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	1,0	0,8	0,4	0,8	0,8
	м	1,2	1,1	1,2	1,4						
Июнь	с	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	1,0	0,5	0,6	1,0	0,6
	м	1,1	3,2	2,1	1,7						
Июль	с	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6
	м	2,3	1,0	2,0	1,1						
Август	с	0,4	1,2	0,6	0,7	0,7	0,6	1,1	0,7	0,5	1,2
	м	1,0	4,0	2,5	3,1						
Сентябрь	с	0,5	0,8	0,5	0,6	0,6	0,5	1,1	0,6	0,6	0,9
	м	2,6	3,9	1,3	2,0						
Октябрь	с	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6
	м	1,2	1,5	0,9	1,2						
Ноябрь	с	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5
	м	1,2	0,9	0,9	0,8						
Декабрь	с	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5
	м	0,8	0,7	0,5	2,5						
Среднее, Бк/м ² ·сутки:											
		2016 г.	0,4	0,5	0,5	0,5			0,5		
		2015 г.	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6			0,6	
		2014 г.	0,5	0,8	0,8	0,9		0,8			0,8
Сумма, Бк/м ² ·год:											
		2016 г.	146	182	182	182			182		
		2015 г.	182	256	256	256	225			225	
		2014 г.	182	292	292	329		292			292

Поверхностные и морские воды

Объемная активность ^{90}Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2016 г. менялась в диапазоне от 0,6 мБк/л в феврале до 2,3 мБк/л в июне-июле. Среднегодовая объемная активность составила 1,5 мБк/л, что, как следует из табл. 2 Приложения А.9, несколько выше значений пяти предыдущих лет.

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском, по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2016 г. изменялась в диапазоне от 0,5 Бк/л (декабрь) до 1,4 Бк/л (март). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 0,9 Бк/л, что в 1,9 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ в 2016 г. (1,7 Бк/л).

Радиационный фон

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2016 г. не превышали 0,14 мкЗв/ч, а среднемесячные значения колебались в пределах от 0,07 до 0,1 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 Вилючинск, практически не меняется от года к году. Радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды не превышает региональных фоновых уровней, 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 2016 г. была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в воздухе, осадках, морских и поверхностных водах было на уровне средних значений для территории РФ.

2.9. Крымский федеральный округ

Общая информация по округу

Крымский федеральный округ (КФО) расположен на Крымском полуострове (рис. 2.9.1). Площадь территории региона составляет 27 тыс. км², население – 1,896 млн. человек [16].

РОО на территории КФО нет. Ближайшие РОО расположены на территории Украины: Южно-Украинская АЭС – в п. Константиновка Николаевской области, в 360 км северо-западнее Симферополя; Запорожская АЭС – в г. Запорожье, в 332 км северо-восточнее Симферополя. Ростовская АЭС, расположенная на территории РФ в г. Ростов-на-Дону, находится в 460 км на северо-восток от Симферополя.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа в 2016 г. проводило Крымское УГМС. Наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями осуществлялись в 5 пунктах (Керчь, Севасто-

поль, Симферополь, Феодосия, Черноморское) и в 16 пунктах проводились наблюдения за мощностью AMBIENTНОГО эквивалента дозы внешнего гамма-излучения. Отбор проб аэрозолей не проводится.

Анализ отобранных проб выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводился в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун».

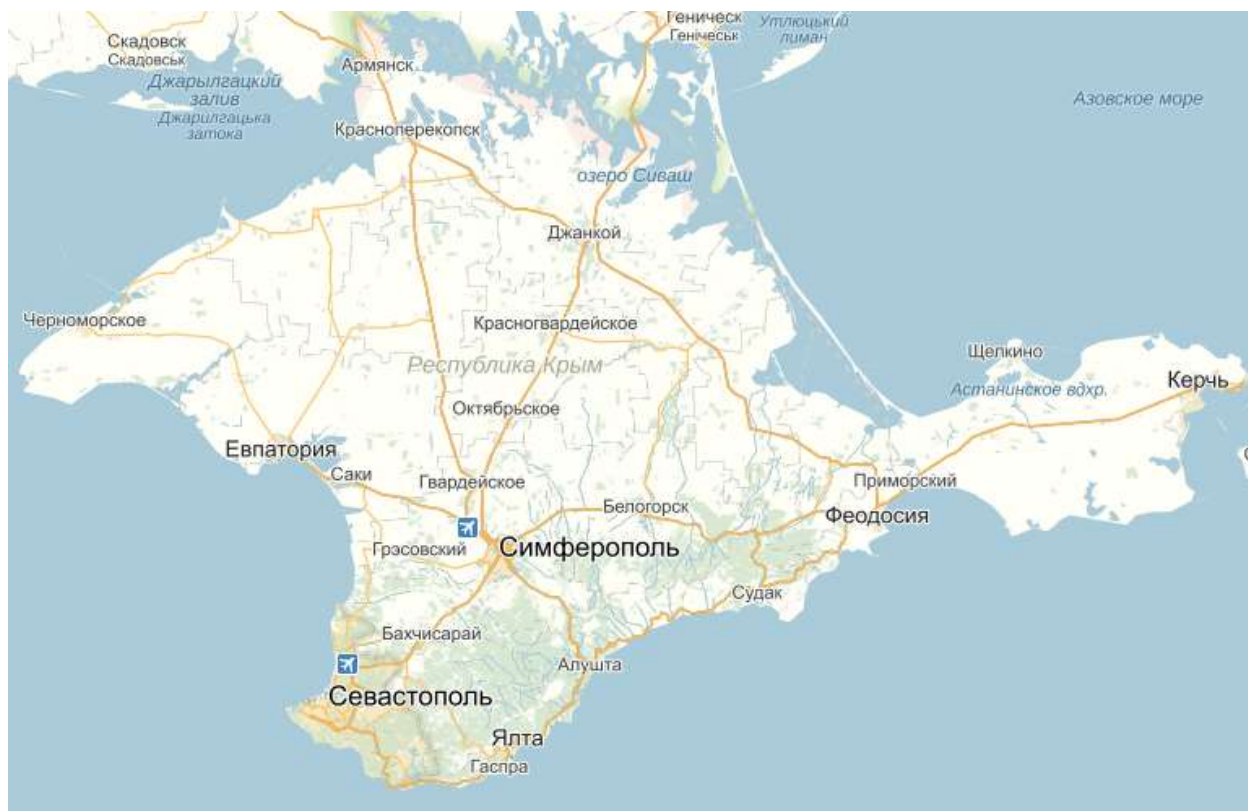


Рис. 2.9.1. Карта Крымского федерального округа

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МЭД на территории КФО в 2016 г. изменялись от 0,06 до 0,14 мкЗв/ч, среднегодовые – от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение значения МЭД (0,27 мкЗв/ч) наблюдалось в ноябре в Алуште. Усредненное по всей территории округа значение МЭД в 2016 г. составляло 0,09 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ.

Радиоактивные выпадения

В 2016 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территории КФО (рис. 2.9.1) незначительно уменьшились по сравнению с 2015 г., изменяясь от 0,25 Бк/м²·сутки до 0,51· Бк/м²·сутки (при среднем значении для территории округа 0,37 Бк/м²·сутки), что в 2 раза ниже уровня средневзвешенного значения по Югу ЕТР (0,83 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2016 г. в г. Керчь в апреле – 1,5 Бк/м²·сутки.

Таблица 2.9.1

Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ на территории КФО в 2016 г., Бк/м²-сутки
(данные НПО «Тайфун»)

	Месяц												Среднее 2016 г.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Керчь	0,32	0,17	0,27	1,53	0,32	0,38	0,42	0,36	1,32	0,50	0,22	0,31	0,51
Феодосия	0,31	0,23	0,43	0,09	0,29	0,49	0,60	0,32	0,29	0,14	0,50	0,41	0,34
Симферополь	0,08	0,27	0,27	0,58	0,08	0,15	0,29	0,55	0,40	0,40	0,81	0,84	0,39
Севастополь	0,25	0,19	0,34	0,14	0,41	0,15	0,16	0,27	0,20	0,18	0,42	0,27	0,25
Черноморское	0,33	0,36	0,34	0,62	0,14	0,24	0,32	0,51	0,68	0,31	0,46	0,24	0,38
Среднее, Бк/м ² -сутки:													
- по КФО	0,26	0,24	0,33	0,59	0,25	0,28	0,36	0,40	0,58	0,31	0,48	0,41	0,37
- по Югу ЕТР	0,69	0,63	0,65	0,81	0,88	0,81	0,80	0,72	0,911	1,02	1,00	1,02	0,83

Радиоактивные выпадения

Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.9.2 (данные за 2008-2014 гг. по [17]). За представленный период годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории КФО уменьшились и в 2016 г. были самыми низкими – 1,37 Бк/м²·год, что 1,7 раза ниже значения 2015 г., но в 5,3 раза превышает годовые выпадения этого радионуклида по ЮФО (0,26 Бк/м²·год).

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории КФО в 2016 г. были ниже предела обнаружения.

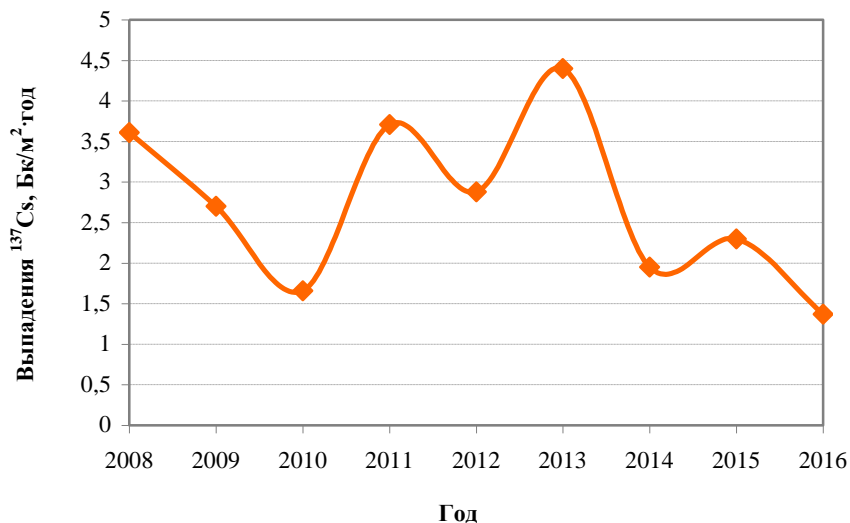


Рис. 2.9.2. Динамика изменения выпадений ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории КФО

Выводы

Радиационная обстановка на территории КФО в 2016 г. была стабильной. Повышенные по сравнению с Югом ЕТР выпадения ¹³⁷Cs на территории КФО, по-видимому, связаны с более ранним вторичным ветровым переносом этого радионуклида из загрязненных после Чернобыльской аварии зон.

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 «Гайфун», 2015. – 225 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник/ Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Вакуловского С.М. и др. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 357 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2014 году. Ежегодник/ Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Вакуловского С.М. и др. – Нижний Новгород: типография ИП Кузнецов, 2015. – 322 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник/ Под ред. Вакуловского С.М., – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 297 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.
16. Статистическая информация по населению на 1 января 2014 года// сайт Службы статистики республики Крым.
17. Звіт «Радіоактивне забруднення території України в 2014 році»: Щорічник/ Під ред. О.О. Косовця. – К.: ЦГО, 2015.

3. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС И КРУПНЕЙШИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

3.1. Балаковская АЭС

В 2016 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.

СЗЗ Балаковской АЭС ограничивается пределами промплощадки, которая представляет собой многоугольник общей площадью 3,75 км², площадь ЗН составляет около 660 км², радиус ЗН – 14 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, строительно-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) с населением примерно 208 тыс. человек.

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 отдельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2015–2016 гг. представлены в табл. 3.1.1.

Из табл. 3.1.1 видно, что в 2016 г. по сравнению с предыдущим годом увеличились выбросы ³H и ⁶⁰Co, выбросы остальных радионуклидов уменьшились.

Фактически выбросы всех контролируемых радионуклидов были меньше допустимых выбросов (0,07 – 3,7 % 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 обратного водоснабжения.

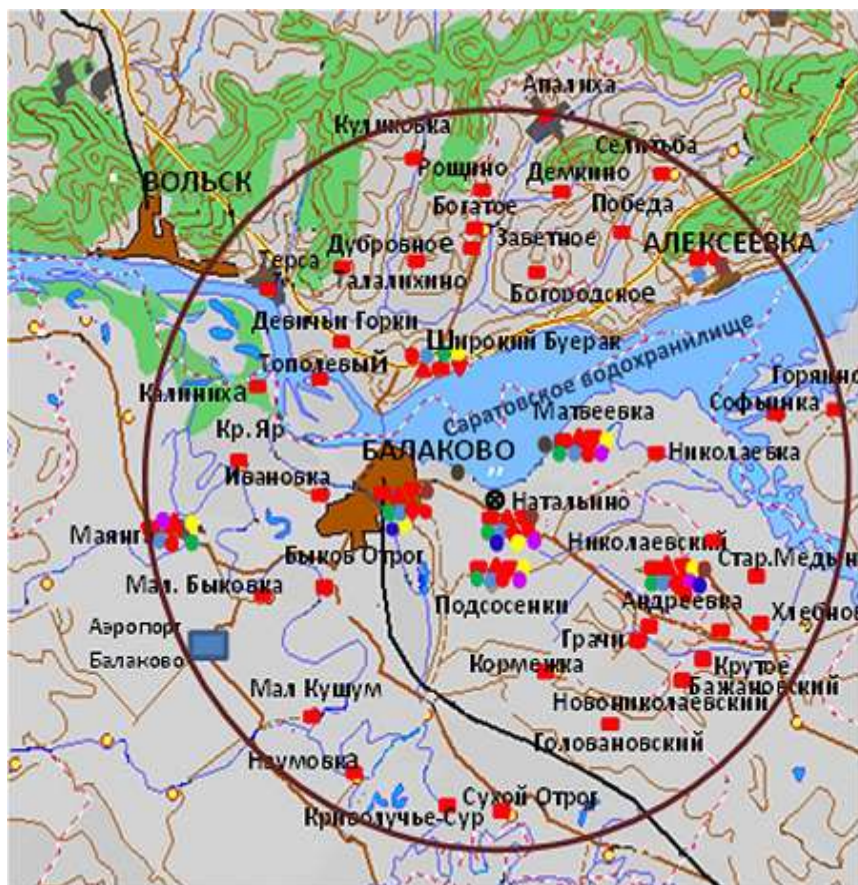


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- – наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения;
- – измерение накопленной дозы γ -излучения;
- ▲ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб атмосферных выпадений;
- (yellow) – отбор проб снега;
- (green) – отбор проб почвы;
- (blue) – отбор проб луговой растительности;
- ◆ – отбор проб воды поверхностных водоемов;
- (purple) – отбор проб продуктов питания местного производства;
- (brown) – отбор проб донных отложений;
- (dark blue) – отбор проб водной растительности;
- (dark green) – 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^3H	$5,3 \cdot 10^{14}$	$1,97 \cdot 10^{13}$	$1,91 \cdot 10^{13}$	$+6,0 \cdot 10^{11}$
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$5,04 \cdot 10^6$	$4,82 \cdot 10^6$	$+2,2 \cdot 10^5$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$7,27 \cdot 10^7$	$1,07 \cdot 10^8$	$-3,4 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$7,44 \cdot 10^5$	$1,13 \cdot 10^6$	$-3,9 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$2,01 \cdot 10^6$	$2,98 \cdot 10^6$	$-9,7 \cdot 10^5$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,76 \cdot 10^{13}$	$3,47 \cdot 10^{13}$	$-1,7 \cdot 10^{13}$

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 2016 г. на Балаковской АЭС было отведено $5,83 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ сточных вод в водоем-охладитель. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2015–2016 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^3H	$4,3 \cdot 10^{14}$	$2,39 \cdot 10^9$	$2,17 \cdot 10^9$	$+2,2 \cdot 10^8$
^{54}Mn	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,15 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^6$	$+1,1 \cdot 10^5$
^{60}Co	$1,4 \cdot 10^9$	$1,15 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^6$	$+1,1 \cdot 10^5$
^{90}Sr	$3,6 \cdot 10^8$	$2,39 \cdot 10^6$	$2,17 \cdot 10^6$	$+2,2 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$3,0 \cdot 10^9$	$1,15 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^6$	$+1,1 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$8,4 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^6$	$+1,1 \cdot 10^5$

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на АС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение $\frac{1}{2}$ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса. В число этих радионуклидов также входят ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{65}Zn , ^{89}Sr , ^{95}Zr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{141}Ce , ^{144}Ce . Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял около 2,4 % от допустимого сброса.

Радиационный мониторинг 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 мониторинга ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 3.1.1. В 2016 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 мониторинга радиационной обстановки (АСМРО) 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 термolumинесцентными 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 2016 г. контролировалась ОРБ Балаковской АЭС на семи стационарных постах радиационного мониторинга, 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 2016 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 2015 г. [2] и 2016 г. Из табл. 3.1.3 видно, что в 2016 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте немного уменьшилась по сравнению с 2015 г., а также была заметно

ниже средневзвешенного значения объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

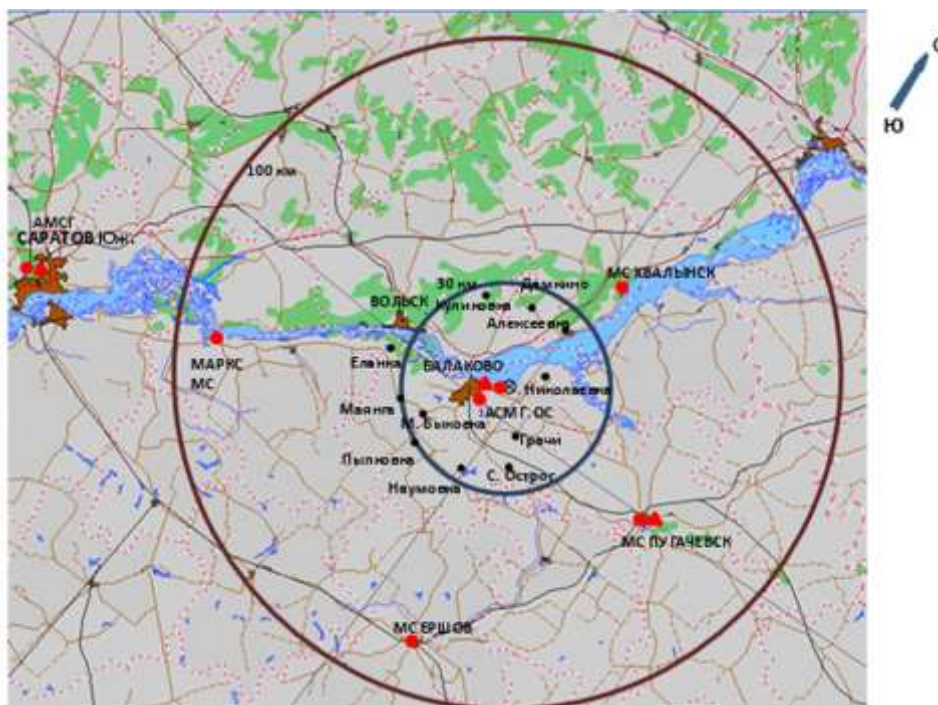


Рис. 3.1.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- ⊗ – 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*		ДОНАС., Бк/м ³
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	4,97	6,48	5,17	5,15	5,23	5,09	3,8	5,5	27
¹³⁴ Cs, 10 ⁻⁷	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-	-	19
⁶⁰ Co, 10 ⁻⁷	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-	-	11
$\Sigma\beta$, 10 ⁻⁵	8,24	21,5	11,2	15,6	14,5	15,1	16,1	16,1	-

Примечания: МДА по ¹³⁷Cs составляет $3,0 \cdot 10^{-7}$ 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 2015 г. Величины, полученные в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте, в 1,3–1,4 раза превышают средневзвешенное значение объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе по Центру ЕТР ($3,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе во всех пунктах наблюдений была на семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОНАС. по НРБ-99/2009 [3]. В 2016 г. в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта объемная активность ⁶⁰Co была менее $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемные активности техногенных радионуклидов ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn и ¹³⁴Cs были ниже МДА.

Данные УГМС ЦЧО за 2016 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных $\Sigma\beta$ в воздухе приземной атмосферы в 30-км зоне Балаковской АЭС приведены в табл. 3.1.4.

Таблица 3.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2016 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.	
Балаково	с	24	15	17	25	28	29	44	38	45	24	14	10	26	23
	м	66	47	58	62	81	49	85	44	76	57	24	17	85	123

Из табл. 3.1.4 видно, что в 2016 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в г.Балаково немного увеличилась по сравнению с 2015 г., а также в 1,6 раза превышала средневзвешенное значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Результаты измерений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2016 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 3.1.5. Из табл. 3.1.5 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 были в 1,7 и 2,1 раза ниже среднегодового значения по Приволжскому УГМС соответственно. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Балаково в феврале и августе и составляли $1,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Таблица 3.1.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2016 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	2016 г.	2015 г.	
Пугачев	с	0,55	0,47	0,55	0,39	0,50	0,46	0,51	0,44	0,48	0,26	0,28	0,30	157	241
	м	1,31	1,19	1,22	0,60	0,71	0,71	0,89	0,68	0,77	0,42	0,48	0,51		
Балаково	с	0,55	0,55	0,48	0,58	0,62	0,51	0,55	0,59	0,66	0,47	0,44	0,42	198	204
	м	1,16	1,46	1,01	1,37	1,13	0,95	1,16	1,46	1,40	1,19	1,10	0,86		
Приволжское УГМС	с	0,99	0,97	0,93	0,91	0,90	0,88	0,91	1,01	1,03	0,79	0,84	0,82	333	394

По данным ОРБ Балаковской АЭС, среднегодовые $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в СЗЗ составляли $0,14 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, в ЗН – $0,18 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$, а в контрольном пункте – $0,17 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$.

Почва

Отбор проб почвы проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на восьми стационарных пунктах радиационного мониторинга. Пробы почвы отбирались 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. 3.1.6. Из табл. 3.1.6 видно, что в 2016 г. содержание ¹³⁷Cs в почве СЗЗ меньше минимально детектируемой активности ($<0,1 \text{ кБк/м}^2$), а в ЗН и КП составляет $0,18$ и $0,13 \text{ кБк/м}^2$ соответственно. Содержание в почве ⁶⁰Со и ¹³⁴Cs было ниже МДА, которая составляет $0,1 \text{ кБк/м}^2$.

Вода, донные отложения

Отбор проб воды для определения объемной активности радионуклидов производился: в р. Волге напротив Балаковской АЭС, выше и ниже по течению относительно места расположения АЭС; в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в месте водозабора охлаждающей воды, в месте сброса охлаждающей воды и в акватории стана рыбаков. При отборе проб воды выбирались участки, свободные от водорослей и других предметов, прикосновение к которым могло бы привести к взмучиванию ила. Объем пробы воды составлял 20 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

Пробы донных отложений отбирались один раз в год 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. 3.1.6. По сравнению с 2015 г. содержание $\Sigma\beta$ в водах контролировавшихся водоемов изменилось незначительно и было значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

Средняя за последние 5 лет объемная $\Sigma\beta$ в воде пруда-охладителя примерно в 3 раза выше, чем в р. Волге. Содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в воде открытых водоемов было ниже МДА. 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 2016 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [3] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе (сбросной канал) объемная активность трития составляла 61 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 36 раз выше среднего значения для рек России (1,7 Бк/л).

По данным ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) немного понизилась по сравнению с 2015 г. и составляла 1,6 Бк/л, что не превышает среднего значения для рек России (1,7 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 3.1.6 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 сбросном канале водоема-охладителя (4,1 Бк/кг), что ниже контрольного уровня содержания данного радионуклида в донных отложениях водоема-охладителя (35 Бк/кг). 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 ежеквартально из питьевого водопровода в г. Балаково, на АЭС и в с. Натальино. Объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и трития в питьевой воде в 2016 г., так же как и в 2015 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] Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде составляла 43 Бк/м³ в г. Балаково, 56 Бк/м³ в с. Натальино и 48 Бк/м³ на АЭС.

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

Пункты контроля	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{60}Co		
	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Натальино, промплощадка)	-	-	-	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1
ЗН	-	-	-	0,18	0,12	0,27	<0,1	<0,1	<0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,13	0,13	0,25	<0,1	<0,1	<0,1
Вода открытых водоемов, мБк/л									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	262	244	238	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	216	269	235	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (акватория)	285	288	253	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, напротив Балаковской АЭС	96	77	82	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, выше по течению от АЭС (контр. пункт)	89	88	78	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	77	48	68	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	< 1,0	3,4	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	4,1	4,1	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – акватория	-	-	-	< 1,0	5,3	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС (контр. пункт)	-	-	-	< 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									
Зерновые	-	-	-	< 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: 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.

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. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в воде контрольных скважин в 2016 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. 3.1.6. Пробы сельскохозяйственной продукции в зоне наблюдения АЭС отбирались один раз в год: мясо (не менее 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. 3.1.6 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 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 2016 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01[4].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2016 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 0,11 до 0,23 мкЗв/ч. Наибольшее значение МЭД (0,23 мкЗв/ч) наблюдалось в п. Балаково в апреле. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,10–0,13 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 0,16 мкЗв/ч при среднегодовом значении в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Маянга) – 0,09 мкЗв/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от 0,46 до 0,65 мЗв, а в контрольном пункте Маянга значение годовой дозы на местности составляло 0,53 мЗв.

По результатам расчетов ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС по методике [5], среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, от ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2000–2016 годы составил $9,2 \cdot 10^{-7}$; среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга) – $3,2 \cdot 10^{-7}$ (табл. 3.1.7). Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой суммарный риск для населения ЗН от ^{137}Cs и ^{90}Sr за указанный период времени составил $6,0 \cdot 10^{-7}$ (65 % от общего воздействия данных радионуклидов «станционного» и «фоновое» происхождения), и не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Критическими путями формирования радиационного риска являются внешнее облучение от поверхности почвы и употребление сельскохозяйственной продукции местного производства.

Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Балаковской АЭС, при поступлении ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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	2,0·10 ⁻¹²	5,0·10 ⁻¹²	1,0·10 ⁻¹²	8,2·10 ⁻¹³	1,0·10 ⁻¹²	4,2·10 ⁻¹²
Продукты питания	2,4·10 ⁻⁷	4,4·10 ⁻⁷	1,1·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁷	2,3·10 ⁻⁷	1,4·10 ⁻⁷
Внешнее облучение от почвы	2,4·10 ⁻⁷	2,3·10 ⁻¹¹	3,0·10 ⁻⁹	1,5·10 ⁻¹¹	2,4·10 ⁻⁷	8,1·10 ⁻¹²
Сумма	4,7·10 ⁻⁷	4,4·10 ⁻⁷	1,4·10 ⁻⁸	3,0·10 ⁻⁷	4,7·10 ⁻⁷	1,4·10 ⁻⁷
Суммарный риск	9,2·10 ⁻⁷		3,2·10 ⁻⁷		6,0·10 ⁻⁷	

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.

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 эксплуатируются два энергоблока: 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.) и энергоблок №4 с реактором БН-800, который введен в промышленную эксплуатацию 31 октября 2016 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.

БАЭС расположена в зоне умеренно холодного, резко континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь – со среднемесячными температурами -19 °С. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой +25 °С. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс 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 2016 г. составляла 3,4 м/с, максимальная скорость – 17,0 м/с в юго-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 – 31,2 тыс. человек, 19 % 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 – 14,8 тыс. человек, 20 % – дети.

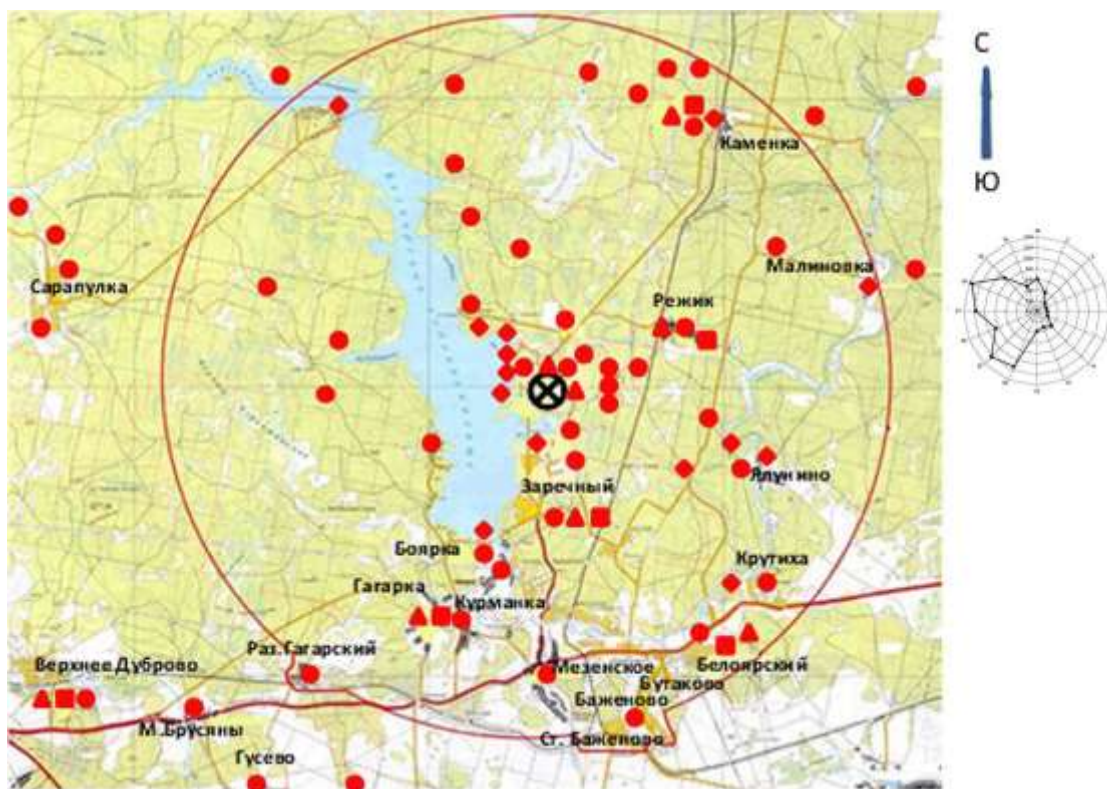


Рис. 3.2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

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 бассейного 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, 4 высотой 100 м (высота вентиляционной трубы спецкорпуса на энергоблоке № 4 – 70 м). В табл. 3.2.1 приведены данные об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2016 г. и для сравнения – в 2015 г. Из приведенных в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2016 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ИРГ увеличились в 2,1 раза по сравнению с 2015 г., а выбросы ^{60}Co и ^{137}Cs – уменьшились в 52 и 4,7 раза соответственно. Выбросы были на два-пять порядков ниже допустимых выбросов. Выбросы ^{24}Na , ^{131}I и ^{134}Cs были ниже минимально детектируемых.

По данным [7], в 2009 г. на ИРМ выбросы нормируемых радионуклидов, таких как ^{60}Co , ^{137}Cs и ИРГ, были выше, чем на БАЭС: ^{60}Co и ИРГ – на два порядка, ^{137}Cs – в 3 раза. В 2010-2014 гг. в ИРМ выбросы нормируемых радионуклидов также были выше, чем на БАЭС: ^{60}Co и ^{41}Ar на два порядка, ^{137}Cs – на порядок. Поскольку предприятия расположены рядом, разделить влияние их

выбросов на радиоактивное загрязнение окружающей среды прилегающих территорий не представляется возможным. Поэтому все приведенные далее данные о радиоактивном загрязнении, обусловленном выбросами радионуклидов, следует рассматривать как результат совместного влияния БАЭС и ИРМ.

Таблица 3.2.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Co	$7,40 \cdot 10^9$	$7,70 \cdot 10^4$	$4,04 \cdot 10^6$	$-3,96 \cdot 10^6$
¹³⁷ Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$7,00 \cdot 10^6$	$3,30 \cdot 10^7$	$-2,60 \cdot 10^7$
ΣИРГ	$3,75 \cdot 10^{14}$	$1,08 \cdot 10^{13}$	$5,14 \cdot 10^{12}$	$+5,66 \cdot 10^{12}$

По-видимому, то же можно сказать и о влиянии сбросов радионуклидов, так как сбросы ИРМ подаются на очистные сооружения БАЭС, на входе не измеряются и сведений о сбросах ИРМ нет.

Основным источником водопользования на БАЭС является Белоярское водохранилище, образованное в 1959–1963 гг. путем зарегулирования русла р. Пышмы в 75 км от ее истока, которое пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяженность – 20 км, ширина на уровне БАЭС – около 3 км. Полный объем водохранилища составляет $2,65 \cdot 10^8 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $38,6 \text{ км}^2$, средняя глубина – 7 м. Плотины расположена в 7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышма в створе БАЭС равна $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$. 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 [8].

Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2016 г. не превышали установленных нормативов. В 2016 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял 96663 м^3 (в 2015 г. – $89\,812 \text{ м}^3$) с суммарной активностью $4,9 \cdot 10^{11}$ Бк (в 2015 г. – $5,1 \cdot 10^{11}$ Бк), что не превышает 1,7 % от допустимого сброса для БАЭС. 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 – $4,9 \cdot 10^{11}$ Бк. Из

табл. 3.2.2 видно, что в 2016 г. сбросы ^{54}Mn увеличились на 5% по сравнению с 2015 г.; сбросы трития, ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs и изотопов европия – уменьшились в 1,05; 1,06; 1,7; 1,6 и 2,4 раза соответственно. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на два – 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{54}Mn	$2,5 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^6$	$+1,0 \cdot 10^5$
^{60}Co	$9,0 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$-1,0 \cdot 10^5$
^{90}Sr	$9,3 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^7$	$-2,3 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$1,7 \cdot 10^{10}$	-	$1,5 \cdot 10^5$	-
^{137}Cs	$1,7 \cdot 10^{10}$	$9,5 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^8$	$-5,5 \cdot 10^7$
$^{152}\text{Eu} + ^{154}\text{Eu}$	$1,0 \cdot 10^9$	$3,1 \cdot 10^6$	$7,4 \cdot 10^6$	$-4,3 \cdot 10^6$
^3H	$7,7 \cdot 10^{13}$	$4,9 \cdot 10^{11}$	$5,1 \cdot 10^{11}$	$-2,0 \cdot 10^{10}$

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 2016 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 восьми 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 термoluminescentных 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 2016 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 23 пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией, восемь из которых расположены в 30-км зоне;
- за содержанием радионуклидов в воде Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;
- за содержанием радионуклидов в снежном и растительном покрове в 10 пунктах, расположенных в (10–15)-км зоне РОО;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения каждые 3 часа в 100-км зоне в 25 стационарных пунктах, 8 из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на 6 постах в Екатеринбурге, кроме того, в марте 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, 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 2016 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3. Согласно этим данным в 2016 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН немного увеличилась по сравнению с 2015 г., при этом объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН была в 2,2–2,7 раз выше, чем в контрольном пункте Верхнее Дуброво. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2016 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте также остались на уровне 2015 г. Регистрируемые величины были на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м³), однако в 7,8 раза превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида по территории РФ ($1,8 \cdot 10^{-7}$ 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.

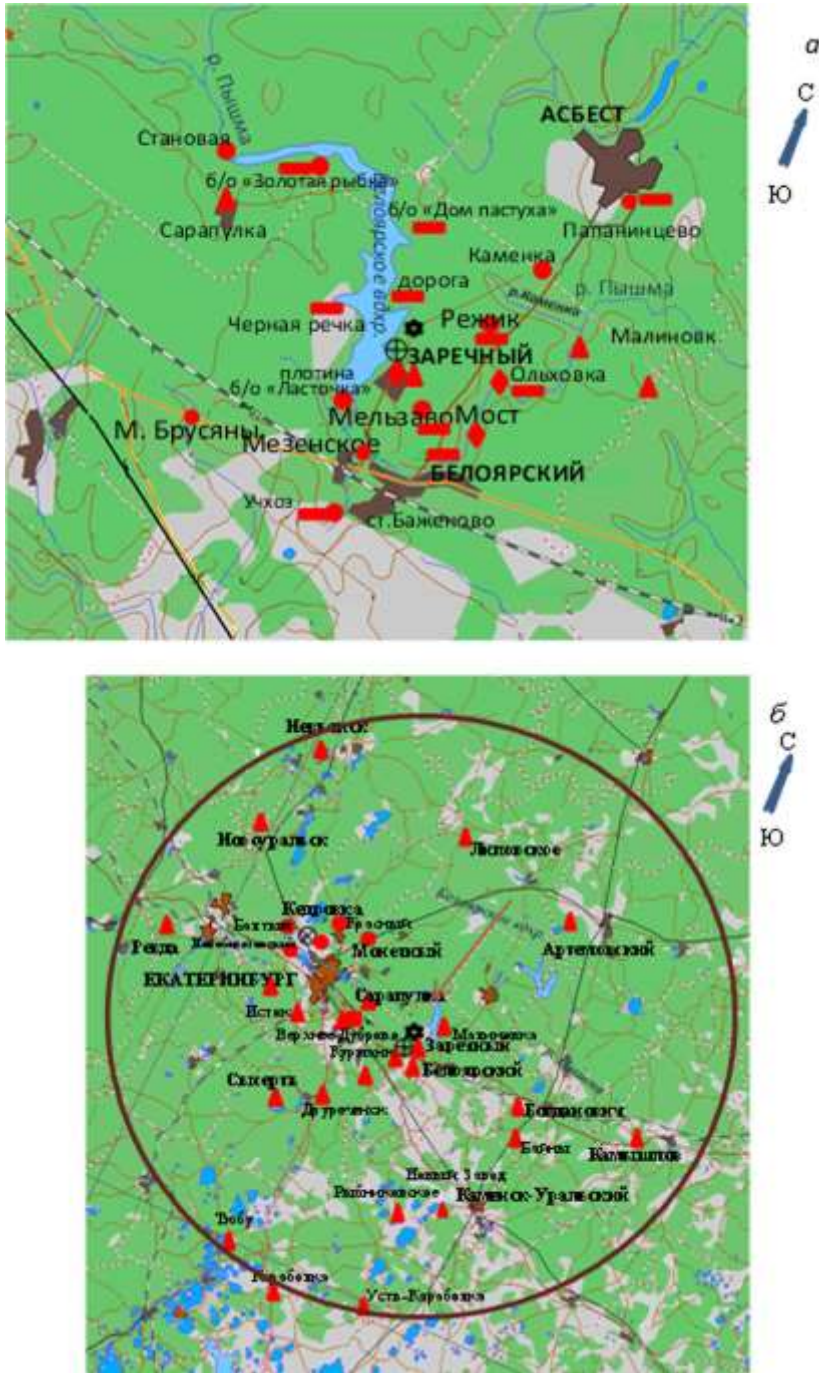


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- – 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;
- ⊕ – ИМ.

Таблица 3.2.3

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС, Бк/м³
(данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta, \cdot 10^{-5}$		$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
СЗЗ	21,8	18,4	<14	<14
ЗН	17,9	16,8	<14	<14
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	8,1	9,6	<14	<14

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 2016 г. колебалась в пределах от $14,6 \cdot 10^{-5}$ до $48,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво в 2016 г. ($25,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,5 раза выше уровня 2015 г. и в 1,4 раза превышала средневзвешенное значение по РФ ($17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2016 году не было зарегистрировано случаев, когда значение $\Sigma\beta$ превышало фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.

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		$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$ Бк/м ³		$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$ Бк/м ³	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Январь	48,8	25,7	3,0	3	} 3,0	} 15
Февраль	24,9	29,1	3,4	н		
Март	14,6	17,1	3,2	2,2		
Апрель	15,8	14,4	2,6	6	} 3,6	} 94
Май	23,7	18,6	1,1	2,4		
Июнь	17,4	13,1	29,0	4,1	} 3,9	} 3,6
Июль	19,9	12,1	8,1	3,9		
Август	26,1	10,4	6,0	1,8	} 4,0	} 4,0
Сентябрь	19,1	16,0	8,0	5,2		
Октябрь	16,7	9,5	1,6	1,7	} 4,0	} 4,0
Ноябрь	46,2	17,2	3,1	1,4		
Декабрь	30,2	19,3	0,8	8		
Среднее	25,3	16,9	5,8	3	3,6	29

Примечание: н – ниже предела обнаружения (0,001 Бк/м² месяц).

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво увеличилась в 1,9 раза по сравнению с уровнем 2015 г. и составляет $5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (табл. 3.2.4), что в 3,2 раза выше средневзвешенного значения по РФ ($1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в этом пункте уменьшилась в 8,1 раз по сравнению с уровнем 2015 г. и составляла $3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ ($1,19 \cdot 10^{-7}$ 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 2015 г. $\Sigma\beta$ выпадений в этих зонах немного увеличилась (до $0,5$ Бк/м²·сутки) и была немного ниже фоновых значений для Уральского региона ($0,6$ Бк/м²·сутки). Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне $0,4$ – $0,6$ Бк/м²·сутки. В 2016 г. в пунктах наблюдений в зоне влияния БАЭС случаев повышенной $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений зарегистрировано не было. Максимальное суточное

значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. было зарегистрировано в декабре в п. Артемовский и составило 6,7 Бк/м²·сутки, что в 11,2 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 0,6 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 2016 г. уменьшились примерно в 1,4 раза по сравнению с 2015 г., а максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Тюбук (4,6 Бк/м²·год).

Таблица 3.2.5

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	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,7	1,1	0,5
	м	2,9	1,5	2,0	1,4	1,4	1,4	1,1	1,7	2,9	3,2	3,8	5,7	
Верхнее Дуброво	с	0,9	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8	0,5
	м	4,3	1,8	1,7	2,7	1,5	3,6	1,2	0,9	1,6	1,6	3,9	5,5	
Двуреченск	с	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	0,5
	м	2,3	1,0	2,2	1,8	3,7	1,7	1,8	1,5	2,5	1,4	2,0	3,4	
Исток	с	0,6	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,7	0,4	1,0	1,3	0,6
	м	2,5	0,9	1,9	2,8	1,4	1,9	1,8	4,1	3,3	1,0	3,6	4,6	
Заречный	с	0,5	0,4	0,6	0,6	0,3	0,5	0,6	0,2	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5
	м	1,7	1,5	1,6	2,6	1,4	2,7	4,2	1,0	1,9	3,5	1,5	3,5	
Курманка	с	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	0,4	0,2	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5
	м	3,4	2,0	1,4	2,3	1,8	2,7	1,2	0,9	2,0	1,9	4,2	1,8	
Ялунина	с	0,3	0,3	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,8	0,4	0,6	0,5
	м	2,2	1,0	1,5	2,2	2,5	2,6	2,2	2,5	2,6	3,9	1,6	3,7	
Сарапулка	с	0,5	0,5	0,3	0,6	0,6	0,6	0,3	0,6	0,8	0,6	0,8	0,9	0,6
	м	2,2	3,9	1,1	2,8	1,6	3,0	0,9	2,8	4,2	3,1	2,8	4,2	
Среднее:	2016 г.	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
	2015 г.	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	
100-км зона														
Артемовский	с	0,6	0,3	0,5	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	1,1	0,5
	м	3,7	1,2	1,3	1,8	0,7	1,5	2,4	2,8	1,0	3,4	1,9	6,7	
Байны	с	0,5	0,5	0,6	0,7	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	0,8	0,9	0,5	0,5
	м	3,0	1,4	3,4	2,5	1,3	1,6	2,1	1,5	2,1	4,5	3,6	3,6	
Богданович	с	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5
	м	2,0	1,1	2,2	2,7	1,6	1,5	2,2	2,2	1,5	2,5	2,3	3,1	
Екатеринбург	с	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
	м	2,5	1,1	2,3	1,3	1,7	1,3	3,3	0,9	2,0	3,8	2,6	2,6	
Каменск-Уральский	с	0,6	0,3	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5
	м	2,4	1,7	0,9	1,4	1,1	2,2	0,9	1,7	2,9	1,6	1,8	4,2	
Камышлов	с	0,7	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,3	0,3	0,7	0,5	0,7	0,9	0,5
	м	3,6	1,6	1,3	2,5	1,3	1,7	1,4	1,2	2,1	4,1	2,5	5,4	
Караболка	с	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6
	м	1,0	1,5	1,4	4,3	1,3	3,6	2,4	1,2	2,4	1,5	1,3	1,2	
Липовское	с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6
	м	1,6	1,5	3,2	1,9	0,8	2,2	3,0	3,5	2,8	2,8	3,1	2,6	
Невьянск	с	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6	0,9	0,4
	м	1,1	1,3	2,5	2,3	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	2,5	4,6	
Новоуральск	с	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,5	0,8	0,9	0,6
	м	1,7	2,7	2,2	1,9	1,2	1,5	2,9	4,4	2,9	2,5	2,5	3,9	
Ревда	с	0,5	0,4	0,6	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	1,3	1,7	0,6
	м	2,1	1,3	1,9	2,0	1,1	1,1	2,1	1,4	1,6	1,8	4,5	4,5	

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Рыбниковское	с	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5
	м	1,9	1,7	1,4	1,7	1,7	1,9	2,1	0,9	2,4	1,4	2,3	2,4	
Сысерть	с	0,6	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,2	0,5
	м	3,7	1,9	1,1	1,2	1,1	0,8	2,6	1,8	2,2	2,7	2,8	5,6	
Тюбук	с	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
	м	1,0	1,3	1,3	4,3	1,2	2,4	1,3	5,6	3,2	2,1	1,2	1,2	
Среднее: 2016 г.		0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
2015 г.		0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
Фон для Уральского региона:														
2016 г.		0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6
2015 г.		0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Таблица 3.2.6

Выпадения из атмосферы ^{137}Cs в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2016 г., Бк/м²·год
(данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Сумма, Бк/м ² ·год
30-км зона	
Белоярский	1,8
Верхнее Дуброво	1,0
Двуреченск	1,4
Заречный	1,2
Исток	1,8
Курманка	1,6
Ялунина	2,6
Сарапулка	1,7
Среднее: 2016 г.	1,6
2015 г.	2,3
100-км зона	
Байны	1,0
Богданович	1,5
Каменск-Уральский	1,6
Камышлов	0,8
Караболка	1,8
Новоуральск	1,6
Рыбниковское	1,4
Тюбук	4,6
Среднее: 2016 г.	1,7
2015 г.	2,4
Фон для Уральского региона:	0,2
2016 г.	0,2
2015 г.	0,5

Среднегодовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.7) в 2016 г. уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2015 г. и составляли 0,8 Бк/м²·год, что в 2 раза ниже фоновых выпадений для Уральского региона (1,6 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Белоярский (1,3 Бк/м²·год). Средняя величина годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2016 г. составляла 1,6 Бк/м²·год.

Выпадения ^{137}Cs в СЗЗ БАЭС в 2016 г. по данным ОРБ БАЭС были <0,007 Бк/м²·сут., а выпадения $\Sigma\beta$ составляли 0,24 Бк/м²·сут. В ЗН выпадения ^{137}Cs также были <0,007 Бк/м²·сут., выпадения $\Sigma\beta$ составляли 0,22 Бк/м²·сут. Сравнение этих данных с данными 2015 г. показывает, что годовые выпадения ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН БАЭС изменились незначительно по сравнению с уровнем предыдущего года.

**Выпадения из атмосферы ^{90}Sr в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС, Бк/м²-год
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Сумма, Бк/м ² -год
30-км зона	
Белоярский	1,28
Верхнее Дуброво	0,92
Двуреченск	0,52
Заречный	0,52
Исток	0,80
Курманка	0,80
Ялунина	1,04
Сарапулка	0,68
Среднее по зоне:	
2016 г.	0,84
2015 г.	1,04
100-км зона	
Байны	0,84
Богданович	0,68
Каменск-Уральский	0,72
Камышлов	0,64
Караболка	1,04
Новоуральск	0,92
Рыбниковское	0,76
Тюбук	1,20
Среднее по зоне:	
2016 г.	0,84
2015 г.	1,09
Фон для Уральского региона:	
2016 г.	1,56
2015 г.	1,71

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 3.2.8. По данным ОРБ БАЭС, в 2016 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта уменьшилось в 1,1-1,5 раза по сравнению с 2015 г., содержание $\Sigma\beta$ в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта – уменьшилось в 1,1 – 1,3 раза.

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 2016 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ в растительности наблюдалась в п. Ольховка (под высоковольтной линией) (1110 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – в базе отдыха «Золотая рыбка» (2,79 Бк/кг в.-с.). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале 0,10–0,82 Бк/кг в.-с.

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

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			^{137}Cs		
	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	14,0	15,0	16,0	0,68	0,88	1,10
ЗН БАЭС	16,0	17,8	18,2	0,56	0,86	0,82
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	12,0	16,0	14,1	0,75	0,83	0,89

**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.			
	Σβ		¹³⁷ Cs		Σβ		¹³⁷ Cs	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	10,5	1,04	0,60	н	704,6	342,4	2,792	0,973
«Дом пастуха»	2,93	1,79	н	н	879,7	519,0	0,098	0,107
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	8,48	5,50	0,36	0,116	441,7	279,9	0,728	1,451
Мельзавод	14,7	10,12	0,14	н	440,8	241,3	0,309	0,723
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	23,3	2,47	0,16	н	886,0	268,1	0,817	0,665
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	12,4	2,00	н	0,038	1109,7	502,7	0,323	1,496
Папанинцево	6,8	2,88	0,001	0,023	324,4	224,0	0,247	0,712
Режик	9,4	14,73	0,26	0,054	976,4	354,1	0,430	1,098
Учхоз	48,0	9,79	0,56	0,402	405,9	289,8	0,185	0,924
Черная Речка	115	2,82	0,26	н	576,8	634,0	0,338	0,429

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В 2016 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах. Почти во всех точках отбора снега Σβ активность заметно увеличилась и изменялась в диапазоне от 2,93 до 115 Бк/м². Плотность загрязнения снега ¹³⁷Cs в 2016 г. находилась в пределах 0,001–0,6 Бк/м². Максимальное значение плотности загрязнения снега ¹³⁷Cs наблюдалось в базе отдыха «Золотая рыбка».

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 2016 г. составила менее 20 мБк/л, трития – 12,0 Бк/л, что значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для ¹³⁷Cs – 11 Бк/л, для трития – 7600 Бк/л) [3]. Объемная Σβ в питьевой воде в 2016 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.

Мониторинг содержания радионуклидов в водах Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2016 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 2016 г. содержание ⁹⁰Sr в воде р. Ольховка уменьшилось в 3,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальная объемная активность ⁹⁰Sr, как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 72 мБк/л, что в 68 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] (4,9 Бк/л), но в 15,7 раз выше фонового уровня содержания ⁹⁰Sr в реках на территории России (4,6 мБк/л).

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs во всех пунктах пробоотбора по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.10) в 2016 г. в большинстве точек увеличилась по сравнению с предыдущим годом. Максимальное значение также наблюдалось в р. Ольховке и составляло 84 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 ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л
(данные Уральского УГМС)**

Пункты отбора проб	^{90}Sr		^{137}Cs	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	17	20	8	9
р. Ольховка	72	240	84	50
р. Пышма (2 км ниже впадения р. Ольховки)	19	20	13	8
р. Кама, с. Тюлькино	14	30	3	2
р. Вишера, с. Рябинино	9	8	3	4
р. Колва, г. Чердынь	9	8	16	2

Объемная $\Sigma\beta$ воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 3.2.11) в 2016 г. немного уменьшилась по сравнению с предыдущим годом, изменяясь в диапазоне 0,13–0,17 Бк/л, что в 6 раз ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3]. Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ воды в 2016 г. наблюдалась в верховье Белоярского вдхр.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 3.2.11) в 2016 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 22,0–27,0 Бк/л в Белоярском водохранилище и 16,0–23,0 Бк/л в р. Пышме, что в 9–14 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (1,7 Бк/л), 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		
	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет	2016 г.	2015 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,15	0,20	0,18	<20	<20	<20	22,0	22,2	18,2
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,14	0,20	0,16	<20	<20	<20	27,0	24,2	22,8
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	0,13	0,18	0,15	<20	<20	<20	16,0	18,7	18,6
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,17	0,19	0,16	<20	<20	<20	22,0	16,7	16,4
р. Пышма до водозабора	0,13	0,18	0,15	<20	<20	<20	23,0	24,0	17,0

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 [8]. 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 2016 г. ОРБ БАЭС проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе БАЭС. Пробы 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.

Таблица 3.2.12

**Удельная активность донных отложений, Бк/кг сырого веса
(данные ОРБ БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		^{60}Co	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	1073	983	917	947	22,5	18
Белоярское вдхр. (заборный канал)	388	378	8,8	8,1	<4,4	<6,2
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	549	482	6,9	6,5	<3,5	<3,0
Залив Худыш	386	388	18	18	<6,2	<4,5
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	225	211	9,8	11	<3,8	<3,4
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	355	334	47	51	<4,0	<4,8
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	696	690	504	511	<4,6	<5,3
Середина канала*	710	682	58	64	<6,7	7,1
Ольховское болото:						
начало*	914	855	1887	2024	11,3	12
середина*	2376	2131	1438	1854	12,6	14,6
конец*	2393	2251	2920	3168	10,1	9,4
р. Ольховка	620	695	795	756	7,3	8
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	538	460	37	36	<3,2	<4,4

Примечание: * – отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усредненные данные послойного анализа.

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения РОО основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений ^{137}Cs наблюдалось в месте сброса ПЛК, в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2016 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,92 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,4–2,9 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,80 и 0,50 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание ^{60}Co в донных отложениях обследованных экосистем на два порядка ниже содержания ^{137}Cs . Наибольшее содержание ^{60}Co в пробах ила наблюдается там же, где и ^{137}Cs : в Ольховском болоте (10,1–12,6 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (7,3 Бк/кг сырого веса), в точке сброса ПЛК (22,5 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни $\Sigma\beta$ донных отложений, достигающие в конце Ольховского болота 2,4 кБк/кг сырого веса.

Мониторинг 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 7,3–63,7 Бк/л, превышающие УВ (4,9 Бк/л [3]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Объемная активность ^{90}Sr в большинстве данных скважин в 2016 г. по сравнению с предыдущим годом несколько уменьшилась. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs 19,6–

302 Бк/л, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО, ХСО и СВО. 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 27 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1; ^{90}Sr (в 13 раз превышающее УВ) – в 2016 г. наблюдалось в скважине П-3. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО, ХСО и СВО.

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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Пшеница*	-	-	<2,0	<2,0
Допустимая уд. акт.	-		70	
Овощи	64	63	0,18	0,18
Корнеплоды	106	98	0,25	0,22
Допустимая уд. акт.	-		120	
Молоко	48	47	0,26	0,28
Допустимая уд. акт.	-		100	
Ягоды	43	39	0,14	0,13
Допустимая уд. акт.	-		160	
Грибы	78	87	1,82	5,20
Допустимая уд. акт.	-		500	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	87	89	1,23	1,34
Допустимая уд. акт.	-		130	

Примечания: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;
 - – измерения не проводились;
 ■ – нет нормативного уровня.

В 2016 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 2016 г. удельная $\Sigma\beta$ в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод, незначительно изменилась по сравнению с 2015 г. Удельная активность ^{137}Cs уменьшилась в грибах в 2,9 раза, во всех остальных продуктах питания изменилась незначительно. 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, незначительно уменьшилась по сравнению с 2015 г. и составляла 1,23 Бк/кг сырой массы для ^{137}Cs и 87 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].

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 2016 г. колебались в пределах 0,07–0,11 мкЗв/ч. Усредненные по зоне наблюдения значения МЭД (0,10 мкЗв/ч) соответствовали γ -фону Уральского региона.

По данным АСКРО БАЭС, мощность дозы γ -излучения в 2016 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 2016 г. находилась примерно на уровне предыдущего года и в среднем в СЗЗ БАЭС составила 0,38 мЗв, изменяясь в диапазоне 0,32–0,74 мЗв; в ЗН – 0,34 мЗв с диапазоном изменения 0,32–0,41 мЗв.

Для населения, проживающего в ЗН Белоярской АЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [5] (табл. 3.2.14).

Таблица 3.2.14

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия Белоярской АЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2016 гг.

Пути поступления	Радионуклид			Суммарный риск
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	³ H	
Ингаляция	$4,7 \cdot 10^{-11}$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	-	$3,7 \cdot 10^{-10}$
Потребление воды	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$6,4 \cdot 10^{-8}$	$2,9 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$
Потребление продуктов питания*	$3,6 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,6 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$9,9 \cdot 10^{-8}$	-	-	$9,9 \cdot 10^{-8}$
Сумма	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$6,4 \cdot 10^{-8}$	$2,9 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$

Примечания: * – модельные оценки;
 - – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН БАЭС, за период 2000–2015 гг. составил $2,5 \cdot 10^{-7}$, что не превышает уровня пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС и ИРМ в 2016 г. осталось на уровне предыдущего года или уменьшилось. Влияние деятельности БАЭС и ИРМ проявлялось 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. Господствующие северные ветра в долине р. Большой Кепервеем не позволяют 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 2016–2015 годах представлены в табл. 3.3.1. Из таблицы видно, что в 2016 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ (в основном ^{41}Ar) и составляли 30,5 % от допустимого выброса за год. Содержание ^{131}I и долгоживущих радионуклидов в выбросах Билибинской АЭС менее минимальной детектируемой активности (МДА) измерительной аппаратуры учитывается расчетным методом ($1/2\text{МДА}\cdot V$ выброса по каждому нормируемому радионуклиду). Выброс ^{60}Co в 2016 г. составил 33,6 % от допустимого выброса.

Таблица 3.3.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{60}Co	$1,95\cdot 10^8$	$6,55\cdot 10^7$	$9,40\cdot 10^7$	$- 2,85\cdot 10^7$
^{131}I	$3,27\cdot 10^{11}$	$1,66\cdot 10^8$	$1,62\cdot 10^8$	$+ 3,00\cdot 10^6$
^{54}Mn	$1,66\cdot 10^7$	$4,03\cdot 10^6$	$1,33\cdot 10^7$	$- 9,27\cdot 10^6$
^{134}Cs	$1,27\cdot 10^6$	$2,42\cdot 10^4$	$1,10\cdot 10^4$	$+ 1,32\cdot 10^4$
^{137}Cs	$1,70\cdot 10^6$	$1,98\cdot 10^4$	$2,10\cdot 10^4$	$- 1,20\cdot 10^5$
^{51}Cr	$1,15\cdot 10^7$	$2,20\cdot 10^6$	$8,98\cdot 10^6$	$- 6,78\cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$1,83\cdot 10^{15}$	$5,57\cdot 10^{14}$	$5,21\cdot 10^{14}$	$+3,60\cdot 10^{13}$

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного контура, трапных вод и вод спецканализации, образующихся на фильтрах смешанного действия и выпарных установках спецводоочистки в виде насыщенных солевых растворов-пульп, – направляются на захоронение в ХЖО. Дебалансные воды, не прошедшие очистку на выпарных установках, сбрасываются в составе промливневой канализации (ПЛК) в ручей Большой Поннеурген. 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. Вклад вод хозяйственно-фекальной канализации (ХФК) в поступление радионуклидов в окружающую среду незначителен. По данным БиАЭС, среднегодовое содержание ^{60}Co в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99/2009 (УВ для ^{60}Co равен 40 Бк/кг) [3].

В 2016 г. на БиАЭС было отведено 392 тыс. м³ сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2016 и 2015 годах

приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2016 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы ^{60}Co были на 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{137}Cs	$8,5 \cdot 10^8$	$< 1,55 \cdot 10^4$	$< 1,66 \cdot 10^4$	$-1,10 \cdot 10^3$
^{134}Cs	$9,9 \cdot 10^8$	$< 9,96 \cdot 10^3$	$< 1,06 \cdot 10^4$	$-6,40 \cdot 10^2$
^{60}Co	$1,5 \cdot 10^{10}$	$5,11 \cdot 10^7$	$2,66 \cdot 10^8$	$-2,15 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$1,4 \cdot 10^8$	$2,99 \cdot 10^5$	$< 1,47 \cdot 10^4$	$+2,84 \cdot 10^5$
^{51}Cr	$3,0 \cdot 10^{12}$	-	-	-

Примечание: - - нет данных.

Радиационный мониторинг 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 мониторинг радиационной обстановки на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

Район радиационного мониторинга 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 2016 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 2016 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.

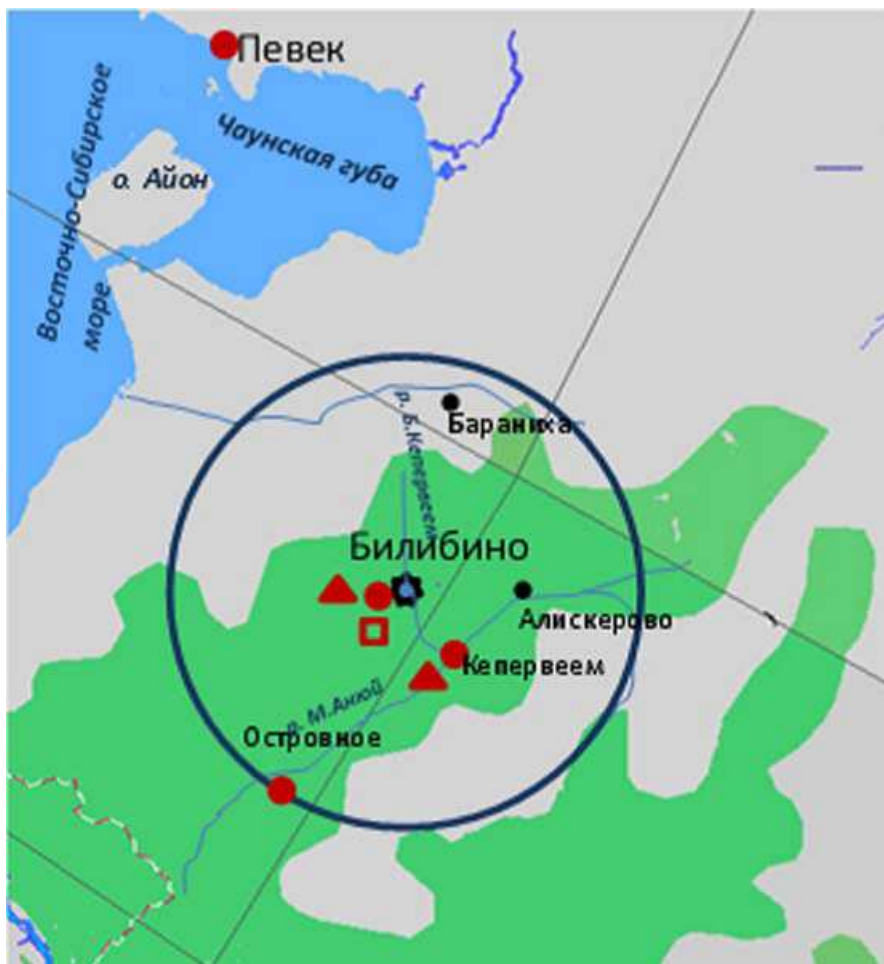


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

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

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2016 г., по данным ЛООС БиАЭС, приведены в табл. 3.3.3.

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2016 г., как и в предыдущем, в СЗЗ в приземном слое атмосферы регистрировался ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность ^{60}Co в приземном слое атмосферы СЗЗ увеличилась в 1,3 раза, но по абсолютной величине осталась на пять порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ($\text{ДОА}_{\text{НАС}} = 11 \text{ Бк/м}^3$ по НРБ-99/2009) [3]. Объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения в 2016 г. были ниже минимально детектируемой активности.

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-6} Бк/м³ (данные ЛООС БиАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
⁶⁰ Со	128	99	-	17	-	-
⁵⁴ Mn	< 0,4	< 0,4	-	0,5	-	-
¹³⁴ Cs	< 0,3	< 0,3	-	< 0,3	-	-
¹³⁷ Cs	< 0,4	< 0,4	-	< 0,4	-	-
⁵¹ Cr	< 0,7	< 0,7	-	< 0,7	-	-
Σβ	-	405	-	17,5	-	-

Примечание: - - нет данных.

Значения Σβ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4. Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в г. Билибино и г. Кепервеем соответственно равны 3,05 и 3,14 Бк/м²·сутки, а среднемесячные в течение года изменялись от 2,94 до 3,23 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в г. Кепервеем в сентябре и составляли 3,75 Бк/м²·сутки. В среднем Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2016 г. увеличилась по сравнению с 2015 г. в 1,1 раза и превысила среднее значение Σβ выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2016 г. (0,82 Бк/м²·сутки) в 3,8 раза.

Таблица 3.3.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2016 г., Бк/м²·сутки (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016г.	2015 г.
Билибино	с	2,94	3,06	3,18	2,97	2,96	3,02	3,02	3,02	3,03	3,16	3,03	3,18	3,05	2,74
	м	3,37	3,49	3,63	3,61	3,19	3,27	3,34	3,46	3,34	3,54	3,29	3,63	3,63	4,26
Кепервеем	с	3,18	3,14	3,06	2,99	3,1	3,13	3,17	3,16	3,23	3,15	3,15	3,17	3,14	2,80
	м	3,63	3,42	3,46	3,17	3,56	3,63	3,58	3,56	3,75	3,44	3,51	3,51	3,75	6,78

По данным ЛООС БиАЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2016 г. регистрировался только ⁶⁰Со в СЗЗ ($4,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м²·сутки). Годовые выпадения остальных радионуклидов (в СЗЗ и ЗН) и ⁶⁰Со в ЗН были ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2016 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2015 год. Как видно из табл. 3.3.5, содержание ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2016 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

По данным табл. 3.3.5, в 2016 г. в воде контролируемых водных объектов содержание ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs было ниже пределов обнаружения (0,5 мБк/л и 0,4 мБк/л соответственно).

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 ⁶⁰Со, удельная активность которого осталась на уровне 2015 г. и на два порядка ниже минимально значимой удельной активности для ⁶⁰Со, равной $1 \cdot 10^4$ Бк/кг по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [9]. Накопление ⁶⁰Со в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (0,4 Бк/кг в.-с.).

**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	
		2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Вода, мБк/л									
Водоохранилище	3,2	-	22	-	1,7	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	92	-	1,8	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	-	45	-	2,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	69	-	2,2	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Донные отложения, Бк/кг в.-с.									
Водоохранилище	3,2	-	639	-	1,2	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	992	-	1,9	< 0,4	< 0,4	93,4	96,5
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	-	710	-	1,54	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	595	-	2,05	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Почва, Бк/м²									
СЗЗ	0,3	-	5600	-	37,5	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
СЗЗ	0,5	-	11550	-	22,7	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
ЗН	3,2	-	10360	-	40,3	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
ЗН	3,8	-	4850	-	17,8	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	5,0	-	4940	-	25,1	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Ягода (голубика), Бк/кг сырой вес									
СЗЗ	0,3	-	10,0	-	0,17	< 0,4	< 0,4	-	< 0,5
ЗН	1,3	-	26,6	-	0,13	< 0,4	< 0,4	-	< 0,5
ЗН	5,0	-	26,0	-	0,21	< 0,4	< 0,4	-	< 0,5
Контрольная точка	5,0	-	43,4	-	0,19	< 0,4	< 0,4	-	< 0,5
Трава (осока), Бк/кг в.-с.									
СЗЗ	0,3	-	189	-	3,84	-	< 0,4	-	< 0,5
ЗН	5,0	-	229	-	1,24	-	< 0,4	-	< 0,5
Контрольная точка	5,0	-	190	-	2,15	-	< 0,4	-	< 0,5
Грибы маслята, Бк/кг сырой вес									
ЗН	1,0	-	103	-	0,25	-	1,3	-	< 0,5
ЗН	1,3	-	108	-	0,11	-	< 0,4	-	< 0,5
ЗН	5,0	-	70	-	0,27	-	6,2	-	< 0,5

Примечание: - - измерения не проводились.

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 см² глубиной 5 см. Из трех индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. Пробы почвы отбирались на расстояниях от 0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях и на расстоянии 5 км в южном направлении (контрольная точка) (табл. 3.3.5). Во всех пробах почвы в 2016 г. содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже МДА.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2016 г. изменялись от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч, максимальные значения МЭД не превышали 0,15 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона.

Контроль мощности дозы γ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2016 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС

БиАЭС, среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения на промплощадке, СЗЗ и ЗН соответственно равнялась 0,27 мкЗв/ч, 0,13 мкЗв/ч и 0,11 мкЗв/ч в контрольной точке (в 5 км от АЭС) – 0,12 мкЗв/ч. Максимальные измеренные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,15 мкЗв/ч и 0,14 мкЗв/ч соответственно, в контрольной точке – 0,12 мкЗв/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в СЗЗ и ЗН АЭС (20 точек), варьировали от 0,55 до 0,78 мГр, а в контрольном пункте (3-6 км от АЭС) - от 0,51 до 0,68 мГр.

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 5 км от г. Удомля, в котором проживают 28 972 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 2016 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 2016 г. характеризовался умеренно холодной зимой. Снежный покров установился с 30 декабря 2016 г. и залегал до конца марта 2016 г. Весна ранняя, тёплая, 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 787,0 мм. В течение года преобладали ветры юго-западного и юго-восточного направлений.

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [10].

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 до 99,9 %.

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2016 г. и для сравнения в 2015 г. приведены в табл. 3.4.1. Из табл. 3.4.1 видно, что в 2016 г. повысились годовые выбросы ^{60}Co и ^{59}Fe , но их величины не превышали установленных нормативов и составляли менее 1 % от допустимых выбросов. Годовые выбросы ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs и ИРГ в 2016 г. были ниже, чем в 2015 г., и составляли менее 1% для ^{131}I и ^{134}Cs , 1,3 % для ^{137}Cs , 1,9 % для ИРГ от допустимых выбросов. 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$9,55 \cdot 10^6$	$8,68 \cdot 10^6$	$+ 8,7 \cdot 10^5$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$2,02 \cdot 10^7$	$4,40 \cdot 10^8$	$- 4,20 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$6,63 \cdot 10^6$	$1,40 \cdot 10^7$	$- 7,37 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$2,65 \cdot 10^7$	$4,38 \cdot 10^7$	$- 1,73 \cdot 10^7$
^{59}Fe	$5,9 \cdot 10^{11}$	$4,68 \cdot 10^7$	$2,07 \cdot 10^7$	$+ 2,61 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,34 \cdot 10^{13}$	$2,28 \cdot 10^{13}$	$- 9,4 \cdot 10^{12}$

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 $1,8 \cdot 10^7$ м³ соответственно. Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2016 г. в озера, составил 2008 м³. С продувкой брызгальных бассейнов в озера поступило еще 151000 м³ воды. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2016 г. на КАЭС приведены в табл. 3.4.2. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2016 г. (0,017 ТБк) увеличилась по сравнению с 2015 г. в 1,3 раза. Основной вклад в активность сброса вносил тритий (94,2 %), сбросы которого увеличились в 2016 г. в 1,2 раза и составили 0,07% от допустимого. Как видно из таблицы 3.4.2 в 2016 году зафиксировано также увеличение сбросов других радионуклидов. В 2016 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два-пять порядков ниже допустимых.

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 семи пунктах постоянного наблюдения (один пункт – в СЗЗ, шесть – в ЗН). В контрольном пункте г. Вышний Волочек (50 км на юго-запад от АЭС) по техническим причинам контроль не проводился. Пробы отбирались с помощью ВФУ средней производительностью 400 м³/ч на фильтроткань ФПП-

15-1,5 с площадью фильтрующей поверхности около 0,3 м2. В 2016 году проведена замена 4 постов постоянного наблюдения (Промзона, Глиновка, Удомля, Стан) на новые, изготовленные ПО «Тайфун». Посты представляют собой модульную конструкцию с установленной в ней воздухофильтрующей установкой УВФ-2 с производительностью 1100 м3/час, включающую фильтрдержатель. Время экспозиции фильтров – две недели;

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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^3H	$2,00 \cdot 10^{13}$	$1,47 \cdot 10^{10}$	$1,21 \cdot 10^{10}$	$+ 2,60 \cdot 10^9$
^{51}Cr	$4,87 \cdot 10^{13}$	$2,10 \cdot 10^8$	$8,35 \cdot 10^7$	$+1,27 \cdot 10^8$
^{54}Mn	$2,13 \cdot 10^{10}$	$2,57 \cdot 10^7$	$1,02 \cdot 10^7$	$+1,55 \cdot 10^7$
^{58}Co	$3,60 \cdot 10^{11}$	$2,34 \cdot 10^7$	$9,32 \cdot 10^6$	$+1,41 \cdot 10^7$
^{60}Co	$6,13 \cdot 10^{11}$	$2,57 \cdot 10^7$	$1,08 \cdot 10^7$	$+1,49 \cdot 10^7$
^{90}Sr	$4,38 \cdot 10^9$	$6,04 \cdot 10^6$	$1,80 \cdot 10^6$	$+4,24 \cdot 10^6$
^{131}I	$6,51 \cdot 10^{10}$	$2,57 \cdot 10^7$	$1,02 \cdot 10^7$	$+1,55 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$2,96 \cdot 10^9$	$2,79 \cdot 10^7$	$1,14 \cdot 10^7$	$+1,65 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$3,39 \cdot 10^9$	$2,79 \cdot 10^7$	$1,14 \cdot 10^7$	$+1,65 \cdot 10^7$
^{106}Ru	$2,45 \cdot 10^{10}$	$2,20 \cdot 10^8$	$9,95 \cdot 10^7$	$+1,21 \cdot 10^8$
^{59}Fe	$5,92 \cdot 10^{11}$	$4,68 \cdot 10^7$	$2,07 \cdot 10^7$	$+2,61 \cdot 10^7$

В 2016 г. мониторинг радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 3.4.1).

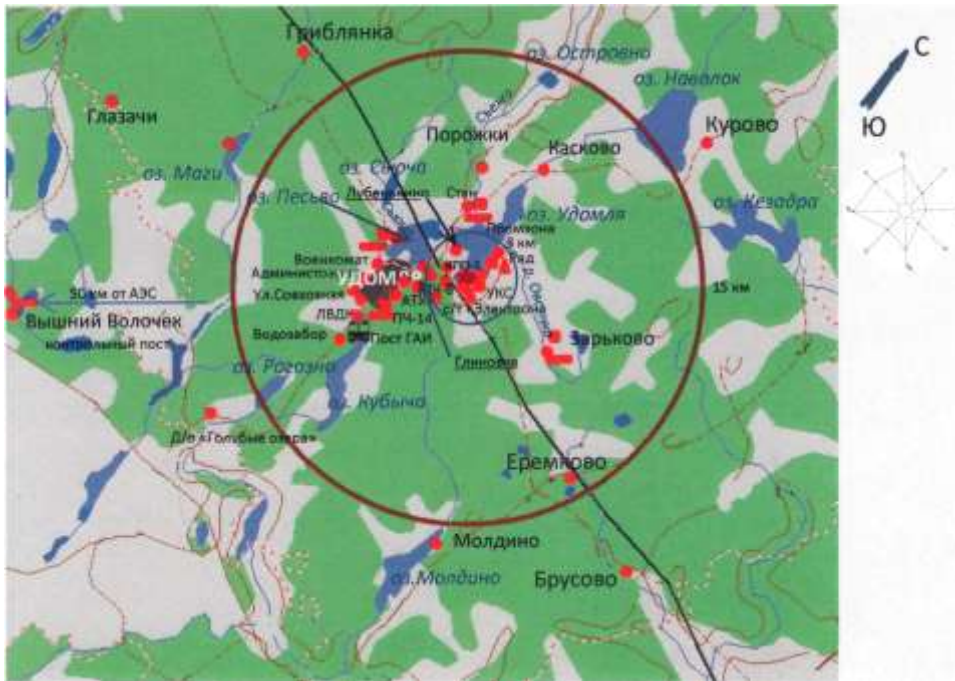


Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- ★ — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▭ — отбор проб снега;
- ⊙ — передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

– 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 мониторинга 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 мониторинг мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Для измерения $\Sigma\beta$ проб использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью гамма-спектрометрической установки «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 ДКС-96В, МКС-АТ1117М во время регламентных маршрутов в 85 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 мониторинга устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» термолюминесцентной дозиметрической системы «Dosacus». В 2016 г. проводился мониторинг МЭД с помощью установки «Гамма-сенсор», входящей в состав передвижной радиометрической лаборатории, по маршруту вывоза низкоактивных радиоактивных отходов КАЭС: «КПП-2 – ХСО – ППНО (полигон промышленных нерадиоактивных отходов)».

Северо-Западное УГМС и Центральное УГМС в 2016 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.

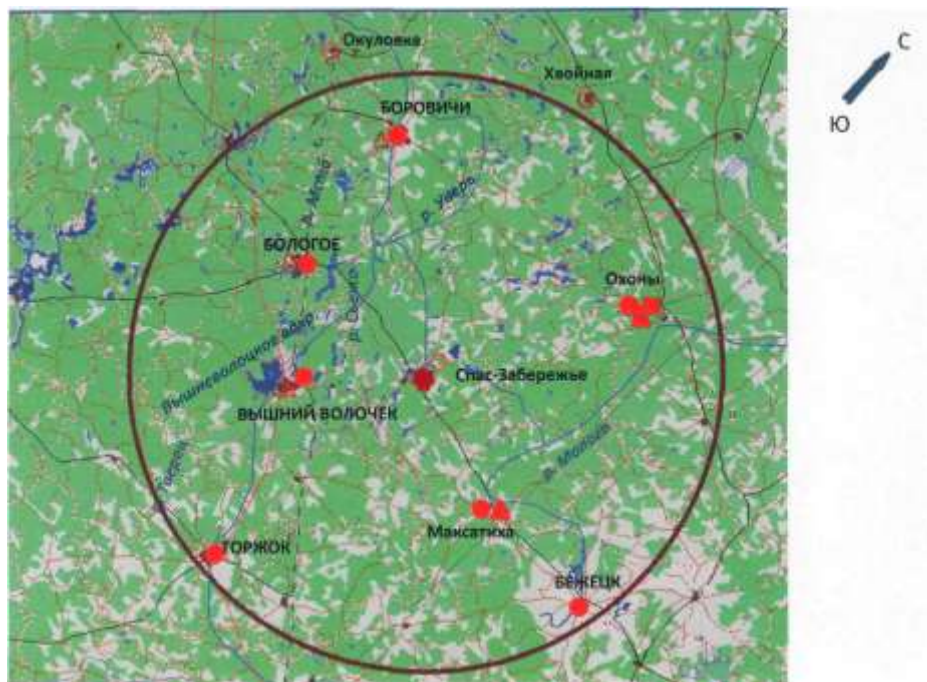


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- ★ — 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 2016 г., полученные ЛВДК в объединенных и осредненных пробах для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.4.3. Анализ данных показывает, что в 2016 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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
СЗЗ	3,45	7,35	<2,46	<1,65	<2,98	<1,65	<2,25	<1,48
ЗН	2,90	5,02	<0,42	<0,46	<0,38	<0,46	<0,38	<0,42
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	-	-	-	-	-	-	-	-
ДОО _{НАС} , Бк/м ³	27		19		11		72	

Примечания: - - измерения не проводились

Среднегодовые активности ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН в 2016 г. ниже, чем в 2015 г. и на восемь 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 2016 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 2016 г. (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,82	4,0	1,2	0,66	8,39
	м	3,2	5,3	2,1		
Февраль	с	0,3	2,5	1,1	0,77	6,61
	м	0,5	3,2	1,5		
Март	с	0,3	5,9	1,6	0,73	7,87
	м	1,9	12,6	5,6		
Апрель	с	0,4	5,6	1,7	0,69	8,49
	м	1,7	12,9	7,0		
Май	с	0,5	9,6	1,0	0,71	14,97
	м	1,1	14,8	2,7		
Июнь	с	0,3	12,0	1,0	0,53	11,54
	м	1,5	23,4	1,8		
Июль	с	0,8	9,8	1,1	0,60	14,05
	м	2,5	19,0	2,2		
Август	с	0,8	9,2	1,0	0,79	11,10
	м	2,3	11,5	2,3		
Сентябрь	с	0,4	6,9	1,0	0,60	5,14
	м	0,9	8,7	2,0		
Октябрь	с	0,5	6,6	1,4	0,65	6,02
	м	2,6	13,1	5,2		
Ноябрь	с	0,7	5,6	1,2	0,98	9,28
	м	3,5	8,0	1,7		
Декабрь	с	0,6	1,8	2,1	0,76	5,53
	м	3,1	3,0	6,6		
Среднее:	2016 г.	0,5	6,6	1,3	0,71	9,1
	2015 г.	0,4	4,3	0,9	0,95	7,0
Сумма, Бк/м ² ·год:	2016 г.	183		475	259	
	2015 г.	146		329	347	

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2016 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Охоны изменялась от $1,8 \cdot 10^{-5}$ до $12,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в этом пункте была в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ($9,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КАЭС, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ КАЭС в 2016 г. составляла $24,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $22,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

По данным ЛВДК КАЭС в СЗЗ и ЗН в 2016 г. радионуклиды стационарного происхождения в пробах выпадений обнаружены не были.

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. увеличились по сравнению с 2015 г. в п. Охоны в 1,3 раза, в п. Максатиха – в 1,4 раза. Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,3 до 2,1 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Максатиха наблюдались в апреле и составляли 7,0 Бк/м²·сутки, в п. Охона – в ноябре и составляли 3,5 Бк/м²·сутки. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КАЭС в 2016 г. составила 0,9 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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Вода открытых водоемов, мБк/л								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 2,0	< 1,8	-	-	13	14	3,6	2,7
оз. Удомля (входной канал)	< 1,8	< 1,8	-	-	14	16	5,9	5,4
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,9	< 1,6	-	-	21	<10	5,6	4,3
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 1,9	< 1,6	-	-	< 10	< 10	3,0	3,6
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 1,8	< 1,8	-	-	< 10	< 10	4,1	5,1
Питьевая вода, мБк/л								
Водозабор г. Удомля	< 1,7	< 1,8	-	-	< 10	< 10	< 1,7	< 1,5
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 1,9	< 1,8	-	-	< 10	< 10	< 1,7	< 1,8
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 1,7	< 1,8	-	-	< 10	< 10	< 1,8	< 1,8
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 1,9	< 1,9	-	-	< 10	< 10	< 1,7	< 1,8
Донные отложения водоемов, Бк/кг с.м.								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 0,72	< 0,66	< 0,55	< 0,61	-	-	1,07	<0,88
оз. Удомля (входной канал)	< 0,82	< 0,71	< 0,64	< 0,65	-	-	<1,47	<1,35
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	1,31	<0,67	< 0,57	< 0,61	-	-	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	<0,72	7,89	< 0,56	< 0,65	-	-	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 0,69	< 0,68	< 0,53	< 0,62	-	-	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	<0,71	1,39	< 0,54	< 0,62	-	-	-	-
Почва, кБк/м²								
СЗЗ ЗН г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs		⁹⁰ Sr	
	0,24	0,16	< 0,052	< 0,049	<0,059	<0,052	-	-
	0,20	0,37	< 0,051	< 0,045	<0,058	<0,048	-	-
	0,18	0,20	< 0,049	< 0,033	<0,056	<0,036	-	-

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 2016 г. составила 13,5 Бк/л (оз. Песьво – 13 Бк/л, оз. Удомля – 14 Бк/л), что на два порядка ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и 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 1,1 раза, стало достоверно определяться в р. Съежа (21 Бк/л) и по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ. В 2016 г. значение среднегодовой объемной активности трития в водоемах-охладителях ниже, чем среднее значение за предыдущие пять лет. Это связано с введением на КАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения, что позволило значительно

уменьшить сброс в водоемы-охладители жидких стоков, содержащих радиоактивные вещества. В контрольных водоемах (оз. Саминец и оз. Кубыча) и питьевой воде в 2016 году данный нуклид не идентифицирован (активность не превышала НПИ используемой методики измерений (10 Бк/л)).

Основным поставщиком питьевой воды для новой части г. Удомля и промплощадки КАЭС является водозабор города. Радиационный мониторинг 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 2016 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 мониторинга в 2016 г. показали, что ^{137}Cs в пробах донных отложений водоемов-охладителей, р. Съежа и оз. Саминец (контрольный водоём) достоверно не определялся (значения контролируемой величины не превышали МДА). В донных отложениях р. Хомутовка активность ^{137}Cs составляла 1,31 Бк/кг с.-м., что на четыре 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. Содержание ^{90}Sr в донных отложениях водоемов в 2016 г. достоверно определялось в оз. Песьво. 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 плотности содержания техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и

контрольному пункту в 2016 г. Из табл. 3.4.5 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения, он достоверно определялся в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ в 2016 г. ниже среднего за последние пять лет наблюдений в 1,5 раза, в ЗН и контрольном пункте – в 1,8 раза. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2016 году в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г. («нулевого фона»).

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в продуктах питания в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 3.4.6. Отбор проб проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах в 2016 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КАЭС. Наибольшее содержание ^{90}Sr в 2016 г. наблюдалось в луговой растительности (3,43 Бк/кг сырой массы), ^{137}Cs – в ягодах и грибах (1,70 и 0,65 Бк/кг сырой массы соответственно), что на два порядка ниже допустимых удельных активностей. Содержание ^{131}I в молоке не выявлено (<0,04 Бк/кг) и не превышает НПИ применяемой методики. Все 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	
	2016 г.	До пуска АЭС*	2016 г.	До пуска АЭС*
Растительность луговая	<0,36	1,63	3,43	15,9
Корнеплоды	< 0,06	0,09	0,21	0,08
Овощи	<0,05	0,1	0,10	0,16
Допустимая уд. акт.	120		40	
Ягоды	1,70	-	<0,21	-
Допустимая уд. акт.	160		60	
Грибы	0,65	-	<0,07	-
Допустимая уд. акт.	500		50	
Молоко	< 0,03	0,27	< 0,06	0,17
Допустимая уд. акт.	100		25	
Мясо	0,07	0,12	< 0,09	0,11
Допустимая уд. акт.	160		50	
Рыба	<0,38	0,50	0,34	1,48
Допустимая уд. акт.	130		100	

Примечание: - - нет данных;

* – в Бк/кг сухой массы.

До пуска КАЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 0,07–0,18 мкЗв/ч. В 2016 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 0,10–0,13 мкЗв/ч, по данным АСКРО – составляли 0,09–0,10 мкЗв/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (0,09 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 2016 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,16 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 0,09–0,12 мкЗв/ч.

Контроль годовой дозы на местности проводился термолюминесцентным методом. 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 2016 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития в озерах Песьво, Удомля и р. Съежа. 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 2016 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 2016 г. составляла 2,2 °С, абсолютные максимальная и минимальная температуры: +27,8°С (июль) и -34,9°С (январь), соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,2 м/с, максимальная – 18,3 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 14672 чел. Общая численность населения, проживающего в ЗН, – 16 981 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 2016 г. (табл. 3.5.1) снизились по сравнению с 2015 г. Все выбросы оставались ниже допустимых, фактов превышения контрольных уровней за месяц не зафиксировано.

Таблица 3.5.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Со	7,40·10 ⁹	1,06·10 ⁷	1,61·10 ⁷	-5,50·10 ⁶
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	1,37·10 ⁸	1,02·10 ⁹	-8,83·10 ⁸
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	2,08·10 ⁶	6,41·10 ⁶	-4,33·10 ⁶
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	1,77·10 ⁶	5,50·10 ⁶	-3,73·10 ⁶
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	1,30·10 ¹³	7,27·10 ¹³	-5,97·10 ¹³

Примечание: минимальные уровни регистрации: для ИРГ 2,3·10¹¹ Бк/сут, для ¹³¹I 3,5·10⁶ Бк/сут, для ⁶⁰Со, ¹³⁷Cs 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 2016 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 3.5.2.

Согласно табл. 3.5.2, в 2016 г. на КоАЭС сбросы ³H в 1,3 раза уменьшились по сравнению с 2015 г., значения сбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем

сброса). Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2016 г. не зарегистрировано.

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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
³ H	7,60·10 ¹⁴	1,28·10 ¹³	1,60·10 ¹³	-3,20·10 ¹²
¹³⁴ Cs	7,60·10 ¹⁰	3,88·10 ⁶	9,68·10 ⁶	-5,80·10 ⁶
¹³⁷ Cs	5,00·10 ¹⁰	9,81·10 ⁶	6,78·10 ⁶	+3,03·10 ⁶
⁵⁴ Mn	7,9·10 ¹⁰	7,50·10 ⁶	2,85·10 ⁷	-2,10·10 ⁷
⁵⁸ Co	2,9·10 ¹⁰	5,95·10 ⁶	2,85·10 ⁷	-2,26·10 ⁷
⁶⁰ Co	8,6·10 ¹⁰	6,71·10 ⁶	2,85·10 ⁷	-2,18·10 ⁷
⁵¹ Cr	5,4·10 ¹³	1,17·10 ⁸	7,11·10 ⁸	-5,94·10 ⁸
⁸⁹ Sr	7,2·10 ¹²	7,56·10 ⁷	2,85·10 ⁷	+4,71·10 ⁷
⁹⁰ Sr	8,9·10 ¹⁰	7,17·10 ⁷	2,85·10 ⁷	+4,32·10 ⁷
⁵⁹ Fe	6,7·10 ¹¹	7,54·10 ⁶	2,85·10 ⁷	-2,10·10 ⁷
¹³¹ I	2,6·10 ¹²	3,96·10 ⁶	1,42·10 ⁷	-1,02·10 ⁷
¹⁰⁶ Ru	5,3·10 ¹⁰	2,08·10 ⁷	4,26·10 ⁷	-2,18·10 ⁷

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС осуществляет отдел радиационной безопасности (ОРБ) КоАЭС. В 2016 г. службами ЛООС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, и поселке Нива-1 (аспирационные установки), а также 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;

- 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 м². Время экспозиции кювет – один месяц;

- радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК, ОЗС, БНТ-2 (бак низких течек)), 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 65 штук: 29 – на первой очереди, 22 – на второй очереди, 5 – на полигоне промотходов в районе ХССО, 9 – 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 термолюминесцентных дозиметров, экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (ежемесячно по установленным маршрутам, еженедельно на территории очистных сооружений и полигона промтоходов с помощью переносных дозиметрических приборов МКС-АТ6130Д, МКС-АТ1117М, МКС/СРП-08А, 6150АД6/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.

С 2014 года на Кольской АЭС введена в эксплуатацию мобильная передвижная радиозоологическая лаборатория (ПРЭЛ). Новая передвижная лаборатория имеет в своем составе помимо радиационного оборудования, приборы экологического контроля (многопараметрические приборы для определения качества воды) и оборудование для комплексного контроля метеопараметров (ультразвуковая метеостанция с системой пневмоподъема), что позволяет получать оперативную информацию обо всех представляющих интерес параметрах окружающей среды в заданной точке.

Измерения $\Sigma\beta$ в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа, $\Sigma\alpha$, активности ^{90}Sr выполняются на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад» и радиометре УМФ-2000. 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. Мониторинг содержания ^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 в воде проводится с помощью жидкосцинтилляционного радиометра «Tri-Carb 2900TR» и ультранизкофонового жидкосцинтилляционного радиометра Quantulus 1220, введенного в эксплуатацию в 2015 г.

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 2016 г. радиационный мониторинг, проводимый Мурманским УГМС, включал:

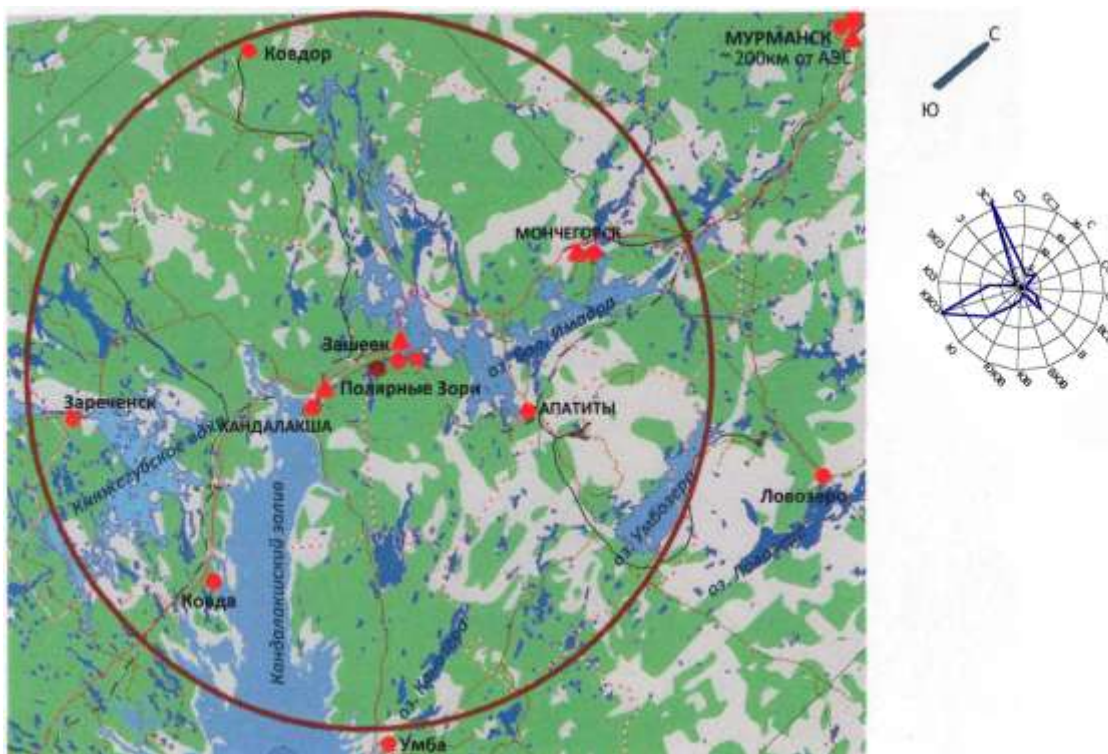


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

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

– мониторинг радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха: в 3 пунктах отбора проб атмосферных выпадений и 1 пункте отбора проб радиоактивных аэрозолей. 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 ближней зоне Кольской атомной станции с отбором снега, растительности, почвы;

– радиоактивное загрязнение местности регистрировалось на 8 основных пунктах измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на сети Мурманского УГМС.

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялись $\Sigma\beta$, 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 2016 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. Среднегодовые суточные $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2016 г. в п. Зашеек, в г. Мончегорске и в г. Кандалакша уменьшились по

сравнению с предыдущим годом в 1,3 раза. Среднегодовые суточные $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2016 г. превышали уровень региональных выпадений в 1,6 раза. Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2016 г. колебалась в пределах от 0,94 до 1,92 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Мончегорск в январе и составляли 5,87 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 2016 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша	Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	Р	q
Январь	с	1,83	12,0	1,92	1,46	0,8	7,5
	м	5,83	21,3	5,87	3,70		
Февраль	с	1,56	6,7	1,46	1,35	0,6	8,4
	м	3,33	17,9	4,31	4,76		
Март	с	1,17	5,0	1,01	1,11	0,8	7,6
	м	2,06	13,7	1,67	3,12		
Апрель	с	0,97	3,4	1,09	0,94	0,6	7,0
	м	1,64	7,8	1,80	1,19		
Май	с	1,10	6,0	1,03	1,32	0,6	7,1
	м	3,13	14,5	1,58	4,24		
Июнь	с	0,96	5,5	1,02	1,04	0,6	8,7
	м	2,28	18,4	2,43	2,38		
Июль	с	0,94	6,1	0,96	1,01	0,6	7,4
	м	1,40	14,3	1,65	2,66		
Август	с	1,08	4,7	1,04	0,99	0,6	6,1
	м	1,65	10,8	1,73	1,93		
Сентябрь	с	1,03	4,9	1,12	0,97	0,6	7,0
	м	3,41	18,7	2,98	1,53		
Октябрь	с	1,03	3,3	0,97	1,14	0,7	6,6
	м	2,43	8,8	1,25	2,88		
Ноябрь	с	0,94	3,1	0,95	1,00	0,7	7,7
	м	1,58	10,2	1,37	2,63		
Декабрь	с	0,95	2,8	0,98	0,94	0,8	7,2
	м	1,60	8,2	1,48	1,63		
Среднее:	2016 г.	1,1	5,3	1,1	1,1	0,7	7,3
	2015 г.	1,5	6,5	1,5	1,4	0,7	7,2
Сумма, Бк/м ² -год:	2016 г.	413		413	405	248	
	2015 г.	544		533	504	248	

Плотность выпадений ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2016 г. регистрировался только в третьем квартале (0,57 Бк/м²).

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе п. Зашеек, расположенном в 20-км зоне КоАЭС, колебалась в 2016 г., по данным Мурманского УГМС, в пределах от 2,8·10⁻⁵ до 12,0·10⁻⁵ Бк/м³ (см. табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в январе – 21,3·10⁻⁵ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС, в 2016 г. в СЗЗ среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе составляла 14,8·10⁻⁵ Бк/м³, в ЗН – 12,9·10⁻⁵ Бк/м³, в контрольном пункте – 15,7·10⁻⁵ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Кандалакша за 2010–2014 гг. и п. Зашеек (входит в 20-км зону КоАЭС) за 2015-2016 гг. (в 2015 г. отбор проб аэрозолей в п. Кандалакша прекращен), 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 ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в п. Зашеек в 2016 г. была выше чем в 2015 г. в 1,3 раза и выше средневзвешенной по территории Заполярья в 1,2 раза. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в

приземной атмосфере в п. Зашеек в 2016 г. была выше, чем в предыдущем году, но осталась ниже регионального уровня в 1,8 раза.

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	2010	1,1	0,9	0,6	1,2	1,0	0,9
	2011	5,9	79,1	2,3	1,7 ¹⁾	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
Зашеек	2014	2,7	3,6	1,0	1,2	2,1	1,3
	2015	1,1	1,2	1,5	0,8	1,1	1,4
	2016	1,9	0,9	2,2	0,7	1,4	1,2
^{90}Sr							
Кандалакша	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
Зашеек	2014	0,11	0,17	0,14	0,08	0,13	0,26
	2015		0,21		0,16	0,19	0,31
	2016		0,42		0,20	0,31	0,55

Примечания: ¹⁾ – данные за один месяц (октябрь);
²⁾ – среднее за 10 месяцев.

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 и ^{60}Co . По сравнению с предыдущим годом в 2016 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность ^{137}Cs уменьшилась в 1,2 раза, превышая в 10 раз средневзвешенную объемную активность воздуха по территории Заполярья ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{60}Co в 2016 г. выросла в 1,3 раза. В ЗН и контрольном пункте объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn была ниже МДА. Наблюдаемые в 2016 г. объемные активности радионуклидов в СЗЗ 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 мониторинга	^{137}Cs		^{60}Co		^{54}Mn	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015
СЗЗ*	12,0	13,8	12,0	9,2	10,0	< 3,0
п. Нива-1 (ЗН)	< 10,0	1,6	< 9,0	< 5,0	< 8,0	< 3,0
г. Кандалакша – контрольный пункт	< 12,0	< 3,0	< 10,0	< 5,0	< 10,0	< 3,0

Примечание: * – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

Почва

Плотность содержания радионуклидов в почве, по данным ЛООС, приведено в табл. 3.5.6. Для оценки текущего радиационного 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 в 2016 г. плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН осталась на уровне 2015 г., в контрольном пункте была

ниже в 1,6 раза. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте оставалась ниже средних значений за последние пять лет. Плотность содержания $\Sigma\beta$ в 2016 г. в почве выросла в ЗН в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом, но осталась ниже среднего значения за последние пять лет. Плотность содержания $\Sigma\beta$ в 2016 г в СЗЗ и контрольном пункте уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 1,5 и 1,2 раза соответственно.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра за 2016 г. представлена в табл. 3.5.6. В 2016 г. по сравнению с 2015 г. объемная активность ^{137}Cs уменьшилась во всех пунктах отбора проб. Удельная активность ^{137}Cs в воде открытых водоемов была на четыре порядка ниже 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 – 1,6 мБк/л. Объемная $\Sigma\beta$ активность воды во всех контролируемых водоемах в 2016 г. была на два порядка ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3] для питьевой воды.

В 2016 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 2016 г. составила 1,9 и 2,3 мБк/л соответственно, что значительно ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [3], и ниже фонового содержания ^{90}Sr в озерах ЕТР (4,3 мБк/л).

Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, н.п. Зашеек и п. Африканда колебалась в пределах от 0,8 до 1,2 мБк/л, объемная $\Sigma\beta$ активность – от 40 до 59 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 аккумуляционным 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 2016 г. в пробах донных отложений содержание ^{137}Cs было ниже, чем в 2015 г., во всех точках отбора кроме губы Глубокой (выше в 4,6 раза) и Сосновых островов (выше в 11,6 раза). Значения удельной $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений в 2016 г. было выше, чем в предыдущий год, во всех точках отбора кроме губы Глубокой и Орловских островов. Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности трудностями с отбором представительных проб.

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС
(данные ЛООС КоАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		Σβ	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Почва, кБк/м²				
СЗЗ	0,075 (0,093)	0,072 (0,096)	15,3 (20,0)	22,9 (14,4)
ЗН	0,038 (0,087)	0,035 (0,097)	16,7 (18,5)	13,1 (13,1)
Контрольный пункт	0,028(0,094)	0,045 (0,108)	14,4 (11,5)	16,9 (10,6)
Вода, мБк/л				
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	0,9	1,6	42	43
Губа Молочная	1,6	2,4	56	55
Узкая Салма	1,0	1,6	40	44
Широкая Салма	1,0	1,4	41	42
р. Нива – водозабор п. Нива	1,2	1,4	59	50
Водозабор п. Африканда	-	2,0	-	57
р. Пиренга – контрольный водоем	1,1	1,3	53	37
Донные отложения, Бк/кг в.-с.				
Сбросной канал	11,2	19,3	121,4	78
Губа Молочная	11,3	16,9	135,8	69
Губа Глубокая	9,7	2,1	60,3	78
Орловские острова	11,3	18,5	69,7	75
Сосновые острова	16,3	1,4	123,3	79
Форелевое хозяйство	10,4	20	198,6	121
Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	1,5	1,5	62,9	128
ЗН	3,4	2	58,4	123
Контрольный пункт	0,3	<1,0	53,8	83
Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	0,7	3,7	49,7	55
ЗН	2,1	2,8	81,1	91
Контрольный пункт	1,9	1,7	47,9	90
Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	1,9	1,9	23,7	25
ЗН	0,4	3,9	18	36
Контрольный пункт	0,7	4,2	21,8	28
Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	6,3	3,8	24,5	26
ЗН	4,6	2,6	24,4	24
Контрольный пункт	2,7	3,1	21	17
Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы				
	1,4	1,5	68,8	80
Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы				
	<1,0	2,4	59,8	55
Рыба, Бк/кг сырой массы				
Бабинская Имандра, щука	-	7,5	-	91
Бабинская Имандра, окунь	2,5	7,8	94,9	80
Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы				
	< 0,9	< 1,0	81,4	82

Примечания: в скобках приведены средние значения за последние 5 лет; -- нет данных.

В 2016 г. для большинства скважин (кроме скважин № 104, 105, 107, 108, 303, 304 и 706 - введена в эксплуатацию в 2015 г.), расположенных вокруг аппаратного отделения и объединенного спецкорпуса 1-й очереди КоАЭС, содержание радионуклидов находилось ниже порога регистрации аппаратуры (метода) и соответствовало не превышению УВ для питьевой воды согласно НРБ-99/2009. В скважине № 105, 107, 304 содержание ¹³⁷Cs было практически на уровне 2015 г.; в скважинах № 706 в 2015 г. наблюдалось увеличение среднегодовой удельной активности ¹³⁷Cs в 1,1. В воде скважин № 104, 108 и 303 среднегодовая удельная активность ¹³⁷Cs в 2016 г. была ниже прошлогодних значений в 1,1, 1,3 и 1,2 раза, соответственно. Удельная активность трития в скважинах № 104, 105, 107, 108, 303, 304 и 706 находилась в пределах 34,1 – 3295 Бк/кг. Поступления радионуклидов с грунтовыми водами за пределы территории КоАЭС не обнаружено.

Продукты питания местного производства

В 2016 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 два порядка ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [9], составляющего 130 Бк/кг. ^{90}Sr в грибах, ягодах и рыбе обнаружен не был.

Радиационный фон на местности

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2016 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что по сравнению с 2015 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД практически не изменилась и колебалась в пределах от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч при среднемесячных колебаниях от 0,06 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ЛООС, в 2016 г. МЭД в СЗЗ и ЗН и в контрольном пункте была равна 0,08 мкЗв/ч, а на промплощадке - 0,09 мкЗв/ч.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла: 0,44 мГр для СЗЗ, 0,45 мГр для ЗН и 0,90 мГр 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 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 2016 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 – 41,8 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 2016 г. среднегодовая температура воздуха в районе АЭС составляла +8,2 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2016 г. составляла 74 %; годовое количество атмосферных осадков – 805,3 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было восточное, максимальная скорость ветра наблюдалась летом (июнь-август) и составляла 18 м/с, среднегодовая скорость – 2,75 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через 2 вентиляционные трубы высотой 150 м, вентрубы машзала высотой 50 м, вентрубу ХОЯТ (26 м), вентрубу здания 54 (40 м), вентрубу ХТРО (30 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 2016 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	9,60·10 ⁷	1,49·10 ⁸	-5,3·10 ⁷
¹³¹ I	9,3·10 ¹⁰	1,27·10 ⁹	1,54·10 ⁹	-2,7·10 ⁸
¹³⁴ Cs	1,4·10 ⁹	5,40·10 ⁶	1,39·10 ⁷	-8,5·10 ⁶
¹³⁷ Cs	4,0·10 ⁹	2,91·10 ⁷	4,95·10 ⁷	-2,0·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	3,09·10 ¹⁴	4,42·10 ¹⁴	-1,3·10 ¹⁴

Из приведенных в табл. 3.6.1 данных видно, что в 2016 г. годовые выбросы всех контролируемых радионуклидов уменьшились по сравнению с 2015 г. (⁶⁰Со – в 1,5 раза, ¹³¹I – в 1,2 раза; ¹³⁴Cs – в 2,6 раза; ¹³⁷Cs – в 1,7 раза; ИРГ – в 1,4 раза), и составляли от 0,4 % (для ¹³⁴Cs) до 8,4 % (для суммы ИРГ) от допустимых нормативов.

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 2016 г. объем сброса промышленно-ливневых и дебалансных вод на КуАЭС составил 2,7·10⁴ м³. В 2016 г. в сбросах КуАЭС регистрировались ³H, ⁵⁴Mn, ⁶⁰Со и ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. По сравнению с 2015 г. в 2016 г. сбросы ⁶⁰Со уменьшились в 2 раза, ³H – в 2,5 раза, ¹³⁷Cs – в 2 раза, ⁵⁴Mn – в 1,9 раза, ⁹⁰Sr – в 2,9 раза. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,08 % от допустимого. Годовые сбросы ⁶⁰Со, ⁵⁴Mn, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs не превышали соответственно 1,0; 1,3; 2,0 и 1,9 % от допустимых.

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на АС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса. В число таких радионуклидов входят ⁵¹Cr, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co, ⁶⁵Zn, ⁸⁹Sr, ⁹⁵Zr, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁶Ru, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
Промышленно-ливневые и дебалансные воды (р. Сейм)	^3H	$7,07 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^{11}$	$-1,1 \cdot 10^{11}$
	^{137}Cs	$6,80 \cdot 10^6$	$1,34 \cdot 10^7$	$-6,6 \cdot 10^6$
	^{60}Co	$7,21 \cdot 10^6$	$1,46 \cdot 10^7$	$-7,4 \cdot 10^6$
	^{90}Sr	$2,72 \cdot 10^6$	$7,88 \cdot 10^6$	$-5,2 \cdot 10^6$
	^{54}Mn	$7,05 \cdot 10^6$	$1,36 \cdot 10^7$	$-6,6 \cdot 10^6$
Суммарный сброс за год (без учета ^3H)		$1,01 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^8$	$-1,0 \cdot 10^8$
Суммарный сброс за год (с учетом ^3H)		$7,07 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^{11}$	$-1,1 \cdot 10^{11}$

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 2016 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 $1250 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- радиоактивность атмосферных выпадений определялась в восьми пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;
- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, протокков 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 ^{90}Sr . Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа «Ortec» GEM-30-P, диапазон измерения активности образцов – $10-10^5$ Бк с погрешностью 35–60 %. Измерение $\Sigma\beta$ в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами СРП-68-01, ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКС-96, ДРПБ-0,3, МКС-01Р. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра α - и β -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy» Финляндия.

В 2016 г. УГМС ЦЧО в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 3.6.1 и 3.6.2):

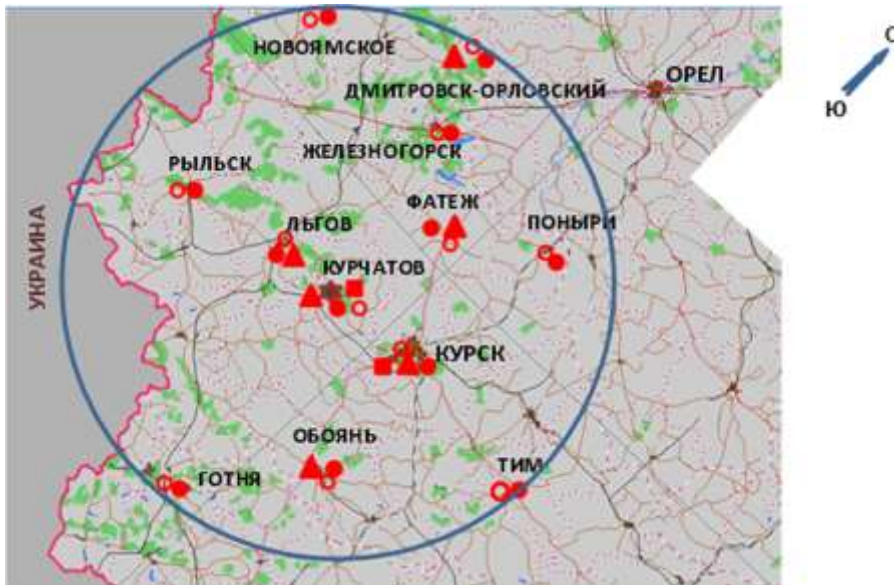


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- ★ — 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;
- метеостанция Курчатова, отбор проб атмосферных аэрозолей, выпадений, измерения гамма-фона

— 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 ⁹⁰Sr и ^{239,240}Pu в объединенных за квартал пробах определялась в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО за 2016 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 2016 г., 10⁻⁵ Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.
Курск	с	16	9	16	20	21	19	21	19	13	19	15	10	17	20
	м	40	16	43	73	44	41	55	38	24	43	42	50	73	79
Курчатов	с	13	37	18	17	28	19	23	24	20	12	16	21	20	20
	м	30	64	42	26	38	30	30	31	28	22	27	40	64	64

Из приведенных в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объемная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в апреле и составила 73·10⁻⁵ Бк/м³, а в г. Курчатове – в феврале и составила 64·10⁻⁵ Бк/м³. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от 12·10⁻⁵ Бк/м³ (в октябре) до 37·10⁻⁵ Бк/м³ (в феврале) в г. Курчатове и от 9·10⁻⁵ Бк/м³ (в феврале) до 21·10⁻⁵ Бк/м³ (в мае и июле) в г. Курске. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в Курске понизились по сравнению с 2015 г. и составляли 17·10⁻⁵ Бк/м³, а в г. Курчатове остались на уровне прошлого года и составляли 20·10⁻⁵ Бк/м³, что выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,2 раза (16,1·10⁻⁵ 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 $4,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) до $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (январь) и составила в среднем за год $7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,8 раза ниже среднего за 2015 г. ($13,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,1 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались ^{131}I , ^{24}Na , ^{134}Cs , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{95}Nb . Среднегодовое значение активности ^{60}Co практически не изменилось по сравнению с 2015 г., а среднегодовое значение активности ^{54}Mn – уменьшилось в 2,3 раза. В г. Курчатове среднемесячная объемная активность ^{137}Cs изменялась от $4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (февраль) до $21,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (сентябрь) и составила в среднем за год $11,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,1 раза ниже, чем в 2015 г. ($25,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 3,2 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		
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
^{24}Na	1	4	160	771	н	94	н	5000	290
^{51}Cr	н	н	981	н	4	6	4	95	2500
^{54}Mn	1,2	2,8	5,0	841	11,7	11,7	190	107	72
^{59}Fe	0,8	0,4	5,2	0,4	6,3	5,3	230	83	30
^{58}Co	н	н	н	н	1,0	1,1	19	14	68
^{60}Co	1,3	1,3	5,0	126	11,2	10,6	109	120	11
^{95}Zr	н	н	н	н	2,4	1,4	20	24	23
^{95}Nb	0,5	0,4	1,5	0,4	5,7	4,1	90	44	72
^{131}I	1	н	217	н	3	3	152	75	7,3
^{134}Cs	0,1	н	1,0	н	0,6	1,1	6,0	18	19
^{137}Cs	8,0	14	40	421	12,0	25	39	435	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 2016 г. наблюдались ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{131}I и ^{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 шесть 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 2016 г. в Курске уменьшились в 1,4 раза по сравнению с 2015 г. и были на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в Курчатове уменьшились в 1,4 раза по сравнению с 2015 г. и были в 1,4 раза выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2016 г. ($1,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) уменьшилась в 3 раза по сравнению с 2015 г. Объемная активность ^{238}Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2016 г. составила $0,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и уменьшилась в 14,4 раза по сравнению с 2015 г.

Данные ЛВРК АЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2015–2016 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2015 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. В ЗН и контрольном пункте Селекционный регистрировался тот же состав радионуклидов, что и в СЗЗ. В контрольном пункте Селекционный содержание большинства регистрируемых радионуклидов по сравнению с 2015 г. заметно уменьшилось. Объемная активность ^{137}Cs в контрольном пункте ($59 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась в 2,19 раз и в 16,4 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ 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).

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 2012–2016 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	2012	5,3	12	10,7	6,5	8,7	4,0
	2013	6,4	21	8,5	11	11,1	5,9
	2014	7,9	10,0	14,0	8,6	10,2	6,2
	2015	9,3	19,0	19,0	8,5	13,9	5,5
	2016	7,6	7,8	10,1	5,4	7,7	3,6
Курчатов	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
	2014	14,4	18,5	25,8	9,8	17,4	6,2
	2015	10,8	43,3	29,8	16,8	25,2	5,5
	2016	10,0	10,3	16,8	9,0	11,5	3,6
^{90}Sr, 10^{-7}							
Курск	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
	2014	0,70	1,04	2,84	0,48	1,27	0,72
	2015		1,16		1,06	1,11	1,01
	2016		0,98		0,62	0,80	0,82
Курчатов	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
	2014	0,60	1,76	1,96	0,99	1,33	0,72
	2015		1,43		1,71	1,57	1,01
	2016		1,00		1,21	1,11	0,82
$^{239+240}\text{Pu}$, 10^{-9}							
Курск	2012	2,0	2,5	3,1	1,2	2,2	-
	2013	1,4	2,9	6,2	1,6	2,2	-
	2014	1,5	2,2	6,8	5,2	3,9	-
	2015	5,6	12,6	3,6	1,0	5,7	-
	2016	0,8	4,5		2,4	1,9	-
^{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	-
	2014	0,2	1,4	1,2	0,3	0,8	-
	2015	0,8	42,6	2,2	0,4	11,5	-
	2016	0,3	0,3		2,4	0,8	-

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;
 - – нет данных.

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2016 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 2015–2016 гг., 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ЛВРК КуАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОО _{НАС.} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
⁵⁴ Mn	22	45	18	18	14	19	72
⁵⁹ Fe	16	62	22	26	<39	96	30
⁵⁸ Co	6	14	4	6	<15	30	68
⁶⁰ Co	28	43	24	16	22	63	11
⁶⁵ Zn	<6	<7	<12	<11	<32	<31	72
⁹⁴ Nb	<2	<2	<4	<3	<11	6	11
⁹⁵ Nb	20	43	24	16	19	155	72
⁹⁵ Zr	4	28	13	30	<26	55	23
¹³⁴ Cs	4	5	2	6	10	24	19
¹³⁷ Cs	14	14	20	33	59	129	27

Таблица 3.6.7

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной Σβ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2016 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	2016 г.	2015 г.	
<u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u>																
Дмитровск-Орловский	с	0,7	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	302,0
	м	2,8	2,6	2,9	1,9	2,4	1,5	2,1	2,7	1,8	2,5	2,9	2,0			
Курск	с	0,5	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	246,3
	м	2,5	3,9	2,5	2,7	1,7	2,2	3,3	1,9	2,4	3,9	1,6	2,7			
Курчатов	с	0,8	0,9	1,2	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,6	0,6	1,0	0,8	0,9	0,8	319,2
	м	2,5	3,8	3,8	3,9	3,0	2,9	2,2	4,6	3,2	1,7	3,0	6,1			
Льгов	с	1,0	0,7	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	309,5
	м	3,4	2,2	3,0	3,6	2,7	2,5	3,4	3,0	3,5	2,3	2,8	4,3			
Обоянь	с	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	1,0	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	286,7
	м	2,6	3,1	2,2	5,2	2,4	2,0	2,8	2,8	2,4	2,4	2,9	2,5			
Фатеж	с	0,9	1,2	1,1	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	299,2
	м	2,5	4,7	2,7	1,9	2,1	2,4	2,8	4,1	1,8	1,8	3,6	2,2			
100-км зона Курской АЭС		0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	293,8
Чистая зона*		0,7	0,6	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,5	0,7	0,7	243,1

Примечание: * – Белгород, Липецк, Тамбов.

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2016 г. среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,7–0,9 Бк/м²·сутки, что находится примерно на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые значения Σβ выпадений были зарегистрированы в г. Курчатов (319,2 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в декабре в г. Курчатов (6,1 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, Жуковка) (табл. 3.6.8).

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировались ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. По сравнению с 2015 г. в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs уменьшились в 5 раз. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. Выпадения ¹³⁷Cs уменьшились в 1,23 раза по сравнению с 2015 г. В 2016 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Курчатове были в 2,2 раза ниже средних выпадений

этого радионуклида на незагрязненных территориях Центра ЕТР (0,22 Бк/м²·год), а в зоне 12 – в 2,8 раза выше.

По данным ЛВРК АЭС, в 2016 г. среднегодовые выпадения ⁶⁰Со и ¹³⁷Сs в зоне наблюдения Курской АЭС остались на уровне 2015 г. и составили <0,02 Бк/м²·сутки для ⁶⁰Со и 0,01 Бк/м²·сутки для ¹³⁷Сs.

Таблица 3.6.8

Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2016 г., Бк/м²·месяц (данные УГМС ЦЧО)

Месяц	Курчатов				Зона 12		Зона 11	
	¹³⁷ Сs	⁶⁰ Со	⁵⁴ Mn	⁷ Be	¹³⁷ Сs	⁷ Be	¹³⁷ Сs	⁷ Be
Январь	н	н	н	11	0,04	13	0,02	15
Февраль	н	н	н	19	0,03	22	0,05	18
Март	н	н	н	37	0,04	35	0,04	27
Апрель	н	н	н	37	0,06	41	0,06	37
Май	н	н	н	66	0,06	30	0,05	25
Июнь	0,1	н	н	49	0,06	56	0,04	44
Июль	н	н	н	46	0,04	88	0,05	68
Август	н	н	н	66	0,04	82	0,06	61
Сентябрь	0,1	н	н	18	0,16	31	0,06	27
Октябрь	н	н	н	19		38	0,04	23
Ноябрь	н	н	н	23	0,05	38	0,04	23
Декабрь	н	0,1	н	9	0,03	16	0,02	11
Сумма, Бк/м ² ·год: 2016 г.	0,1	0,1	н	400	0,61	490	0,53	379
Сумма, Бк/м ² ·год: 2015 г.	0,5	н	0,2	369	0,75	406	0,61	300
2014 г.	0,43	н	н	312	0,6	321	0,75	276

Примечания: в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенные в разных направлениях от КуАЭС (рис. 3.6.1);

н – ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

В 2016 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 2016 г., полученные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 3.6.9, из которой следует, что в реке Сейм из радионуклиды техногенного происхождения не регистрировались.

По данным УГМС ЦЧО, в 2016 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 2,5 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 2016 г., мБк/л
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		Σβ	
	2016 г.	Средняя за 5 лет	2016 г.	Средняя за 5 лет	2016 г.	2015 г.
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н* <20,9	<14,9	н* <19,4	<13,3	400*	460*
Подводящий канал водоема-охладителя	н* <22,7	<16,3	н* <19,5	<14,0	420*	400*
<u>р. Сейм</u>						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		160*	110*
Выше сброса ПЛК	<21,3	40,0	<19,6	<13,2	-	-
Сброс ПЛК	<11,1	23,9	<10,7	17,4	-	-
Ниже сброса ПЛК	<20,4	52,2	<20,0	13,4	-	-
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	н*		н*		200*	210*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	н*		н*		140*	120*
<u>р. Реут</u>						
1 км выше сброса (т. 2 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		190*	240*
0,5 км ниже сброса (т. 3 рис. 3.6.2)	н*		н*		220*	240*

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;
- – нет данных;
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 2016 г. объемные альфа- и бета-активности не превышали 0,2 и 1,0 Бк/кг соответственно.

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 2016 г. в пробах донных отложений удельная активность ¹³⁷Cs изменялась в диапазоне от 0,5 до 6,9 Бк/кг в.с. Максимальное загрязнение донных отложений ¹³⁷Cs наблюдалось в водоеме-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы и составило 6,9 Бк/кг в.с.. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были на 3-4 порядка ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. (10⁴ Бк/кг для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co). Удельная Σγ радионуклидов в донных отложениях в 2016 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 2016 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 2016 г. среднегодовая объемная Σβ воды в контрольных скважинах не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) (максимальное значение – 182 мБк/л в скважине 7 ХЖО).

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	0,5	3,6	<0,5	0,5
Подводящий канал водоема-охладителя	0,8	0,5	<0,4	<0,5
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	6,9	<1,3	<0,4	<0,9
Водоем-охладитель, район БНС-3	3,2	<0,8	<0,6	<0,6
Водоем-охладитель, восточная часть	1,6	<0,5	<0,5	<0,4
Водоем-охладитель, район ЦГСЭН-125	3,2	3,5	<0,4	<0,4
Водоем-охладитель, район ЛВРК	4,8	<0,7	<0,2	<0,5
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	3,1	2,2	<0,8	<0,8
р. Сейм, сброс ПЛК	1,2	2,6	<0,9	<1,3
р. Сейм (ниже сброса), хут. Александровский	2,6	6,6	<1,2	<1,0

Снег, почва, растительность

По данным УГМС ЦЧО, в 2016 г. наибольшая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде (130 мБк/л) наблюдалась в т. 8. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активности (2,2 Бк/м²) наблюдались также в т. 8 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.11). Значения объемной $\Sigma\beta$ активности талой воды и плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ активности в точке наблюдения 8 превысили значения в фоновой точке в 4,3 и 4,4 раза соответственно. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ по остальным пунктам наблюдения если и превышали фоновые значения, то незначительно.

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 2016 г. средние значения поверхностной плотности ¹³⁷Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 3,1 и 3,8 кБк/м² соответственно, в контрольном пункте (г. Львов) – 2,7 кБк/м² при средних значениях за последние пять лет 3,0 кБк/м² (для СЗЗ); 2,8 кБк/м² (для ЗН) и 4,0 кБк/м² (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы ⁶⁰Co составляла 260 Бк/м² в СЗЗ, <96 Бк/м² в ЗН и <100 Бк/м² в контрольном пункте.

**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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,8	1,9	50	110
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,7	1,1	40	70
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,3	1,2	20	70
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,3	1,0	20	60
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,9	0,6	50	40
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	2,2	1,2	130	70
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	0,5	1,6	30	100
т. 12 – 2 км к востоку от д. Дичня	0,4	0,5	30	30
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,5	0,2	30	10

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2016 г. контролировалось УГМС ЦЧО при

ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по июль 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 . В табл. 3.6.12 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности.

Из табл. 3.6.12 видно, что среднее содержание ^{137}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2016 г. составило 1,4 Бк/кг в.-с., что в 1,6 раза ниже значения 2015 г. (2,2 Бк/кг в.-с.) Максимальная удельная активность ^{137}Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 8 (рис. 3.6.2) – 3,2 Бк/кг в.-с. В целом, в 2016 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений 2015 г., однако в некоторых точках превышали фоновые значения.

Таблица 3.6.12

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2016 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.				
	^{137}Cs	^7Be	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	1,9	181	3	-	562
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,7	139	2	-	845
т. 4 – северная окраина д. Иваново	1,0	240	2	-	854
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	1,3	241	1	-	749
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	1,4	224	1	3	803
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	3,2	158	3	-	527
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	0,4	165	2	-	683
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	1,9	226	3	-	531
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	1,2	149	2	-	567
Среднее	1,4	191	2,1	0,3	680

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 ^{228}Ac .

В 2016 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2016 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в яблоках – <1,2 Бк/кг сырой массы; грибах – 1,4 Бк/кг сырой массы; картофеле – <1,1 Бк/кг сырой массы; рыбе – 1,9 Бк/кг сырой массы; пшенице – <0,9 Бк/кг сырой массы, ячмене – <1,1 Бк/кг сырой массы; овсе – <1,3 Бк/кг сырой массы; свекле – <1,0 Бк/кг сырой массы; мясе – <0,8 Бк/кг сырой массы и молоке – <0,7 Бк/кг сырой массы. Содержание ^{131}I в молоке было менее 0,6 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2015 г.

Радиационный фон на местности

По данным ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2016 г. МЭД изменялась в пределах от 0,07 до 0,18 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,14 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 0,07 мкЗв/ч (Рыльск) до 0,15 мкЗв/ч (Льгов). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2016 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 0,11 мкЗв/ч. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ и ЗН составило 0,11 и 0,13 мкЗв/ч соответственно, что незначительно отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (0,11 мкЗв/ч). Среднее значение МЭД на промплощадке составило 0,19 мкЗв/ч.

Годовая доза на местности в ЗН КуАЭС изменялась от $9,6 \cdot 10^{-4}$ до $1,3 \cdot 10^{-3}$ Зв, что незначительно превышает значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($1,0 \cdot 10^{-3}$ Зв).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС следует, что в 2016 г. эффективная доза облучения контролируемые радионуклидами газоаэрозольного выброса не превышала регламентированную величину эффективного дозового предела от выбросов.

Для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы (табл. 3.6.13).

Таблица 3.6.13

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия Курской АЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2016 гг.

Пути поступления	Радионуклид		
	^{137}Cs	^{90}Sr	Суммарный риск
Ингаляция	$4,6 \cdot 10^{-12}$	$3,1 \cdot 10^{-12}$	$7,7 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$6,5 \cdot 10^{-9}$	-	$6,5 \cdot 10^{-9}$
Потребление продуктов питания*	$3,5 \cdot 10^{-8}$	-	$3,5 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$2,6 \cdot 10^{-7}$	-	$2,6 \cdot 10^{-7}$
Сумма	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-12}$	$3,0 \cdot 10^{-7}$

Примечания: * – модельные оценки;
- – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, за 2016 г. составил $3,0 \cdot 10^{-7}$, что не превышает уровня пренебрежимо малого риска 10^{-6} . Среднегодовой суммарный риск при общем воздействии радионуклидов «станционного» и фонового происхождения для населения ЗН составил $7,5 \cdot 10^{-7}$.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2016 г. деятельность Курской АЭС не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения в 100-км зоне Курской АЭС.

3.7. Ленинградская АЭС

В 2016 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 км². 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 и п. Лебяжье.

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [1].

В течение 2016 г. в районе размещения ЛАЭС преобладало юго-юго-западное направление ветра со средней скоростью 3 м/с и западно-северо-западное направление ветра со средней скоростью 2,5 м/с.



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.

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 2014 году на Ленинградской АЭС после завершения последнего этапа пуско-наладочных работ был осуществлен ввод в промышленную эксплуатацию Комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов (зд.672Р). В состав Комплекса входят установки сортировки, прессования, сжигания, системы

транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования и другие. Комплекс по переработке ТРО оснащен оборудованием фирмы «Nuket» (Германия).

С 2009 года на территории КПО ведется строительство хранилища модульных упаковок (зд.673Р). По состоянию на конец 2015 года строительно-монтажные работы выполнены на 90%. Завершен электромонтаж координатного крана, выполнены строительно-монтажные работы санпропускника и монтаж двух радиационно-защитных шиберов.

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 2015 г. выполнена реконструкция хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционные трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов). Данные о газоаэрозольных выбросах ЛАЭС в 2016 г. и для сравнения данные 2015 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведенных в табл. 3.7.1 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2016 г. увеличились по сравнению с 2015 г. только по ^{60}Co (в 1,5 раза). В 2016 году сохранен принятый в середине 2014 года в соответствии с приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 17.06.2014 № 9/651-П порядок учета выбросов радиоактивных веществ в атмосферу: если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение произведения 1/2 нижнего предела измерения на объем выброса. Все годовые выбросы по контролируемым радионуклидам оставались на уровне значительно ниже допустимых (11 % от ДВ для ИРГ, 8,5 % - для ^{60}Co , 1,6 % - для ^{134}Cs и менее 1 % для ^{131}I , ^{137}Cs).

Таблица 3.7.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{60}Co	$2,50 \cdot 10^9$	$2,12 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^8$	$+ 6,7 \cdot 10^7$
^{131}I	$5,84 \cdot 10^{10}$	$2,47 \cdot 10^8$	$5,14 \cdot 10^8$	$-2,67 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$1,40 \cdot 10^9$	$2,25 \cdot 10^7$	$3,06 \cdot 10^7$	$- 8,1 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4,00 \cdot 10^9$	$3,49 \cdot 10^7$	$5,46 \cdot 10^7$	$-1,97 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$2,96 \cdot 10^{15}$	$3,34 \cdot 10^{14}$	$3,88 \cdot 10^{14}$	$-5,4 \cdot 10^{13}$

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. Общий объем сброса в 2016 году составил 4550 м³. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2016 и 2015 годах приведены в табл. 3.7.2.

Сбросы радионуклидов в Копорскую губу Финского залива на ЛАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
¹³¹ I	6,3·10 ¹⁰	3,41·10 ⁶	н	+3,41·10 ⁶
⁵⁴ Mn	4,3·10 ¹⁰	2,05·10 ⁶	н	+2,05·10 ⁶
⁶⁰ Co	3,9·10 ⁹	2,28·10 ⁶	н	+2,28·10 ⁶
⁵⁸ Co	1,8·10 ¹⁰	2,28·10 ⁶	н	+2,28·10 ⁶
⁵¹ Cr	1,4·10 ¹²	1,59·10 ⁷	н	+1,59·10 ⁷
¹³⁴ Cs	7,3·10 ⁸	2,31·10 ⁶	н	+2,31·10 ⁶
⁸⁹ Sr	1,1·10 ¹¹	6,83·10 ⁶	н	+6,83·10 ⁶
⁹⁰ Sr	9,9·10 ⁹	6,83·10 ⁶	н	+6,83·10 ⁶
⁵⁹ Fe	2,5·10 ⁹	2,96·10 ⁶	н	2,96·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	9,7·10 ¹⁰	1,40·10 ⁷	н	+1,40·10 ⁷
³ H	3,3·10 ¹⁴	2,33·10 ¹⁰	н	+2,33·10 ¹⁰

Примечание: н – не зарегистрировано.

В сбросных водах достоверно определялся только ³H (менее 0,01 % от допустимого сброса), сбросы остальных нормируемых радионуклидов получены расчётным путем.

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 2016 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила мониторинг:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до 3000 м³/ч на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. Время экспозиции фильтров – 10 дней, с апреля 2016 года периодичность смены фильтра составляет 1 раз в месяц;

- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических кювет площадью 0,3 м², 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.

В качестве средств измерений при проведении радиационного контроля объектов окружающей среды используются: система гамма-спектрометрическая ISOCS/LabSOCS фирмы «Canberra» (детектор GC4019, анализатор DSA-1000); гамма-спектрометр многоканальный для измерения рентгеновского и гамма-излучения Canberra (детектор GC4018, анализатор DSA-1000); бета-спектрометрический комплекс на базе низкофонового жидкостного сцинтилляционного альфа-

бета-радиометра TRI-CARB 3100 TR/AB; установка для измерения малых активностей УМФ-2000; радиометр альфа, бета-излучения iMatic.

Для мониторинга 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); дозиметр-радиометр ДКС-96; дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М.

Северо-Западное УГМС [23] в 2016 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 пятисуточной экспозицией;
- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в двух пунктах;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на 13 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 $5,0 \cdot 10^{-5}$ до $19,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $8,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, которое не превышало регионального уровня для Севера ЕТР ($9,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 3.7.4.

Из табл. 3.7.4 видно, что объемная активность ^{137}Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась в основном от $1,1 \cdot 10^{-7}$ (апрель) до $8,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (январь) и её среднегодовое значение ($4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) находилась на уровне регионального значения для Севера ЕТР ($4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2016 г. ($0,85 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) находилась на уровне регионального значения для Севера ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднемесячная объемная активность естественного ^7Be в приземном слое атмосферы изменялась в течение года от 166 до 533 Бк/м³ при среднегодовом значении 296 Бк/м³.

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 2016 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	1,5	5,7	0,4	0,66	8,39
	м	6,6	7,6	2,3		
Февраль	с	0,8	5,1	0,6	0,77	6,61
	м	3,2	7,2	2,9		
Март	с	0,8	11,2	0,5	0,73	7,87
	м	2,6	15,1	9,8		
Апрель	с	0,7	9,6	0,4	0,69	8,49
	м	2,5	11,1	1,4		
Май	с	1,0	12,6	0,5	0,71	14,97
	м	2,7	19,4	2,4		
Июнь	с	1,0	10,6	0,6	0,53	11,54
	м	2,9	14,2	8,0		
Июль	с	1,1	9,9	1,1	0,60	14,05
	м	3,3	13,8	5,6		
Август	с	1,4	8,6	0,6	0,79	11,10
	м	3,2	10,9	2,6		
Сентябрь	с	0,9	5,0	0,6	0,60	5,14
	м	2,5	7,2	5,7		
Октябрь	с	0,7	6,6	0,4	0,65	6,02
	м	2,3	10,7	2,0		
Ноябрь	с	1,4	6,8	0,9	0,98	9,28
	м	4,2	11,2	10,3		
Декабрь	с	0,9	5,2	0,5	0,76	5,53
	м	3,4	7,2	2,0		
Среднее: Бк/ м ² ·сутки		1,0		0,6	0,71	
10 ⁻⁵ Бк/м ³			8,1			9,1
Сумма, Бк/м ² ·год		365		219	259	

Таблица 3.7.4

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2016 г., Бк/м³ (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷	⁷ Be, 10 ⁻⁵
Январь	8,0	}	166
Февраль	3,1		199
Март	6,7		1,35
Апрель	1,1	}	247
Май	6,5		533
Июнь	6,3		368
Июль	3,3	}	356
Август	3,8		374
Сентябрь	2,6		0,34
Октябрь	2,1	}	394
Ноябрь	3,5		266
Декабрь	2,3		201
Среднее	4,1	0,85	296

Данные ЛВД ЛАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2015–2016 гг. приведены в табл. 3.7.5. 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 2016 г. объемные активности ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn в СЗЗ были выше значений в ЗН. Относительно 2015 г. объемная активность ¹³⁴Cs в СЗЗ ЛАЭС стала выше в 1,5 раза, а объемные активности ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn

уменьшились в 1,5 раза, в 2 раза и в 2,4 раза соответственно. В ЗН ЛАЭС в 2016 г. содержание всех контролируемых радионуклидов снизилось.

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		Д _{ОА} _{НАЭС} , Бк/м ³
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
¹³⁷ Cs	330	750	63	110	27
¹³⁴ Cs	85	58	22	49	19
⁶⁰ Co	110	220	55	57	11
⁵⁴ Mn	72	170	41	51	72
⁵¹ Cr	<320	<320	<320	<320	2500
¹³¹ I	<60	<60	<60	<60	7,3

В 2016 г. величины среднегодовых объемных активностей отдельных радионуклидов техногенного происхождения в воздухе приземного слоя атмосферы СЗЗ и ЗН на 6÷8 порядков ниже допустимых среднегодовых объемных активностей (ДОА) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных мониторинга следует, что объемная активность ¹³⁷Cs уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объемная активность ¹³⁷Cs в 15,4 раз ниже, чем в ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2016 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в ноябре в Сосновом Бору – 10,3 Бк/м²·сутки. В Сосновом Бору среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений были ниже региональных выпадений на Севере ЕТР (0,71Бк/м²·сутки), а в г. Санкт-Петербург – выше в 1,4 раза.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС, свидетельствует о том, что в 2016 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов (¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ⁵¹Cr) не превышали МДА.

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 2016 г., приведенные в табл. 3.7.6, показывают, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ³H на два-три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и не превышают МДА для используемых средств измерения.

В 2016 г. контроль донных отложений на ЛАЭС проводился, как и ранее на удалении 1 км от устья сбросного канала первой очереди в связи с отсутствием донных отложений в самом устье. 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 3.7.6

**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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
р. Систа	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 30	< 30
р. Коваши	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 30	< 30
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 30	< 30
УВ по НРБ 99/2009	11		40		7600	

Таблица 3.7.7

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы*
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs	
	2016 г.	2015 г.
Копорская губа (водоем-охладитель) **	28,7	20,2
Финский залив – контрольный водоем	15,1	15,0

Примечания: * – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);
** – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Отбор проб грунтовых вод в наблюдательных скважинах (НС) (на промплощадке – 45 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 97 скважин) в 2016 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника. При этом по результатам гамма-спектрометрического анализа объемные активности реперных радионуклидов ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs в пробах грунтовых вод не превышают МДА для гамма-спектрометра при выбранных условиях измерения, что в пересчете на объемные активности составляет 0,3 Бк/дм³. Объемная активность радионуклида ⁹⁰Sr по результатам бета-спектрометрического анализа не превышает 0,1 Бк/дм³. Объемная активность трития в воде большей части наблюдательных скважин промплощадки и площадки КПО не превышает фоновых значений для подземных вод района расположения станции. Однако повышенные содержания трития в подземных водах регулярно наблюдаются в пограничной с территорией филиала ФГУП «РосРАО» зоне. В отчетах дополнительного исследования, проведенного в 2014-2015 годах, с привлечением специализированной организации (ФГУП «Гидроспецгеология») делается вполне обоснованное предположение, что повышенная активность трития в наблюдательных скважинах вокруг зд.460 КПО связана с миграцией высокоактивных тритиевых вод на площадку КПО со стороны хранилищ ЖРО площадки «РосРАО».

По данным γ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ¹³⁷Cs. В СЗЗ и ЗН плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в 2016 г. (1,94 и 2,02 кБк/м² соответственно) превышала ее значение в контрольном пункте (1,85 кБк/м²), но, как и в последние годы, находилась в пределах величины глобального фонового уровня (1,1 – 3,7 кБк/м²). Плотность загрязнения почвы ⁶⁰Co было ниже МДА, равного 100 Бк/м².

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС, приведена в табл. 3.7.8. Из таблицы видно, что в 2016 г. содержание ^{137}Cs выросло по сравнению с 2015 г. в дикорастущих ягодах и грибах в 1,2 раза, в рыбе - в 1,1 раза. Содержание ^{137}Cs в корнеплодах, картофеле и молоке ниже МДА. 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		
	2016 г.	2015 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [4]
Овощи	-	-	120
Корнеплоды	<0,3	<0,3	120
Картофель	<0,3	0,7	120
Ягоды дикорастущие	5,1	4,2	160
Грибы	66	57	500
Рыба	6,4	5,7	130
Молоко	<0,08	<0,08	100

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2016 г., среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч, 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 2016 г. составляли 0,11; 0,10 и 0,10 мкЗв/ч соответственно; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,25; 0,23 и 0,14 мкЗв/ч соответственно. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МЭД на местности в 2016 г. в СЗЗ и ЗН составляли 0,13 мкЗв/ч, а в контрольном пункте Бегуницы – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,22 мкЗв/ч.

Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2016 г. не превышала 10 мкЗв.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что воздействие ЛАЭС на радиационную обстановку в районе ее расположения незначительно. Согласно данным мониторинга наблюдается превышение фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в воздухе и присутствие в приземном слое атмосферы зоны наблюдения ЛАЭС ^{134}Cs и продуктов нейтронной активации (^{60}Co , ^{54}Mn), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на семь 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 2016 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. Энергоблок №3 выведен из эксплуатации 25 декабря 2016 г. В конце 2016 г. состоялся энергетический запуск энергоблока №1 НВАЭС-2 (энергоблок №6 НВАЭС).

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области.

В районе НВАЭС климат умеренно континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Наиболее холодным месяцем в 2016 г. был январь со среднемесячной температурой $-7,4^{\circ}\text{C}$, наиболее жарким – июль со средней температурой $+23,4^{\circ}\text{C}$. Согласно метеорологическим данным метеостанции, расположенной в г. Нововоронеж, в 2016 г. преобладающим направлением ветра было северное (рис. 3.8.1). Среднегодовая скорость ветра составляла 2,3 м/с.

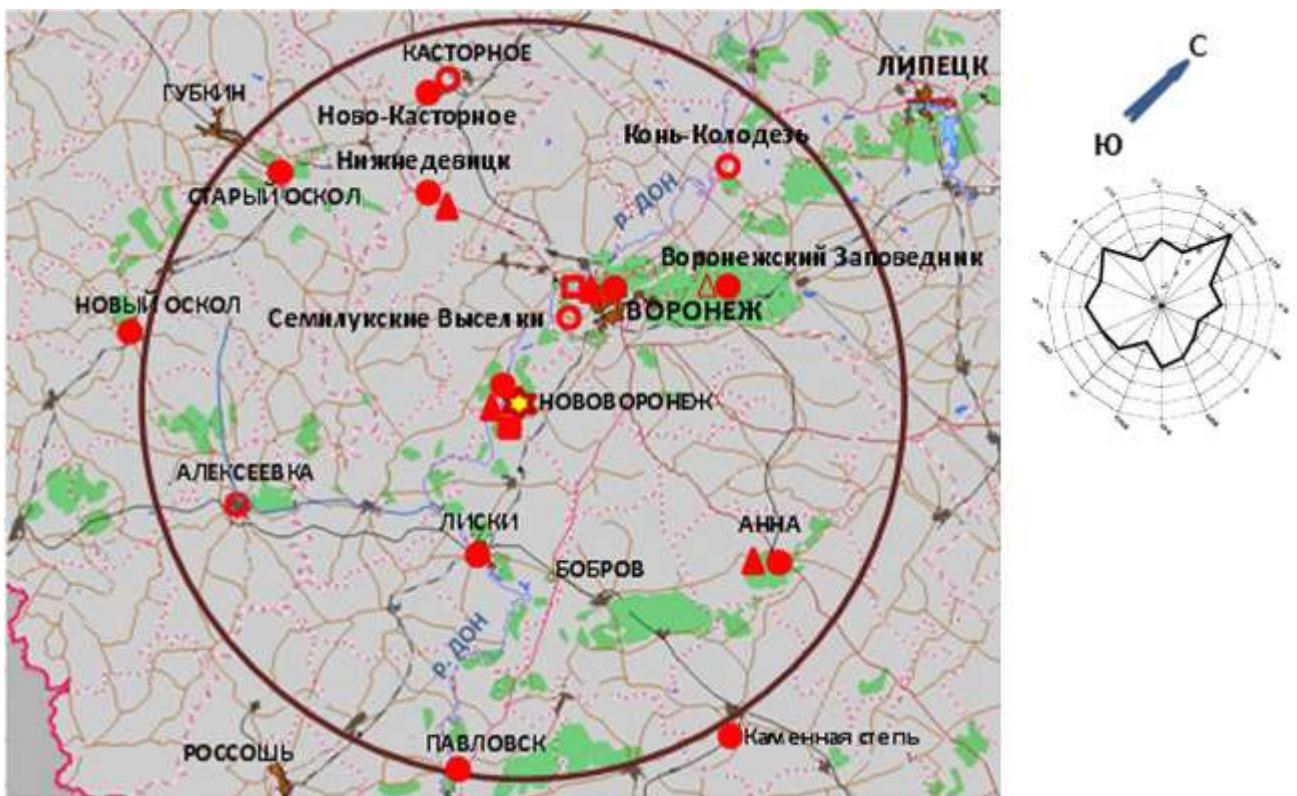


Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- ★ – 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 $\sim 1256 \text{ км}^2$. 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 1032 тыс. человек) и г. Лиски (54 тыс. жителей).

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 2016 г. и для сравнения в 2015 г. приведены в табл. 3.8.1.

Таблица 3.8.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	6,2·10 ⁷	1,5·10 ⁸	-8,8·10 ⁷
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	1,0·10 ⁹	6,0·10 ⁸	+4,0·10 ⁸
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	2,0·10 ⁶	3,0·10 ⁶	-1,0·10 ⁶
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	1,9·10 ⁷	1,7·10 ⁷	+2,0·10 ⁶
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	4,1·10 ¹³	1,6·10 ¹³	+2,5·10 ¹³

Из приведенных в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2016 г. на НВАЭС годовые выбросы ⁶⁰Co и ¹³⁴Cs уменьшились по сравнению с 2015 г. в 2,4 и 1,5 раза соответственно, выбросы ¹³¹I, ¹³⁷Cs и ИРГ увеличились в 1,7; 1,1 и 2,6 раза соответственно. В целом, годовые выбросы контролируемых радионуклидов были ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 5,9 % от разрешенной величины. В 2016 г. наблюдалось 3 случая превышения суточных контрольных уровней выбросов ¹³¹I и 2 случая превышения суточных контрольных уровней выбросов суммы ИРГ.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыбопроизводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод. Наливной пруд-охладитель блока № 5, характеристики которого были приведены в [11], 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 [11].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производит. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (около 480 м³) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый непитьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на ⁶⁰Со, остальное – на ¹³⁷Сs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило: ⁶⁰Со – 76 ТБк и ¹³⁷Сs – 15 ТБк. Радиоизотопы ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. ⁶⁰Со в песке практически не задержался и опустился до водоупорного глиняного слоя, глубина которого в этом месте составляет примерно 18 м. Загрязненный песок с суммарной активностью ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs около 1,1 ТБк был захоронен в могильники, расположенные между ХЖО-1 и ХЖО-2. В октябре 1985 г. отношение активностей ¹³⁴Сs/¹³⁷Сs в грунте составляло ~ 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 ⁶⁰Со. Однако это не смогло препятствовать формированию ореола загрязнения подземных вод с объемными активностями от 37 кБк/л (на расстоянии 50 м от ХЖО-2) до 0,37 кБк/л (на расстоянии 150 м от ХЖО-2 в сторону р. Дон), причем отмечалось снижение удельной активности ⁶⁰Со в воде в 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.

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 2016 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно этим данным годовые сбросы ¹³⁷Сs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) с техводой (нормативно-чистой технической водой из реакторных отделений и циркосистем) блоков № 1–4, а также водой из пруда-охладителя, в которую сбрасывается техвода блока № 5, в 2016 г. не превышали 5,3 % от допустимого сброса. Годовой сброс ⁶⁰Со в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2016 г. не превышал 2,5 % от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 5,4 % от допустимого сброса. Помимо указанных радионуклидов, в 2016 г. в сбросах также регистрировались ¹³¹I, ¹³⁴Сs и ³H.

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на АС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса. В число таких радионуклидов (в сбросах на поля фильтрации НВАЭС) входят ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn, ⁵⁸Co, ⁵⁹Fe, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce.

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.

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2016 г.	2015 г.	
р. Дон	^3H	$1,0 \cdot 10^{15}$	$7,8 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{12}$	$-5,2 \cdot 10^{11}$
	^{60}Co	$1,1 \cdot 10^{11}$	$2,8 \cdot 10^9$	$3,9 \cdot 10^9$	$+1,1 \cdot 10^9$
	^{131}I	$2,5 \cdot 10^{11}$	$2,0 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$-1,0 \cdot 10^8$
	^{134}Cs	$4,6 \cdot 10^9$	$4,1 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	$-1,0 \cdot 10^7$
	^{137}Cs	$7,6 \cdot 10^9$	$4,1 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	$-1,0 \cdot 10^7$
Пруд-охладитель блока № 5	^3H	$8,2 \cdot 10^{13}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$1,5 \cdot 10^{12}$	$-4,0 \cdot 10^{11}$
	^{60}Co	$6,6 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	0
	^{131}I	$5,3 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	0
	^{134}Cs	$1,9 \cdot 10^9$	$4,2 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	0
	^{137}Cs	$2,1 \cdot 10^9$	$4,2 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	0
Поля фильтрации НВАЭС	^3H	$7,5 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$	$2,4 \cdot 10^{13}$	$+2,0 \cdot 10^{12}$
	^{60}Co	$9,6 \cdot 10^9$	$1,8 \cdot 10^7$	$2,1 \cdot 10^7$	$-3,0 \cdot 10^6$
	^{131}I	$1,3 \cdot 10^{12}$	$1,8 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^7$	$+4,0 \cdot 10^6$
	^{134}Cs	$9,6 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^7$	$-1,0 \cdot 10^6$
	^{137}Cs	$7,5 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^7$	$-2,0 \cdot 10^6$
Рыбопитомник «Нововоронежский»	^3H	$1,0 \cdot 10^{13}$	$9,7 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^{10}$	$-3,3 \cdot 10^9$
	^{60}Co	$7,0 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^7$	$-1,2 \cdot 10^7$
	^{131}I	$5,0 \cdot 10^{10}$	$3,8 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^7$	0
	^{134}Cs	$4,6 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^6$	$7,6 \cdot 10^6$	0
	^{137}Cs	$4,2 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^6$	$7,6 \cdot 10^6$	0

В 2016 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 20 стационарных постах, расположенных на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7–10 дней;

- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;

- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, рыбе, зерне, картофеле);

- 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.

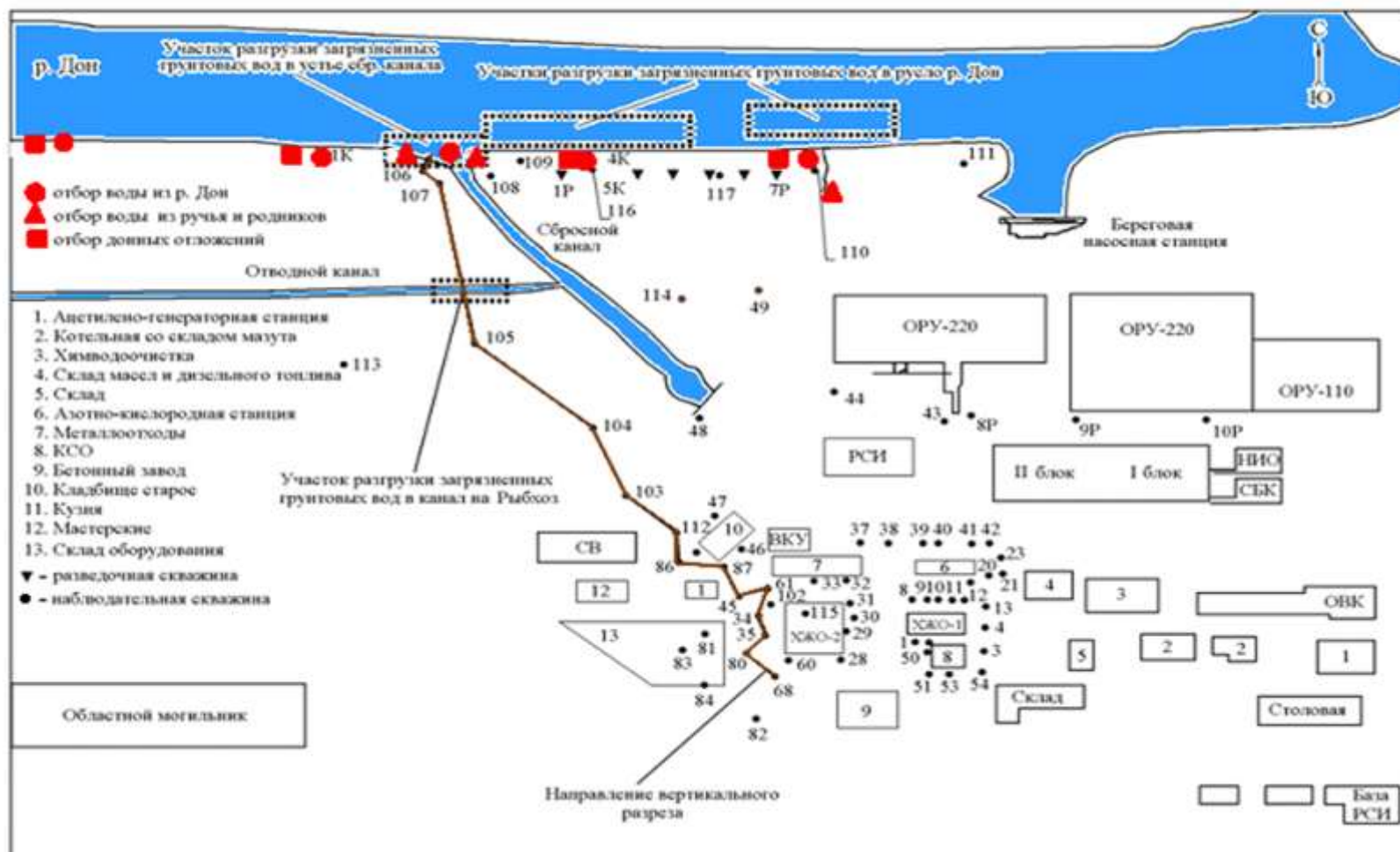


Рис. 3.8.2. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

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 2016 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 ^{90}Sr 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 2015–2016 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2016 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2015 г. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co и ^{137}Cs уменьшились соответственно в 5,3; 1,6; 2,0 и 2,8 раза относительно уровня 2015 г. В ЗН среднегодовые объемные активности ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co и ^{137}Cs уменьшились в 9; 2,4; 1,3 и 3,7 раза по сравнению с предыдущим годом. Объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах $(16,2\text{--}29,5)\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 4,5–8,2 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР $(3,6\cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 3.8.3

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОО _{НАС} , Бк/м ³
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
^{54}Mn	2,5	13,3	0,1	0,9	<МДА	<МДА	72
^{58}Co	10,5	16,6	0,5	1,2	<МДА	<МДА	68
^{60}Co	18,5	36,3	3,2	4,0	<МДА	<МДА	11
^{137}Cs	29,5	82,2	20,0	74	16,2	63	27

Примечания: МДА = 3 Бк/счетный образец.

В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на шесть–восемь порядков ниже установленных нормативов ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Данные УГМС ЦЧО об объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе приведены в табл. 3.8.4. Согласно этим данным в 2016 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составила $12\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже средневзвешенной объемной активности $\Sigma\beta$ в центре ЕТР $(16,1\cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2016 г. приведены в табл. 3.8.4. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2016 г. в различных пунктах 100-км зоны практически не изменились по сравнению с 2015 г. и были примерно в 1,4 раза ниже среднегодового фоновое значения для Центра ЕТР (1,1 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в п. Нововоронеж в августе и составляли 4,3 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 2016 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.
Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³															
Нововоронеж	с	13	11	13	13	11	10	17	17	10	16	12	7	12	11
	м	19	18	22	23	17	16	26	26	14	39	17	14		
Выпадения, Бк/м²·сутки															
Анна	с	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	1,2	0,7	0,9	0,7
	м	2,2	1,9	1,9	2,0	2,3	2,2	1,9	2,4	2,6	2,4	2,9	1,8		
Воронеж	с	0,5	0,8	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	1,1	0,9	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7
	м	2,0	2,4	2,2	1,9	2,0	2,6	3,3	4,1	2,7	2,6	2,9	1,9		
Лиски	с	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7
	м	1,9	2,8	2,4	1,9	2,0	2,1	3,0	2,3	2,4	2,9	2,4	2,5		
Нижнедевицк	с	0,7	0,7	0,7	1,0	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	1,1	1,0	0,7	0,8	0,8
	м	2,5	2,5	2,1	2,3	3,0	2,8	3,0	3,6	2,0	2,6	3,3	2,0		
Нововоронеж	с	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	1,3	0,9	0,8	0,9	0,4	0,8	0,7
	м	2,7	2,7	2,1	2,2	1,7	2,1	2,4	4,3	2,3	3,2	3,0	1,2		

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2016 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).

Таблица 3.8.5

Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2016 г., Бк/м²·квартал (данные УГМС ЦЧО)

Квартал	г. Нововоронеж			Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁵⁴ Mn	¹³⁷ Cs	⁷ Be
I	0,2	н	-	0,09	79
II	1,3	0,1	-	0,09	168
III	0,1	0,4	-	0,12	169
IV	0,1	н	-	0,07	88
Сумма, Бк/м ² ·год:	2016 г.	0,5	-	0,37	504
	2015 г.	0,9	-	0,67	456

Примечания: н – ниже порога обнаружения;
- – данные отсутствуют.

Из радионуклидов техногенного происхождения в квартальных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 присутствовали ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2016 г. в г. Нововоронеже увеличились в 1,9 раза по сравнению с 2015 г., а в зоне 13 уменьшились в 1,8 раза и составляли 1,7 и 0,37 Бк/м²·год соответственно.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2016 г. ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co регистрировались в выпадениях в СЗЗ и контрольном пункте (Лиски). Выпадения ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в СЗЗ составили 1,6 и 0,5 Бк/м²·год

соответственно, а в КП – 1,7 и 0,6 Бк/м²-год соответственно. При этом общая активность выпадения радионуклидов в 2016 г. в СЗЗ и в контрольном пункте Лиски уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 1,8 и 3,6 раза соответственно.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2016 г. определялось ЛВРК НВАЭС в местах постоянного мониторинга: в р. Дон – в шести точках, в пруде-охладителе – в двух 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 2016 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» заметно уменьшилась по сравнению с уровнем 2015 г., изменяясь в диапазоне от 6 до 10 мБк/л, что на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Объемная активность ⁶⁰Co в поверхностных водах в 2016 г. была ниже предела обнаружения. Объемная активность трития в поверхностных водах в 2016 г. составляла от 4 до 74 мБк/л.

Содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения.

ЛВРК НВАЭС также проводит мониторинг 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 2016 г. составляли 2,5 и 1,5 Бк/кг в.-с. соответственно. В пруде-охладителе удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях составляла 0,3–1,0 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 4,5 до 25,4 Бк/кг в.-с.; ⁶⁰Co – от предела обнаружения до 4,5 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, 7, 11].

Таблица 3.8.6

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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
<u>р. Дон</u>								
6 км выше сброса блоков № 1, 2	6	9	н	н	18,4	4	н	н
Старица	6	14	н	н	25,4	2	н	н
Водозабор блоков № 1, 2	6	9	н	н	15,4	11	н	н
Сбросной канал блоков № 1, 2	7	8	н	н	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков № 1, 2	8	12	н	10	4,5	18	4,5	17
15 км ниже сброса блоков № 1, 2	8	12	н	н	9,1	2,1	0,4	0,1
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>								
Пляж	10	11	н	н	1,0	0,2	н	н
Водозабор блока № 5	10	9	н	н	0,3	0,4	н	н
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	7	10	н	н	2,5	12	1,5	3

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

Мониторинг грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 в 2016 г. проводился ЛВРК в 17 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему практически полностью обусловлено ^{60}Co . В воде 10 из 17 контрольных скважин был обнаружен ^{60}Co , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,26 Бк/л (в скважине № 61) до 10,7 Бк/л (в скважине № 117), что находится ниже уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ^{60}Co (УВ = 40 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 ^{137}Cs в 2016 г. в СЗЗ составляла 2,3 кБк/м², в ЗН – 1,8 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 8,5 кБк/м². Повышенное содержание ^{137}Cs в почве во всех пунктах мониторинга по сравнению с уровнем глобального загрязнения связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции в 2016 г. было на три-четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в мясе – 0,1 Бк/кг, в рыбе – 0,09 Бк/кг, в картофеле – ниже предела обнаружения, в пшенице – 0,07 Бк/кг, в молоке – 0,07 Бк/кг сырой массы. ^{131}I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения МЭД в 2016 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС, составляли 0,09 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 0,13 мкЗв/ч, в ЗН – также 0,16 мкЗв/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2016 г., среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла соответственно 0,13 и 0,12 мкЗв/ч, в контрольном пункте Лиски – 0,12 мкЗв/ч при максимальном значении 0,13 мкЗв/ч.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО, в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2016 г. среднемесячные значения МЭД изменялись от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное измеренное значение МЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (0,17 мкЗв/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2015 г.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне 0,52–0,65 мГр, что в 1,2–1,5 раза превышает значение, полученное в контрольном пункте Лиски – 0,44 мГр. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне 0,42–0,73 мГр. Наибольшие значения дозы в СЗЗ и ЗН были зарегистрированы в 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 по методике [5] (табл. 3.8.7).

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000–2016 гг. составил $5,1 \cdot 10^{-8}$, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} . Таким образом, НВАЭС не оказывает значимого влияния на радиационную обстановку.

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2016 гг.

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	⁵⁸ Co	⁵⁴ Mn	
Ингаляция	$3,7 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-12}$	-	$7,3 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-13}$	$6,1 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$2,4 \cdot 10^{-9}$	-	$1,3 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,5 \cdot 10^{-8}$
Потребление продуктов питания*	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$7,6 \cdot 10^{-11}$	-	$3,8 \cdot 10^{-12}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$7,9 \cdot 10^{-11}$	-	$9,4 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Сумма	$3,8 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$3,0 \cdot 10^{-10}$	$5,1 \cdot 10^{-8}$

Примечания: * – модельные оценки;
 - – отсутствие данных мониторинга.

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. Физический пуск энергоблока № 3 состоялся 14 ноября 2014 г., а энергетический пуск – 27 декабря 2014 г. 17 сентября 2015 г. энергоблок № 3 принят в промышленную эксплуатацию.

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 – 223,996 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска составляет около 171 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от Ростовской АЭС, – около 15 тыс. человек.

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 99,9 %. Данные о газоаэрозольных выбросах

радионуклидов, регламентируемых СП АС-03 [12], в атмосферу в 2016 г. и для сравнения в 2015 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Со	$7,4 \cdot 10^9$	$7,10 \cdot 10^6$	$6,38 \cdot 10^6$	$+7,2 \cdot 10^5$
¹³¹ I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$1,15 \cdot 10^8$	$1,04 \cdot 10^8$	$+1,1 \cdot 10^7$
¹³⁴ Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$3,06 \cdot 10^6$	$4,76 \cdot 10^6$	$-1,7 \cdot 10^6$
¹³⁷ Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$9,31 \cdot 10^6$	$7,38 \cdot 10^7$	$-6,4 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$8,55 \cdot 10^{13}$	$8,11 \cdot 10^{13}$	$+4,4 \cdot 10^{12}$

В соответствии с требованиями «Положения о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2015), в случае, если существующими на АС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение $\frac{1}{2}$ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса.

По сравнению с предыдущим годом в 2016 г. на Ростовской АЭС выбросы ИРГ увеличились на 5%, ⁶⁰Со – на 11%. Выброс ¹³⁷Cs уменьшился в 7,9 раз, выброс ¹³⁴Cs – в 1,55 раза. Фактические годовые газоаerosольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2016 г. составляли от 0,09 до 14,4 % от допустимых выбросов.

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 2016 г. составил $207 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. Водоем-охладитель Ростовской АЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км^2 , среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – $6 \cdot 10^7 \text{ м}^3$. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу ($1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^3/\text{год}$).

В 2016 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности.

Радиационный мониторинг в 30-км зоне в районе расположения Ростовской АЭС осуществляет отдел радиационной безопасности АЭС, а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг АЭС – Северо-Кавказский УГМС.

В 2016 г. ОРБ 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 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.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», «SBS-55», «Canberra», «Quantulus-1220», «Tri_Carb 3110 TR», 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 мониторинга радиационной обстановки по пяти маршрутам вокруг АЭС использовалась передвижная радиологическая лаборатория.

Расположение пунктов радиационного мониторинга Северо-Кавказского УГМС в 100-км зоне Ростовской АЭС приведено на рис. 3.9.1.

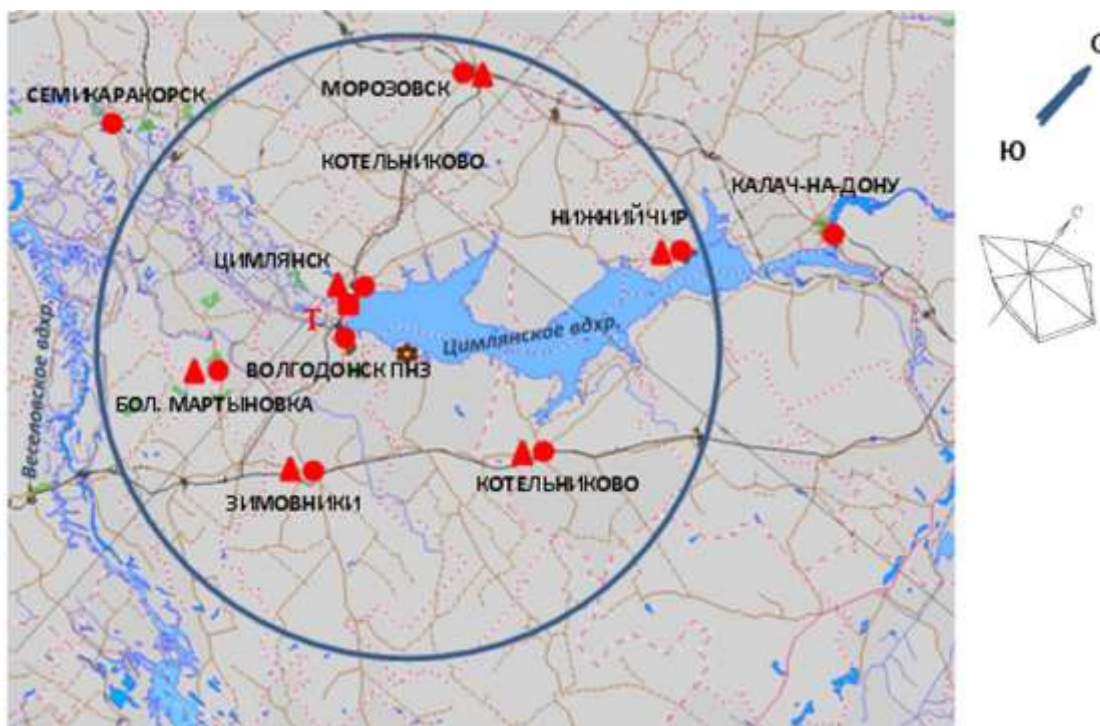


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Т – отбор проб атмосферных осадков.

В 2016 г. Северо-Кавказским УГМС 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 «Гайфун».

Приземная атмосфера

Данные Северо-Кавказского УГМС 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 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, увеличилась в 1,2 раза и составила $6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что немного ниже средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной $\Sigma\beta$ активности ($7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

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 Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.
<u>Выпадения, Бк/м²-сутки</u>															
Зимовники	с	0,37	0,45	0,55	0,49	0,44	0,63	0,48	0,44	0,50	0,54	0,64	0,45	0,5	0,5
	м	0,67	0,87	1,96	1,18	0,92	3,05	1,64	1,16	1,43	1,96	3,33	1,01		
Константиновск	с	0,43	0,38	0,53	0,39	0,46	0,42	0,45	0,58	0,62	0,67	0,63	0,64	0,5	0,5
	м	1,18	0,83	1,93	0,98	1,34	1,24	1,21	2,08	2,41	2,65	2,08	4,34		
Котельниково	с	0,36	0,31	0,44	0,77	0,87	0,51	0,49	0,51	0,62	0,65	1,32	1,06	0,9	0,5
	м	0,95	0,90	1,40	2,21	5,00	0,89	0,86	1,34	2,38	1,26	3,62	2,34		
Морозовск	с	0,53	0,50	0,65	0,44	0,37	0,40	0,67	0,44	0,56	0,55	0,54	0,69	0,5	0,5
	м	1,23	2,00	3,89	1,15	0,95	1,14	2,03	1,19	1,81	1,25	1,19	1,87		
Нижний Чир	с	0,68	0,97	0,66	0,77	0,80	0,67	0,73	1,20	0,75	0,59	0,86	1,27	0,8	0,5
	м	2,55	2,66	1,43	1,55	2,80	1,75	2,83	5,00	1,64	1,37	1,64	6,28		
Цимлянск	с	1,19	0,63	0,80	0,63	0,80	0,65	0,85	0,84	1,00	0,87	1,02	1,27	0,9	0,7
	м	8,79	3,81	2,77	2,08	2,23	1,59	2,06	3,06	5,15	3,30	2,26	3,18		
<u>Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³</u>															
Цимлянск	с	3,7	3,0	5,9	6,4	5,1	7,2	8,8	10,5	7,1	4,5	10,0	6,8	6,6	5,6
	м	9,9	12,5	14,8	17,4	9,8	15,9	24,5	14,0	9,5	9,6	18,1	21,0		

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2012–2016 года приведены в табл. 3.9.3. Из табл. 3.9.3 видно, что среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Цимлянска в предшествующие пять лет находились примерно на одном уровне. В 2016 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs уменьшилась в 2,5 раза по сравнению с 2015 г. Данное значение в 1,26 раза больше средневзвешенного значения по Югу ЕТР.

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. в г.Цимлянске была на уровне средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0,49 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – $12 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – $13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность ¹³⁷Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и контрольного пункта составляла $2,5 \cdot 10^{-7}$, $2,1 \cdot 10^{-7}$ и $2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Объемная активность ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, ¹³¹I и ¹³⁴Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте была ниже минимально детектируемой

активности используемой аппаратуры: МДА для ^{54}Mn составляет $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ^{60}Co – $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ^{131}I – $0,11 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ^{134}Cs – $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³.

Таблица 3.9.3

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянск, 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	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
	2014	2,8	3,5	5,6	2,4	3,6	6,6
	2015	7,8	5,7	6,8	3,8	6,0	6,7
	2016	2,3	2,8	2,1	2,4	2,4	1,9
^{90}Sr							
Цимлянск	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
	2014	0,48	0,95	0,91	0,36	0,68	0,84
	2015		0,79		0,72	0,76	1,22
	2016		0,75		0,23	0,49	0,48

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС в 2016 г. составляли 0,5–0,9 Бк/м²·сутки (см. табл. 3.9.2), в трех пунктах наблюдения увеличились в 1,6-1,8 раза и в двух пунктах превысили средневзвешенные по Югу ЕТР выпадения (0,83 Бк/м²·сутки).

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2016 г. значение $\Sigma\beta$ активности выпадений в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте составляло 0,12; 0,14 и 0,16 Бк/м²·сутки соответственно и было примерно на уровне 2015 г.

Результаты проведенного в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2016 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 1,71 Бк/л и была немного меньше усредненной по всем пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (1,74 Бк/л).

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ОРБ Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2016 г., содержание ^{137}Cs было заметно ниже средних значений за последние пять лет и составляло: в СЗЗ – 0,15 кБк/м², в ЗН – 0,74 кБк/м² и в с. Дубовское – 0,62 кБк/м². Содержание ^{134}Cs было менее 0,06–0,07 кБк/м² в СЗЗ, ЗН и КП. Среднегодовое содержание ^{60}Co в 2016 г. в СЗЗ, ЗН и КП было менее 0,06 кБк/м².

Результаты измерений проб воды ОРБ показали, что в 2016 г. объемная активность ^{137}Cs и ^{60}Co 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 140 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 (1,1 Бк/л), а в водоеме-охладителе – 31,2 Бк/л.

Донные отложения из водоемов отбирались ОРБ Ростовской АЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Среднегодовая удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 0,7 и 0,6 Бк/кг в.-с. соответственно; в донных отложениях водоема-охладителя – 3,7 Бк/кг в.-с. по ^{137}Cs и менее 1,2 Бк/кг в.-с. по ^{60}Co . $\Sigma\beta$ донных отложений в Цимлянском водохранилище уменьшилась в 7,2 раза по сравнению с 2015 г. и составила 57 Бк/кг в.-с., а в водоеме-охладителе была на уровне среднего за 5 лет значения и составила 518 Бк/кг в.-с..

На территории Ростовской АЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 27 наблюдательных скважин (НС), предназначенных для мониторинга радиоактивности подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. Разброс значений объемной $\Sigma\beta$ активности в воде скважин в течение года был от 190 до 280 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 ОРБ, показал, что в 2016 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, не превышали значений «нулевого фона». В говядине получено значение $\Sigma\beta$ активности, равное 87 Бк/кг.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая мощность дозы γ -излучения в 2015 г. на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Цимлянск), по данным 22 постов АСКРО Ростовской АЭС, составляла 0,08–0,11 мкЗв/ч при максимальном измеренном значении 0,15 мкЗв/ч.

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС, среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Годовая доза на местности вокруг Ростовской АЭС, измеренная с помощью системы термомюлюминесцентных дозиметров районе размещения АЭС (в 16 пунктах) и в контрольном пункте (с. Дубовское), составила в СЗЗ – от 0,48 до 0,78 мЗв; в ЗН – от 0,51 до 0,62 мЗв, что не превышает значения в контрольном пункте (0,75 мЗв).

По результатам расчетов ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун», выполненных на основе данных радиационного мониторинга в районе Ростовской АЭС по методике [5], среднегодовой суммарный риск (с учетом регионального фона) для населения, проживающего в ЗН станции, от ^{137}Cs и ^{90}Sr за 2000–2016 годы составил $3,3 \cdot 10^{-7}$ (табл. 3.9.4), вклад непосредственно самой станции в данную величину – $7,5 \cdot 10^{-8}$ (около 23 %), что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в ЗН Ростовской АЭС, при поступлении ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в организм человека различными путями, 2000–2016 гг. (с учетом регионального фона)

Путь облучения	Радионуклид	Риск
Ингаляция	¹³⁷ Cs	$1,3 \cdot 10^{-12}$
	⁹⁰ Sr	$1,2 \cdot 10^{-12}$
Потребление продуктов питания*	¹³⁷ Cs	$7,6 \cdot 10^{-8}$
Потребление воды	¹³⁷ Cs	$2,2 \cdot 10^{-9}$
Внешнее облучение от почвы	¹³⁷ Cs	$2,5 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск		$3,3 \cdot 10^{-7}$

Примечание: * - модельные оценки

Критическими путями формирования радиационного риска являются внешнее облучение от поверхности почвы и употребление продуктов питания местного производства.

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ОРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что влияния Ростовской АЭС в 2016 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. Плотина 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 – 21,2 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 2016 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2015 год.

Таблица 3.10.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Со	6,10·10 ⁹	8,05·10 ⁷	1,86·10 ⁷	+6,19·10 ⁷
¹³¹ И	1,59·10 ¹²	1,35·10 ⁸	1,28·10 ⁸	+7,00·10 ⁶
¹³⁷ Сs	4,88·10 ⁹	3,53·10 ⁷	1,49·10 ⁷	+2,04·10 ⁷
¹³⁴ Сs	1,76·10 ⁹	2,35·10 ⁷	5,71·10 ⁶	+1,78·10 ⁷
Сумма ИРГ	1,22·10 ¹⁷	1,60·10 ¹⁴	1,26·10 ¹⁴	+3,40·10 ¹³

Из табл. 3.10.1 видно, что в 2016 г. повысились годовые выбросы всех регламентированных радионуклидов, но их величины не превышали установленных нормативов и составляли 1,3% от допустимых выбросов для ⁶⁰Со и ¹³⁴Сs и менее 1 % для остальных радионуклидов. 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 2015–2016 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
³ Н	2,3·10 ¹⁴	8,14·10 ¹⁰	2,49·10 ¹⁰	+5,65·10 ¹⁰
⁵⁴ Mn	8,0·10 ⁹	8,83·10 ⁶	7,00·10 ⁶	+1,83·10 ⁶
⁵⁸ Со	2,3·10 ¹⁰	1,56·10 ⁶	3,81·10 ⁴	+1,52·10 ⁶
⁶⁰ Со	1,6·10 ⁹	8,87·10 ⁶	7,48·10 ⁶	+1,39·10 ⁶
¹³⁴ Сs	1,5·10 ¹⁰	5,59·10 ⁵	1,99·10 ⁵	+3,60·10 ⁵
¹³⁷ Сs	2,1·10 ⁹	5,22·10 ⁶	3,00·10 ⁶	+ 2,22·10 ⁶
⁵¹ Cr	1,3·10 ¹²	1,09·10 ⁷	3,08·10 ⁶	+7,82·10 ⁶
⁹⁰ Sr	2,4·10 ⁹	4,60·10 ³	1,61·10 ⁴	-1,15·10 ⁴
⁵⁹ Fe	1,5·10 ¹⁰	5,04·10 ⁶	4,13·10 ⁶	+9,10·10 ⁵

Общий объем сброса сточных вод в 2016 г. составил 46 074 м³. Наибольший вклад в активность сброса вносил тритий. Из приведенных в табл. 3.10.2 данных видно, что сброс трития в 2016 г. по сравнению с 2015 г. вырос в 3,3 раза, но при этом составил менее 0,04 % от допустимого. Активности остальных нормируемых нуклидов были ниже МДА, а их расчетные величины сбросов составили менее 0,6 % 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 2016 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 «Гайфун-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 термoluminesцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на 25 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. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра α -, β - излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства «Wallak Oy» (Финляндия).

В 100-км зоне САЭС в 2016 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 2016 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.

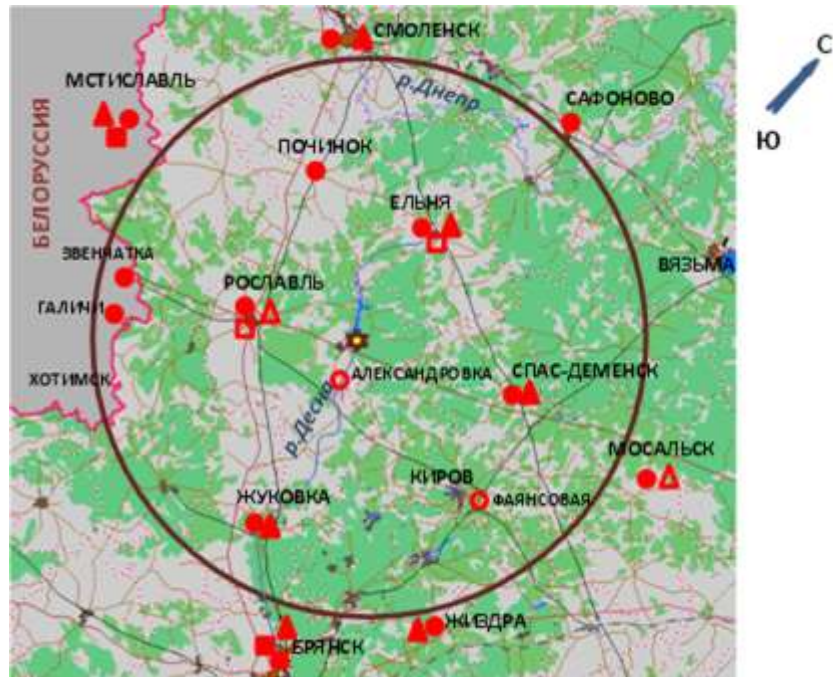









Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

-  – 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 в 2016 году. 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 6,1 раза больше, чем в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{134}Cs в 2016 г. ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ. Значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в 2016 г. по сравнению с 2015 г. снизилось в 2,5 раза в СЗЗ и в 2,7 раза в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2016 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 2,2 и 1,3 раза соответственно. В целом, в 2016 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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
СЗЗ	7,8	19,3	<1,3	<1,8	32,2	59,8	-	-	-	-
ЗН	4,8	12,8	<3,5	<1,3	5,3	7,6	-	-	-	-

Примечание: - нет данных.

По данным РЦРКМ Республики Беларусь, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 3.10.1) в 2016 г. колебалась в пределах $(8,8-16,5) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в Мстиславле составила $12,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($16,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2016 г. составила $32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) до $67 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (январь). Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Мстиславля в 6,7 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 8,9 раз выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ 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 2016 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 1,0 Бк/м²·сутки (г. Спас-Деменск в марте), а среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,12 Бк/м²·сутки) и изменялись в пределах 0,3 – 0,7 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 2016 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	2016 г.	2015 г.
Ельня	с	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	м	0,4	0,5	0,7	0,9	0,4	0,7	0,4	0,6	0,8	0,7	0,4	0,4		
Смоленск	с	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	м	0,6	0,6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,7	0,7	0,5		
Жуковка*	с	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7
	м	1,8	1,6	1,5	1,6	1,4	1,8	2,4	1,5	1,9	2,8	1,5	1,6		
Спас-Деменск	с	0,9	0,8	1,0	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,8	0,6	0,4	0,7	0,9
	м	3,4	2,4	4,0	2,4	2,2	2,3	1,6	2,4	1,2	4,1	2,4	1,2		

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). Выпадения ¹³⁴Cs были ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ.

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 2016 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью 3,3; 3,6 и 2,0 мБк/л соответственно, что ниже значения в контрольной точке (3,6 мБк/л). Контрольная точка находится на р. Десна выше сбросов с САЭС. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности ¹³⁷Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3].

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 2016 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 2016 г. выросла во всех точках (кроме очистных сооружений и городского пляжа),

относительно уровня предыдущего года в 1,1–2,5 раза. Содержание ^{137}Cs 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 1,1 раза. В остальных случаях содержание ^{137}Cs в донных отложениях было ниже в 1,3–8,5 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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
р. Соложа	38	37	< 1,2	< 1,4
д. Трояново	27	11	< 1,0	< 1,9
Очистные сооружения	8,7	9,4	< 0,8	< 1,2
Плотина	21	14	< 0,6	< 1,3
Городской пляж	12	14	< 1,1	< 1,5
р. Десна ниже плотины	4,1	2,3	< 1,1	< 0,8
Контрольная точка (р. Десна выше сбросов)	35	22	< 1,0	< 1,5

Контроль содержания радионуклидов в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется с периодичностью один раз в квартал 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 6,0 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 2015–2016 годы о плотности загрязнения ^{137}Cs и ^{134}Cs почвы в СЗЗ и ЗН. Данные по контрольному пункту в д. Холмец за 2016 г. отсутствуют.

Таблица 3.10.6

**Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м²
(данные ЛВРК САЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
^{137}Cs	0,87	1,1	2,7	2,3	-	-
^{134}Cs	< 0,09	< 0,08	< 0,11	< 0,07	-	-

Примечание: - - данные отсутствуют

В пробах почвы регистрировался только ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов было ниже МДА. В 2016 г. по сравнению с 2015 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ понизилось в 1,3 раза, в ЗН – выросло в 1,2 раза. Оба значения оставались ниже среднего за последние пять лет.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС в 2016 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [8] и ниже МДА для всех продуктов питания. Значения ^{137}Cs не превышали: в грибах – 3, в рыбе – 1,8, в овощах – 2,5, в зерне – 2,1, в молоке – 2,0 Бк/кг сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2016 г. в СЗЗ составляла 0,11 мкЗв/ч, в ЗН – 0,08 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 0,10 мкЗв/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 0,13 мкЗв/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, в 2016 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,10 до 0,16 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 2016 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 (до 0,20 мкЗв/ч).

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 (0,40–0,88) мГр, что находится на уровне естественного радиационного фона, сложившегося до пуска САЭС («нулевой фон» – 0,79 мГр).

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 и превышен региональный уровень по объемной активности ^{137}Cs , наблюдаемые объемные активности которых в воздухе на семь-восемь 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 [13–15].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [13–15]. 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 [16].

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 [17]. Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, поверхностные и подземные 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 атмосферу было выброшено 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 [17]. 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 $2,2 \cdot 10^{13}$ Бк в основном ^{137}Cs и ^{90}Sr . Радиационная обстановка на этих загрязненных территориях обсуждается в разделе 4.1.

На 01.01.2017 г. общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, составляет $446,8 \text{ км}^2$, 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 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 ноябре 2015 г. акватория оз. Карачай была полностью ликвидирована (закрыта скальным грунтом), что исключает вынос радионуклидов с водной поверхности водоема при аномальных метеоусловиях и повторения ситуации 1967 г. 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.

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, границы которой совпадают с границами промплощадки (ПП), составляет 252,419 км². В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км². СЗЗ, ЗН и зоны аварийного загрязнения: ВУРС, «цезиевый» след 1967 г., пойма р.Теча - составляют зону влияния предприятия.

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк» в 2016 г. приведены в табл. 3.11.1.

Как видно из табл. 3.11.1, в 2016 г. выбросы составляли от 0,02 % (для ⁹⁰Sr) до 9,1 % (сумма ИРГ) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2015 г. в 1,4-2 раза увеличились выбросы радионуклидов ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ΣI, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, суммы ИРГ, тогда как выбросы ¹⁴⁴Ce, ⁵¹Cr, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nb, ¹⁰⁶Ru, ¹²⁵Sb уменьшились от 2 до 11 раз.

Таблица 3.11.1

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016	2015	
⁵¹ Cr	8,88·10 ⁸	1,03·10 ⁷	1,12·10 ⁸	-1,02·10 ⁸
⁶⁰ Co	6,13·10 ⁸	4,55·10 ⁶	3,32·10 ⁶	+1,23·10 ⁶
⁹⁰ Sr	7,60·10 ¹²	1,88·10 ⁹	1,32·10 ⁹	+5,60·10 ⁸
⁹⁵ Zr	9,76·10 ⁸	4,06·10 ⁶	1,77·10 ⁷	-1,36·10 ⁷
⁹⁵ Nb	4,00·10 ⁹	4,06·10 ⁶	1,77·10 ⁷	-1,36·10 ⁷
¹⁰⁶ Ru	2,92·10 ¹⁰	9,60·10 ⁸	2,23·10 ⁹	-1,27·10 ⁹
¹²⁵ Sb	3,12·10 ⁹	7,45·10 ⁷	2,08·10 ⁸	-1,34·10 ⁸
ΣI	1,17·10 ¹²	4,15·10 ¹⁰	4,09·10 ¹⁰	+6,00·10 ⁸
¹³⁴ Cs	8,53·10 ⁹	3,19·10 ⁸	1,63·10 ⁸	+1,56·10 ⁸
¹³⁷ Cs	5,70·10 ¹⁰	3,65·10 ⁹	1,98·10 ⁹	+1,67·10 ⁸
¹⁴⁴ Ce	7,92·10 ⁹	3,20·10 ⁸	9,28·10 ⁸	-6,08·10 ⁸
Сумма ИРГ	4,45·10 ¹⁷	4,06·10 ¹⁶	4,04·10 ¹⁶	+2,00·10 ¹⁴

Примечания: ΣI – сумма нуклидов йода.

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2015–2016 гг. приведены в табл. 3.11.2. Из табл. 3.11.2 видно, что сбросы ⁹⁰Sr несколько уменьшились и по-прежнему не превышали утвержденного норматива по допустимому сбросу радионуклида. В 2016 г. поступление ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в открытую гидрографическую сеть на предприятии находится на уровне 2015 г. Объемные активности ⁹⁰Sr составляли: в ЛБК – 2,6 Бк/л, в ПБК – 17 Бк/л; объемная активность ¹³⁷Cs – в ЛБК и в ПБК менее 0,2 Бк/л, объемная активность трития в ЛБК уменьшилась в 1,5 раза до 240 Бк/л, а в ПБК осталась на уровне предыдущего года – 250 Бк/л.

Таблица 3.11.2

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

Наименование радионуклида*	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016	2015 г.	
⁹⁰ Sr	1,95·10 ¹²	2,95·10 ¹¹	3,20·10 ¹¹	-2,5·10 ¹⁰

Примечание: * – по другим радионуклидам норматив допустимого сброса не установлен.

Штатный контроль состояния окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН предприятия проводится лабораторией экологической безопасности и охраны окружающей среды центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) по программе согласованной с органами госсанэпиднадзора. Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб.

Радиационный контроль, проводимый ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», включает:

- определение объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере в 21 пункте ЗН безаспирационным методом (методом «марлевых конусов»).

- определение интенсивности радиоактивных выпадений в 17 пунктах ЗН методом тканевых планшетов.

- измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц;

- определение удельной активности радионуклидов в почве, растительности и снеговом покрове;

- определение ежемесячно или ежеквартально объемной активности гамма-излучающих радионуклидов и ^{90}Sr в воде в 21 пунктах открытой гидрографической сети, трития – в 14 пунктах и альфа-излучающих нуклидов - в 9 пунктах;

- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радионуклидного состава и объемной активности радионуклидов в 114 скважинах и 1 – 3 раза в год с определением объемной активности трития в 104 скважинах.

В связи с большим объемом контроля на ФГУП «ПО «Маяк» для определения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы широко используется индикаторный метод мониторинга с помощью марлевых конусов со временем экспозиции один месяц. Этот способ носит оценочный (индикаторный) характер и используется для выявления случаев превышения установленных контрольных уровней. Отбор проб радиоактивных выпадений производится с помощью планшетов площадью 0,0625 м² и временем экспозиции один месяц. В качестве фильтрующего материала используется ткань ФПП-15.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды: ^{90}Sr , ^{137}Cs , сумма α -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных α -, β - и γ -излучающих нуклидов. Для измерения МЭД используются переносные дозиметрические приборы: ДКГ-02У, ДКС-96, МКС-А02-2М, МКС-А03-3Н, МКС-АТ 1117М. 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).

Лабораторный анализ проб объектов окружающей среды проводит аккредитованная лаборатория ФГУП «ПО Маяк».

Мониторинг загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2016 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 17 пунктах, из них выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись в 11 пунктах;
- за МЭД в 17 пунктах;
- за радиоактивным загрязнением воды рек: ^{137}Cs и ^{90}Sr в семи пунктах;
- за радиоактивным загрязнением растительности и снежного покрова в 10 пунктах.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 100-км зоне ПО «Маяк» представлена на рис. 3.11.1.

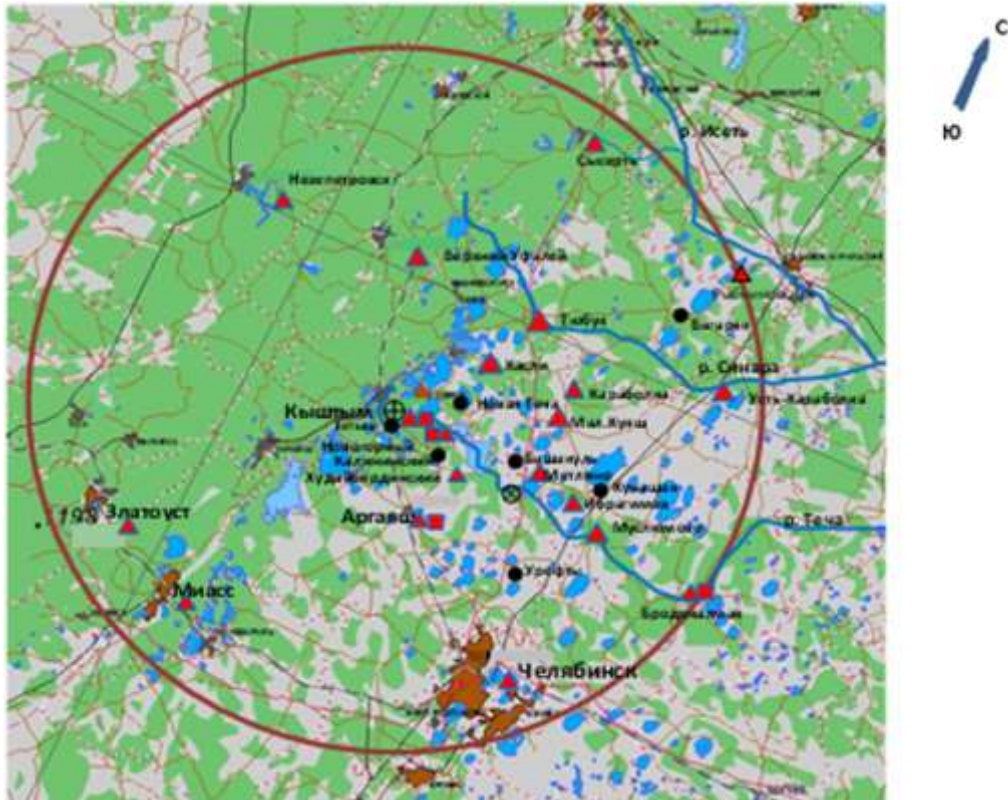


Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО:

- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений с суточной экспозицией и наблюдения за γ -фоном;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон»).

Мониторинг 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. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб 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».

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 мониторинга приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» с помощью конусов в ЗН и в зоне влияния в 2016 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 порядка ниже величины $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [3].

В 2016 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.

Таблица 3.11.3

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПО «Маяк» в 2016 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	Pu*	^{90}Sr
Зона наблюдения				
г. Озерск	60	20	1	10
г. Озерск, пост № 2	70	40	2	12
п. Метлино	80	40	2	12
п. Новогорный	60	40	1	8
п. Красный Партизан	90	40	–	13
п. Б. Куяш	100	40	–	38
д. Т. Караболка	150	30	–	39
д. Сары-Кульмяк	90	40	–	16
п. Башакуль	70	30	4	18
п. Худайбердинский	60	20	2	15
п. Аргаяш	50	20	–	14
г. Кыштым	50	20	1	8
п. Слюдорудник	50	10	–	–
Среднее по зоне наблюдения	75,4	30	1,86	16,9
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	120	30	–	19
п. Кунашак (след 1967 г.)	130	30	–	10
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
п. Щелкун, мБк/м ³	3,0	0,2	–	–
$\text{ДОА}_{\text{НАС}}$, Бк/м ³	–	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2,7

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

Из данных табл. 3.11.4. видно, что в 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» увеличилась на 12% по сравнению с 2015 г. (прослеживается тенденция к увеличению среднегодовой объемной $\Sigma\beta$ в воздухе, за последние 5 лет она увеличилась в 1,9 раз: в 2012 г. эта величина составляла $8,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), но была в 1,4 раза меньше средневзвешенного значения на территории АТР ($22,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в пунктах наблюдения изменялись от $7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (г. Аргаяш, февраль) до $52,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (п. Кыштым, январь). В 2016 г. было зарегистрировано 5 случаев ВЗ, когда значение объемной суммарной бета-активности радионуклидов в приземном слое воздуха превышало фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз (табл. 3.11.5). Наиболее высокое значение (ВЗ) объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось на ПНРЗ Кыштым 19-20 января – $160,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 9 раз выше фонового уровня по данному пункту ($17,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 3.11.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2016 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015	2014 г.	
Аргаяш	с	30,5	16,8	8,2	7,8	9,0	8,3	12,3	16,0	9,1	7,6	14,2	11,7	12,6	9,8	8,1
	м	77,1	47,5	16,8	18,5	28,6	28,5	26,2	40,0	21,4	25,2	33,4	36,6			
Новогорный	с	18,4	7,2	12,3	10,8	11,2	11,4	10,6	10,1	13,3	8,5	18,4	15,1	12,3	14,0	9,5
	м	41,2	16,8	29,3	22,1	22,7	83,9	26,5	20,2	29,6	24,0	43,4	45,6			
Кыштым	с	52,7	29,7	19,3	14,0	15,9	10,8	14,4	19,9	15,4	12,3	32,5	20,5	21,4	17,6	12,9
	м	160,1	76,3	43,5	27,6	27,1	25,2	35,8	43,3	30,5	35,4	60,8	49,5			
Среднее по 100-км зоне наблюдения:																
2016 г.		33,7	17,9	13,2	10,9	12,0	10,2	12,5	15,3	12,6	9,5	21,7	15,7	15,4		
2015 г.		16,3	22,9	13,9	11,5	14,7	12,8	9,3	9,1	13,7	8,4	17,5	13,2		13,6	10,2

Таблица 3.11.5

ВЗ объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2016 г. в зоне влияния ПО «Маяк»

Пункт наблюдения	Дата экспозиции	Значение суммарной бета-активности, 10^{-5} Бк/м ³	Фон, 10^{-5} Бк/м ³
1 Аргаяш	19-20.01	77,1	12,1
2 Кыштым	19-20.01	160,1	17,0
3 Кыштым	20-21.01	116,7	17,0
4 Новогорный	23-24.06	83,9	11,2
5 Новогорный	16-17.11	43,4	8,5

В табл. 3.11.6 приведены объемные активности ^{137}Cs в воздухе в этих же пунктах мониторинга. Наибольшее среднегодовое содержание ^{137}Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорный – $28,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе в п. Новогорный уменьшилась в 2,4 раз по сравнению с 2015 г., и превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в 16 раз. В п. Аргаяш объемная активность ^{137}Cs незначительно увеличилась на 13%, а в п. Кыштым уменьшилась в 3 раза по сравнению с 2015 г. Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объемной активности ^{137}Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» было в 45 раз выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но на шесть порядков ниже ДОА_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.11.6

Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2016 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	Пункт наблюдения			
	Новогорный	Аргаяш	Кыштым	
Январь	8,8	5,2	37,6	
Февраль	7,0	2,9	10,2	
Март	24,6	0,8	5,0	
Апрель	30,0	2,4	7,4	
Май	40,0	3,7	18,7	
Июнь	37,1	15,0	8,4	
Июль	15,0	7,5	7,4	
Август	22,0	39,7	9,1	
Сентябрь	11,0	5,2	4,9	
Октябрь	80,8	7,4	10,7	
Ноябрь	48,5	5,9	8,4	
Декабрь	11,8	1,8	5,9	
Среднее:				
	2016 г.	28,1	8,1	11,1
	2015 г.	67,1	7,0	34,0
	2014 г.	92,6	6,7	9,5
ДОА _{НАС} , Бк/м ³		27		

Необходимо отметить, что значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы ЗН ПО «Маяк», полученные в лаборатории Уральского УГМС, значительно ниже (на 2 порядка величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк», даже в одних и тех же населенных пунктах. Это 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. 3.11.7. Там же для сравнения приведена $\Sigma\beta$ выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.7 видно, что среднегодовая величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г. (0,6 Бк/м²·сутки) осталась на уровне 2015 г. и фонового значения для Уральского региона, и не превышала средневзвешенного значения по территории РФ (1,05 Бк/м²·сутки). Значения $\Sigma\beta$ годовых выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2016 г. колебались в диапазоне от 164 Бк/м²·год (п. Рыбниковское) до 277 Бк/м²·год (п. Новогорный).

Таблица 3.11.7

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2016 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	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	223
	м	1,2	1,6	1,2	1,7	1,6	3,1	2,4	1,2	2,0	1,3	1,1	1,3		
Бродокалмак	с	0,5	0,4	0,4	0,7	0,4	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	201
	м	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	3,4	1,0	2,0	2,1	1,9	1,6	0,9		
Верхний Уфалей	с	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	204
	м	0,9	0,8	1,3	1,5	1,0	1,6	1,2	2,0	2,3	1,5	1,7	1,1		
Златоуст	с	0,6	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	219
	м	1,2	1,4	1,1	3,3	2,2	1,8	1,8	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4		
Ибрагимово	с	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	197
	м	0,8	1,0	1,2	1,8	1,3	2,7	1,0	1,4	1,8	1,3	1,5	1,3		
Караболка	с	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	201
	м	1,0	1,5	1,4	4,3	1,3	3,6	2,4	1,2	2,4	1,5	1,3	1,2		
Касли	с	0,5	0,6	0,5	0,7	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	212
	м	1,1	2,2	1,2	4,1	1,0	4,4	1,2	3,0	1,4	2,2	1,0	1,1		
Кыштым	с	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	230
	м	1,8	1,1	1,1	2,8	1,8	2,1	1,5	1,7	4,0	1,0	1,1	1,4		
Метлино	с	0,5	0,6	0,6	0,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,5	0,6	237
	м	1,0	1,1	1,9	4,2	1,3	4,4	1,3	2,1	2,2	3,7	1,9	1,4		
Миасс	с	0,5	0,5	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	212
	м	1,3	1,0	2,8	2,7	2,3	1,7	1,6	2,2	1,5	2,1	1,1	1,1		
Новогорный	с	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6	0,8	277
	м	1,1	1,5	2,3	3,1	5,5	3,1	1,7	2,3	2,3	1,2	1,7	1,1		
Нязепетровск	с	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	215
	м	1,0	0,8	1,3	1,6	1,6	1,9	1,5	2,4	2,6	1,5	1,5	1,0		
Рыбниковское	с	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	164
	м	1,9	1,7	1,4	1,7	1,7	1,9	2,1	0,9	2,4	1,4	2,3	2,4		
Сысерть	с	0,6	0,4	0,2	0,3	0,4	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	1,2	0,5	193
	м	3,7	1,9	1,0	1,2	1,1	0,8	2,6	1,8	2,2	2,7	2,7	5,6		

Пункт наблюдений	Месяц												Средне годовое	Сумма за год, Бк/м ² -год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Тюбук	с	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	219
	м	1,0	1,3	1,3	4,3	1,2	2,4	1,3	5,6	3,2	2,1	1,2	1,2		
Худайбердинский	с	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	237
	м	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	1,9	1,5	2,2	1,4	1,5	1,1	1,0		
Челябинск - город	с	0,5	0,4	0,5	0,9	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,6	230
	м	2,5	1,2	1,2	3,0	1,8	2,4	1,9	2,4	2,6	2,3	0,9	0,8		
Среднее:															
2016 г.		0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	215
2015 г.		0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	215
Фон для Уральского региона:															
2016 г.		0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	208
2015 г.		0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	172

В табл. 3.11.8 приведены данные об атмосферных выпадениях ⁹⁰Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г.

Таблица 3.11.8

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2016 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			0,6			0,2			0,1			0,2	3,0	
Бродокалмак	0,1			0,1			0,1			0,3			0,2	2,2	
Ибрагимово	0,3			0,3			0,3			0,5			0,4	4,3	
Караболка	0,1			0,2			0,3			0,4			0,3	3,1	
Касли	0,2			0,2			0,2			0,2			0,2	2,5	
Кыштым	0,1			0,2			0,2			0,2			0,2	2,0	
Метлино	0,3			0,1			0,7			0,4			0,4	4,3	
Новогорный	0,7			3,4			1,1			0,7			1,5	17,8	
Рыбниковское	0,1			0,2			0,2			0,2			0,2	2,3	
Тюбук	0,6			0,1			0,2			0,2			0,3	3,6	
Худайбердинский	0,1			0,3			0,7			0,2			0,3	4,1	
Среднее: 2016 г.		0,2			0,5			0,4			0,3			0,4	4,4
2015 г.		0,4			0,5			0,5			0,4			0,4	5,4
Фон для Уральского региона:															
2016 г.		0,10	0,10	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,12	0,11	0,14	0,17	0,13	1,6
2015 г.		0,16	0,10	0,14	0,09	0,10	0,17	0,16	0,14	0,15	0,19	0,20	0,11	0,14	1,7

Годовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г. (4,4 Бк/м²-год) уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2015 г., но были в 2,7 раз выше регионального фона (1,6 Бк/м²-год). Наибольшие годовые выпадения ⁹⁰Sr отмечались в п. Новогорный (17,8 Бк/м²-год) – в 11 раз выше регионального фона. Максимальные выпадения ⁹⁰Sr в п. Новогорный в 2016 г. зарегистрированы во II квартале.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2016 г. (табл. 3.11.9) колебались в диапазоне от 1,4 до 13,1 Бк/м²-год. Средняя сумма выпадений ¹³⁷Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 4,5 Бк/м²-год, что в 1,2 раза меньше уровня 2015 г., и в 22,5 раза выше региональных фоновых выпадений (0,2 Бк/м²-год). Максимальные выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г. – 13,1 Бк/м²-год – наблюдались в п. Новогорный, что в 65,5 раз выше

регионального фона в 2016 г. Максимальные месячные выпадения ¹³⁷Cs в п. Новогорный наблюдались в феврале и составляли 1,7 Бк/(м²·месяц).

Таблица 3.11.9

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2016 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	0,5	0,4	0,5	0,4	н	0,4	н	0,7	н	н	н	0,7	0,3	3,6
Бродокалмак	н	0,4	н	н	0,5	н	0,4	н	н	0,9	0,7	0,6	0,3	3,5
Ибрагимово	0,4	0,5	н	н	н	0,7	н	н	0,5	0,5	0,5	0,9	0,3	3,9
Караболка	0,4	0,4	н	н	н	0,4	н	н	0,5	н	н	н	0,1	1,8
Касли	0,4	н	н	0,5	0,5	н	0,4	н	н	0,5	0,5	н	0,2	2,8
Кыштым	н	н	0,4	0,8	н	0,7	0,7	н	н	н	0,5	0,5	0,3	3,6
Метлино	н	0,7	н	0,6	0,9	0,5	0,5	0,9	0,5	0,9	н	0,5	0,5	6,0
Новогорный	0,7	1,7	1,6	0,9	1,6	1,1	0,9	1,2	1,1	0,8	0,8	0,9	1,1	13,1
Рыбниковское	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	н	0,1	н	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	1,4
Тюбук	0,4	н	н	0,8	0,5	0,5	н	н	0,6	0,4	0,5	0,9	0,4	4,6
Худайбердинский	0,6	н	0,8	0,5	н	0,8	0,5	н	н	0,5	0,6	1,0	0,4	5,3
Среднее:														
2016 г.	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	4,5
2015 г.	0,2	0,2	0,3	0,4	1,1	0,7	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	5,3
Фон для Уральского региона:														
2016 г.	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	н	0,02	н	0,02	0,2
2015 г.	н	н	н	0,07	0,05	н	н	0,06	0,10	0,06	0,12	0,04	0,05	0,5

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

В табл. 3.11.10 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2016 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Таблица 3.11.10

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2016 г., Бк/м²·год
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	Pu*	⁹⁰ Sr
Зона наблюдения				
г. Озерск	370	110	11	32
г. Озерск, пост № 2	280	67	12	170
п. Новогорный	260	120	10	52
п. Метлино	350	180	10	90
п. Красный Партизан	440	220	–	–
п. Б. Куяш	350	150	–	–
п. Башакуль	360	110	6	54
п. Худайбердинский	250	120	14	44
г. Кыштым	160	82	6	26
п. Слюдорудник	190	90	–	–
Среднее по зоне наблюдения	301	125	9,86	66,9
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	440	250	–	39
с. Булзи (ВУРС)	350	140	–	46
п. Кунашак (след 1967 г.)	420	140	–	–
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	403	177	–	85
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
п. Щелкун	410	150	–	–
Фоновый уровень по Уральскому региону**	208	0,2	1,6	–

Примечания: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;

** – данные Уральского УГМС;

– – измерения не производятся.

По данным ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2016 г. выпадения радионуклидов в зоне влияния ПО «Маяк» заметно увеличились по сравнению с 2015 г. (в 1,5-2 раза для $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и в 5 раз для суммы α -

излучающих изотопов плутония). Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs в ЗН ПО «Маяк» в 2016 г. наблюдались в пп. Метлино, п. Красный Партизан, п. Б. Куяш; ^{90}Sr – в г. Озерск, №2 и п. Метлино; изотопов плутония – в п. Худайбердинский. В зоне аварийного загрязнения территории максимальные годовые выпадения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs наблюдались в с. Багаряк.

Анализ многолетних данных о радиоактивных выпадений в районе предприятия показывает:

- основным источником загрязнения атмосферы является вторичный ветровой подъем с ранее (1950-1960-ые годы) загрязненных территорий;
- интенсивность атмосферных выпадений определяется, главным образом, природными факторами (ветровая нагрузка, степень увлажнения почвы, наличием растительности и др.);
- текущая деятельность предприятия практически не оказывает влияния на загрязнение атмосферы.

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 ^{90}Sr , остаются воды р. Течи. Этот радионуклид более чем на 95 % находится в водорастворимом состоянии, поэтому он мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе [19]. Влияние стоков ПО «Маяк» на загрязнение речной воды ^{90}Sr прослеживается на всем протяжении рек Течи и Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исеть в р. Тобол и далее.

В 2016 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 Карabolки и Синары, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», и р. Мишеляк, протекающей по СЗЗ предприятия (рис. 3.11.2).



Рис. 3.11.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ПО «Маяк»

Пробы воды Уральским УГМС в 2016 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно, из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка – Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2016 г. проводила отбор проб воды из р. Течи в створах с. Муслюмово (ежемесячно) и с. Затеченское (два раза в год), из р. Исеть – в двух пунктах (два раза в год), из р. Караболка – в нижнем бьефе болота Бугай (один раз в год) и в створе с. Татарская Караболка (четыре раза в год). Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 3.11.11 и 3.11.12 соответственно, а из рек Караболка 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 «Тайфун». В табл. 3.11.11 и 3.11.12 приведены данные по результатам измерений, в том числе данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Таблица 3.11.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2016 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Муслюмово					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	4,4	7,0	<0,2	0,2	120	11,3	0,041	–	–	–
Февраль	7,4	9,9	<0,2	0,3	110	8,2	0,070	–	–	–
Март	10,4	1,4	<0,2	0,2	80	5,8	0,030	–	–	–
Апрель	2,2	2,8	<0,2	0,1	82	3,1	0,017	–	–	–
Май	2,3	2,6	<0,2	0,2	96	2,8	0,010	–	–	–
Июнь	3,6	2,7	<0,2	0,3	200	3,7	0,045	2,8	<0,2	91
Июль	2,3	3,5	<0,2	0,2	96	7,0	0,025	–	–	–
Август	3,8	5,4	<0,2	0,2	110	6,1	0,009	–	–	–
Сентябрь	3,9	5,9	<0,2	0,1	98	4,4	0,006	2,3	<0,2	92
Октябрь	11,4	7,2	<0,2	0,2	96	7,9	0,013	–	–	–
Ноябрь	8,4	5,7	<0,2	0,3	120	5,2	0,015	–	–	–
Декабрь	9,2	12,6	<0,2	0,4	210	10,5	0,029	–	–	–
Среднее:										
2016 г.	6,6	5,5	<0,2	0,23	120	6,3	0,03	2,6	<0,2	91
2015 г.	6,6	6,1	<0,2	0,20	290	6,5	0,02	3,0	<0,2	66,5
УВ [3]	4,9	4,9	11	11	7600	4,9	11	4,9	11	7600

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

Из анализа приведенных в табл. 3.11.11 данных видно, что объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово (в 78 км от источника) в 2016 г. изменялась от 2,2 до 11,4 Бк/л при среднем значении 6,6 Бк/л, как и в предыдущем году. Максимальное значение наблюдалось в октябре, и было в 2,3 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [3] и в 2500 раз выше фонового уровня для рек России (4,6 мБк/л). Самые высокие среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время по данным Уральского УГМС наблюдались в с. Муслюмово: в 1995 г. – 25,9 Бк/л, в 1997 г. – 32,2 Бк/л, в 1998 г. – 26,7 Бк/л, в 2004 г. – 26,0 Бк/л. В 1994, 1999–2003 и 2006–2009 гг. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л.

Вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде в 2016 г. в п. Першинское и с. Затеченское осталось примерно на уровне 2015 г. и составило 6,3 и 2,6 Бк/л соответственно.

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2016 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» 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	–	–	2,5	0,016	1,1	0,007	1,1	0,002
Февраль	–	–	2,1	0,047	0,8	0,007	0,7	0,038
Март	–	–	2,4	н	0,9	0,004	0,4	н
Апрель	–	–	1,1	0,010	0,8	0,005	0,4	0,005
Май	–	–	0,9	0,016	0,4	0,013	0,4	0,009
Июнь	0,02	1,06	1,7	0,011	0,9	0,001	0,6	0,008
Июль	–	–	1,7	0,001	1,5	0,008	0,2	н
Август	–	–	1,6	0,016	1,3	н	0,6	0,011
Сентябрь	0,02	0,68	1,2	0,007	1,6	0,002	0,3	н
Октябрь	–	–	1,5	н	1,2	0,009	0,4	0,006
Ноябрь	–	–	1,2	0,005	1,0	0,007	0,2	н
Декабрь	–	–	2,3	0,006	1,3	0,011	0,9	0,008
Среднее:								
2016 г.	0,02	0,87	1,7	0,01	1,1	0,01	0,5	0,007
2015 г.	0,03	0,04	1,9	0,01	0,9	0,01	0,6	0,005

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

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде уменьшалась от 1,7 до 0,5 Бк/л (табл. 3.11.12). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ⁹⁰Sr в воде в 2016 г. составила 0,02 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть (по данным НПО «Тайфун» и Уральского УГМС) объемная активность ⁹⁰Sr в 2016 г. осталась на уровне 2015 г. и была в 4 – 10 раз ниже УВ по НРБ-99/2009.

Объемная активность ¹³⁷Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.11 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2016 г. наблюдавшаяся в воде р. Течи (с. Муслимово, с. Затеченское составляла 0,23 Бк/л, что соответствует уровню последних лет и в 48 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. 3.11.12).

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ЦЗЛ ПО «Маяк», показали повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (табл. 3.11.11) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2016 г. превышала фоновый уровень в реках России (1,7 Бк/л) примерно в 71 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 120 Бк/л у с. Муслимово до 91 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 2016 г. приведены в табл. 3.11.13. Из табл. 3.11.13 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в водах этих озер в 2016 г. колебалась от 0,02 до 0,22 Бк/л, а объемная активность ¹³⁷Cs в водах всех озер была < 0,2 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воде озер в 22–55 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 2016г. было на два порядка ниже УВ в питьевой воде для населения, однако соответственно в 5,5 и 6,8 раза выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР (Приложение А).

Таблица 3.11.13

Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2016 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Озеро	Объемная активность	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Силач	<0,03	< 0,2
Сунгуль	<0,03	< 0,2
Киреты	<0,03	< 0,2
Б. Касли	<0,03	< 0,2
М. Касли	0,02	< 0,2
Куташи	<0,03	< 0,2
Иртяш	0,05	< 0,2
Б. Нанога	<0,03	< 0,2
М. Нанога	0,22	< 0,2
Б. Акуля	0,04	< 0,2
Акакуль	0,03	< 0,2
Увильды	0,03	< 0,2
Улагач	0,02	< 0,2
УВ по НРБ-99/2009 [3]	4,9	11

В 2016 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 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 2016 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, приведены в табл. 3.11.14.

Таблица 3.11.14

Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2016 г. (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		^{90}Sr	Тритий	^{137}Cs
р. Мишеляк выходной створ	Январь	0,05	190	<3,0
	Февраль	0,04	100	<3,0
	Март	0,26	92	<3,0
	Апрель	0,11	110	4,7
	Май	0,05	140	6,8
	Июнь	0,11	92	<3,0
	Июль	0,10	150	<3,0
	Август	0,05	130	<3,0
	Сентябрь	0,24	110	<3,0
	Октябрь	0,60	98	3,2
	Ноябрь	0,44	120	<3,0
	Декабрь	0,46	130	<3,0
	Средняя за 2016 г.	0,21	120	3,5
УВ по НРБ-99/2009		4,9	7600	11

Из табл. 3.11.14 видно, что в 2016 г. объемная активность ^{90}Sr и трития в воде р. Мишеляк оставалась на уровне 2015 г., объемная активность ^{137}Cs увеличилась в 50 раз и составляла 3,5 Бк/л. Содержание данных радионуклидов в воде р. Мишеляк ниже УВ по НРБ-99/2009.

Снежный покров, растительность

В марте 2016 г. в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в 10 пунктах – пробы растительности (травы). Результаты анализа этих проб на $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 3.11.15.

Таблица 3.11.15

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

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м ²				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	01.03.2016	03.03.2015	01.03.2016	03.03.2015	30.08.2016	28.08.2015	30.08.2016	28.08.2015
Ибрагимово	4,7	7,1	1,4	1,1	380	393	2,2	0,4
Касли	7,0	4,0	1,8	0,4	252	462	2,1	1,3
Кыштым	13,9	7,8	2,9	1,7	601	425	7,4	1,1
ЛЭП-60	6,4	10,3	1,0	0,7	347	388	1,4	0,8
Малый Куяш	6,5	2,3	2,5	1,1	251	325	2,0	0,9
Метлино	10,9	6,5	1,5	1,2	320	703	2,7	1,9
Новая Теча	14,1	10,2	13,7	0,9	366	487	1,9	0,8
Новогорный	17,4	7,0	3,3	1,8	388	332	8,7	6,0
Татыш	5,8	2,8	2,2	0,6	422	458	2,4	1,2
Худайбердинский	9,4	5,1	1,7	1,6	251	423	2,1	0,7
Среднее по зоне наблюдения 2016 г.	4,7	6,3	1,6	1,1	380	417	2,2	1,5

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ (табл. 3.11.15) в 2016 г. уменьшилась в 1,3 раза относительно уровня предыдущего года, плотность загрязнения снежного покрова ^{137}Cs напротив увеличилась по сравнению с 2015 г. в 1,4 раза. Наибольшие плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (17,4 Бк/м²) и ^{137}Cs (13,7 Бк/м²) были зарегистрированы в районе п.п. Новогорный и Новая Теча соответственно, превышая среднее значение по зоне наблюдения в 3,7 и 8,6 раз.

По данным (табл. 3.11.15), в 2016 г. удельная $\Sigma\beta$ в пробах растительности (380 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ПО «Маяк» уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом, удельная активность ^{137}Cs (2,2 Бк/кг) увеличилась в 1,5 раза по сравнению с 2015 г. Наибольшая удельная $\Sigma\beta$ растительности (601 Бк/кг) наблюдалась в г. Кыштым, а ^{137}Cs (8,7 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 1,6 и 4 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2016 г. также проводила отбор проб растительности в зоне влияния предприятия (табл. 3.11.16). В соответствии с результатами анализа содержание радионуклидов ^{90}Sr увеличилось по сравнению с предыдущим годом в 2 раза, ^{137}Cs – в 3-7 раз, и изменялось в диапазоне 36–320 Бк/кг и 6–380 Бк/кг соответственно. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs наблюдалась в с. Булзи, а ^{90}Sr – в п. Худайбердинский.

В населенных пунктах зоны влияния ЦЗЛ ПО «Маяк» регулярно проводится контроль уровней радиоактивного загрязнения производимой в частном секторе сельскохозяйственной продукции (молоко, картофель), результаты которого представлены в табл. 3.11.17. Из приведенных в этой таблице данных 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

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	
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.
г. Озерск	270	127	51	22
г. Озерск, пост № 2	-	100	100	20
п. Новогорный	-	144	36	47
п. Метлино	200	30	180	42
г. Касли	150	36	46	30
п. Красный партизан	94	78	210	47
п. Б. Куяш	31	25	54	20
д. Т. Караболка	-	50	170	45
п. Башакуль	200	80	240	16
с. Калининское	110	23	58	56
п. Худайбердинский	320	106	38	20
п. Аргаяш	81	31	40	52
г. Кыштым	-	143	-	20
п. Слюдорудник	83	23	75	23
Среднее по зоне наблюдения	154	71	100	33
с. Багаряк (ВУРС)	56	29	6	20
с. Булзи (ВУРС)	100	42	360	50
с. Муслумово (р. Теча)	36	21	33	15
с. Щелкун (ВУРС)	100	40	34	21
п. Кунашак (след 1967 г.)	-	46	380	16
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	73	36	163	24
г. В. Уфалей	-	21	250	30
Глобальный уровень	2,0		8,0	

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Таблица 3.11.17

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2016 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Молоко		Картофель	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
п. Метлино	0,1	0,2	0,04	0,05
п. Новогорный	0,2	0,3	0,05	0,3
г. Озерск (пост № 2)	0,3	0,2	0,03	0,1
г. Касли	0,1	0,1	0,1	5,3
п. Красный партизан	0,8	0,1	0,1	0,1
п. Б. Куяш	0,1	0,1	0,1	0,05
д. Т. Караболка	0,2	0,1	0,03	0,3
с. Сарыкульмяк	1,4	0,8	-	-
п. Башакуль	0,2	0,1	0,03	9,2
п. Худайбердинск	0,2	0,1	0,1	4,7
г. Кыштым	1,0	0,1	0,04	0,2
СанПиН-01 [4]	100	25	120	40

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г., по данным Уральского УГМС, находились в пределах 0,09–0,11 мкЗв/ч (при среднем значении 0,10 мкЗв/ч) и были на уровне данных за последние несколько лет и естественного γ -фона для Уральского региона. По данным ЦЗЛ среднегодовые значения МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовали уровню естественного γ -фона,

изменяясь в диапазоне 0,09–0,18 мкЗв/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2016 г. составляла 0,10–0,14 мЗв/год.

Подводя итоги, можно сказать, что в 2016 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной. Содержание ^{90}Sr в воде исследуемых рек осталось на уровне 2015 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 1,3 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 превышало фоновые уровни. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы п. Новогорный была ниже в 2,4 раза, чем в 2015 г., но в 15,6 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 ПО «Маяк» (4,4 Бк/м²·год) в 2,7 раза выше, чем в среднем по Уральскому региону (1,6 Бк/м²·год).

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в 100-км зоне ПО «Маяк» (4,5 Бк/м²·год) в 22,5 раза выше, чем в среднем по Уральскому региону (0,2 Бк/м²·год).

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. 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».

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. 18 декабря 2015 года государственной комиссией подписан акт о завершении строительства на территории ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат» «сухого» хранилища для приёма ОЯТ реакторов РБМК-1000 и ВВЭР-1000. 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. Ввод в эксплуатацию опытно-демонстрационного центра планируется осуществить в 2018 году. На его базе, а затем и на инновационном заводе РТ-2, который построят с учётом опыта опытно-демонстрационного центра, всё ОЯТ из «мокрого» хранилища будет переработано. Производительность построенного современного радиохимического завода составит до 1,5 тыс. тонн в год. Сроки - 2025-2030 годы. 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 2016 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

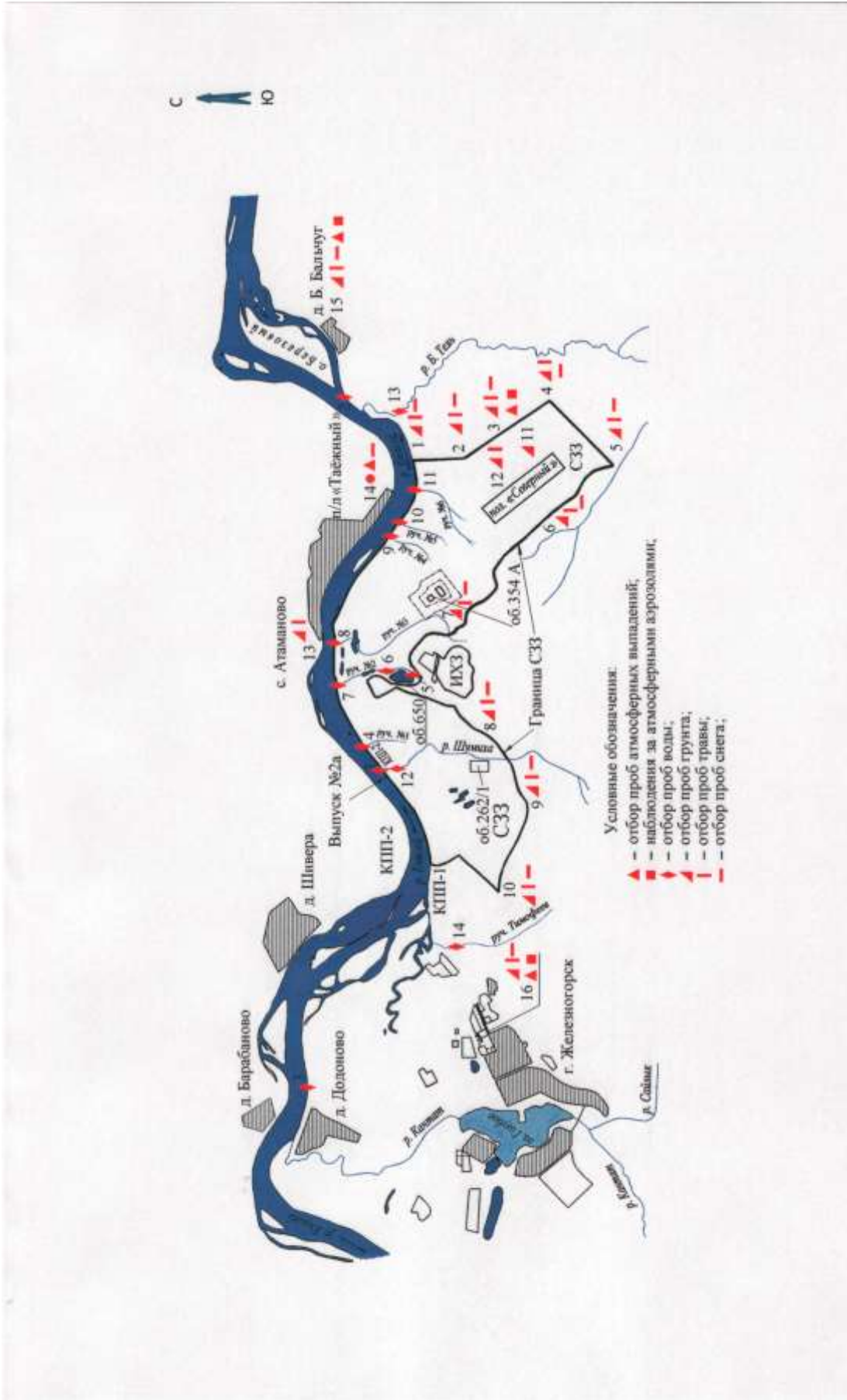


Рис. 3.12.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются многоступенчатой очистке на очистных сооружениях комбината. По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2016 г. годовые выбросы в атмосферу радионуклидов на ГХК 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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
⁶⁰ Co	2,62·10 ¹²	2,42·10 ⁷	1,76·10 ⁷	+0,66·10 ⁷
⁹⁰ Sr	2,65·10 ¹²	1,38·10 ⁸	1,11·10 ⁸	+0,27·10 ⁸
⁹⁵ Nb	3,02·10 ¹²	-	-	-
⁹⁵ Zr	3,38·10 ¹¹	-	-	-
¹⁰⁶ Ru	1,26·10 ¹²	2,19·10 ⁶	1,19·10 ⁷	-0,97·10 ⁷
¹³⁴ Cs	1,91·10 ¹¹	-	-	-
¹³⁷ Cs	3,51·10 ¹²	1,78·10 ⁷	8,74·10 ⁷	-6,96·10 ⁷
¹⁴⁴ Ce	6,88·10 ¹²	4,78·10 ⁶	1,46·10 ⁷	-0,98·10 ⁶
²³⁹ Pu	5,38·10 ¹¹	2,78·10 ⁷	2,09·10 ⁷	+0,69·10 ⁷

Примечание: - - радионуклиды не обнаружены.

Зона наблюдения комбината состоит из территории радиусом 30 км вокруг места расположения основного источника выбросов (объект 262/1, см. рис. 3.12.1) и до 2000 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.

Величины сбросов радионуклидов в р. Енисей в 2016 г., представленные в табл. 3.12.2, остались примерно на уровне 2015 г. и не превышали установленных нормативов. В 2016 г. в сбросах не были зарегистрированы ³H, ¹³⁴Cs, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Ce, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu. Как видно из приведенной ниже таблицы, основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК. В 2016 г. Радиоэкологическим 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 трех стационарных пунктах контроля, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с

учетом розы ветров, еще 6 пунктов расположены на промплощадке ГХК. Аэрозоли улавливали на аналитические фильтры из ткани ФПП 151,7 с помощью ВФУ производительностью около 300 м³/ч;

– радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, и в пунктах мониторинга 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 мониторинга 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;

– 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 возле речного вокзала г.Красноярска;

– мощность эквивалентной дозы внешнего γ -излучения во время маршрутных обследований, а также с помощью системы АСМРО 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).

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 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
³ H	2,05·10 ¹⁵	-	-	-
⁶⁰ Co	2,95·10 ¹²	4,07·10 ⁸	3,29·10 ⁸	+0,78·10 ⁸
⁹⁰ Sr	1,31·10 ¹²	5,86·10 ⁹	5,55·10 ⁹	+0,31·10 ⁹
¹⁰⁶ Ru	4,38·10 ¹²	-	-	-
¹³⁴ Cs	7,07·10 ¹¹	-	-	-
¹³⁷ Cs	2,90·10 ¹¹	4,44·10 ⁹	4,48·10 ⁹	-0,04·10 ⁹
¹⁴⁴ Ce	6,81·10 ¹²	-	-	-
¹⁵² Eu	1,17·10 ¹³	-	-	-
¹⁵⁴ Eu	1,19·10 ¹³	-	-	-
²³⁹ Pu	1,97·10 ⁹	1,15·10 ⁸	5,38·10 ⁷	+6,12·10 ⁷

Примечание: - – радионуклиды не обнаружены.

Суммарная β -активность проб природной среды измерялась на универсальных радиометрах РУБ-01П, альфа-бета-радиометрах УМФ-2000; гамма-спектрометрический анализ - на спектрометре гамма-излучения на основе детектора из особо чистого германия GCD-30185 и сцинтилляционном гамма-спектрометре «Гамма-1С». Содержание γ -излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом γ -спектрометре. Содержание ²³⁹⁺²⁴⁰Pu и ⁹⁰Sr определялось радиохимическими методами.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС. В 2016 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;

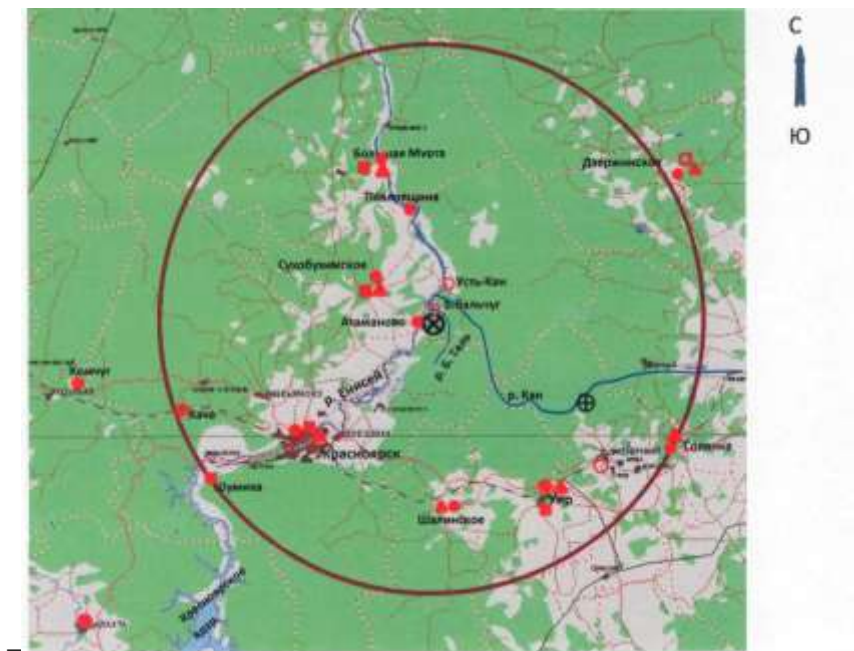


Рис. 3.12.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

- ⊗ – ГХК;
- ⊕ – ЭХЗ;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – планируемые наблюдения.

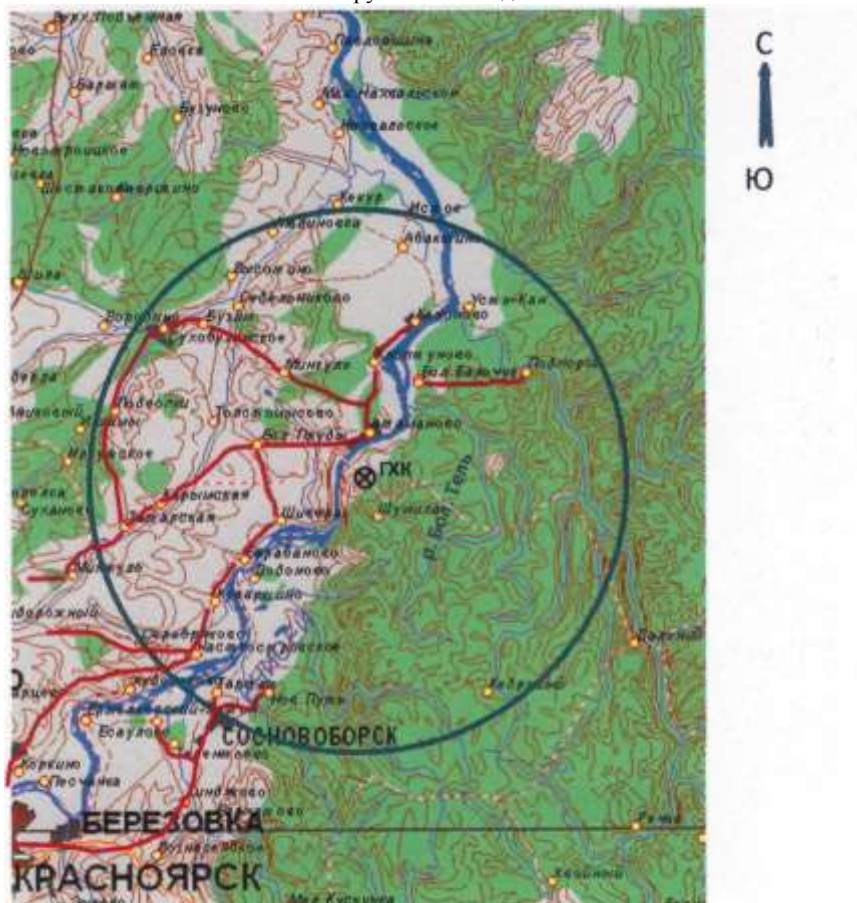


Рис. 3.12.3. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

- 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 (8 раза в сутки) и двух гидропостах (2 раза в сутки), а также при проведении маршрутной γ -съемки по пяти маршрутам.

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. В пункте г. Железногорск в период с января по август 2016 года недельные пробы накапливались за месяц и обрабатывались как одна, месячная проба.

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 2016 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра (рис. 3.12.1) и Среднесибирского УГМС (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. Красноярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобужим- ское	67 км на ССЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр
Январь	с	170	140	-	23	20	13
	м	250	140	-	81	35	53
Февраль	с	61	120	-	20	13	8
	м	110	120	-	45	69	22
Март	с	32	54	-	11	9	5
	м	46	54	-	20	21	16
Апрель	с	27	25	-	17	11	15
	м	38	25	-	48	22	56
Май	с	36	31	-	18	15	10
	м	51	31	-	52	46	24
Июнь	с	37	34	-	29	23	14
	м	46	34	-	154	43	37
Июль	с	47	41	-	18	18	11
	м	56	41	-	34	35	26
Август	с	44	37	-	22	13	8
	м	53	37	-	62	21	24
Сентябрь	с	46	41	12	56	24	14
	м	69	68	26	106	61	34
Октябрь	с	38	59	7	17	36	6
	м	58	100	13	48	112	15
Ноябрь	с	190	130	12	20	90	12
	м	240	180	50	114	235	30
Декабрь	с	55	46	9	16	41	9
	м	92	78	22	39	167	20
Среднее:							
	2016 г.	65	63	10	22	26	10
	2015 г.	57	55	52	17	17	9

Примечание: -- нет данных

Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдений в зоне наблюдения СЗЗ и ЗН комбината в 2016 г. были незначительно выше уровня 2015 г. По данным оперативного контроля радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в 100-км зоне комбината в 2016 году были зарегистрированы 11 случаев более, чем пятикратного превышения концентрации суммы бета-активных радионуклидов над средними уровнями на станциях наблюдения. Наиболее высокое

значение концентрации суммы бета-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на станции Большая Мурта 13-14 ноября 2016 года ($235,3 \text{ Бк/м}^3$). Объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по территории Среднесибирского федерального округа ($15,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$) в 4,6 и 4,4 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 $3 \cdot 10^{-5}$ до $90 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдений за пределами СЗЗ и ЗН комбината в 2016 г. были незначительно выше уровня 2015 г. (кроме пункта Красноярск опытное поле, где наблюдалось уменьшение в 5 раз). Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ было примерно на том же уровне что и средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ по территории Сибирского федерального округа.

В 2016 г. в 100-км зоне ГХК ни в одном из пунктов мониторинга не было зафиксировано случаев экстремально - высокого радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений (значения плотности выпадений в суточных пробах, превышающие критическую величину $110 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$; значения концентрации этих выпадений в приземной атмосфере, превышающие величину $3700 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим 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. Из табл. 3.12.4 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность радионуклидов, как и в прошлом году, была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, за исключением ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе ЗН СЗЗ была в 1,2 и 1,4 раза ниже 2015 г. соответственно. При этом содержание ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объемную активность ^{137}Cs ($3 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$): в СЗЗ – в 11 раз, в ЗН – в 2,4 раза. Объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в СЗЗ увеличилась в 3,3 раза, в ЗН в 1,5 раза и была на три порядка ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [1].

Таблица 3.12.4

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Радиоэкологического центра ГХК)

Радионуклид	Размещение пунктов мониторинга относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 3.12.1)				ДОА _{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		
	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	
^{60}Co	< 10	<10	< 10	< 10	11
^{90}Sr	< 200	<200	< 200	<200	2,7
^{95}Zr	< 10	<10	< 10	< 10	23
^{106}Ru	< 30	< 10	< 30	< 10	4,4
^{137}Cs	34	47	7,4	8,3	27
^{144}Ce	< 50	<30	< 50	<30	3,3
$^{239+240}\text{Pu}$	2,7	0,8	2	1,3	$2,5 \cdot 10^{-3}$
^{241}Am	< 10	-	< 1	-	0,0029
$\Sigma\beta$	6300	4400	6300	5500	-

-- нет данных

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 в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг ГХК в 2010–2016 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	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
	2014	4,8	4,1	5,3	2,8	4,3	3,1
	2015	2,8	4,7	2,8	2,0	3,1	2,2
	2016	2,7	2,8	4,6	1,3	2,5	3,0
Красноярск (опытное поле)	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
	2014	1,4	1,5	5,1	0,6	2,2	3,1
	2015	н	2,1	н	н	-	2,2
	2016	н	н	н	2,3	1,8	3,0
Сухобузимское	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
	2014	3,7	5,8	3,9	2,5	4,0	3,1
	2015	2,4	4,9	4,5	1,8	3,4	2,2
	2016	1,3	2,2	5,0	0,5	2,3	3,0
Уяр	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
	2014	1,8	2,8	2,1	1,6	2,1	3,1
	2015	1,3	1,4	1,7	1,4	1,4	2,2
	2016	н	1,1	2,3	н	1,4	3,0

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

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, существенно не меняется. 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 2016 г. среднегодовые объемные активности радионуклида снизились по сравнению с 2015 г в п. Большая Мурта – в 1,2 раза, в Сухобузимское в 1,5 раза, в п. Уяр – остались на уровне предыдущего года.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в пунктах наблюдения не превышали средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Самая высокая среднеквартальная объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в пробах, отобранных в III квартале в п. Б.Мурта ($5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), максимальная среднегодовая объемная активность ^{137}Cs также наблюдалась также в п. Б.Мурта ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Указанные величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99/2009 ($\text{ДОО}_{\text{НАС.}} = 27 \text{ Бк/м}^3$).

Радиоактивные выпадения

В 2016 г. Радиоэкологическим центром ГХК осуществлялся мониторинг величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах мониторинга 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, в 2015 г. $\Sigma\beta$ выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2014 г. и ни в одном из пунктов контроля не было зафиксировано случаев экстремально высокого радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений (значения плотности выпадений в суточных пробах, превышающие критическую величину 110 Бк/м²·сутки; значения концентрации этих выпадений в приземной атмосфере, превышающие величину 3700·10⁻⁵ Бк/м³). Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2015 г. наблюдались в п. Уяр и ОГМС Солянка и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ¹³⁷Cs. В 2016 г. выпадения ¹³⁷Cs в СЗЗ, ЗН осталось практически неизменными а в фоновых точках (п. Емельяново, д. Крутая) уменьшилось относительно 2015 г. в 1,3-1,7 раза. Выпадения ¹³⁷Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках (д.Крутая - 0,7 Бк/м² и п.Емельяново - 1,5 Бк/м²).

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2016 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 3.12.1. Среднемесячные 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 2016 г. средняя по 100-км зоне ГХК $\Sigma\beta$ выпадений осталась на уровне 2015 г. и была в 1,2 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,7–1,0 Бк/м²·сутки.

Таблица 3.12.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2016 г., Бк/м²·сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.	
Большая Мурта	с	0,9	1,4	0,8	0,9	0,8	0,5	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8
	м	3,1	4,5	5,7	2,3	2,4	1,6	2,6	2,2	1,6	2,6	1,7	3,3		
Дзержинское	с	1,1	0,8	0,9	1,1	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8
	м	3,6	2,5	1,6	3,6	2,0	1,9	4,2	5,2	2,3	6,4	2,0	1,6		
Красноярск (опытное поле)	с	0,5	0,9	0,5	0,8	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8
	м	1,2	3,1	1,6	2,0	1,8	2,0	1,6	1,6	2,2	1,5	3,1	3,8		
Солянка	с	0,9	0,8	0,7	1,0	0,9	0,8	0,8	1,2	1,5	0,7	1,2	1,1	1,0	0,9
	м	2,2	2,1	1,4	2,9	3,4	2,1	2,7	3,3	5,7	1,6	2,7	3,0		
Сухобузимское	с	0,8	0,9	1,2	0,9	0,8	0,7	0,9	0,7	1,0	1,0	0,8	1,2	0,9	0,9
	м	2,2	3,4	5,0	2,6	2,0	2,4	3,7	2,0	2,3	4,0	2,6	3,0		
Уяр	с	1,2	0,8	0,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,9	0,9	0,9	1,4	1,5	0,9	1,0
	м	2,8	2,1	1,5	1,9	2,0	2,3	1,9	3,8	2,2	3,1	3,1	3,5		
Шалинское	с	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	0,7	0,7	1,1	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9
	м	5,2	4,6	2,4	1,8	2,2	2,1	194	2,7	3,4	2,9	2,2	2,7		
Среднее по 100-км зоне:	2016 г.	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	1,1	1,0	0,9	0,9
	2015 г.	0,9	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	1,1		

Почва, растительность

Отбор проб почвы для мониторинга ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2016 г. производился Радиозоологическим центром ГХК с помощью специального керн с фиксированной площадью отбора. На каждом исследуемом участке 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.

Мониторинг 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 ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 3.12.7 видно, что плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2016 г. составляла от 1 до 3 кБк/м². Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,1 кБк/м². Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от 0,5 до 1,9 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках 0,5 – 0,55 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 2016 г. Среднесибирским УГМС пробы почвы не отбирались (отбор и анализ проб почвы при нормальной работе РОО и отсутствии аварий осуществляется 1 раз в 5 лет, согласно приказа Росгидромета №156 от 31.10.2000г).

Таблица 3.12.7

**Содержание ^{137}Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2016 г.
(данные Радиозоологического 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	26 ± 3	1,3 ± 0,3	1,7 ± 0,3	0,34 ± 0,08	10 ± 2
9 км на северо-восток, т. 2	56 ± 6	<0,5	3,0 ± 0,4	<0,1	10 ± 2
10 км на северо-восток, т. 3	28 ± 4	<0,5	1,7 ± 0,2	<0,1	11 ± 2
11 км на северо-восток, т. 4	18 ± 2	1,5 ± 0,3	1,2 ± 0,1	0,32 ± 0,06	11 ± 2
10,5 км на северо-восток, т. 5	18 ± 3	0,79 ± 0,13	1,1 ± 0,2	0,15 ± 0,03	8 ± 2
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	16 ± 2	0,68 ± 0,16	1,2 ± 0,2	0,16 ± 0,04	10 ± 2
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	48 ± 6	1,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	0,34 ± 0,09	13 ± 3
1 км на северо-восток, т. 8	10 ± 2	1,5 ± 0,3	1,0 ± 0,1	0,16 ± 0,03	10 ± 2
3 км на юг, т. 9	26 ± 3	0,61 ± 0,10	1,3 ± 0,2	0,19 ± 0,03	11 ± 2
4 км на юго-запад, т. 10	19 ± 3	1,1 ± 0,2	1,3 ± 0,2	0,13 ± 0,02	10 ± 2
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	36 ± 4	0,90 ± 0,26	1,1 ± 0,1	0,11 ± 0,03	9 ± 2
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	33 ± 5	1,9 ± 0,3	1,7 ± 0,3	0,32 ± 0,06	10 ± 2
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	20 ± 3	< 0,5	1,4 ± 0,2	< 0,1	11 ± 2
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	14 ± 2	< 0,5	1,1 ± 0,1	< 0,1	8 ± 2
73 км на запад, д. Крутая	18 ± 2	0,55 ± 0,12	1,1 ± 0,1	0,13 ± 0,03	8 ± 2

Снежный покров

В период с 11 февраля по 11 марта 2015 года были отобраны 13 проб снега возле населённых пунктов: Мингуль, Толстомысово, Атаманово, Хлоптуново, 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 пробы снега, отобранной возле д. Кононово (909 Бк/м³). В 2016 г. содержание ¹³⁷Cs во всех пунктах пробоотбора кроме с. Атаманово было ниже предела измерения (табл. 3.12.8). В с. Атаманово содержание ¹³⁷Cs в талой воде было 6 мБк/л, плотность загрязнения снежного покрова 0,28 Бк/м².

Таблица 3.12.8

**Содержание Σβ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2016 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения снежного покрова, Бк/м ²	
		Σβ, Бк/л	¹³⁷ Cs, мБк/л	Σβ	¹³⁷ Cs
Атаманово	11.02	0,69	6	51,5	0,28
Барабаново	17.02	0,24	нпи	13,2	нпи
Большой Бальчуг	17.03	0,38	нпи	34,43	нпи
Большие Пруды	17.02	0,25	нпи	8,8	нпи
Додоново	17.03	0,24	нпи	14,6	нпи
Кононово	11.02	0,91	нпи	65,2	нпи
Мингуль	11.02	0,69	нпи	51,5	нпи
Новый Путь	03.03	0,24	нпи	14,9	нпи
Тартат	03.03	0,69	нпи	47,0	нпи
Толстомысово	25.02	0,57	нпи	61,6	нпи
Хлоптуново	11.02	0,26	нпи	12,0	нпи
Шивера	17.02	0,40	нпи	22,0	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	06.03	0,23	0,007	17,3	0,3

Примечание: нпи – ниже предела измерения

Также отбор проб снега в 2016 году производился в одной точке на границе СЗЗ и в одной точке ЗН. Общая бета-активность проб снежного покрова и содержание ¹³⁷Cs приведена в таблицах 3.12.9 и 3.12.10.

Таблица 3.12.9

Общая бета-активность в снежном покрове в 2016 году

№ п/п	Место отбора проб	Общая бета-активность
		Бк/м ²
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	10 км на северо-восток от источника выбросов (З СЗЗ)	22±4
Зона наблюдения (ЗН)		
2	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	14±3

Таблица 3.12.10

Содержание цезия-137 в снежном покрове в 2016 году

№ п/п	Место отбора проб	Цезий-137
		Бк/м ²
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	10 км на северо-восток от источника выбросов (З СЗЗ)	<0,3
Зона наблюдения (ЗН)		
2	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	<0,2

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозэкологическим 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.

Из табл. 3.12.11 видно, что основной вклад в объемную активность воды вносили ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$. По сравнению с 2015 г. содержание ^{90}Sr в воде в 10 км ниже сброса осталось на прежнем уровне. Концентрации всех обнаруженных радионуклидов на три – семь порядков ниже УВ по НРБ-99/2009.

В 2016 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 отбирались ежемесячно с мая по октябрь и высылались в ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун» на γ -спектрометрический анализ. Содержание ^{137}Cs в данном пункте в среднем было $<0,00024$ 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 2016 г., по данным Западно-Сибирского УГМС, была в 1,7 раза выше 2015 г. (3,3 мБк/л) и составила 5,6 мБк/л, что находится на уровне средней объемной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (4,8 мБк/л). В 2016 г. среднегодовая объемная активность ^3H в пробах воды, по данным ИПМ ФГБУ «НПО «Гайфун», составляла 1,8 Бк/л, что одинаково с 2015 г. (1,8 Бк/л).

Таблица 3.12.11

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2016 г., Бк/л
(данные Радиозэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [3]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б. Бальчуг), т. 2	
^{60}Co	$<0,002$	$<0,002$	40
^{90}Sr	$0,004\pm 0,001$	$0,002\pm 0,0005$	4,9
^{137}Cs	$<0,002$	$<0,002$	11
^{152}Eu	$<0,01$	$<0,01$	98
$^{239+240}\text{Pu}$	$0,002\pm 0,0002$	$0,0009\pm 0,00014$	0,55

Примечание: фоновые объемные активности в 2016 г. для ^{90}Sr – 2,4 мБк/л, для ^{137}Cs – <2 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново)

В период с 24 апреля по 17 июня 2015 года были отобраны 9 проб воды (табл. 3.12.12). Вода отбиралась в реках возле населённых пунктов, где возможно обнаружение радионуклидов техногенного характера (Атаманово, Большой Бальчуг, Усть-Кан, Додоново, Кононово, Хлопуново, 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 (населённые пункты Усть-Кан и Большой Бальчуг). Концентрация суммы бета-радиоактивных продуктов в этих пробах составила 0,86 Бк/л и 1,1 Бк/л, соответственно. В пробах воды, отобранных в р.Енисей возле д. Усть-Кан обнаружен ^{137}Cs , концентрация которого составила 0,006 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 2015 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 2015 г.
(данные Среднесибирского УГМС)

Пункт мониторинга	Дата отбора	МЭД, мкЗв/ч на высоте		Объемная $\Sigma\beta$, Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, с. Кононово	20.04	0,10	0,08	0,4 (0,8)
р. Енисей, д. Павловщина	20.04	0,12	0,10	0,53 (1,36)
р. Енисей, с. Атаманово	20.04	0,12	0,11	0,68 (0,58)
р. Енисей, д. Хлоптуново	20.04	0,12	0,13	0,45 (0,48)
р. Кан, п. Усть-Кан	21.06	-	-	1,42 (0,69)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	17.06	0,12	0,12	0,86 (0,44)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	17.06	0,14	0,16	1,10 (0,65)
р. Енисей, д. Додоново	17.06	0,15	0,14	0,36 (0,39)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	19.05	0,11	0,09	0,43 (0,31)

Примечания: в скобках приведены данные за 2015 г.;
- - измерения не проводились.

Таблица 3.12.13

Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2016 г., Бк/л
(данные Радиоэкологического центра ГХК)

Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239+240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
ручей № 1, устье, т. 4	0,003	<0,007	<0,002	<0,001	0,09	<0,20
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,002	0,007	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,002	0,034	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 2, устье, т. 7	0,0035	0,043	<0,002	<0,001	<0,07	<0,20
ручей № 3, устье, т. 8	0,099	0,069	0,012	0,0014	<0,07	<0,220
ручей № 4, устье, т. 9	<0,002	0,0058	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 5, устье, т. 10	0,0058	<0,007	0,0063		<0,07	<0,20
ручей № 6, устье, т. 11	0,005	<0,007	<0,002	<0,001	<0,007	<0,20
р. Шумиха, устье, т. 12	0,012	0,092	<0,002	<0,001	<0,007	<0,20
р. Б. Тель, т. 13	<0,002	0,01				<0,20
ручей Тимофеев, устье, т. 14				<0,001		
УВ по НРБ-99/2009 [3]	11	4,9	40	0,55	0,2	1

Из табл. 3.12.13 видно, что в 2016 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. Максимальная объемная активность ^{90}Sr (0,069 Бк/л) имели место в ручье № 3 (т.8); ^{137}Cs (0,099 Бк/л) – в ручье № 3, однако они были соответственно в 71 и 111 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [3]. Максимальное содержание ^{137}Cs в пробах воды на порядок превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Мониторинг радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСМРО. По данным Радиоэкологического центра ГХК, в 2016 г. среднегодовое значение МЭД составило 0,10 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 Среднесибирским УГМС. Значения МЭД в 2015 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, не превышали 0,19 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 2016 г. оставалась стабильной. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности, измеряемая в пунктах мониторинга 100-км зоны комбината, в основном соответствовала естественному γ -фону. Однако в воздухе приземного слоя атмосферы ЗН ГХК 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 30-км зоне. Содержание ^{137}Cs 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 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 мониторинга.

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 [22].

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. Чернильшиково. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населенных пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к СЗЗ СХК [22].

Производственная деятельность СХК сопровождается образованием низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. На территории комбината расположены 50 хранилищ жидких (ЖРО) и твердых радиоактивных отходов (РАО), являющихся потенциально опасными. Суммарная активность отходов, хранящихся в них, оценивается в 125 млн. Кюри. Большую опасность представляет хранение на территории комбината отвального гексафторида урана, в том числе и тех нескольких сотен тонн, которые получены при переработке и обогащении частично очищенного отработанного топлива зарубежных АЭС по договору с французской фирмой “КОЖЕМА”. Подробное описание обращения с радиоактивными отходами на СХК приведено в [22].

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 [24], относятся к третьему уровню по Международной шкале оценки событий на атомных станциях и классифицируются как серьезные нарушения. В 2016 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. Второй проект – создание опытно-демонстрационного комплекса с реактором БРЕСТ-300 и пристанционным ядерным топливным циклом. Необходимо отметить, что, с учетом этих планов дальнейшего развития СХК, вероятность радиоактивного загрязнения как плановыми, так и аварийными выбросами территории Томской области в ближайшем будущем по всей вероятности сохраняется.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят: ^{90}Sr , α -, β -активные радионуклиды. В 2016 г. выбросы $\Sigma\alpha$ остались практически на уровне 2015 г.; $\Sigma\beta$ – уменьшились почти в 1,2 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 накоплению радионуклидов в донных отложениях и почве затопляемой поймы.

Таблица 3.13.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		2016 г.	2015 г.	
^{90}Sr	$5,18 \cdot 10^9$	-	$1,11 \cdot 10^8$	-
$\Sigma\alpha$	$6,81 \cdot 10^9$	$3,06 \cdot 10^9$	$2,95 \cdot 10^9$	$+0,11 \cdot 10^9$
$\Sigma\beta$	$6,88 \cdot 10^{11}$	$4,23 \cdot 10^9$	$5,02 \cdot 10^9$	$-0,79 \cdot 10^9$

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

В связи с остановкой в 2008 г. последних реакторов техногенные радионуклиды в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, в 2016 г., как и в 2015 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 мониторинга: 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 2016 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;

– содержание β - и γ -излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоемов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в этой зоне СХК измерялась суммарная бета-активность снега;

– мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности измерялась в 2016 г. в 100 км зоне влияния РОО СХК на 5 станциях СНЛК, четырех стационарных ПНЗ в г. Томске, на посту в д. Козюлино и 21 посту автоматического мониторинга (далее АПМ) автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (далее - АСМРО) Томской области, а также на 7 станциях за 100 км зоной влияния РОО 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 АСМРО.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 100 км зоне наблюдения СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере осуществлялся на станции М-П Томск, запущенной в эксплуатацию с 1 августа 2015 года. 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.

В пробах радиоактивных аэрозолей, отобранных в 2016 г. в г. Томск в 100 км зоне наблюдения СХК, среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ составила $13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Томск, равная $77,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в пробе, экспонированной 12-13 января 2016 г. Максимальная среднемесячная концентрация $32,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в декабре 2016 г. Полугодовая концентрация стронция-90 в пробах аэрозолей в г. Томск по результатам первого полугодия 2016 г. составила $0,031 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая концентрация цезия-137 в пробах аэрозолей в г. Томск за 2016 г., составила $0,015 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное количество ¹³⁷Cs ($0,041 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в приземной атмосфере г. Томск наблюдалось в третьем квартале 2016 г.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево в 2016 г. приведены в табл. 3.13.2а.

Таблица 3.13.2 а

Радиоактивное загрязнение проб аэрозолей М-П Томск в 2016 г., 10^{-5} Бк/м³

Вид загрязнения	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$\Sigma\beta$	13,7	10,0	8,2	9,6	11,2	12,8	7,7	15,9	9,1	11,8	-	32,9	13,0
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
<u>Стронций-90</u>	0,031						...						0,031
Цезий-137	0,018			н			0,041			н			0,015
Бериллий-7	351,1			468,8			411,6			215,3			361,7
Калий-40	0,719			2,750			1,828			н			1,324

Примечание: ... - проба в работе;
н- ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.13.2б видно, что среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$, равная $4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, была практически на уровне 2015 г., равного $4,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Колпашево, равная $32,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в пробе, экспонированной в ноябре 2016 г., была в 1,4 раза больше, чем в декабре 2015 г. ($24,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ - $13,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в ноябре 2016 г. и была в 1,9 раза больше максимальной среднемесячной концентрации $\Sigma\beta$ в июне 2015 г. ($7,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Полугодовая концентрация стронция-90 в пробах аэрозолей в г. Колпашево по результатам первого полугодия 2016г. составила $0,005 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ оказалась чуть выше, чем в 2015 г.

($0,004 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая концентрация цезия-137 в пробах аэрозолей в г. Колпашево по результатам 2016 г., равная $0,029 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, повысилась в 14,5 раз в сравнении со средней концентрацией ¹³⁷Cs за 2015 г. ($0,002 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальное количество ¹³⁷Cs ($0,107 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в приземной атмосфере наблюдалось в г. Колпашево во втором квартале 2016 г. Необходимо также отметить, что концентрация техногенных радионуклидов в воздухе было на порядки меньше, чем концентрация природных радионуклидов (⁷Be, ⁴⁰K).

Таблица 3.13.2 б

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2010-2016 г., 10^{-5} Бк/м³

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$\Sigma\beta, 10^{-5}$													
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
2014	3	3	4	4	4	5	3	4	3	4	4	5	4
2015	5	4	5	6	3	7	4	5	5	5	3	3	4
2016	13,7	10,0	8,2	9,6	11,2	12,8	7,7	15,9	9,1	11,8	-	32,9	13,0
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
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
2014	0,3			0,3			0,7			0,3			0,4
2015	0,3			0,2			0,6			-			0,4
2016	0,005									...			
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
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
2014	н			2,9			н			н			1,5
2015	н			н			н			0,9			0,9
2016	н			1,07			1,1			н			1,1
$^7\text{Be}, 10^{-5}$													
2015	93,3			138,7			125,3			67,3			106,2
2016	91,1			97,1			102,4			54,5			86,3
$^{40}\text{K}, 10^{-5}$													
2015	н			0,247			0,468			0,205			0,230
2016	н			н			0,405			н			0,101

Примечания: ... – проба в работе, - – нет данных;
н – ниже предела обнаружения.

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 [23].

Из табл. 3.13.3 видно, что в 2016 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 2016 г. были на уровне значений 2015 г., и находились в пределах средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений по территории Западной Сибири (1,1 Бк/м²·сутки).

Таблица 3.13.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в районе размещения СХК в 2016 г., Бк/м²·сутки

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016 г.	2015 г.	
В 30-км зоне															
М-П (Томск)	с	1,1	1,2	1,3	1,4	0,9	1,3	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	0,9	1,1	1,2
	м	2,0	2,4	2,4	2,7	2,6	2,4	2,6	1,9	2,4	2,5	2,4	2,0	2,7	4,3
Козюлино	с	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1
	м	1,9	1,8	2,6	1,9	2,1	2,5	2,1	2,0	1,6	2,8	2,2	1,5	2,8	3,2
Среднее по 30-км зоне:															
	2016 г.	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	
	2015 г.	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,4	1,3	1,0	1,0		1,2
В 100-км зоне															
Болотное*	с	1,10	0,99	1,20	1,10	1,02	1,24	1,01	0,99	0,87	1,11	1,37	1,44	1,12	1,30
	м	1,93	1,94	2,50	3,95	2,17	2,68	2,38	1,98	1,84	3,19	2,68	3,18	3,95	5,31
Кожевниково	с	1,05	1,42	1,06	1,15	0,96	1,05	0,89	0,97	0,87	1,24	1,24	1,15	1,09	1,13
	м	1,96	3,22	2,28	1,93	1,78	2,20	1,60	1,83	1,94	3,11	2,31	2,09	3,22	3,73
Первомайское	с	1,06	1,05	1,38	1,12	1,12	1,21	1,02	0,99	0,86	0,85	1,11	1,10	1,07	1,18
	м	1,88	2,29	2,33	3,43	2,26	4,07	2,03	2,63	2,43	2,45	2,19	3,37	4,1	3,82
Тайга*	с	1,16	1,01	1,01	1,09	1,02	1,08	0,95	1,05	1,02	0,88	1,09	1,00	1,03	1,15
	м	2,50	2,50	2,45	2,31	2,16	2,57	1,63	2,03	2,63	3,37	2,45	2,43	3,37	4,96
Яя*	с	1,09	1,00	1,18	1,07	1,06	1,22	1,04	1,15	1,10	1,06	1,32	1,06	1,11	1,14
	м	2,03	2,21	2,72	2,23	2,42	3,39	2,13	2,15	2,31	3,71	3,06	2,14	3,71	6,03
Среднее по 100-км зоне:															
	2016 г.	1,2	1,1	1,1	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2	1,1	
	2015 г.	1,1	1,3	1,2	1,6	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,0	1,0		1,2
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	1,2	1,2	1,1	1,3	1,0	1,0	1,2	0,9	1,5	1,0	0,9	1,1	1,1	1,2
	м	2,7	2,8	2,6	2,9	2,3	2,4	4,7	2,0	4,0	2,6	1,8	2,7	4,7	3,1
Батурино	с	0,9	1,2	1,2	1,1	0,9	1,2	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2
	м	2,8	2,8	2,1	2,3	1,6	5,3	1,8	2,0	2,5	2,5	2,5	1,9	5,3	4,4
Колпашево	с	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	0,9	1,3	1,0	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2
	м	2,3	2,5	2,6	5,0	2,6	2,0	2,0	2,5	2,2	2,0	2,8	3,1	5,0	5,6
Молчаново	с	1,2	1,1	1,5	1,0	1,2	1,1	1,1	0,9	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	1,3
	м	3,5	2,7	3,28	2,2	4,8	1,8	2,5	2,2	3,8	4,1	3,6	2,5	4,8	5,7
Среднее вне 100-км зон:															
	2016 г.	1,0	1,2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	
	2015 г.	1,1	1,0	1,4	1,5	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,1	1,2		1,3

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

Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе Козюлино в октябре 2016 г. и составила 2,8 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная $\Sigma\beta$ выпадений, равная 4,1 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована на станции Первомайское в июне 2016 г. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений (5,3 Бк/м²·сутки) была зафиксирована на станции Батурино в июне 2016 г.

В 100 км зоне наблюдения СХК на территории Томской области загрязнение выпадений из атмосферы ⁹⁰Sr за первые полгода 2016 г. было ниже более чем в 2 раз (0,17 Бк/м²), по сравнению с 2015 г. (0,40 Бк/м²).

Процесс уменьшения суммарной удельной активности ^{90}Sr в пробах выпадений за первые полгода 2016 г. наблюдался и в 100 км зоне наблюдения СХК на территории Кемеровской области - до $0,38 \text{ Бк/м}^2$, по сравнению с 2015 г. – $0,57 \text{ Бк/м}^2$.

В 12 км зоне наблюдения РОО СХК суммарная удельная активность ^{90}Sr в пробах выпадений за первые полгода 2016 г. уменьшилась в 1,2 раза (до $0,54 \text{ Бк/м}^2$), по сравнению с первым полугодием 2015 г. ($0,85 \text{ Бк/м}^2$).

На территории Новосибирской области в 100 км зоне наблюдения РОО суммарное количество ^{90}Sr в пробах выпадений за первые полгода 2016 г. уменьшилась в 2 раза (до $0,29 \text{ Бк/м}^2$), по сравнению с первым полугодием 2015 г. ($0,59 \text{ Бк/м}^2$).

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2016 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [2]. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 3.13.4), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и ^{137}Cs . Содержание ^{137}Cs в почве распределено неравномерно. В 2016 г. результаты анализа проб почвы показали, что максимальные значения по ^{137}Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения РОО СХК – берег реки Ромашка т. № 1 (см. рис. 3.13.2) – 1020 Бк/кг . В контрольных точках дополнительной сети 12 км зоны наблюдения РОО среднегодовые значения по ^{137}Cs уменьшились в 2,0 раза ($5,1 \text{ Бк/кг}$) по сравнению с 2015 г. – $10,4 \text{ Бк/кг}$. В контрольных точках 30 км зоны наблюдения РОО в 2016 г. среднегодовые значения по ^{137}Cs уменьшились в 1,3 раз до $60,3 \text{ Бк/кг}$, по сравнению с активностью этого радионуклида в 2015 г. – $75,6 \text{ Бк/кг}$. В 30 км зоне наблюдения РОО (станции основной сети Томской области) в прошлом 2015 г. максимальные значения по ^{137}Cs наблюдались в пробе почвы М-II Томск – $4,8 \text{ Бк/кг}$. В 2016 г. на этой станции значения по ^{137}Cs в контрольных точках уменьшились в 1,3 раза – $3,6 \text{ Бк/кг}$. По маршрутному обследованию в ближней зоне наблюдения РОО СХК на всех контрольных точках отбора средние значения загрязнения почвы ^{137}Cs уменьшились в 1,1 раз - с $21,6 \text{ Бк/кг}$ в 2015 г. до $19,9 \text{ Бк/кг}$ - в 2016 г. 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 2016 г.

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
д. Георгиевка	7	9	9,4	10,1	53,0
д. Наумовка	12	11	31,0	26,0	7,3
Спутник	6	10	25,0	21,0	4,4
Зоркальцево	11	8	33,0	26,0	2,8
Козюлино	8	7	22,0	21,0	5,6
Самусь	12	10	14,0	13,0	4,1
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	6	9	25,0	20,0	56,0
Поворот на д. Наумовка	10	10	22,0	16,0	1,2

Отбор проб почвы и донных отложений проводился в СЗЗ СХК в районе р. Ромашка и Чернильщикова протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашка (см. рис. 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 [20]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 3.13.5.

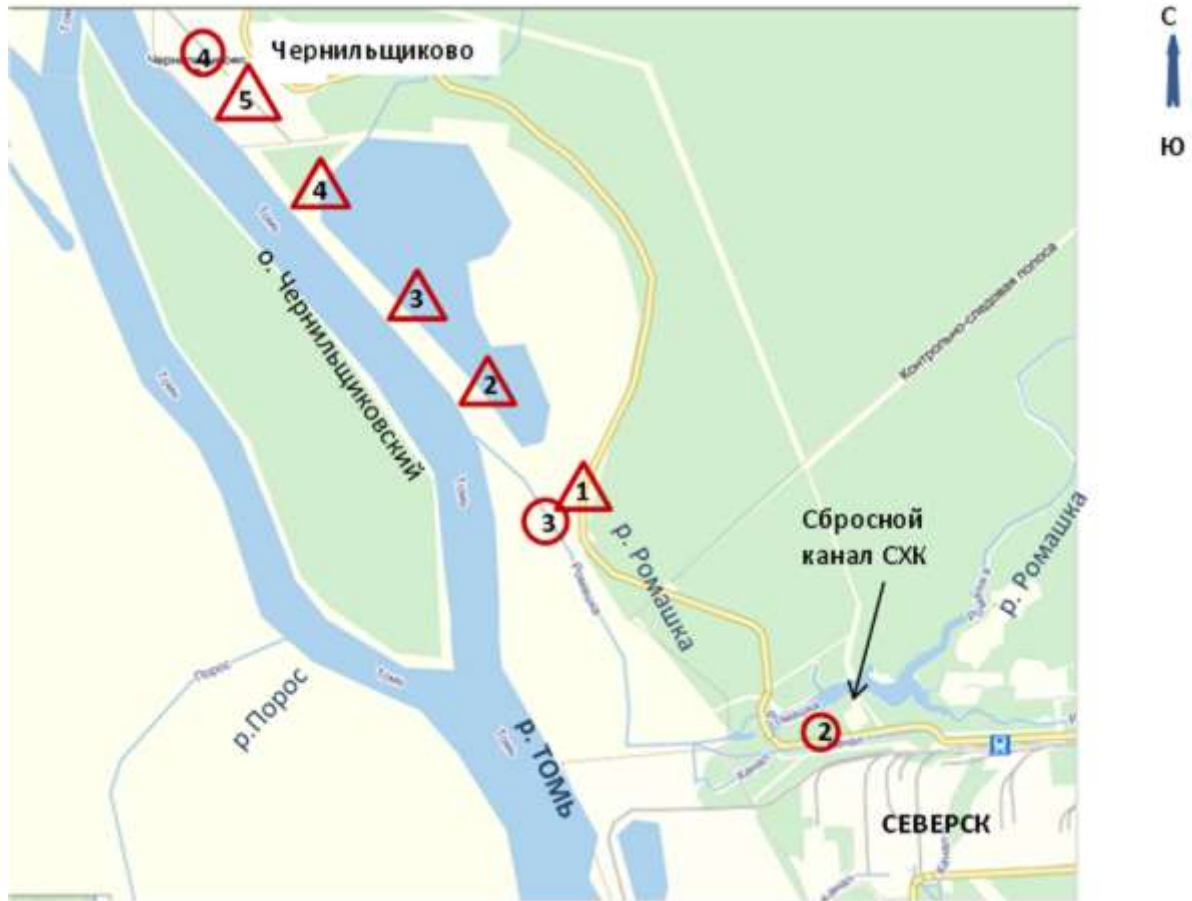


Рис. 3.13.2 Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

- – 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 СЗЗ СХК в 2016 г. (рис. 3.13.2)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Чернильщиковская протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
^{60}Co	-	24	-	3,3
^{137}Cs	1020	33	2,2	21
^{40}K	-	450	-	480
^{226}Ra	29	13	2,2	22
^{232}Th	34	12	20	2,2
^{241}Am	-	540	-	250
МЭД	19	11	10	9
	14	8	9	8

Примечания: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м;
 - - нет данных

Из таблицы видно, что в 2016 г. в поверхностном слое донных отложений, наряду с естественными радионуклидами, присутствуют, как и в предыдущие годы, долгоживущие γ -излучающие радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в составе глобального фона: ^{60}Co , ^{137}Cs . Однако в отличие от предыдущих лет в почве и донных отложениях уже не наблюдаются короткоживущие радионуклиды, такие как ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{103}Ru , 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 2016 г., как и в 2015 г., результаты анализа проб

почвы показали, что максимальные значения по ^{137}Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения СХК – в пойме р. Ромашка – 1020 Бк/кг (в т. № 1 на берегу р. Ромашка). Это больше, чем значение наблюдаемое в 2015 г. (560 Бк/кг). Максимальные значения проб донных отложений по ^{137}Cs наблюдались в пробах контрольной точки № 1 р. Ромашка – 33 Бк/кг, в 2015 г. - 19 Бк/кг, максимальное значение активности ^{137}Cs в 2016 г. увеличилось в этой точке почти в 2 раза. Гамма-спектрометрический анализ проб почвы и донных отложений показал, что за санитарно-защитной зоной (ССЗ) в пробах почвы и донных отложений присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и техногенный долгоживущий ^{137}Cs , содержание которого распределено по площади неравномерно, его значения близки к среднему значению распределения ^{137}Cs на территории Томской области. В донных отложениях р. Ромашка также обнаружен ^{241}Am , содержание которого уменьшается по мере удаления от СХК.

В 2016 г. анализ всех проб снега 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. При отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 3.13.4 и 3.13.5) МЭД изменялась в пределах 0,06–0,12 мкЗв/ч, за исключением т. 1 отбора проб почвы у р. Ромашка, значение МЭД на высоте 3–4 см в которой составило 0,19 мкЗв/ч, а на высоте 1 м – 0,14 мкЗв/ч.

В соответствии с [23] в 2016 г. максимальный суточный гамма-фон был равным 0,15 мкЗв/ч, среднегодовое значение гамма-фона на территории г. Томска в ближней зоне наблюдения СХК составило 0,09 мкЗв/ч.

В 2016 г., по данным станций СНЛК, в 100-км зоне наблюдения комбината максимальный суточный гамма-фон, равный 0,16 мкЗв/ч, наблюдался в ноябре на станции М-II Молчаново. В течение года среднегодовое значение гамма-фона на территории 100 км зоны наблюдения РОО составило 0,10 мкЗв/ч., что соответствует показателю 2015 г..

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МЭД по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2016 г. (0,08 и 0,11 мкЗв/ч) показывает соответствие показателям 2015 г. (0,08 и 0,10 мкЗв/ч) [22].

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2016 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора и анализа проб воды в следующих точках [23] (см. рис. 3.13.2):

- 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. Чернильщикова);

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 2016 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МЭД в точках наблюдения колебалась от 0,06 до 0,11 мкЗв/ч.

В 2016 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 2016 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 2016 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 2013 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 367 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. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н., Санина К.Д., Скакунова М.А., Вережанская К.В. Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки. Росгидромет: Рекомендации Р.52.18.787-2013. Обнинск, 2014. – 108 с.
6. 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».
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
8. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 90 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. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
14. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 1. – С. 5–10.
15. 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.
16. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2004. – № 4. – С. 43–49.
17. 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.
18. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
19. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
20. Башкиров Н.И., Волков Ю.В. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасного объекта СХК на территории Томской области в 2014 г. Ежегодник – Томск: Томский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2015.
21. Атлас восточно-уральского и карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года// Под редакцией: Ю.А. Израэля. М:ИГКЭ Росгидромет и РАН, Фонд «Инфросфера» -НИА-Природа, 2013 г. – 140 с. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
22. Башкиров Н.И., Волков Ю.В. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасного объекта СХК на территории Томской области в 2016 г. Ежегодник – Томск: Томский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2017.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА ПО «МАЯК» И НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

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 г. Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС).

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 10 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и МЭД [2]. Кроме того, Уральским УГМС проводится 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 2016 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП ПО «Маяк» в 2016 г. также проводило отбор проб воды два раза 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 2016 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 загрязнения в 2016 г. на территории ВУРС не наблюдалось [2].

Годовые выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, в 2016 г. уменьшились в 1,7 раза по сравнению с 2015 г., но были в 9 раз выше фоновых годовых выпадений ^{137}Cs для Уральского региона. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в мае ($0,21 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$), в то время как региональный фоновый уровень составлял $0,034 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС наблюдались в п. Аргаяш ($3,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

В 2016 г. усредненные по территории ВУРС выпадения ^{90}Sr уменьшились в 1,4 раза по сравнению с 2015 г. и во столько же превышали региональный фоновый уровень. Средние по

территории ВУРС выпадения колебались на уровне 0,42-0,72 Бк/м²·квартал. Максимальные годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2016 г., наблюдались в п. Аргаяш (3,0 Бк/м²·год).

Таблица 4.1.1

Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2014–2016 годах, Бк/м²·год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Σβ			¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.
Аргаяш	223	223	201	3,6	3,5	2,3	3,0	2,9	6,8
Байны	190	161	168	1,0	2,2	1,3	2,5	2,5	2,2
Богданович	168	117	124	1,4	3,7	0,48	2,0	1,8	2,5
Бродокалмак	201	204	197	3,5	1,7	2,0	2,2	4,9	3,6
Бутка	172	128	164	1,1	1,9	1,1	2,5	4,6	1,7
Ирбит	165	128	157	1,5	5,0	0,36	2,6	2,2	2,9
Каменск-Уральский	165	139	128	1,6	2,0	0,6	2,2	5,2	2,9
Камышлов	187	161	157	0,8	3,4	0,72	1,9	2,5	3,5
Рыбниковское	165	124	172	1,4	2,9	0,6	2,3	2,3	2,3
Тавда	179	117	142	1,3	2,8	0,72	2,3	3,8	2,9
Среднее по территории ВУРС	181	150	161	1,7	2,9	1,1	2,3	3,3	3,1
Фон для Уральского региона	209	172	164	0,19	0,48	0,11	1,6	1,7	1,2

Динамика годовых выпадений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr на территории ВУРС, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2015 гг. приведена на рис. 4.1.1. Из рис. 4.1.1 видно, что фоновые выпадения ¹³⁷Cs по Уральскому региону со временем имеют тенденцию к уменьшению, а фоновые выпадения ⁹⁰Sr колеблются из года в год в пределах 1,1–2,2 Бк/м²·год. Средние по территории ВУРС выпадения ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs по территории ВУРС уменьшаются, с 1998 г. они уменьшились примерно в 2 раза и в 2016 г. составили 2,3 Бк/м²·год и 1,7 Бк/м²·год соответственно. Отношение содержания ¹³⁷Cs к ⁹⁰Sr в выпадениях за данный период изменялось в пределах 0,3–1,22. 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].

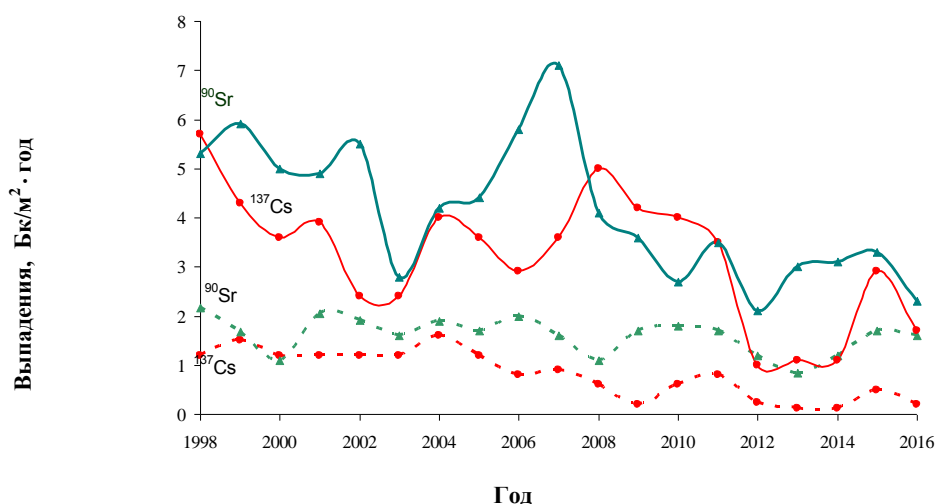


Рис. 4.1.1 Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

- - - фоновые уровни по Уральскому региону;
- выпадения, усредненные по территории ВУРС.

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, включая 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 2016 г. содержание ^{137}Cs р. Синара и ^{90}Sr в было на уровне предыдущего года. Содержание ^{137}Cs в р. Караболка в 2016 г. было в 2 раза выше, чем за последние 5 лет (в 2014 г. измерения не проводились), а содержание ^{90}Sr постепенно снижается, составив в 2016 г. 0,65 Бк/л. Следует отметить, что объемная активность радионуклидов в воде рек Синара и Караболка в 2016 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание ^{90}Sr в этих реках было в 33–142 раз выше фонового уровня для рек России. Содержание трития в р. Караболка по данным ФГУП ПО «Маяк» в 2016 г. не превышало УВ и составило 71 Бк/л [3].

Таблица 4.1.2

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2016 г., Бк/л
(данные ФГУП ПО «Маяк», Уральского УГМС и ИПМ НПО «Тайфун»)**

Месяц	р. Караболка					р. Синара,			
	с. Татарская Караболка			д. Усть Караболка		устье			
	$^{90}\text{Sr}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{1)}$	$^3\text{H}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$	$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$	^{137}Cs	^{90}Sr
Январь	-	-	-	0,02	0,754	0,009	0,216	-	0,199
Февраль	1,2	< 0,2	91	0,02	0,233	0,008	0,170	-	-
Март	-	-	-	0,03	0,473	0,001	0,132	-	-
Апрель	-	-	-	нпо	0,468	0,010	0,087	-	-
Май	1,4	< 0,2	82	0,03	0,599	0,007	0,255	-	1,015
Июнь	-	-	-	0,02	0,518	0,005	0,162	-	-
Июль	-	-	-	0,02	0,550	0,006	0,125	-	-
Август	0,5	< 0,2	82	0,02	0,826	0,007	0,127	-	0,098
Сентябрь	-	-	-	0,01	0,627	0,002	0,057	-	-
Октябрь	-	-	-	0,020	0,70	0,001	0,068	-	-
Ноябрь	0,5	< 0,2	< 30	нпо	1,047	0,013	0,114	-	0,104
Декабрь	-	-	-	0,01	1,053	0,005	0,237	-	-
Среднее:									
2016 г.	0,9	< 0,2	71	0,02	0,65	0,006	0,15	-	0,35
2015 г.	1,8	< 0,2	< 52	0,01	0,71	0,006	0,26	-	-
2014 г.	1,4	< 0,2	< 40	-	0,84	0,005	0,25	-	0,25
2013 г.	1,2	0,2	93	0,01	0,95	0,005	0,18	-	0,15
2012 г.	1,1	< 0,2	< 50	0,01	0,96	0,011	0,19	-	-
УВ	4,9	11	7600	11	4,9	11	4,9	11	4,9

Примечания: ¹⁾ – данные ФГУП ПО «Маяк»;
²⁾ – данные Уральского УГМС;
 - - измерения не проводились.

По данным ПО «Маяк», среднегодовая объемная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2016 г. составила: ^{90}Sr – 3,1 Бк/л, ^{137}Cs – < 0,2 Бк/л, ^3H – 126 Бк/л, что не превышает УВ для этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [2].

Среднегодовая МЭД γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2016 г. колебалась от 0,08 до 0,10 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 2016 г.

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» и ФГБУ «Северо-Западное УГМС» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 66 населенных пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в населенных пунктах Брянской (38) и Ленинградской (28) областей. Обследования включали измерения мощности дозы γ -излучения на территориях населенных пунктов в точках отбора и отбор проб почвы на глубину 30-40 см для последующего γ -спектрометрического анализа в лабораторных условиях. В таблице 4.2.1 приведены обобщенные данные о количестве обследованных в 2009–2016 гг. населенных пунктов (н.п.).

Таблица 4.2.1

Количество загрязненных в результате аварии на ЧАЭС населенных пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2009–2016 гг.

Республика, область	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Белгородская	28							
Брянская	23	16	15	76	24	10		38
Воронежская	19							
Калужская	2	13	4	38		3		
Курская	8							
Ленинградская	16							28
Липецкая	9						1	
Орловская	12	10	5		80	88		
Пензенская	4							
Рязанская	11		1					
Тульская	25	27	50				50	
Респ. Мордовия	4							
Всего н.п./проб	161/818	66/660	75/675	114/1102	104/912	101/956	51/550	66/833

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 01.01.2017 [7].

Количество населенных пунктов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, по федеральным округам на 01.01.2012 [8] и 01.01.2017 [7]:

- Центральный федеральный округ – (2684) 2164 населенных пункта с уровнями загрязнения более 1 Ки/км^2 , из них (278) 229 населенных пункта имеют уровни загрязнения более 5 Ки/км^2 ;
- Южный федеральный округ – (1) 1 населенный пункт с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2 ;
- Приволжский федеральный округ – (24) 8 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2 ;

Северо-Западный федеральный округ – (13) 4 населенных пункта с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2 .

Распределение количества населенных пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязненных в результате чернобыльской аварии, по уровню загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01.2017 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	531	12			
2	Брянская	1868	1347	322	179	17	2
3	Воронежская	1144	1132	12			
4	Калужская	562	358	194	10		
5	Курская	1104	1038	66			
6	Липецкая	212	201	11			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1537	1137	400			
9	Рязанская	562	465	97			
10	Смоленская	79	79				
11	Тамбовская	111	111				
12	Тульская	2084	1242	821	21		
Южный федеральный округ							
13	Волгоградская	5	4	1			
14	Ростовская	2	2				
Приволжский федеральный округ							
15	Нижегородская	138	138				
16	Пензенская	173	165	8			
17	Саратовская	13	13				
18	Ульяновская	128	128				
19	Респ. Башкортостан	93	93				
20	Респ. Марий Эл	23	23				
21	Респ. Мордовия	331	331				
22	Респ. Чувашия	27	27				
Северо-Западный федеральный округ							
23	Новгородская	82	82				
24	Ленинградская	156	152	4			
	Всего:						
	на 01.01.2017	10985	8808	1948	210	17	2
	на 01.01.2005	11687	8308	3017	306	53	2
	на 01.01.1999	11695	7529	3664	428	74	2

Список литературы к разделу 4

1. Атлас восточно-уральского и карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года//Под редакцией: Ю.А. Израиля. М: ГКЭ Росгидромет и РАН, Фонд «Инфросфера» - НИА-Природа, 2013 г. – 140 с.
2. Роговский И.А., Циглер В.Э., О.А. Банникова, Е.С. Корзунина. Радиационная обстановка на территории деятельности. Уральского УГМС в 2016 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2016.
3. Мокров Ю.Г., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Антонова Т.А., Фирсов Н.В., Кузнецова Н.Б. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2016 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», 2017. – 228 с.
8. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240)/ Ежегодник.- Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2012. – 228 с.

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 Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Радиационный мониторинг на территории Беларуси [1] включает:

- непрерывный отбор проб радиоактивных аэрозолей с использованием ВФУ в семи пунктах, в пяти пунктах (Браслав, Гомель, Мозырь, Мстиславль и Пинск) с суточной экспозицией и в двух пунктах (Минск, Могилев) с десятидневной экспозицией;
- ежедневный отбор проб радиоактивных выпадений в 5 пунктах наблюдения (Мозырь, Нарочь, Пинск, Браслав и Мстиславль) с суточной экспозицией и в 19 пунктах с десятидневной экспозицией;
- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на 41 посту (ежесуточно);
- отбор проб воды на шести реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям.

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 2010–2016 годах. В Приложении D.1, табл. 1 приведены среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ и содержания ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2016 г.

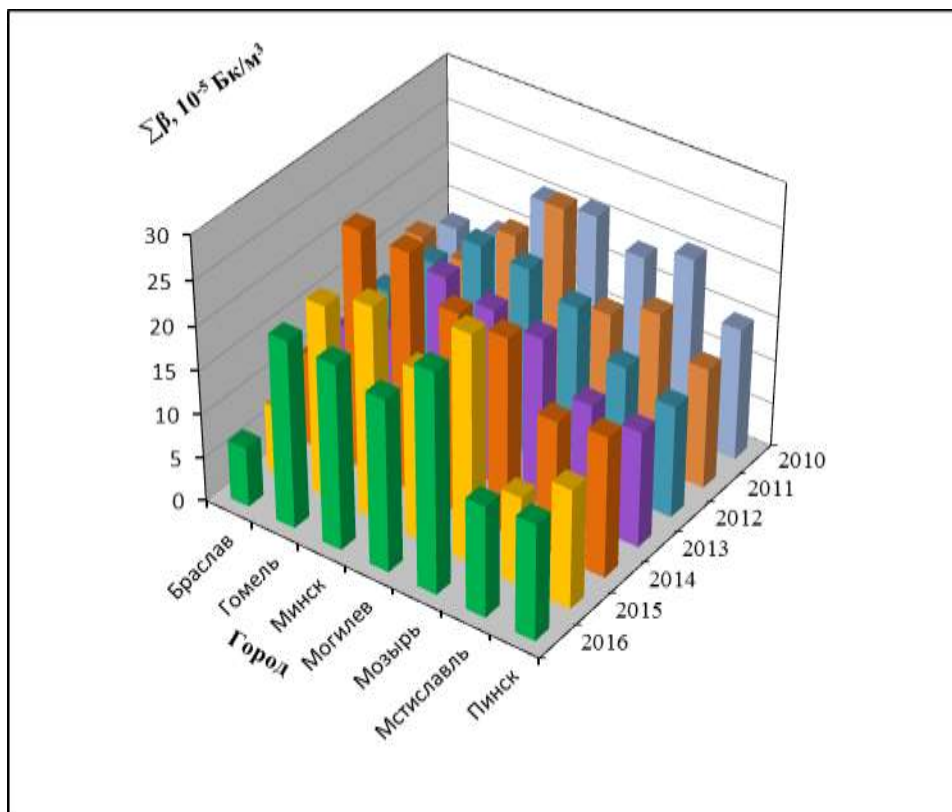


Рис. 5.1. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2016 годах

В 2016 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере на территории Беларуси за исключением Мстиславля была ниже уровней 2015 г. в 1,1-1,2 раза, и только в Мстиславле среднегодовое значение увеличилось в 1,25 раза, от $10,2 \cdot 10^{-5}$ до $12,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В Могилеве ее уровень в 2016 г. практически не изменился – $19,6 \cdot 10^{-5}$ против $19,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2015 г. (Приложение D.1, табл. 1).

Максимальные среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 2016 г. наблюдались в городах Могилеве – $44,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в январе, Минске – $38,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в июне, Мозыре – $29,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в июле, Гомеле – $27,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в ноябре.

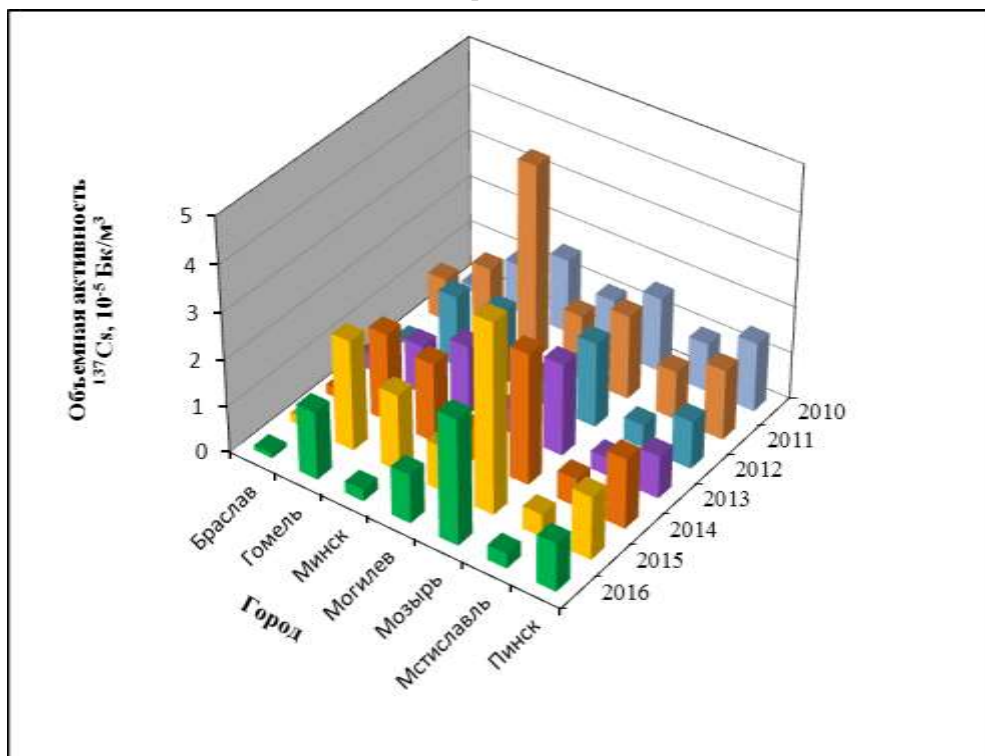


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2016 годах

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности ^{137}Cs наблюдались в январе в Мозыре – $4,75 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в сентябре в Гомеле – $3,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2016 г. зарегистрирована в Мозыре, Гомеле и Могилеве – $2,7 \cdot 10^{-5}$; $1,5 \cdot 10^{-5}$ и $1,05 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно (Приложение D.1, табл. 1). Это на два порядка выше средневзвешенной объемной активности на территории РФ.

Среднегодовое содержание ^{137}Cs в атмосферном воздухе в 2016 г. уменьшилась по сравнению с 2015 г. наиболее значительно в Минске – в 6,6 раза, в Мозыре в 1,5 раза, Гомеле в 1,6 раза. В других случаях изменения незначительны.

В 2016 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 2016 г. продолжались наблюдения за содержанием естественных и техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе. В объединенных за месяц пробах аэрозолей определялось содержание следующих радионуклидов: ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb . Содержание ^7Be – в контролируемых пунктах наблюдения находилось в диапазоне от $176,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $1214,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, ^{210}Pb от $6,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $46,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Анализ данных γ -спектрометрических измерений в пробах атмосферного воздуха показывает, что активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Сложившиеся весной 2016 г. погодные условия привели к снижению уровня пожароопасности. Весной в Беларуси выпало 152 мм осадков, что составляет 110% климатической нормы. Больше всего осадков за сезон выпало на территории Гомельской области (в среднем по области 168 мм или 126% климатической нормы).

Пожаров, аналогичных пожарам 2015 г. на загрязненной территории весной 2016 г. не было, что положительно сказалось на радиационной обстановке.

Содержание ^{137}Cs в пробах аэрозолей, отобранных в 2016 г. в пунктах наблюдения сети радиационного мониторинга, находилось в диапазоне от $0,05 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $4,75 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В 2015 г. на радиоактивно загрязненных территориях произошло несколько крупных лесных пожаров на территории Украины и Беларуси. Результаты наблюдений радиационного мониторинга на территории Брестской и Гомельской области в этот период показали, что в августе 2015 г. среднемесячное значение объемной активности ^{137}Cs в Мозырь составило $13,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что превысило фоновые значения ($2,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) для этого пункта наблюдения в 6,5 раз. В Пинске среднемесячное значение объемной активности ^{137}Cs составило $3,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что превысило фоновые значения ($0,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) для этого пункта наблюдения в 6 раз. Эти значения объемной активности ^{137}Cs на 5-6 порядков ниже допустимого уровня содержания ^{137}Cs в воздухе, который согласно Гигиеническому нормативу «Критерии радиационного воздействия», утвержденному Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 №213 составляет 27 Бк/м³.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ проб радиоактивных выпадений из атмосферы составили: в городах Могилев – 1,6 Бк/м²сут, г. Костюковичи – 1,5 Бк/м²сут, г. Брагин – 1 Бк/м²сут, Горки – 1,3 Бк/м²сут, г. Славгород – 1,7 Бк/м²сут, Мозырь – 0,9 Бк/м²сут, г. Волковыск – 1 Бк/м²сут. Наибольшие среднемесячные уровни $\Sigma\beta$ в 2016 г. зарегистрированы в городах: Верхнедвинск – 2,1 Бк/м²сут в мае; Брагин – 2 Бк/м²сут в декабре; Гомель – 2,3 Бк/м²сут в марте; Костюковичи – 2,9 Бк/м²сут в феврале; Славгород – 4,1 Бк/м²сут, Могилев – 6,5 Бк/м²сут, Василевичи – 2,6 Бк/м²сут, Минск – 2,6 Бк/м²сут в октябре.

Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/м²сут) в 2016 г. в пунктах наблюдения не зафиксировано.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2016 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).

На основных контролируемых реках пробы воды отбирались ежеквартально с одновременным определением расходов. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2016 г. 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. Хотя в поверхностных водах большинства контролируемых рек объемная активность этих радионуклидов все еще выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

В 2016 г. содержание ^{137}Cs в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 0,001 до 3 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 1 до 4 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 3 до 9 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 9 до 2,3 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 4 до 6 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 2016 г. она уменьшилась по сравнению с 2015 г. во всех реках, кроме Припяти и Ипути. Уменьшение произошло в диапазоне от 2 раз в Беседи и Соже, до 5 раз в Днепре. В Припяти и Ипути концентрация практически не изменилась. Наименьшая среднегодовая ОА ^{137}Cs в Припяти – 2 мБк/л.

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 в реках, дренирующих территории с высоким уровнем загрязнения почв.

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.

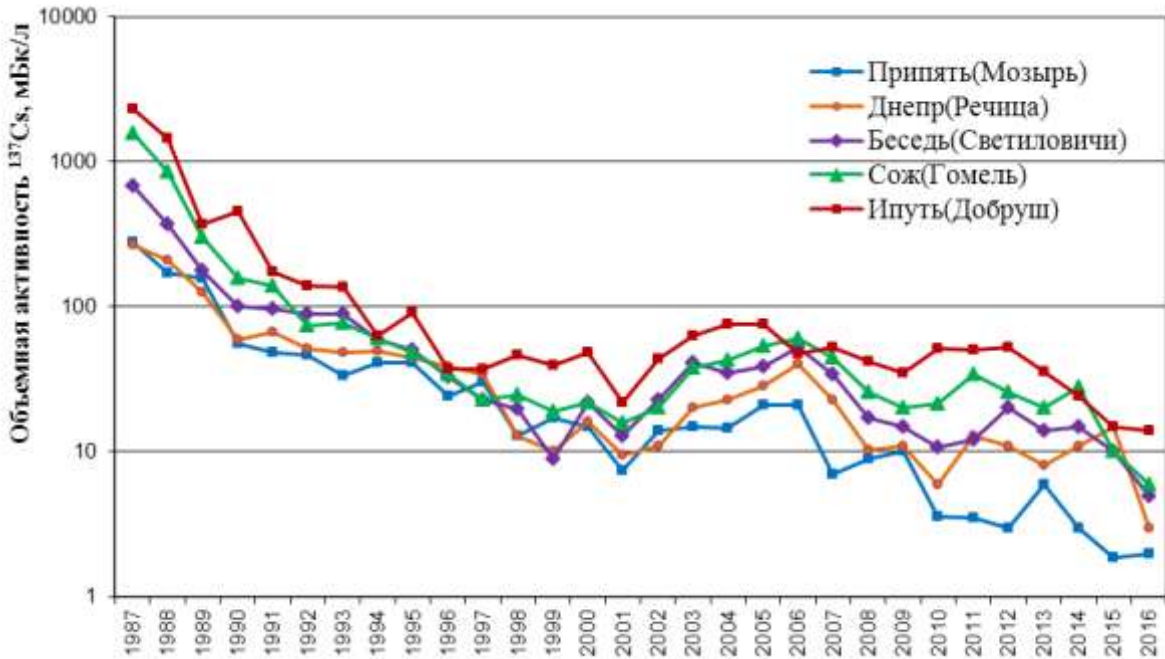


Рис. 5.3. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах рек Беларуси в 1987–2016 годах

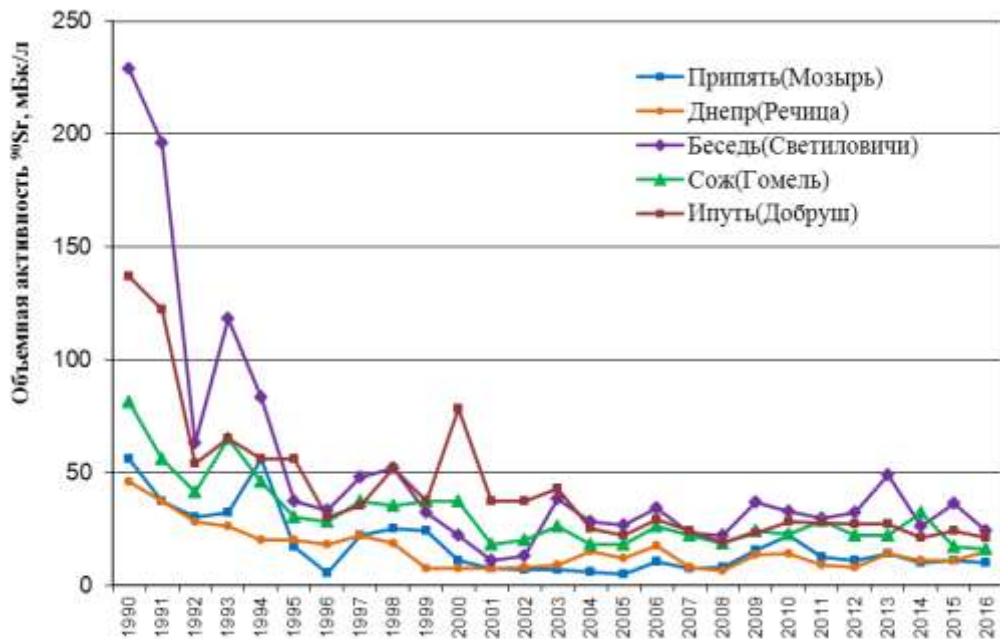


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr в поверхностных водах рек Беларуси в 1990–2016 годах

Содержание ^{90}Sr в 2016 г. по сравнению с 2015 г. в большинстве рек практически не изменилось, только в Беседи (д. Светиловичи) уменьшилась с 36 до 24 мБк/л, а в Днепре (г. Речица) увеличилась с 11 до 16 мБк/л (рис. 5.4).

Зафиксированные в 2016 г. содержания ^{90}Sr в Припяти (г. Мозырь) находились в пределах от 6 до 11 мБк/л; в Днепре (г. Речица) – от 5 до 27 мБк/л; в Ипути (г. Добруш) – от 12 до 25 мБк/л; в Беседи (д. Светиловичи) – от 14 до 32 мБк/л; в Соже (г. Гомель) – от 9 до 24 мБк/л.

В р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается наиболее высокое содержание радионуклидов по сравнению с другими контролируруемыми реками. В 2016 г. диапазон значений объемной активности ^{137}Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) составил 12-304 мБк/л, объемной активности ^{90}Sr – 660-1740 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 2,4–4,7 раза выше допустимого уровня.

На рисунках 5.5 и 5.6 представлена динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1991 – 2016 годы.

Как видно из представленных графиков, в р. Нижняя Брагинка наблюдаются более высокие содержание радионуклидов в воде по сравнению с другими контролируруемыми реками и колебания среднегодовых концентраций не обнаруживают устойчивой тенденции и носят случайный характер.

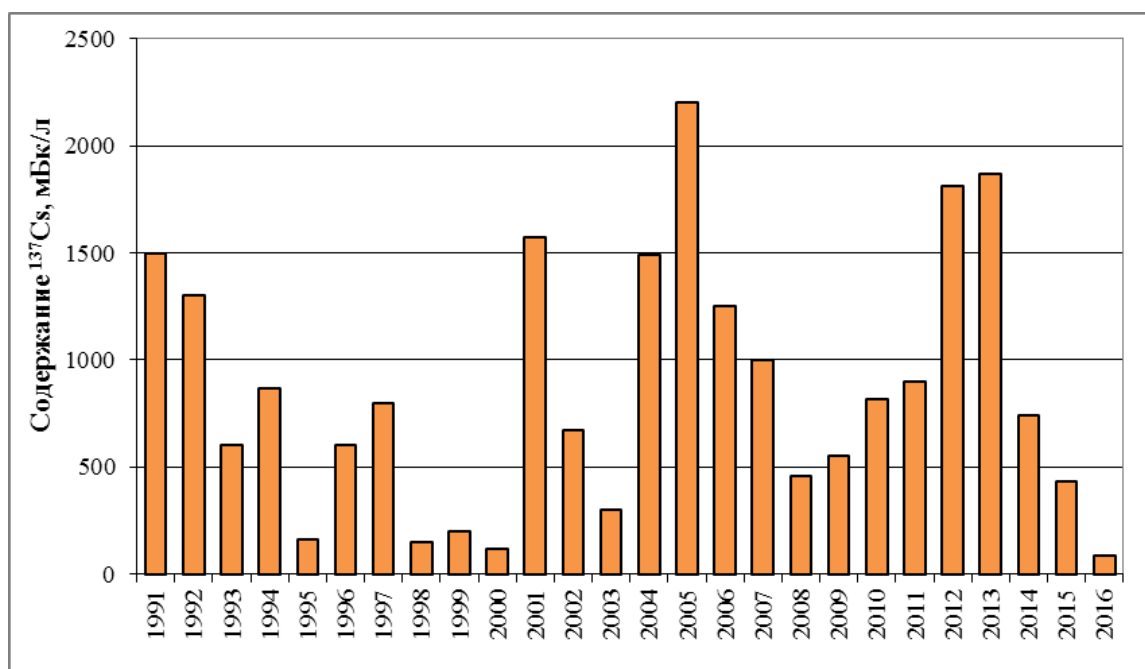


Рисунок 5.5 – Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) за 1991 – 2016 годы

Оценка трансграничного переноса радионуклидов проводилась на реках Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи) – граница с Россией; Припять (д. Довляды), Нижняя Брагинка (д. Гдень) – граница с Украиной.

Трансграничный перенос контролировался также на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона воздействия Игналинской АЭС (Литва); реки Горынь (д. Речица) и Стыр (д. Ладорож) – зона воздействия Ровенской АЭС, реки Припять (д. Довляды) и Днепр (г. Лоев) – зона воздействия Чернобыльской АЭС (Украина) и р. Сож (д. Коськово) – зона воздействия Смоленской АЭС (Россия).

В 2016 году в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, короткоживущих радионуклидов, в том числе ^{131}I не обнаружено.

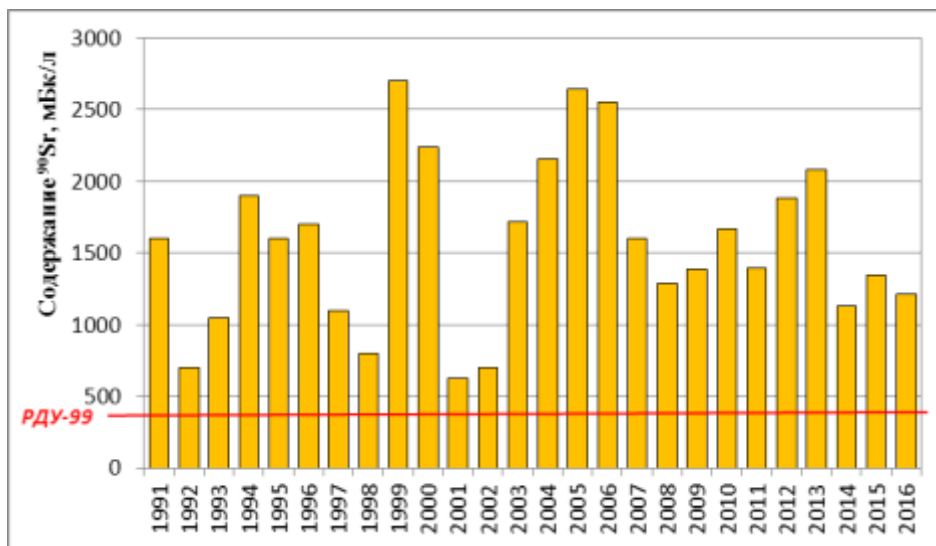


Рисунок 5.6 – Динамика среднегодовых концентраций ⁹⁰Sr в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 1991 – 2016 годах

Радиационный фон на местности

Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь оставалась стабильной – в 2016 г. не выявлено ни одного случая превышения уровней МЭД над установившимися многолетними значениями.

Повышенные уровни МЭД зарегистрированы в пунктах наблюдений городов Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения.

В 2016 г. значения МЭД в Брагине изменялись от 44 до 58 мкР/ч, в Славгороде – от 19 до 21 мкР/ч. На остальных 40 пунктах наблюдений МЭД не превышала уровень естественного γ -фона – 20 мкР/ч.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2016 г. оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

5.2. Кыргызская Республика

В 2016 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 городах (Бишкек, Кара-Балта, Токтогул, Кызыл-Суу).

Остальные виды наблюдений не проводились, радиоизотопный анализ проб выпадений также не проводился.

Средняя за год суточная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2010–2016 годах показаны на рис. 5.7.

Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в 2015 г. приведена в Приложении D.1, табл. 2. Полученные в 2016 г. по 4 пунктам значения колебались от 0,3 Бк/м²·сутки (в феврале и марте в Бишкеке) до 2,1 Бк/м²·сутки (в июле в Кызыл-Суу и в ноябре в Кара-Балта). Среднегодовая $\Sigma\beta$ суточных выпадений во всех пунктах несколько уменьшилась относительно 2015 г., наиболее заметно в Кара-Балта – от 2,1 Бк/м²·сутки до 1,5 Бк/м²·сутки (рис. 5.7). Максимальная $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 2016 г. наблюдалась в июле в Токтогуле и составила 7,7 Бк/м²·сутки (Приложение D.1, табл. 2).

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.

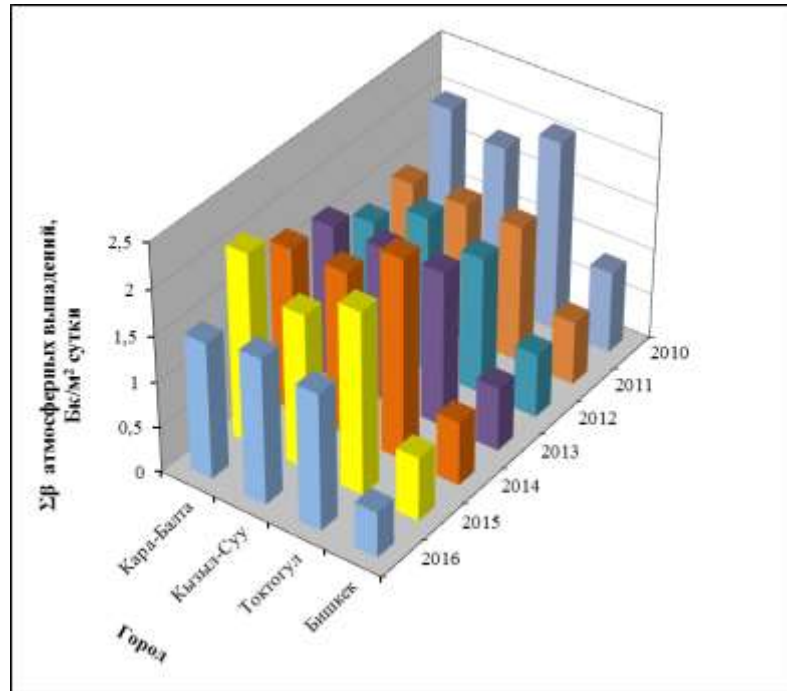


Рис. 5.7. Средняя за год среднесуточная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Кыргызской Республики в 2010–2016 годах

Таким образом, по имеющимся неполным данным можно заключить, что в 2016 г. радиационная обстановка на территории Республики соответствовала региональному фоновому уровню.

5.3. Армения

В Ереване, на ст. Аэрологическая проводятся наблюдения за $\Sigma\beta$ выпадений из атмосферы. Среднемесячная величина плотности суточных выпадений в 2016 г. колеблется в пределах от 0,54 до 1,0 Бк/м²·сутки, составляя в среднем за год 0,78 Бк/м²·сутки [4].

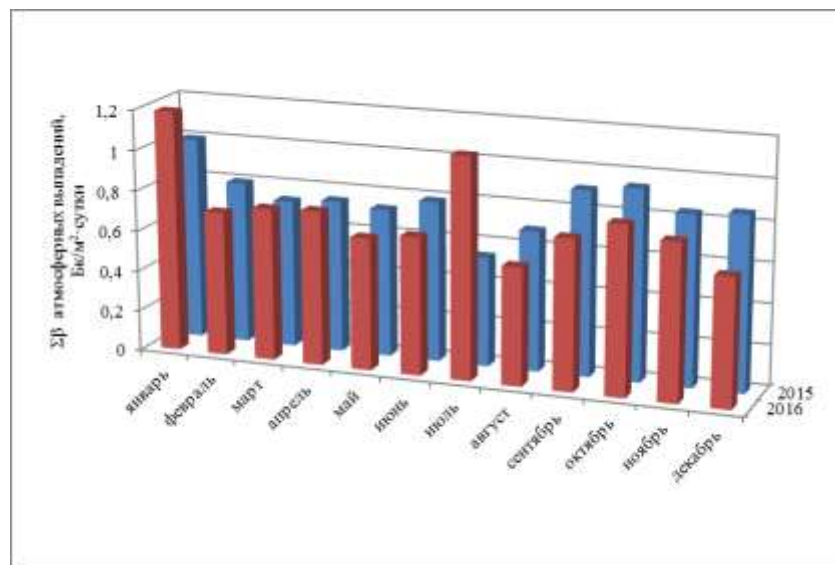


Рис. 5.8. Динамика среднемесячной суточной $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в Ереване (ст. Аэрологическая) в 2015-2016 годах, Бк/м²·сутки

Ежедневные измерения МЭД проводятся на 15 постах показали, что значения колеблются в интервале от 14,6 мкР/ч до 17,4 мкР/ч, что лежит в пределах естественных колебаний γ -фона.

5.4. Радиоэкологическое состояние «юго-восточной» части территории Семипалатинского испытательного полигона

Семипалатинский испытательный полигон (СИП) расположен в северо-восточной части Казахстана на пересечении трех областей: Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской и занимает площадь 18,5 тыс. км² (рис. 5.9). За время функционирования СИП (1949-1989 годы) на его территории было проведено 456 ядерных испытаний, в том числе 30 наземных, 86 воздушных и 340 подземных ядерных взрывов. Указом Президента Республики Казахстан от 29 августа 1991 года № 409 Семипалатинский испытательный ядерный полигон был закрыт.

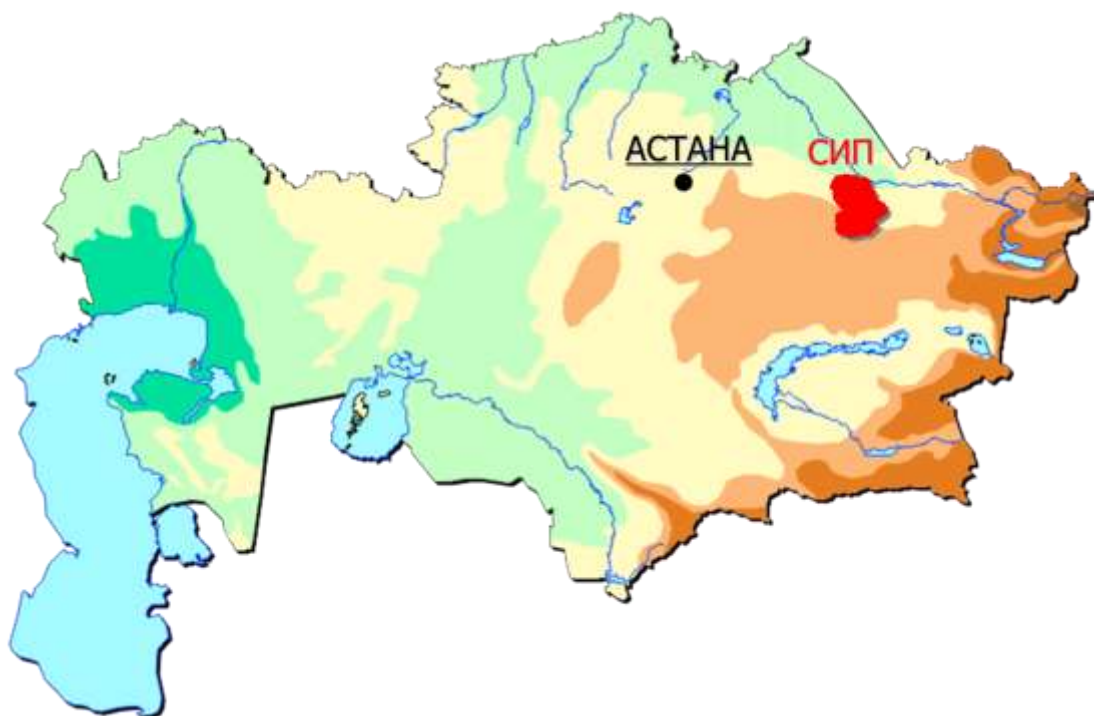


Рис.5.9 Расположение СИП в Казахстане

Начиная с 2008 г., Национальным ядерным центром Республики Казахстан проводятся планомерные комплексные исследования территории полигона с целью оценки радиационной обстановки. В 2010–2011 годах были выполнены комплексные радиоэкологические исследования "юго-восточной" части полигона площадью 850 км², расположенной вблизи села Саржал [5]. Предметом проведенных исследований являлись объекты природной среды: почвенно-растительный покров, водная и воздушная среды.

В 2011-2013 годах эти исследования были продолжены. Было выполнено комплексное экологическое обследование юго-восточной территории площадью 1650 км² Семипалатинского испытательного полигона (СИП), расположенной между площадками «Дегелен» на западе и «Балапан» на северо-востоке (Рис). Помимо природных компонентов были обследованы также антропогенные объекты.

Территория полигона относится к категории «земли запаса», поэтому любая деятельность на этих землях законодательно запрещена. Тем не менее, жители близлежащих населенных пунктов достаточно активно используют эту территории в сельскохозяйственной деятельности. В основном это животноводство (овцеводство, скотоводство и коневодство). Кроме этого проводятся заготовки грубых кормов на пастбищных сенокосах. Заготовка сочных кормов (силос, сенаж, корнеплоды и т.д.) не

производится. Основным видом производимых грубых кормов является сено – важнейший компонент рациона для скота.

Основным видом производимой продукции является баранина, говядина, конина, молоко КРС, кумыс. Рынками сбыта являются города Семей, Усть-Каменогорск, Алматы, Караганда и населенные пункты близлежащих районов.

Испытания на СИП как первичные источники радиоактивного загрязнения исследуемой территории

Анализ имеющихся данных показал, что формирование радиационной обстановки на исследуемой юго-восточной части территории СИП в основном обусловлено испытаниями, проведенными на площадках "Опытное поле" и «Телькем».

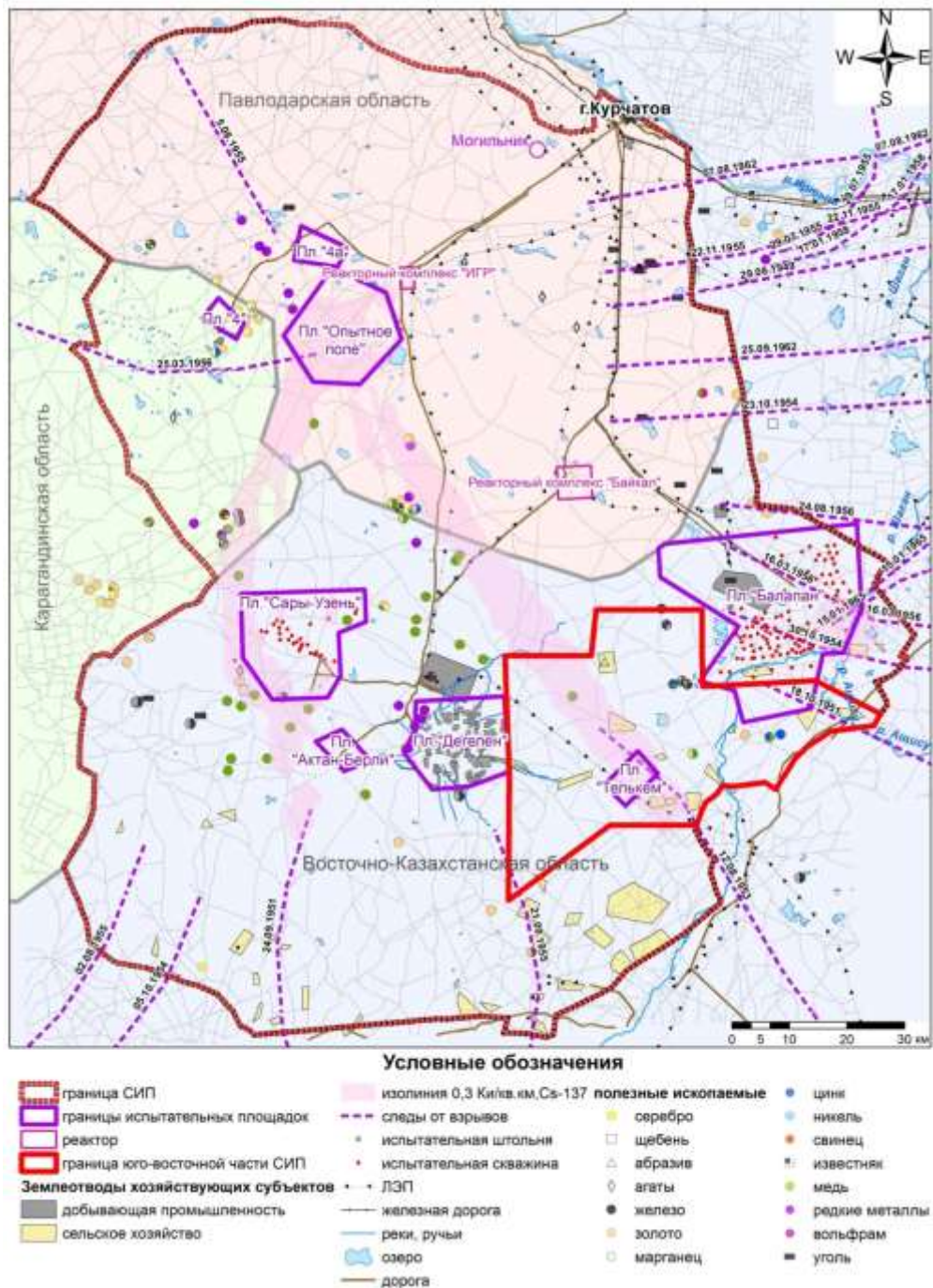


Рис.5.10. Обзорная карта района исследований

Прежде всего, это первое наземное термоядерное испытание мощностью 400 кт, проведенное 12 августа 1953 г. на площадке «Опытного поля». Также вклад в радиоактивное загрязнение обследуемой

территории могли оказать два более поздних наземных ядерных испытания, выполненных на площадках «Опытного поля» в начале 60-х годов прошлого века, следы от которых проходят в том же направлении, что и след от испытания 1953 г.

Взрывы в 1968 г. на площадке «Телькем» – одиночный «Телькем-1» и групповой (из трех линейно расположенных зарядов) «Телькем-2» [6] (рис. 5.11).

Возможно, также вклад в загрязнение территории исследований внесли гидроядерные эксперименты начала 60-х годов на площадке, расположенной южнее «Опытного поля».

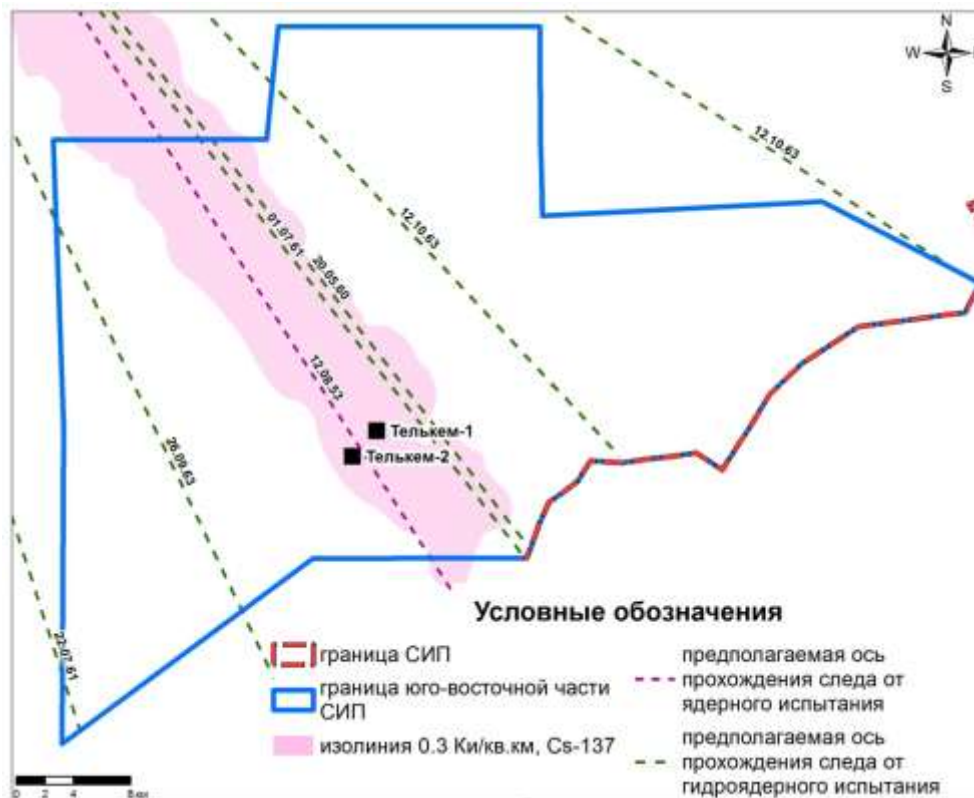


Рис.5.11. Оси следов радиоактивных выпадений от наземных ядерных испытаний в юго-восточной части СИП

Комплексные исследования состояния окружающей среды

Почвенный покров

Оценка поверхностного распределения искусственных радионуклидов проводилась путем отбора проб почвы по сети 1x1 км. Пробы отбирались из поверхностного почвенного горизонта 0-5 см. Пробы исследовались в лаборатории гамма-спектрометрическими и радиохимическими анализами. В каждой точке пробоотбора выполнялось измерение интегральных радиационных характеристик. Всего было отобрано 2997 проб.

Результаты распределения МЭД и плотности потока β -частиц по обследованной территории представлены на картах (рис. 5.12).

На основе анализа полученных данных были определены области и локальные участки, которые необходимо было охарактеризовать подробнее. К таким участкам относятся, в первую очередь, фрагмент следа радиоактивных выпадений от термоядерного испытания 1953 г., места проведения подземных ядерных испытаний с выбросом грунта – объекты «Телькем-1» и «Телькем-2», а также три участка с повышенным содержанием ^{241}Am в юго-западной части исследуемой территории. Дополнительно были обследованы территории вокруг воронок «Телькем-1» и «Телькем-2» по сети 0,5x0,5 км и 0,1x0,1 км.

Распределение радиационных параметров показало, что максимальные значения наблюдаются на трассе радиоактивных выпадений от испытаний первого термоядерного взрыва, проведенного в 1953 г., а также в районе площадки «Телькем». В северной части участка выделяется область повышенных значений с четко выраженной границей.

Достоверно определить источник формирования этой области на данном этапе исследований не представляется возможным. Из всех возможных источников однозначно можно говорить только о следе радиоактивных выпадений от испытания 12.08.1953 г. и испытаниях на площадке «Телькем».

Оценка радиационных параметров на юго-восточной части территории СИП показывает, что МЭД соответствует естественным фоновым значениям как для территории СИП, так и для территории Казахстана, плотность потока β -частиц незначительно превышает фоновые уровни. Вместе с тем, в центральной и северо-восточной частях обследованной территории наблюдаются повышенные значения МЭД и плотность потока β -частиц. Участки с повышенными значениями совпадают с осями следов первого наземного термоядерного испытания и модельного эксперимента 1963 г.

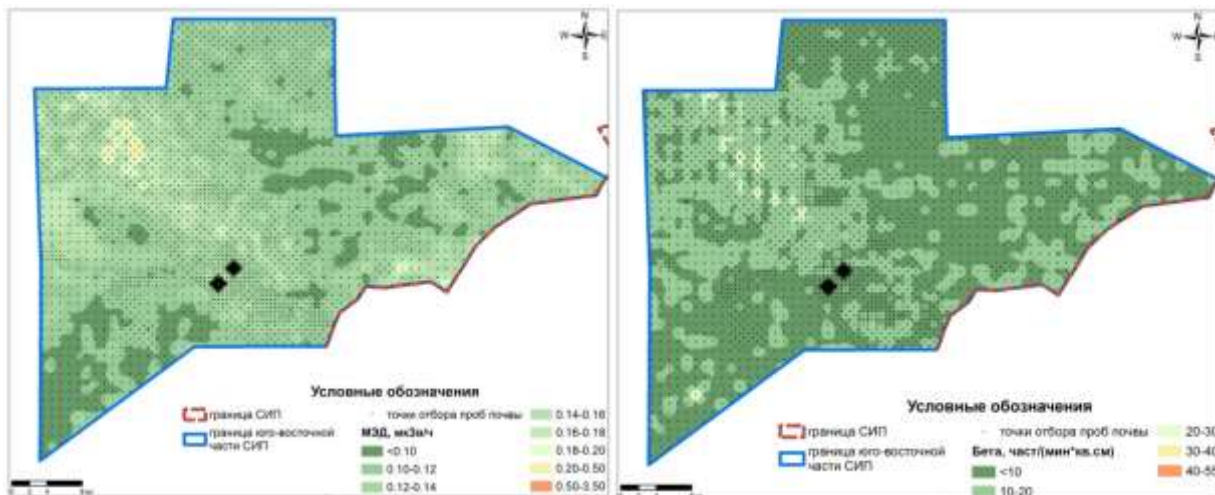


Рис.5.12. Распределение МЭД и плотности потока β -частиц на обследованной территории

Распределение удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в почвах обследованной территории показано на рисунке (рис. 5.13).

Диапазон значений активности ^{137}Cs в почвах составляет от $<0,9$ до 11000 Бк/кг, ^{241}Am – от $<0,2$ до 27000 Бк/кг.

Характерной особенностью площадного распределения указанных радионуклидов является четко выраженная область повышенных значений удельной активности, протянувшаяся с севера-запада территории в юго-восточном направлении, шириной около 8 км. Данная область загрязнения сформирована радиоактивными выпадениями от термоядерного испытания 1953 г. Второй особенностью является наличие крайне высоких для исследуемой территории значений удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am (до 11000 и 27000 Бк/кг, соответственно) в районе испытательной площадки «Телькем». При этом радиоактивное загрязнение, обусловленное ядерными испытаниями на этой площадке, локализовано в ближней зоне воронок «Телькем-1» и «Телькем-2» – в радиусе около 1 км. На большем удалении от площадки «Телькем» уровни радиоактивного загрязнения почвы ^{137}Cs и ^{241}Am сравнимы с уровнями загрязнения почвы на следе радиоактивных выпадений, тем более что площадка расположена практически на оси следа.

Хорошо выражены несколько участков с повышенными концентрациями ^{241}Am в почве, расположенные юго-западнее и северо-восточнее следа радиоактивных выпадений 12.08.1953 г. и площадки «Телькем». Вероятнее всего, радиоактивное загрязнение этих участков было сформировано под влиянием ландшафтных особенностей местности, а источниками загрязнения могли служить как упомянутые след радиоактивных выпадений первого термоядерного испытания, так и другие наземные ядерные и модельные испытания, проведенные на «Опытном поле».

Особое внимание хотелось бы обратить на участок в северной части обследованной территории с повышенным содержанием в почвах ^{241}Am (средняя активность 3,8 Бк/кг) при фоновом содержании здесь ^{137}Cs (средняя активность 17 Бк/кг).

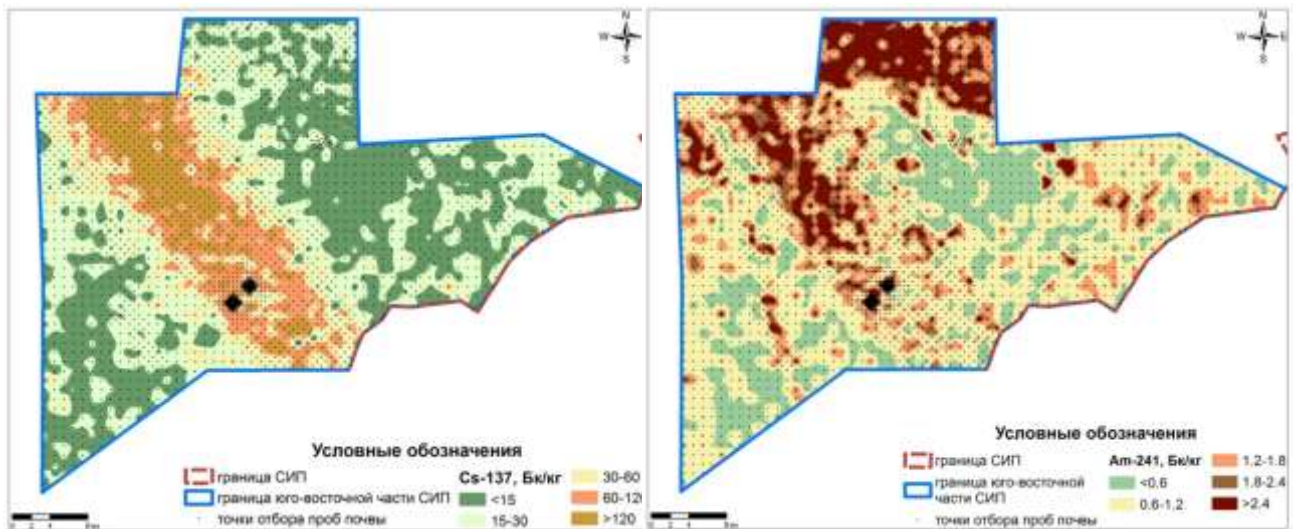


Рис. 5.13. Распределение ^{137}Cs и ^{241}Am в почвах юго-восточной части территории СИП

Измерения ^{90}Sr проводились в два этапа: вначале пробы были проанализированы инструментально – на β -спектрометрической установке «Прогресс», затем пробы, отобранные на выбранных участках, анализировались жидкостно-сцинтилляционным методом с предварительной радиохимической подготовкой образца, чувствительность которого на порядок выше – 9 Бк/кг (рис. 5.14).

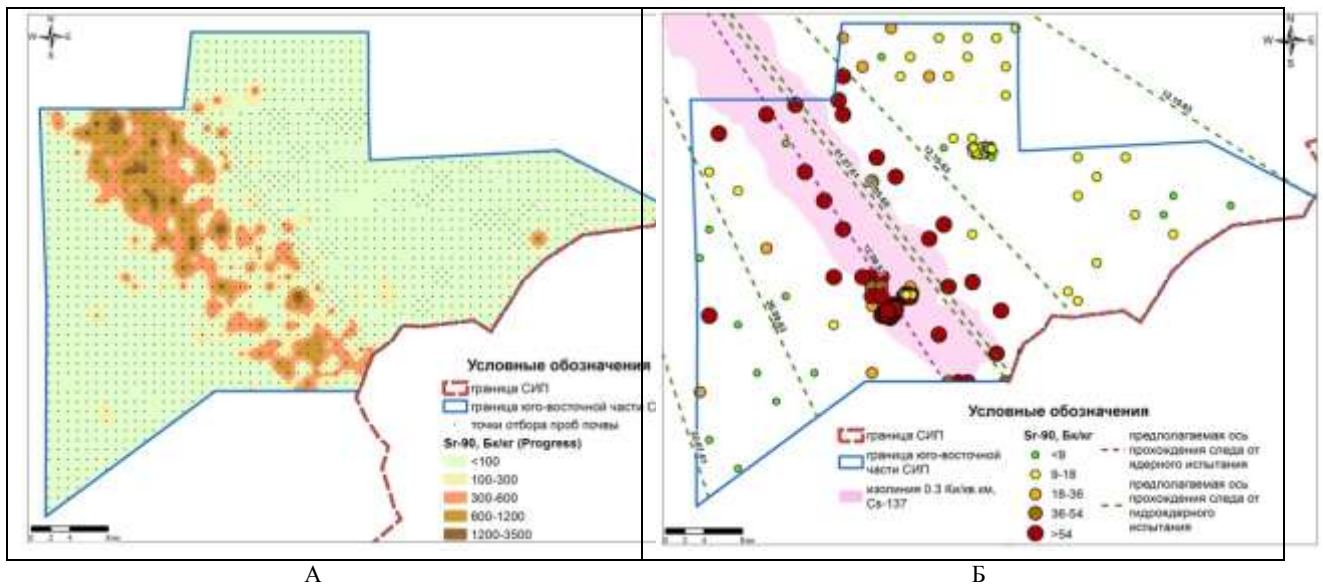


Рис. 5.14. Карта распределения ^{90}Sr в почвах по результатам β -спектрометрических (А) и радиохимических (Б) исследований

В целом, в распределении ^{90}Sr по исследуемой территории наблюдается три области высоких значений – район расположения объектов «Телькем-1» и «Телькем-2», область следа радиоактивных выпадений первого термоядерного испытания.

Учитывая данные по удельной активности ^{90}Sr в верхнем слое почвы, а также данные по изотопным отношениям $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$, на исследуемой территории явно выделяются три области с устойчивым соотношением этих радионуклидов – это районы расположения объектов «Телькем-1», «Телькем-2» и след радиоактивных выпадений первого термоядерного взрыва 1953 г. и «условно фоновая» территория неустойчивой величины их отношения. Кроме этого выделяются участки с повышенным содержанием ^{241}Am , где наблюдаются повышенные значения удельной активности ^{90}Sr (18-36 Бк/кг).

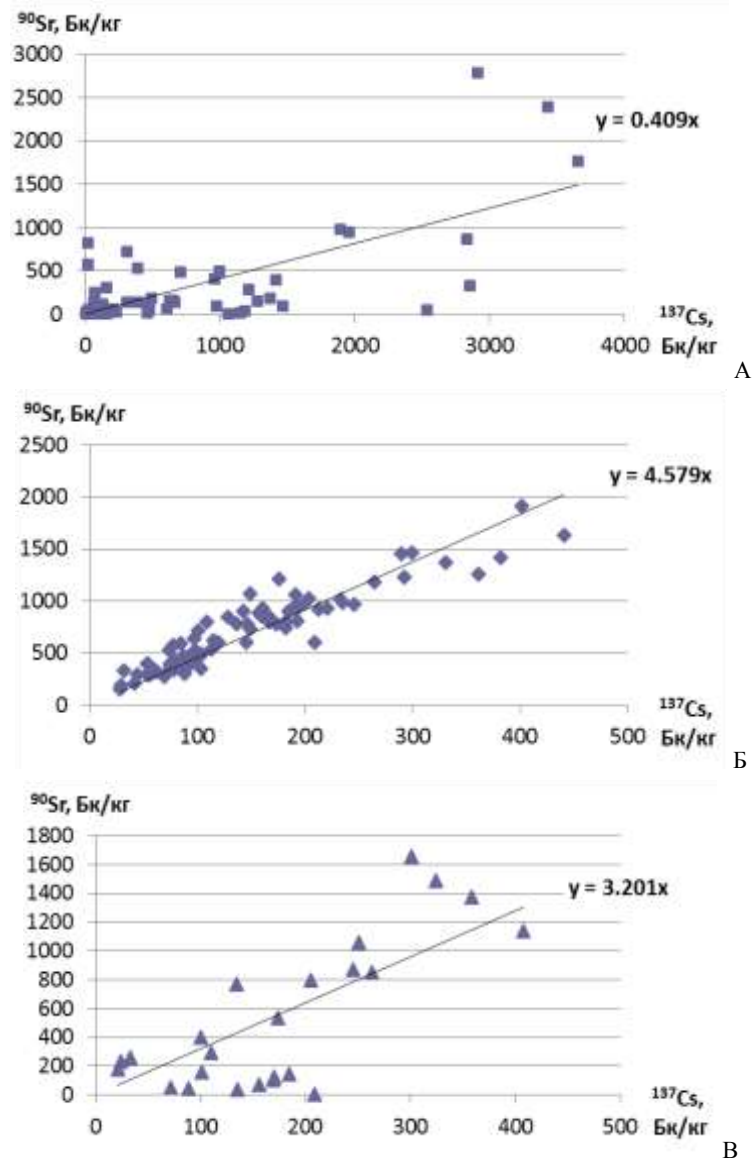


Рис. 5.15. Отношения удельной активности ^{90}Sr к ^{137}Cs в районе воронок «Телькем-1» (А), «Телькем-2» (Б) и в области следа радиоактивных выпадений термоядерного испытания 1953 г. (В)

Измерение содержания $^{239+240}\text{Pu}$ в образцах окружающей среды выполняется с применением метода радиохимического анализа. Однако для оценки содержания в почве $^{239+240}\text{Pu}$ также можно использовать отношение $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$. Анализ плутониевого загрязнения был проведен с учетом данных по ^{241}Am . По результатам исследований построена карта распределения $^{239+240}\text{Pu}$ (рис. 5.16).

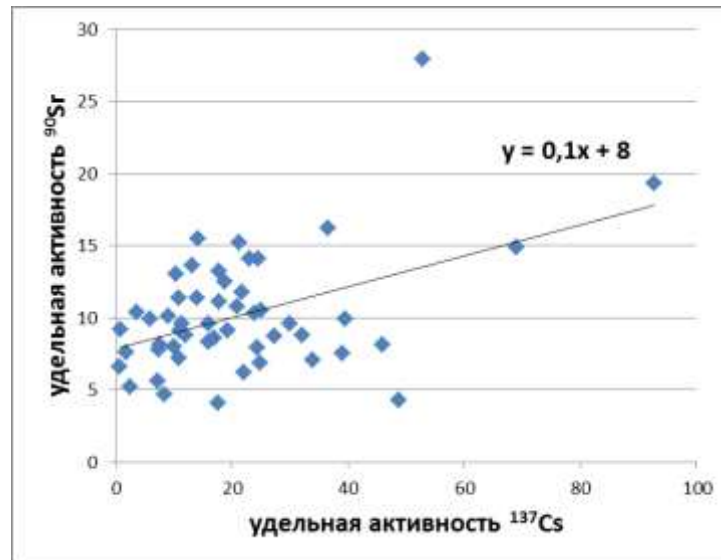


Рис. 5.15. Отношение удельной активности ^{90}Sr к ^{137}Cs за пределами трех областей высоких уровней активности ^{90}Sr (на «условно фоновой» территории)

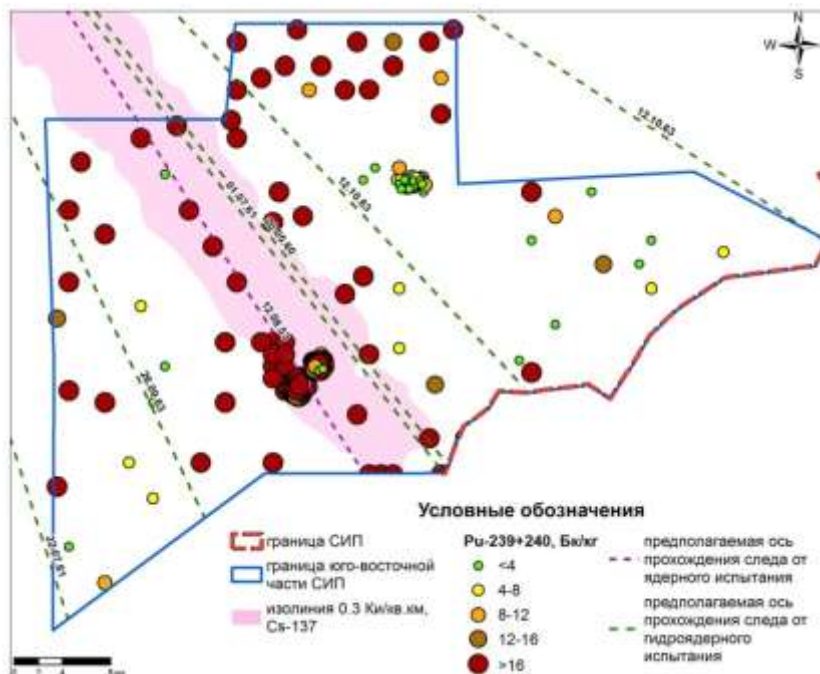


Рис. 5.16. Распределение $^{239+240}\text{Pu}$ в почвах территории исследований

Повышенные значения $^{239+240}\text{Pu}$ в почвах (более 16 Бк/кг) зафиксированы практически на всей исследуемой территории. Максимальные значения (до 80 000 Бк/кг) находятся в районе площадки «Телькем». Отношения $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am были рассчитаны для двух воронок на площадке «Телькем» – «Телькем-1» и «Телькем-2» (рис.5.16), следа радиоактивных выпадений термоядерного испытания 1953 г., в северной части обследованной территории и участка следа радиоактивных выпадений от неизвестного ядерного испытания в западной части территории (рисунки 5.16-5.18).

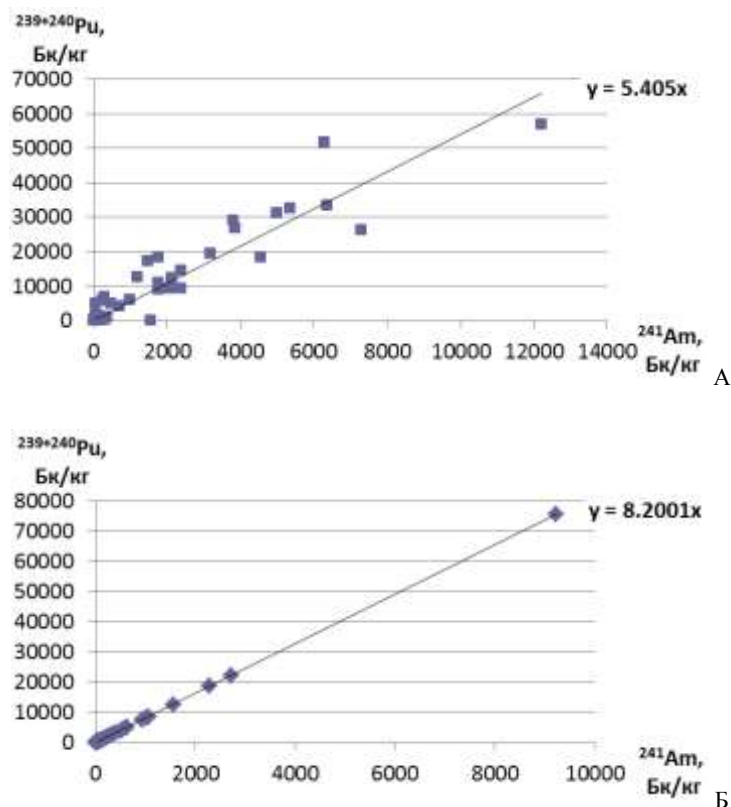


Рис.5.17. отношений удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am районе воронки «Телькем-1» (А), в районе воронки «Телькем-2»(Б)

Учитывая значительную трудоемкость традиционного метода определения $^{239+240}\text{Pu}$ (альфа-спектрометрия с предварительным радиохимическим выделением), в данном исследовании характера загрязнения территории изотопами плутония методологически был сделан упор на выявление корреляционной связи между ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$. Такой подход достаточно распространен и вполне оправдан, особенно в случае наличия одного источника загрязнения.

По результатам исследований построена зависимость концентрации $^{239+240}\text{Pu}$ от ^{241}Am . Среднее значение отношения содержания радионуклидов $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ равно 5,4 в районе воронки «Телькем-1» и 8,2 в районе воронки «Телькем-2» (рис. 5.17).

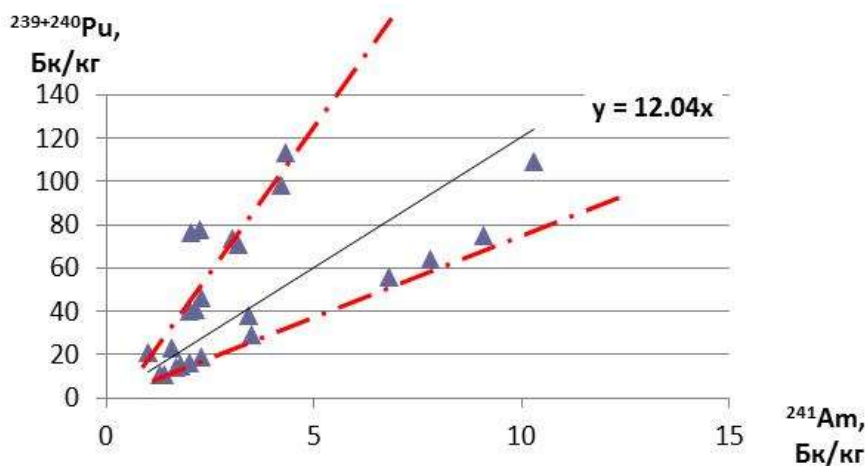


Рис. 5.18. Отношение удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am в области следа радиоактивных выпадений термоядерного испытания 1953 г.

Анализ значений отношений $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am показал, что в областях с повышенными значениями активности как $^{239+240}\text{Pu}$, так и ^{241}Am (площадка «Телькем») корреляция имеет высокую степень. На территориях с меньшими значениями активности (до 90 Бк/кг) корреляционная связь не такая очевидная, но все же достаточная для оценки распространения $^{239+240}\text{Pu}$ в почвах исследуемого района.

При оценке современного радиоэкологического состояния территории площадка «Телькем» необходимо анализировать район каждой воронки отдельно. Это связано с отчетливым расхождением величины отношения $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am для районов двух воронок – 5,4 и 8,2, что свидетельствует о разных характеристиках проведенных испытаний и отличающимся воздействием на окружающую среду.

Отношение удельных активностей $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am на следе радиоактивных выпадений имеет две характерных области, что связано, вероятнее всего, с влиянием испытаний на площадке «Телькем» на формирование радиоактивного загрязнения данной территории. Значения отношений $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am для северной области равны 8,0, а для следа от неизвестного ядерного испытания – 6,0. Очевидно, что эти две области радиоактивного загрязнения сформированы разными источниками. Возможно, источником радиоактивного загрязнения северного участка могут быть эксперименты, проводившиеся на комплексе «Байкал», расположенном севернее данной территории.

Отношение удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am на «условно фоновой» территории равно 7,6, а среднее значение для всего СИП составляет 5,4. Это свидетельствует о том, что на формирование радиационной обстановки на исследуемой территории атмосферные ядерные испытания оказали большее воздействие, чем в целом на территорию полигона.

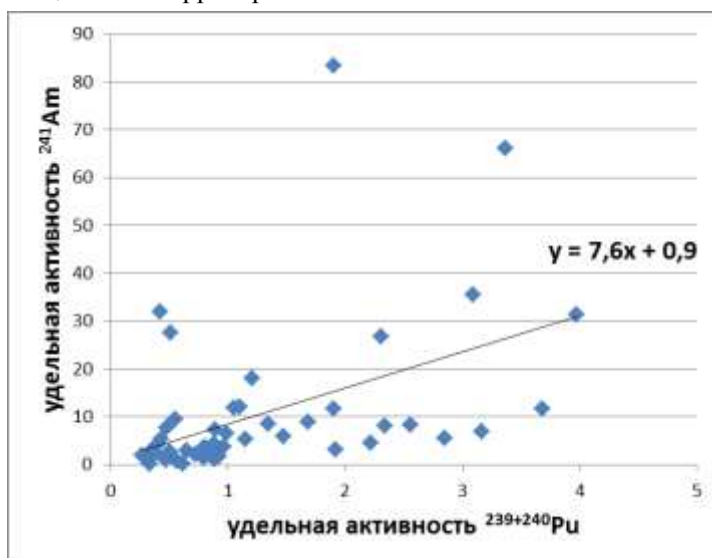


Рис. 5.19. Отношение удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am на «условно фоновой» территории

На основании площадного распределения величины удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am на исследуемой территории было выделено восемь зон, различающихся по степени радиоактивного загрязнения (рис. 2.20 и 5.21). Для выделенных зон были рассчитаны средние значения удельной активности искусственных радионуклидов, которые использовались для дальнейших расчетов дозовых нагрузок (табл. 1).

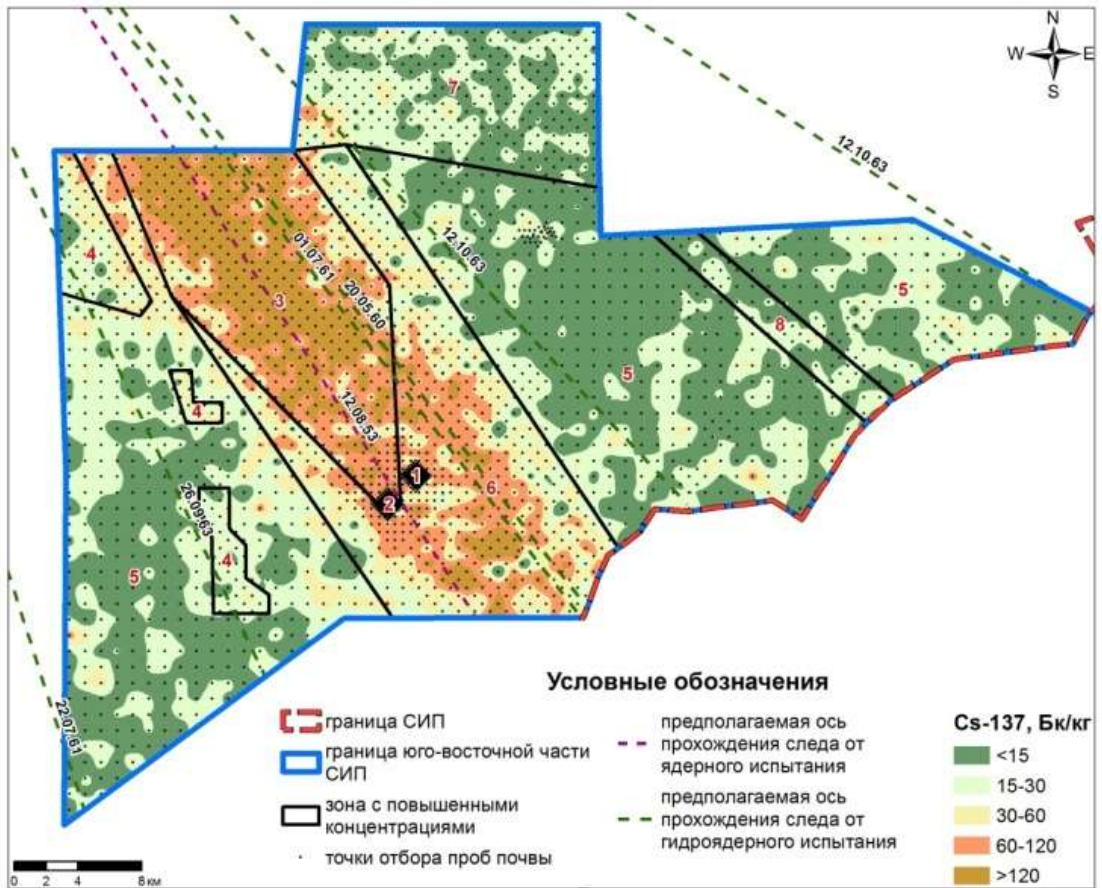


Рис. 5.20. Зонирование территории исследований по величине удельной активности ^{137}Cs в почвах

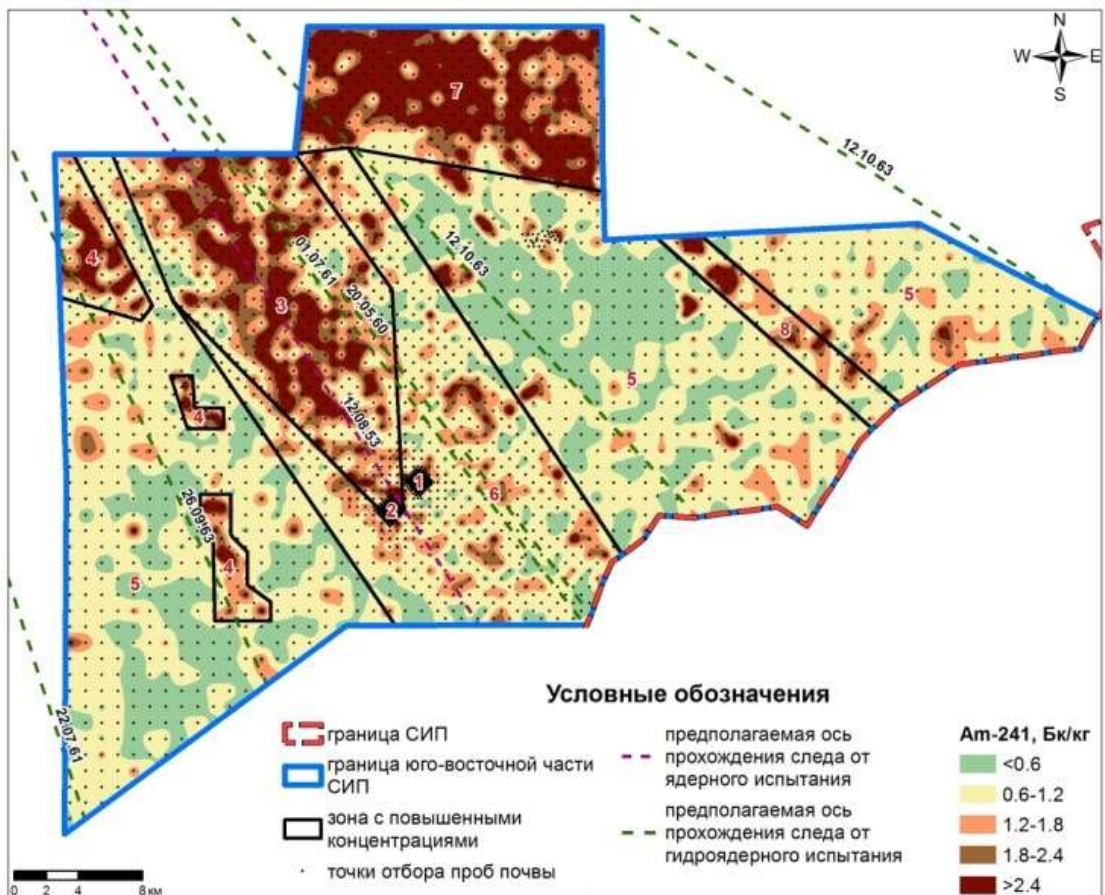


Рис. 5.21. Зонирование территории исследований по величине удельной активности ^{241}Am в почвах

Средние удельные активности искусственных радионуклидов в 1-8 зонах территории исследований, Бк/кг

№ зоны опробования	^{137}Cs	^{90}Sr	^{241}Am	$^{239+240}\text{Pu}$	^{241}Pu
1	440	180	1200	6300	880
2	140	660	140	1100	100
3	140	460	2,5	30	1,8
4	30	15	2,6	20	1,9
5	18,5	8,6	0,9	4,9	0,7
6	80	65	1,2	15	0,9
7	17	8,5	3,8	30,4	22,8
8	18	9	1,8	10,8	8,1

Данные по распределению радионуклидов в почвенном профиле показали, что наибольшие значения удельной активности ^{137}Cs приурочены к поверхностному горизонту. Количественные значения удельной активности ^{137}Cs отмечаются до глубины 18 см. При этом в слое 0-3 см находится более 60% всей активности радионуклидов, а до глубины 10 см – более 90%.

Проведенные исследования выявили неоднородное распределение форм нахождения радионуклидов в почвах в зависимости от зоны радиационного загрязнения исследуемой территории. Наименьшие значения параметров подвижности радионуклидов выявлены в зонах 3 и 6, приуроченных к следу выпадений от наземного термоядерного испытания 1953 г. В фоновой зоне 5 выявлена тенденция увеличения доли обменной формы ^{137}Cs , обменной и подвижной формы ^{90}Sr , органической формы радионуклидов $^{239+240}\text{Pu}$ и подвижной формы ^{241}Am .

Водные объекты

Расположение объектов водопользования на территории исследования было определено на основе картографического материала, космических снимков высокого разрешения и детального маршрутного обследования (рис. 5.22).

Водные объекты на данной территории представлены колодцами, скважинами, реке – родниками и небольшими поверхностными водотоками. В общей сложности было обследовано 110 объектов водопользования.

В результате исследований присутствия искусственных радионуклидов в воде выявлено не было. Удельная активность радионуклидов в анализируемых образцах была меньше порога обнаружения – $^{90}\text{Sr} < 0,005$ Бк/л, $^{239+240}\text{Pu} < 0,003$ Бк/л и $^{137}\text{Cs} < 0,02$ Бк/л. В ряде образцов определялся ^3H в количестве до 12 Бк/л. Полученные значения не превысили значений уровня вмешательства ($УВ_{\text{нас}}$) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде для населения: $^3\text{H} - 7600$ Бк/л, $^{90}\text{Sr} - 4,9$ Бк/л, $^{239+240}\text{Pu} - 0,55$ Бк/л и $^{137}\text{Cs} - 11$ Бк/л [7].

Особое внимание при радиационном обследовании было уделено территории, прилегающей к площадкам «Дегелен» и «Телькем».

Ручей Узынбулак питается, в основном подземными водами, дренирующими горные породы, в которых проводились подземные ядерные испытания на площадке «Дегелен». Ручей имеет значительную площадь водосбора и протекает по территории юго-восточной части СИП на протяжении 12 км. На испытательной площадке «Телькем» имеются две заполненные водой воронки, которые образованы в результате проведения экскавационных взрывов.

Лабораторными исследованиями установлено, что основным загрязняющим радионуклидом вод р. Узынбулак является ^3H , значительное содержание которого было зафиксировано как в поверхностных, так и в подземных водах. Содержание ^3H в воде во всех точках отбора составляет

порядка $n \cdot 10^4$ Бк/л. Удельная активность ^3H в ряде случаев превышает допустимый уровень вмешательства ($УВ_{\text{НАС}}$) до 11 раз и остается достаточно высоким даже на расстоянии 10-12 км от границы испытательной площадки [7]. Наличие ^{90}Sr , удельная активность которого составила порядка 1,2 Бк/л, было отмечено только в подземных водах питающих ручей. Его активность в 4 раза меньше $УВ_{\text{НАС}}$ (4,9 Бк/л). Радионуклиды ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ в воде не обнаружены.

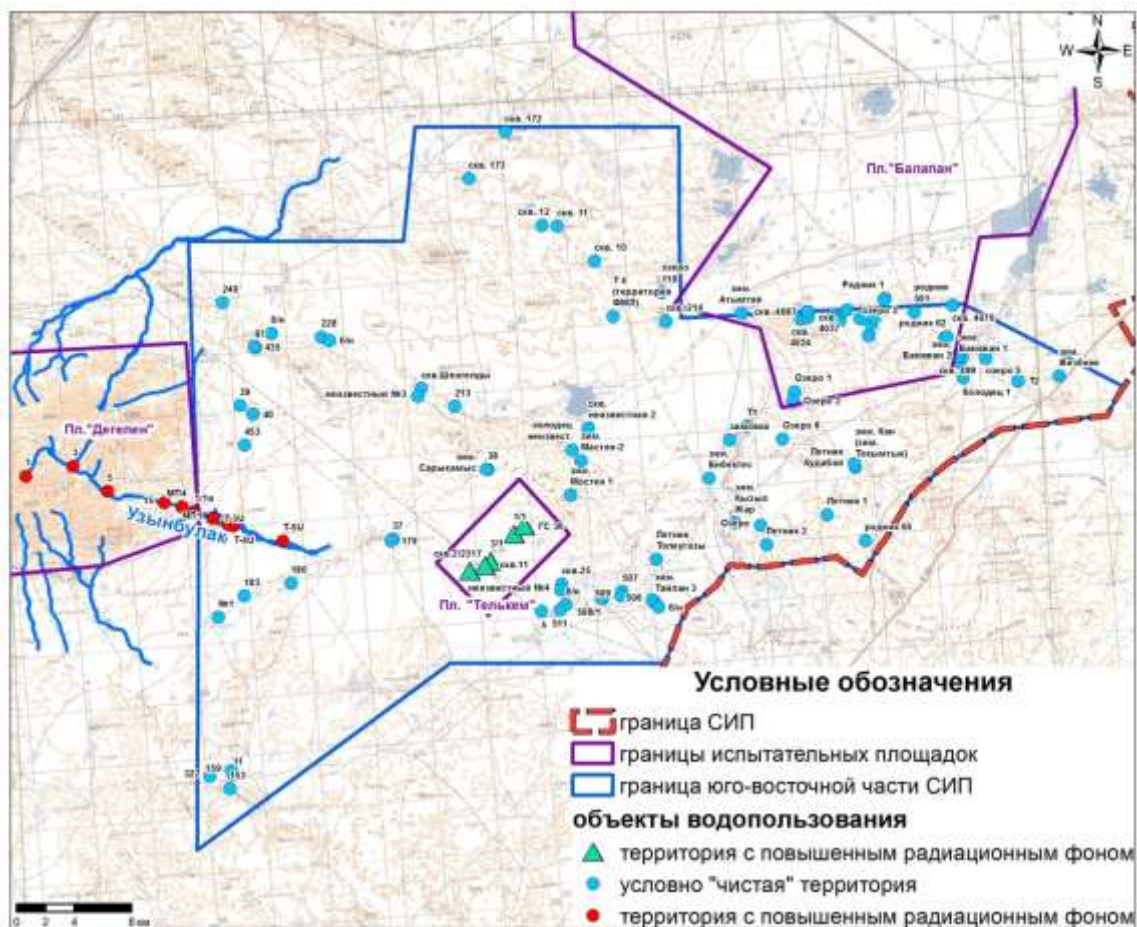


Рис.5.22. Расположение объектов водопользования на юго-восточной территории

Результаты исследования показали, что вынос радионуклидов из штолен на площадке «Дегелен» продолжается и в настоящее время.

Для исследования уровней загрязненности искусственными радионуклидами вода двух воронок и гидрологических скважин на площадке «Телькем» была проанализирована на содержание ^3H , ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$. Полученные данные показали, что в поверхностных водах, которые наполняют воронки на площадке «Телькем», присутствуют радионуклиды ^{90}Sr и ^3H . Радионуклид ^3H содержится в количествах, не превышающих $УВ_{\text{НАС}}$, а удельная активность ^{90}Sr более чем в 5 раз превышает $УВ_{\text{НАС}}$ для данного радионуклида [7]. Присутствие радионуклидов ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ в воде отмечено не было.

Результаты проведенных исследований показали, что вода обследованных воронок площадки «Телькем» является радиационно-опасной. Выноса радионуклидов за пределы площадки, в настоящее время не наблюдаются.

Исследования объектов водопользования, расположенных на «условно фоновых» территориях, показали, что в воде содержание радионуклидов не превышает значений уровня вмешательства. Однако нельзя с уверенностью говорить об их полном отсутствии. Водные объекты, связанные с местами проведения ядерных испытаний, должны постоянно обследоваться на радиоактивность. Наибольшее внимание стоит уделять изучению содержания ^3H и ^{90}Sr , миграционные свойства которых позволяют им активно мигрировать с водными потоками на большие расстояния.

По результатам проведенных исследований воду в обследованных объектах водопользования, с точки зрения радиационной составляющей, можно считать радиационно-безопасной.

Подземные воды

Оценка возможного поступления загрязненных подземных вод с площадки «Балапан». Исследованиям на данном участке уделено повышенное внимание. Участок расположен в северной части исследуемой территории, западнее границы испытательной площадки «Балапан» (рис. 5.23). Основной задачей работ на участке являлось установление возможной миграции загрязненных подземных вод по зоне Калба-Чингизского регионального разлома. По результатам ранее проведенных работ [8] на данном участке было установлено наличие ^3H с концентрацией до 7000 Бк/л. В пределах водосборного бассейна низины озера Каражырек в 3 км от границы площадки «Балапан» концентрации радионуклидов в трещинных водах не превышают установленных уровней вмешательства по содержанию в питьевой воде [7].

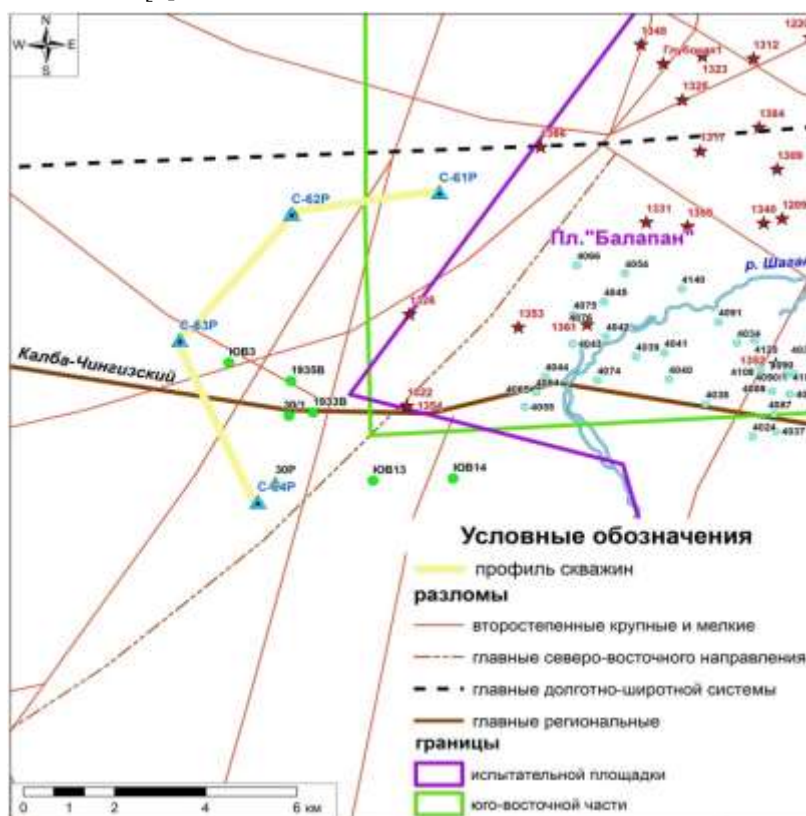


Рис. 5.23. Схема расположения профиля колонковых скважин

Для изучения поровых вод в пределах водосбора оз. Каражырек, котловины. Кайтас и р. Ащису пробурено 13 скважин. Лабораторные исследования показали, что содержание трития в поровых водах около юго-западной границы площадки «Балапан» находится в пределах значений, не превышающих МДА [7].

Современное состояние подземных вод в зоне влияния испытательной площадки «Телькем», расположенной в 20 км от гор Дегелен в юго-восточной части площади водосборного бассейна ручья Узынбулак, прилегающей к местам взрывов, изучалось в более 30 наблюдательных скважинах.

На территории площадки «Телькем» распространены трещинные воды зоны выветривания палеозойских отложений и интрузивных пород, а также поровые воды рыхлых отложений, в центральной части участка. Количественные содержания радионуклидов обнаружены только в двух скважинах – ^{137}Cs – 0,6 Бк/л, ^3H – 25 Бк/л, ^{90}Sr – 0,1 Бк/л, что значительно ниже допустимых значений для питьевой воды.

Таким образом, подземные воды площадки «Телькем» для подземных вод территории исследования явной опасности радиоактивного загрязнения в настоящее время не представляют. Возможно ли в дальнейшем ухудшение радиационной обстановки в подземных водах?

Основными возможными источниками загрязнения подземных вод являются блоки горных пород, вмещающие центральные зоны подземных ядерных взрывов на площадках «Дегелен», «Балапан» и места проведения экскавационных взрывов на площадке «Телькем».

Площадка «Дегелен». По результатам работы [9] установлено, что в подземных водах, выходящих за пределы площадки «Дегелен», основным радиоактивным загрязнителем в настоящее время, как и в ближайшем будущем, является ^3H . Существенного повышения концентрации ^3H в подземных водах не ожидается в связи с наличием следующих факторов. По данным многолетнего мониторинга вод штолен поступление ^3H из центральных зон подземных ядерных взрывов продолжается и имеет относительно стабильный характер. Миграция загрязненных ^3H вод окончательно сформировались, и в обозримом будущем будет наблюдаться постепенное снижение концентрации ^3H в связи с его радиоактивным распадом, а также в связи с постепенным истощением основного источника.

При этом стоит учитывать, что за пределами гор Дегелен существуют благоприятные условия инфильтрации атмосферных осадков в подземные воды в связи с отсутствием сплошного покрова рыхлых слабопроницаемых отложений, происходит постоянное поступление в подземные воды атмосферных осадков с низким содержанием ^3H , что приводит к снижению концентрации ^3H , вплоть до безопасных для питьевой воды уровней.

Площадка «Балапан». Основными носителями радиоактивных продуктов подземных ядерных взрывов за пределы площадки являются трещинные подземные воды. Радионуклиды ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ за границы площадки не выносятся, поскольку они адсорбировались горными породами в зонах необратимых деформаций. Основным радиоактивным загрязнителем подземных вод в настоящее время и в ближайшем будущем будет являться ^3H . Для существенного повышения концентрации ^3H в подземных водах нет причин. Не исключаются возможные незначительные изменения содержания ^3H как в течение сезона, так и в отдельные годы в зависимости от количества выпадающих осадков.

Результаты опробования буровых скважин показали отсутствие в настоящее время ^3H в подземных водах в пределах территории исследования, поступающих со стороны площадки «Балапан».

Подземные воды в пределах Калба-Чингизского разлома, где содержание техногенных радионуклидов ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ меньше МДА, концентрация ^3H достигает 200 Бк/л. Обнаруженные значения концентрации радионуклидов радиационной опасности не представляют и находятся значительно ниже установленных ГН СЭТОРБ уровней вмешательства по содержанию радионуклидов в питьевой воде [7]. В то же время, факт обнаружения ^3H в трещинно-жильных водах регионального разлома свидетельствует о миграции техногенных радионуклидов по зоне Калба-Чингизского разлома в северо-западном направлении.

В связи с этим, участок территории в границах локального водосборного бассейна оз. Каражырек целесообразно определить как зону ограниченного пользования. В пределах данной зоны можно заниматься скотоводством и заготовкой кормовых трав на сено при условии регулярного мониторинга объектов водопользования.

Ограничение касается работ по добыче полезных ископаемых. При проходке горных выработок с водоотливом дренажных вод, в подземные воды данной территории возможно поступление загрязненных вод из мест проведения подземных ядерных взрывов на площадке «Балапан». Поэтому при планировании геологоразведочных работ на данной территории необходимо предусматривать проведение специальных исследований подземных вод с учетом заявленных видов деятельности.

Районирование территории по возможности использования её в хозяйственных целях по уровню загрязнения поверхностных и подземных вод. По результатам исследований современного состояния подземных вод, а также прогноза возможного изменения радиоактивного загрязнения, проведено

районирование территории по уровням радиоактивного загрязнения подземных вод тритием (рис. 5.24).

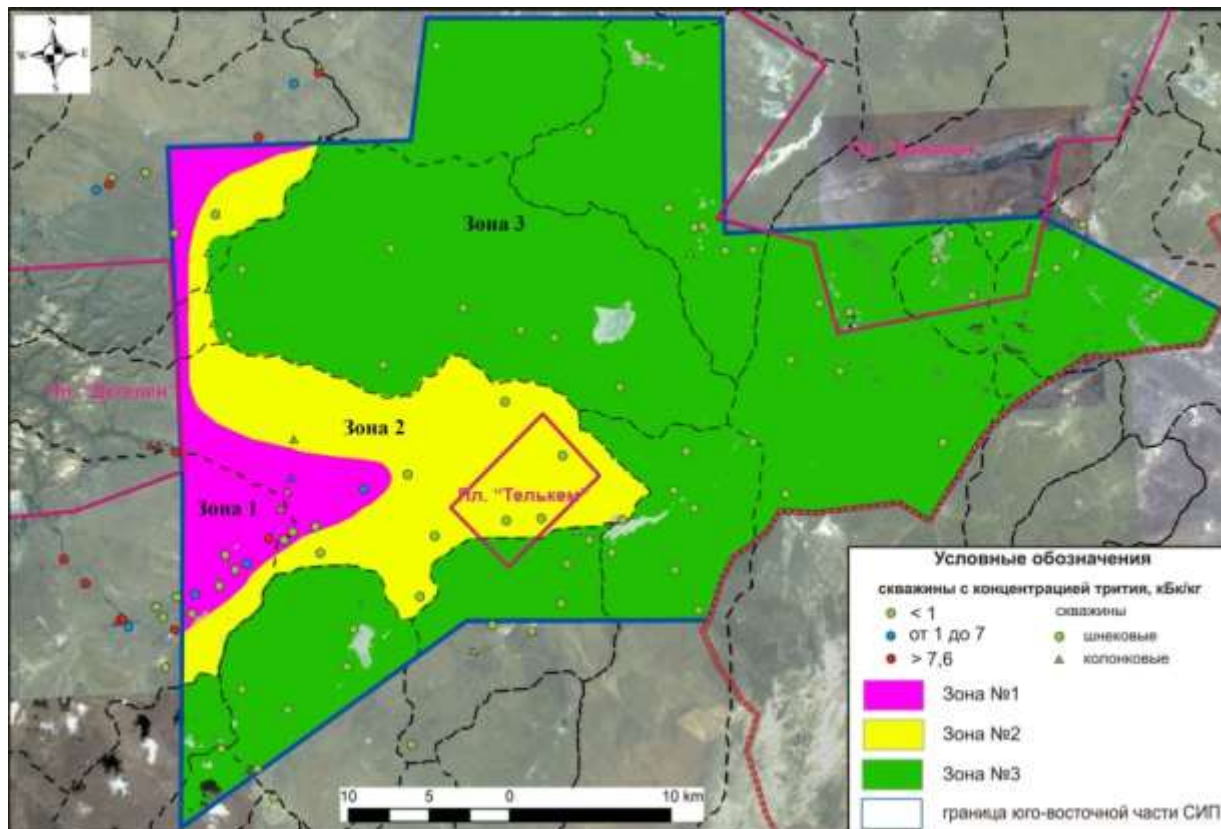


Рис. 5.24. Зонирование исследуемой территории по возможности хозяйственного использования

Приземная атмосфера

Для изучения состояния воздушной среды на территории юго-восточной части СИП был выполнен комплекс полевых и лабораторных исследований, направленных на определение объемной активности естественных, техногенных радионуклидов. Полевые работы проводились на жилых зимовках и летниках в летний период. На зимовках Тайлан-1, Тайлан-2, Тайлан-3, Мастен-1 и Шурек исследования проводились в 2011-2012 годах, на зимовках Енбектес, Кан, Атымтай, Жезбике, Бакижан-1 – в 2012-2013 годах. Схема расположения объектов исследования представлена рисунке 5.25.

Уровень содержания долгоживущих техногенных радионуклидов в воздушной среде находится ниже предела обнаружения используемого аппаратурно-методического обеспечения. Объемная активность естественных и техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе за наблюдаемый период не превышала значений допустимой объемной активности (ДОВА_{НАС}) для населения, установленной гигиеническими нормативами [7]. Текущие уровни содержания техногенных радионуклидов в воздушной среде на исследуемой территории радиационной опасности для населения не представляет.

Радиоактивное загрязнение атмосферы может представлять опасность для человека, только находящегося непосредственно на территории радиационно-опасных объектов полигона и только в том случае, если в этот момент в воздухе содержится большое количество пыли (при пыльных бурях, техногенном пылении и т.д.).

В связи с тем, что с течением времени происходит процесс миграции радионуклидов в почвенный слой на глубину, то загрязнение радионуклидами за счет ветрового переноса сводится к минимуму. Таким образом, изменение радиоэкологического состояния воздушного бассейна должно происходить только в лучшую сторону.

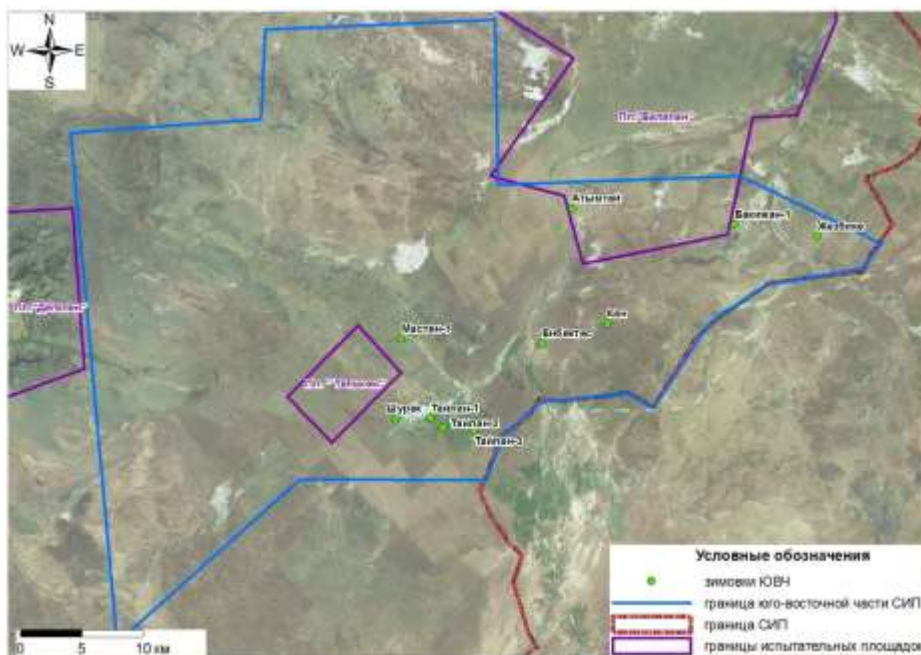


Рис. 5.25. Схема расположения исследованных зимовок на территории ЮВЧ

Растительный покров

На участках с повышенными значениями удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в почве, установленных по результатам площадного обследования радиоактивного загрязнения, заложено 20 исследовательских площадок (точек отбора) (рис. 5.26). Распределение точек выполнено с учетом видового состава растений и зон радиоактивного загрязнения (кроме 1-й и 2-й зон на площадке «Телькем», т.к. передача этих территорий для хозяйственного использования исключена) и максимально охватывает основные геоботанические контуры. На площадках проведены работы по сопряженному отбору проб почвы и растений для дальнейшего определения удельной активности и расчета степени накопления радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am .

Для оценки параметров перехода естественных и искусственных радионуклидов из почвы в надземную часть растений использован широко применяемый в мировой практике показатель – коэффициент накопления (Кн) – отношение содержаний радионуклида в единице массы растений и почвы [5].

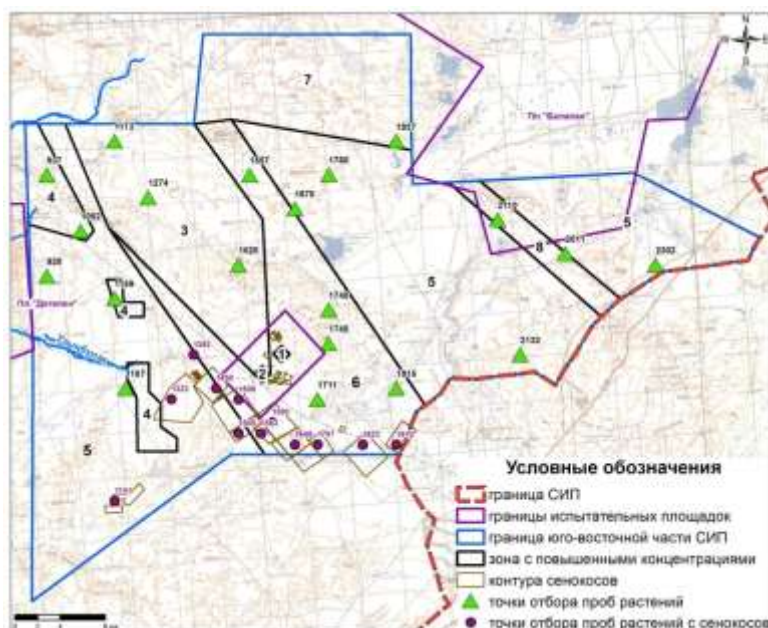


Рис.5.26. Схема расположения точек отбора проб почвы и растений

Определены активности в пробах растений и почвы и рассчитаны Кн ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am .
Полученные данные для 3-8 зон радиоактивного загрязнения в табл. 5.2.

Таблица 5.2.

**Удельная активность и значения Кн радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am
для исследуемой территории**

Зона	Номер точки	Удельная активность, Бк/кг								Кн			
		^{241}Am		^{137}Cs		^{90}Sr		$^{239+240}\text{Pu}$		^{241}Am	^{137}Cs	^{90}Sr	$^{239+240}\text{Pu}$
		растения	почва	растения	почва	растения	почва	растения	почва				
3	1173	<0,11	4,3±0,5	2,7±0,1	450±3	4,5±0,4	1400±20	0,69±0,04	150±5	<0,026	0,0060	0,0033	0,0046
	1520	<0,071	5,6±0,5	0,76±0,06	570±4	4,8±0,5	2300±20	-	160±4	<0,013	0,0013	0,0021	-
	1274	<0,045	4,3±0,3	2,3±0,1	400±2	7,04±0,36	1700±20	0,35±0,02	130±4	<0,011	0,0058	0,0041	0,0027
<i>Средние значения Кн для 3-й зоны</i>										-	0,0044	0,0032	0,0037
4	1052	<0,077	4,2±0,4	0,89±0,10	53±1	1,6±0,4	106±6	0,15±0,01	28±1	<0,018	0,017	0,015	0,0054
	937	<0,040	5,3±0,5	1,8±0,1	87±2	1,6±0,3	204±8	0,15±0,02	190±6	<0,0075	0,021	0,0079	0,00075
	1159	<0,12	2,3±0,4	0,80±0,06	39±1	1,5±0,21	35±6	0,56±0,02	24±1	<0,053	0,021	0,043	0,024
	1187	<0,027	1,7±0,3	0,76±0,04	38±1	0,92±0,29	<8,7	-	22±1	<0,016	0,020	<0,11	-
<i>Средние значения Кн для 4-й зоны</i>										-	0,020	0,022	0,010
5	928	<0,040	1,8±0,4	1,2±0,1	38±1	1,7±0,3	13±5	0,18±0,02	14±1	<0,022	0,031	0,13	0,013
	1760	<0,21	1,8±0,4	1,6±0,2	23±5	<100	3,3±1,1	-	15±3	<0,12	0,070	<0,033	-
	2132	<0,20	3,2±0,6	2,2±0,2	47±9	<100	11±2	-	8±2	<0,063	0,047	<0,11	-
	2302	<0,098	1,3±0,4	0,83±0,11	40±8	<100	6,5±0,9	-	3,8±1,5	<0,075	0,021	<0,065	-
<i>Средние значения Кн для 5-й зоны</i>										-	0,042	0,13	0,013
6	1745	<0,041	1,4±0,4	2,2±0,1	204±2	3,7±0,3	610±10	0,38±0,03	44±1	<0,030	0,011	0,0061	0,0086
	1711	<0,063	1,8±0,2	2,9±0,1	210±1	5,4±0,5	640±10	0,59±0,03	46±1	<0,036	0,014	0,0084	0,013
	1748	<0,24	<0,9	2,6±0,2	130±30	<100	33±5	-	23±4	<0,27	0,020	<0,33	-
	1915	<0,12	1,8±0,4	0,71±0,14	85±17	<100	9,8±1,1	-	29±4	<0,067	0,008	<0,098	-
	1557	<0,057	1,1±0,4	1,2±0,1	69±14	<100	9,4±1,1	-	11±2	<0,052	0,017	<0,094	-
	1670	<0,068	0,8±0,3	0,35±0,08	62±12	<100	8,4±1,3	-	9±2	<0,085	0,006	<0,084	-
<i>Средние значения Кн для 6-й зоны</i>										-	0,013	0,0073	0,011
7	1937	<0,55	4,5±0,9	2,1±0,2	31±6	<100	5,6±1,1	-	28±4	<0,12	0,068	<0,056	-
<i>Средние значения Кн для 7-й зоны</i>										-	0,068	-	-
8	2011	<0,19	2,2±0,5	2,4±0,2	28±6	<100	4,3±0,8	-	13±3	<0,086	0,086	<0,043	-
	2110	<0,15	6,5±1,3	0,71±0,16	28±6	<100	2,8±0,95	-	18±3	<0,023	0,025	<0,028	-
<i>Средние значения Кн для 8-й зоны</i>										-	0,056	-	-

Максимальные значения удельной активности ^{137}Cs в растениях на исследуемой территории не превышают 3 Бк/кг, ^{90}Sr – 7 Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu}$ – 0,7 Бк/кг, активность ^{241}Am – находится ниже предела обнаружения (<0,08 Бк/кг). Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях не превышает предельно-допустимых уровней радиоактивного загрязнения кормовых растений (^{137}Cs – 74 Бк/кг, ^{90}Sr – 111 Бк/кг), установленных Минсельхозом Республики Казахстан (1994). Концентрации $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в растениях не нормируется, однако, исходя из степени общей радиотоксичности каждого, можно предположить, что допустимые уровни по $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am будут ориентировочно на порядок меньше, чем по ^{90}Sr [11].

Кн исследуемых радионуклидов изменяются в довольно широких пределах в следующем ряду убывания: ^{90}Sr > ^{137}Cs > $^{239+240}\text{Pu}$. Значения Кн ^{241}Am из-за отсутствия количественных величин удельной активности данного радионуклида в растениях указаны оценочно.

Значимая разница в накоплении радионуклидов отмечается для различных зон радиоактивного загрязнения. Минимальные значения Кн характерны для 3-й зоны, что по всей видимости связано с недостатком наиболее доступных растениям форм нахождения данных радионуклидов в почвах, обусловленных специфическими выпадениями при прохождении радиоактивного облака.

Для оценки радиоактивного загрязнения растительного покрова сенокосов, расположенных на исследуемой территории, проведены экспедиционные работы по сопряженному отбору проб почв и растений для дальнейшего определения удельной активности и расчета коэффициентов накопления естественных (^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) и искусственных (^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am) радионуклидов. Для этого

на участках с повышенными значениями удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в почве, установленных по результатам площадного обследования, заложено 20 исследовательских площадок (рис. 5.26).

Аномально высоких значений удельной активности естественных радионуклидов ^{40}K , ^{232}Th и ^{226}Ra в растениях на участках обследованных сенокосов не зафиксировано, удельная же активность искусственных радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am и ^{90}Sr находится ниже предела обнаружения.

Результаты проведенного анализа по определению содержания ^3H в растительном покрове представлены на рисунке 5.27.

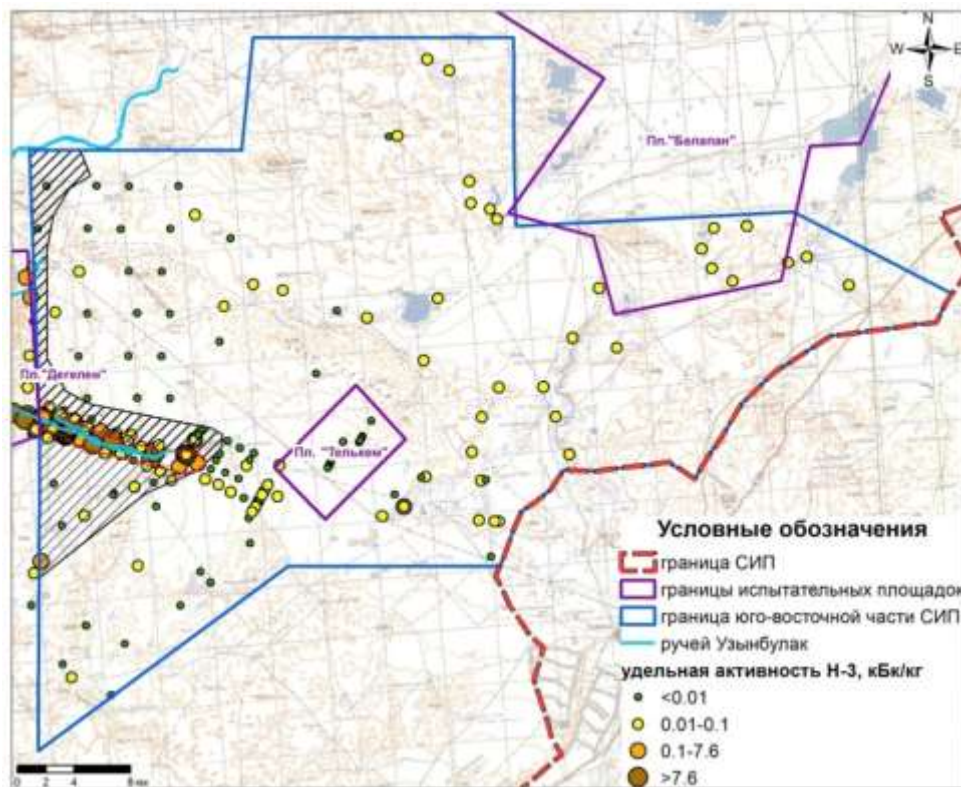


Рис. 5.27. Распределение ^3H в растительном покрове исследуемой территории

Анализ по определению содержания ^3H в растительном покрове на площадке «Телькем» показал, что в абсолютном большинстве случаев значения удельной активности данного радионуклида в свободной воде растений находятся ниже предела обнаружения (<12 Бк/кг). Исключение составили расположенные на гребнях вала вокруг воронок «Телькем-1» 2 точки с количественными величинами удельной активности ^3H в свободной воде растений – 24 ± 8 Бк/кг и «Телькем-2» – 55 ± 9 Бк/кг.

Значительные концентрации ^3H в растительном покрове на исследуемой территории относятся к зоне влияния ручья Узынбулак – значения удельной активности ^3H в свободной воде растений в его русле в отдельных случаях превышают уровень вмешательства при поступлении данного радионуклида с водой, достигая 10 кБк/кг.

Растительный покров исследуемой территории, с точки зрения характера его загрязнения естественными (^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) и искусственными (^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am) радионуклидами, ни на данный момент, ни в будущем, не представляет опасности для населения и может считаться пригодным для ведения соответствующих видов хозяйственной деятельности. В частности, это касается имеющихся на территории сенокосов, контроль качества сена с которых подтвердил возможность их использования – фактические измерения совпали с прогнозом содержания радионуклидов в растениях на данной территории.

Более сложную ситуацию можно отметить для загрязненности растительного покрова радионуклидом ^3H . Хотя удельная активность ^3H в растительности исследуемой территории в целом

незначительна, наличие повышенных его концентраций (до 0,1 кБк/кг) нельзя оставлять без внимания. Способность радионуклида ^3H мигрировать как с поверхностными, так и с грунтовыми водами может в будущем привести как к расширению площади с количественными значениями удельной активности последнего, так и к общему повышению его содержания в растительном покрове исследуемой территории.

Таким образом, с точки зрения радиоактивного загрязнения на исследуемой территории из сельскохозяйственного оборота рекомендуется исключить зону русла ручья Узынбулак протяженностью порядка 15 км и не менее чем по 500 м в стороны от русла. Также в отношении загрязнения радионуклидом ^3H рекомендуются постоянные наблюдения за его концентрацией в растительном покрове как в зоне влияния ручья Узынбулак, так и на территориях, используемых в сельском хозяйстве для заготовки растительных кормов (сена).

Характеристика территорий, не рекомендуемых для передачи в хозяйственный оборот

Площадка «Телькем». Радиоактивное загрязнение местности вызвано проведением подземных ядерных испытаний с выбросом грунта: одиночный взрыв «Телькем-1» (21.10.1968 г.) и групповым (из трех линейно расположенных зарядов) – «Телькем-2» (12.11.1968 г.). Оба испытания привели к образованию воронок и окружающих их навалов грунта. Озеро «Телькем-1» является круглым с диаметром около 50 м. Озеро «Телькем-2» имеет эллиптическую форму и составляет около 130 м в длину и 45 м в ширину. Глубина озер варьирует от 7 до 10 м. Доступ на оба озера осуществляется через созданные проезды в окружающих их навалах. На обоих озерах склоны навалов круто спускаются к поверхности воды.

В результате исследований на расстоянии до 1 км вокруг мест проведения испытаний обнаружено повышенное содержание техногенных радионуклидов в почвенном покрове и поверхностных водах, содержащихся в воронках, которое может представлять опасность, как для населения, так и для персонала. Согласно проведенным исследованиям величины удельной активности радионуклидов вод на площадке «Телькем» основную опасность с точки зрения использования воды в питьевых и хозяйственных целях представляет ^{90}Sr , содержание которого в поверхностной воде составляет до 75 Бк/л, что более чем на порядок превышает установленные гигиенические нормативы. По всем изученным показателям общего химического состава подземные и поверхностные воды на площадке «Телькем» не соответствуют нормам по параметрам значений общей жесткости и минерализации.

Таким образом, на основании полученных данных о содержании радионуклидов в почвенно-растительном покрове и подземных водах на исследуемой территории, площадку «Телькем» рекомендуется исключить из сельскохозяйственного оборота.

Ручей Узынбулак. Ручей Узынбулак вытекает с территории горного массива Дегелен в восточном направлении. Протяженность русла ручья в пределах обследованной территории превышает 10 км. Территория вдоль русла ручья представляет собой сенокосные угодья, которые в настоящее время интенсивно используются местным населением.

Проведенные исследования подтверждают наличие радиоактивного загрязнения поверхностных и подрусловых вод ручья, донных отложений и подземных вод на прилегающей к ручью территории, что вызвано миграцией радиоактивно загрязненных вод с территории горного массива «Дегелен», где проводились подземные ядерные испытания. Уровень радиоактивного загрязнения вод ^3H значительно превышает уровень вмешательства, согласно установленным в РК нормам, и представляет опасность для населения. Согласно результатам исследования основную опасность при использовании воды ручья в питьевых и хозяйственных целях представляет ^3H . Удельная активность ^3H в поверхностных и подземных водах ручья Узынбулак превышает уровень вмешательства ($\text{УВ}_{\text{НАС}}$) от 1,3 до 11 раз.

Выпас скота и заготовка сена на территории, прилегающей к руслу ручья Узынбулак, может привести к поступлению радионуклидов в организм животных, а затем и организм человека. Ожидаемая доза внутреннего облучения от радионуклида ^3H вблизи ручья Узынбулак (зона 5) может

составить 0,28 мЗв/год, при условии, что вода из ручья не будет употребляться человеком для питья. При определенных условиях (употребление воды для питья, увеличение время нахождения вблизи ручья и др.) доза для населения может превысить допустимый предел доз, равный 1 мЗв/год. С точки зрения радиоактивного загрязнения из сельскохозяйственного оборота рекомендуется исключить зону русла ручья Узынбулак протяженностью порядка 15 км и не менее чем по 500 м в стороны от русла.

Наиболее значительное радиоактивное загрязнение местности вызвано проведением самого мощного на СИП наземного термоядерного испытания 12 августа 1953 г. (мощность 400 кт). След радиоактивных выпадений проходит в северной части обследованной территории. В пределах следа (зона №3) обнаружено повышенное содержание техногенных радионуклидов в почвенном покрове, что может представлять реальную опасность для населения при проведении сельскохозяйственных работ. Средние величины удельной активности радионуклидов достигают следующих величин: ^{137}Cs – $1,5 \cdot 10^2$ Бк/кг, ^{241}Am – 2 Бк/кг, ^{90}Sr – $4,6 \cdot 10^2$ Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu}$ – 30 Бк/кг, ^{60}Co – 0,5 Бк/кг, ^{152}Eu – 6,5 Бк/кг. По уровню средних величин активности радионуклидов ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ в почвах обследованная территория следа радиоактивных выпадений, в соответствии с Постановлением Кабинета Министров РК № 653 от 31 июля 2007 г. «Об утверждении критериев оценки экологической обстановки территорий» может быть отнесена к территории чрезвычайной экологической ситуации, а при максимальных значениях данных радионуклидов – к территории экологического бедствия.

Предполагаемое содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях не превышает предельно-допустимых уровней радиоактивного загрязнения кормовых растений (^{137}Cs – 74 Бк/кг, ^{90}Sr – 111 Бк/кг), установленных Минсельхозом Республики Казахстан (1994). Содержание радионуклидов в воздушной и водной среде также не превышает установленных нормативов.

Повышенное содержание радионуклидов в почвенном покрове может представлять опасность для населения, поэтому проведение сельскохозяйственной деятельности на данной территории не рекомендуется.

Вместе с тем, проведение таких работ, как разведка и добыча полезных ископаемых и др., при соблюдении рекомендаций по радиационной безопасности, не представляет опасности для персонала предприятий, проводящих данные работы, и данная территория может быть передана в хозяйственное использование с ограничениями.

Заключение

В результате проведенных исследований было определено следующее. Содержание искусственных радионуклидов в объектах природной среды юго-восточной части территории СИП обусловлено как глобальными радиоактивными выпадениями, так и радиоактивными выпадениями от наземных ядерных испытаний, проведенных на «Опытном поле», и двух испытаний с выбросом грунта, проведенных на площадке «Телькем».

Радионуклидный анализ отобранных проб природной среды показал, что среднее содержание естественных радионуклидов в почвах исследуемой территории является типичным для почв Казахстана, каких-либо геохимических аномалий не выявлено. Ни в одной из исследованных гамма-спектральным анализом проб не обнаружено каких-либо иных искусственных радионуклидов, кроме ^{137}Cs и ^{241}Am , при этом в случае наличия радионуклидов ^{60}Co , ^{152}Eu , их содержание будет ниже пределов обнаружения использованной аппаратуры, что не представляет опасности для человека и окружающей среды. Радиохимический анализ проб природной среды позволил определить в них содержание таких долгоживущих радионуклидов, как ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$.

По распределению техногенных радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ обследованную территорию можно разделить на восемь зон. Средние значения удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах территории зон №1 и №2 (площадка «Телькем») в десятки раз превышают уровень фона глобальных выпадений, средние значения удельной активности радионуклида $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в тысячу раз превышают фон глобальных выпадений. Средние значения удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в почвах территории зоны №3 и №7 в десятки раз превышают уровень фона

глобальных выпадений. Средние значения удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвах территории зон №4-№6, №8 находятся ниже уровня фона глобальных выпадений, а содержание $^{239+240}\text{Pu}$ – менее чем в 10 раз превышает уровень фона глобальных выпадений, содержание ^{241}Am соответствует фоновым значениям условно чистых территорий полигона.

Содержание радионуклидов в растительном покрове исследуемой территории не превышает величин, установленных «Временными допустимыми уровнями содержания радионуклидов в объектах контроля Минсельхоза Республики Казахстан». В целом, содержание радионуклидов в растительном покрове не представляет опасности для населения и является пригодным для ведения соответствующих видов хозяйственной деятельности (в том числе выпас сельскохозяйственных животных), причем как на данный момент, так и на неограниченный период времени.

Результаты проведенных исследований дают основание считать, что по уровням содержания радионуклидов в подземных и поверхностных водах, кроме ручья Узынбулак и территории, прилегающей к горному массиву Дегелен, юго-восточная часть территории СИП может использоваться в любых видах хозяйственной деятельности без каких-либо ограничений. Содержание радионуклидов в водах большей части обследованной территории не превышает уровня вмешательства при поступлении с водой и пищей для населения, согласно [7]. Содержание радионуклида ^3H в воде ручья Узынбулак превышает 50 кБк/кг, что превышает уровень вмешательства более чем в 7 раз в соответствии с [7]. На территории, прилегающей к горному массиву Дегелен, содержание радионуклида ^3H находится в пределах от 1 до 7 кБк/кг и при определенных условиях может превысить допустимый уровень.

Обнаружения ^3H в трещинно-жильных водах регионального разлома свидетельствует о миграции техногенных радионуклидов по зоне Калба-Чингизского разлома в северо-западном направлении. В связи с чем, участок территории в границах локального водосборного бассейна оз. Каражырек целесообразно определить как зону ограниченного пользования. Ограничение касается работ по добыче полезных ископаемых. При проходке горных выработок с водоотливом дренажных вод, в подземные воды данной территории возможно поступление загрязненных вод из мест проведения подземных ядерных взрывов на площадке «Балапан». В связи с чем, при планировании геологоразведочных работ на данной территории необходимо предусматривать проведение специальных исследований подземных вод с учетом заявленных видов деятельности. В пределах данной зоны можно заниматься скотоводством и заготовкой кормовых трав на сено при условии регулярного мониторинга объектов водопользования.

Содержание радионуклидов в атмосферном воздухе в пределах обследованной территории не представляет опасности для человека, находящегося непосредственно на этой территории.

Список литературы к разделу 5

1. Герменчук М.Г., Голиков Ю.Н., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2016 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2017.
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 «Радиационная обстановка на территории Кыргызской Республики в 2016 году». – Бишкек: Министерство чрезвычайных ситуаций Кыргызской республики, Агентство по гидрометеорологии, 2017.
4. Ежегодник. Значения мощности экспозиционной дозы фонового гамма-излучения за 2016 г. Ереван: Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу. – Ереван, 2017. – 6 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2015 году. Ежегодник – Обнинск: НПО «Тайфун», 2016.
6. Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии №6, 1996 г.

7. Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», № 155. Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27 февраля 2015 г.

8. Обеспечение безопасности бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Республиканская Бюджетная программа 005 «Обеспечение радиационной безопасности на территории Республики Казахстан»: отчет о РБП 005 (информационный) по договору № 2/3 20.02.2012 / ИРБЭ НЯЦ РК; рук. Лукашенко С.Н. – Курчатова: ИРБЭ НЯЦ РК, 2012. – 178 с.

9. Субботин С.Б. Подземная миграция искусственных радионуклидов за пределы горного массива Дегелен /С.Б. Субботин, С.Н. Лукашенко, В.М. Каширский //Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана [Сборник трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007 – 2009гг.]. – Вып. 2. – Павлодар: Дом печати, 2010. – С. 103-156.

10. Временные допустимые уровни содержания радионуклидов в объектах контроля Минсельхоза Республики Казахстан, не вошедших в перечень Минздрава Республики, 22.02.94.

11. Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», утв. Постановлением Правительства РК № 201 от 03.02.2012 г.

6. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ И АКВАТОРИЙ. ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

6.1. 25 лет совместных Российско-Норвежских исследований радиоактивного загрязнения морской среды Арктики

Актуальность задачи мониторинга радиоактивного загрязнения западных арктических морей Арктики для России и соседней Норвегии очевидна и со временем не снижается. Это оценка современных и потенциальных последствий проведенных захоронений РАО для морской среды. Под последствиями проведенных захоронений РАО для морской среды имеется в виду их воздействие на уровни содержания искусственных радионуклидов в объектах морской среды. От бывшего СССР Россия получила ряд нерешенных проблем, связанных с обращением с радиоактивными отходами базирующихся в Арктике военного и гражданского атомных флотов; хранением на береговых и плавучих технических базах отработавшего ядерного топлива атомоходного флота, с утилизацией выведенных из боевого состава атомных подводных лодок, и др. Источниками чрезвычайных ситуаций в Арктике вследствие радиационного загрязнения также являются подводные потенциально опасные объекты. Опасности могут возникнуть в связи с затоплением в 50—60-х годах прошлого столетия в Баренцевом и Карском морях радиоактивных отходов, испытаниями ядерного оружия на Новой Земле, функционированием Кольской и Билибинской АЭС, а также большим числом аварийных радиоизотопных термоэлектрических генераторов, используемых для электропитания береговых автономных навигационных систем. В арктических морях и собственно в Северном Ледовитом океане курсируют атомные подводные лодки и атомные ледоколы. Катастрофы с АПЛ «Комсомолец», АПЛ «Курск» и АПЛ К-159 свидетельствуют о том, что вероятность аварийного поступления радионуклидов в морскую среду достаточно высока. Кроме того, в России начаты работы по созданию серии плавучих атомных электростанций. В будущем плавучие атомные электростанции будут обслуживать труднодоступные арктические населенные пункты, и, возможно, и районы морской добычи нефти и газа. Кроме того вдоль западного побережья Норвегии в Арктику идет перенос атлантических вод (с ответвлением течения Гольфстрим). Хорошо известно, что именно с течением Гольфстрим в Арктику поступают радиоактивные отходы, сбрасываемые западноевропейскими предприятиями по переработке отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) в прибрежные воды своих морей: в Ирландское море предприятием в Селлафилде (Англия) и в воды пролива Ла Манш предприятием на мысе Аг (Франция). Хотя в настоящее время сбросы этих предприятий низки, мы не можем исключить аварийных сбросов в будущем. Также необходимо отметить глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов, проводившихся на отечественных и зарубежных полигонах, непосредственно на акваторию моря и поступление в акватории северных морей с речным стоком за счет смыва радионуклидов с водосборов рек, впадающих в море, жидкими и твердыми радиоактивными отходами, образовавшимися в процессе эксплуатации военных и гражданских судов с ядерно-энергетическими установками и слива жидких радиоактивных отходов (ЖРО) в акватории морей. Наличие каждой из этих проблем связано с угрозой возможного радиоактивного загрязнения

морской среды локального и регионального масштабов, тем более, что на береговых технических базах ВМФ в прошлом имели место радиационные аварии с выбросом радионуклидов в окружающую среду (например, в губе Андреева). Для наглядности на рис. 6.1.1 показаны места расположения районов слива жидких радиоактивных отходов (ЖРО) и затоплений твердых радиоактивных отходов (ТРО) в Баренцевом и Карском морях [1].

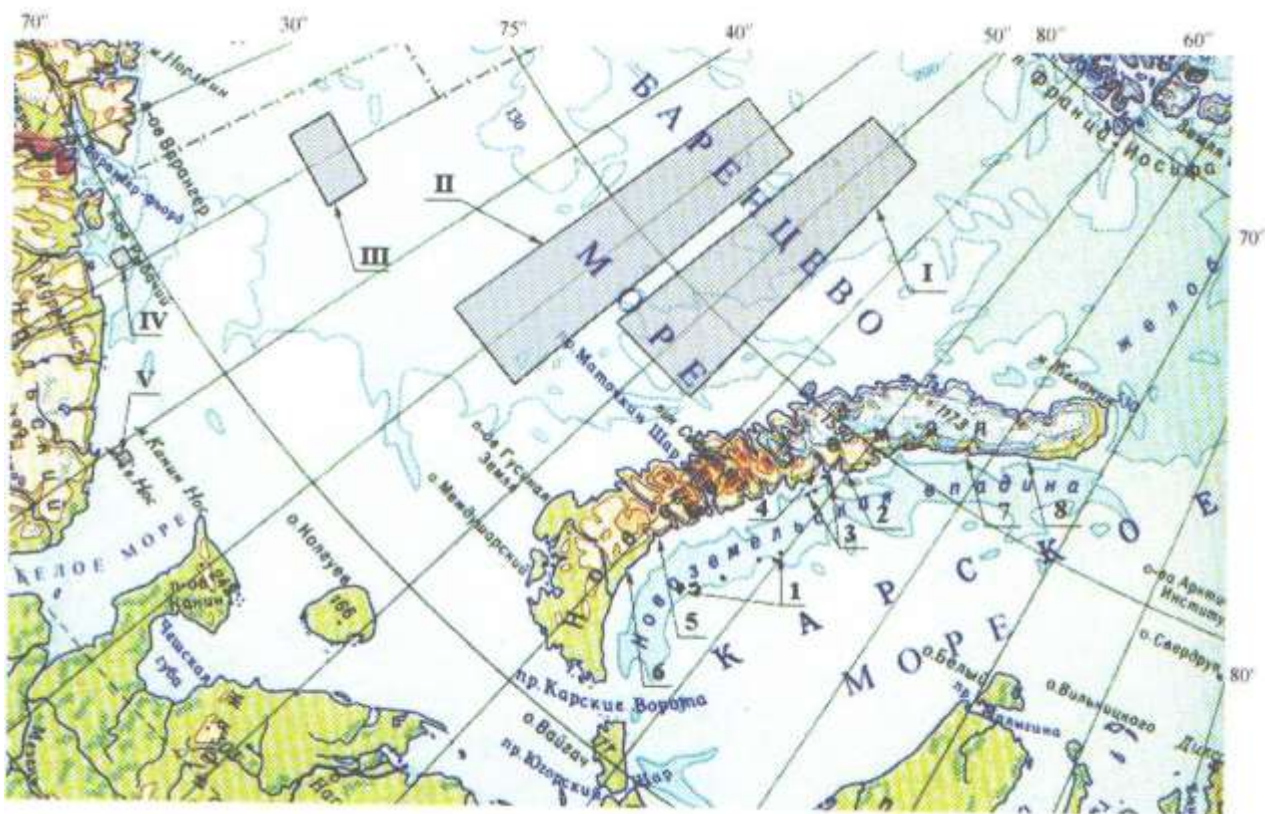


Рис. 6.1.1. Расположение районов слива ЖРО и затоплений ТРО в Арктике: I-V – районы слива ЖРО; районы затопления ТРО: 1-Новоземельская впадина Карского моря, 2 – залив Седова, 3 – залив Ога, 4 – залив Цивольки, 5- залив Степового, 6-залив Абросимова, 7 – залив Благополучия, 8 – залив Течений.

На основании проведенных исследований можно выделить два периода, в которые наблюдалось наибольшее увеличение содержания техногенных радионуклидов в морской воде указанных морей:

1. Период интенсивных атмосферных ядерных испытаний (начало 60-х годов прошлого века).

2. Период наибольшего воздействия поступления отходов Селлафилда (начало 80-х годов прошлого века). Это показано на рис.6.1.2 [1].

Необходимо также отметить, что в Северном и Норвежском морях уже давно идут работы по морской добыче нефти. Интенсифицируются работы по морской добыче нефти и газа и в Баренцевом море. Установлено, что данный вид деятельности приводит к увеличению содержания в объектах морской среды природных радионуклидов (в основном, вследствие сброса в море технологических вод), что обуславливает необходимость организации исследований содержания естественных радионуклидов в объектах морской среды западных арктических морей.

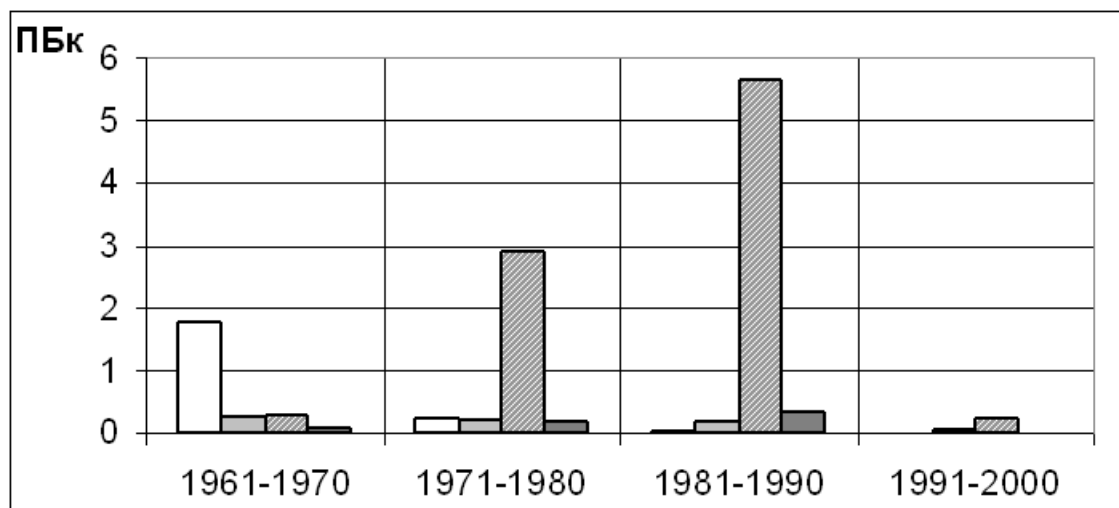


Рис. 6.1.2. Поступление радиоактивных веществ в Белое и Баренцево моря в 1961-2000 гг. □ - атмосферные выпадения ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$), ▒ - речной сток ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$), ▒ - поступление из Селлафилда ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$), ■ - сброс ЖРО ($^{60}\text{Co} + ^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$).

Вклад и объемы поступления радионуклидов из различных источников показаны в табл. 6.1.1

Таблица 6.1.1

Поступление техногенных радионуклидов в Баренцево море в 1961–2000 гг. (ТБк)

Источник	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	1961–2000	Вклад источника, %
Атмосферные глобальные выпадения $^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$	1800	160	230	18	2210	18
Речной сток $^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$	120	55	36	16	230	1,8
Трансграничный перенос $^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs}$	250	3100	5800	150	9300	75,6
Жидкие радиоактивные отходы $^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs} + ^{60}\text{Co}$	83	165	310	1.6	560	4,6
Сумма от всех источников	2253	3480	6376	185,6	12300	100

Исходя из вышеизложенного, в надежных и регулярных данных о состоянии радиоактивного загрязнения окружающей среды западной Арктики заинтересованы страны, границы которых проходят по берегам Северного Ледовитого океана, такие как Россия и Норвегия. Для решения этой важной задачи необходимо:

1. Уточнить координаты затопленных объектов с радиоактивными веществами, в первую очередь реакторных отсеков АПЛ.
2. Исследовать визуально с помощью подводной видеоаппаратуры состояние защитных барьеров.
3. Установить, имеет ли место утечка радиоактивности из различного типа затопленных объектов: контейнеры с РАО, затопленные суда с РАО, ядерные реакторы и реакторные отсеки.
4. Оценить состав гамма-излучателей в затопленных объектах путем измерений *in situ* погружными детекторами гамма-излучения.

5. Определить пространственно-глубинное распределение уровней радиоактивного загрязнения морской среды (вода, донные отложения) по акватории районов захоронения (в том числе в непосредственной близости к затопленным объектам) и уровни радиоактивного загрязнения морской среды в районах, удаленных от мест захоронения. АПЛ.

6. Выявить тенденции в изменении радиационной обстановки в районах захоронения РАО (на примере одного из наиболее радиоэкологически значимых районов захоронения РАО в Северном регионе).

7. Оценить вклад произведенных захоронений в радиоактивное загрязнение морской среды и сопоставить его со вкладом других источников радиоактивного загрязнения.

8. Оценить вклад переноса по рекам в акватории северных морей радионуклидов от предприятий атомно-промышленного комплекса.

Для решения указанных задач и были направлены совместные исследования в рамках российско-норвежского сотрудничества в области охраны окружающей среды. Совместные работы специалистов ФГБУ «НПО «Тайфун» и Норвегии по изучению радиоактивного загрязнения западных арктических морей начались в 1992г. Для координации работ была образована совместная российско-норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. С российской стороны одним из основных исполнителей и руководителем ряда совместных работ являлся Никитин А.И. Он также являлся и экспертом со стороны России по вопросам оценки радиоактивного загрязнения в рамках международной Программы мониторинга и оценки состояния окружающей среды Арктики (АМАП).

Первая совместная Российско-Норвежская экспедиция состоялась в августе-сентябре 1992 года. Впервые на борту российского научно-исследовательского судна проведено изучение радиоактивного загрязнения Карского и Баренцева морей совместно с иностранными учеными и специалистами Норвегии и МАГАТЭ. Важность экспедиции была обусловлена интересом общественности и утверждением средств массовой информации, что этот район сильно загрязняется радиоактивными отходами. Маршрут экспедиции представлен на рис.6.1.3. Пробы отбирались с 2 станций в Баренцевом море и 11 станций в Карском море. Во время экспедиции отбирались пробы воды, донных отложений и биоты. Пробы воды обычно отбирались на трех глубинах: поверхностный слой, промежуточный слой и придонный. На мелководье отбирались только поверхностные и придонные пробы. Для увеличения точности получаемых результатов проводились взаимные сравнения содержания радионуклидов в пробах. Взаимные сравнения проводились МАГАТЭ с привлечением лабораторий, участвующих в аналитической программе, которая охватывала все виды проб, отобранных во время экспедиций в Карском море: донные отложения, морская вода и биота. Результаты согласовались достаточно хорошо [2,3,11]. Экспедиция позволила получить информацию об общих уровнях радиоактивного загрязнения в открытых частях Баренцева и Карского морей.

В таблицах 6.1.2-6.1.3 мы приводим результаты для открытого Карского и Баренцева морей, полученные в совместной экспедиции 1992г. [3]. Следует обратить внимание, что в таблице 6.1.2 приведены данные по уровням загрязнения вод Баренцева и Карского морей таким долгоживущим радионуклидом, как ⁹⁹Tc. Интерес к определению содержания данного радионуклида в арктических водах сейчас возрос. Дело в том, что в 1994 году сбросы технеция-99 в составе жидких радиоактивных

отходов в Селлафилде возросли примерно в 50 раз [4]. Время переноса загрязнений от Селлафилда до Баренцева моря равно примерно 6-ти годам. Отметим, что после уменьшения сбросов Тс-99 с ядерного радиохимического завода в Селлафилде в 2004-2005 годах наблюдалось постепенное снижение концентраций этого радионуклида в морской воде в Баренцевом море [5].



Рис. 6.1.3. Маршруты совместных Российско-Норвежских экспедиций в открытое Карское море и к местам захоронения радиоактивных отходов в Карском море в 1992 (желтый), 1993 (красный) и 1994 (зеленый) годах.

Таблица 6.1.2

Концентрации ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{99}Tc в поверхностных водах Карского и Баренцева морей в 1992 г. [3].

Станция	^{137}Cs	^{90}Sr	^{99}Tc	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$	^{241}Am
	Бк/м ³	Бк/м ³	мБк/м ³	мБк/м ³	мБк/м ³	мБк/м ³
Карское море						
1	8.1	3.8	197	0.3	4.0	0.6
2	5.3	3.7	156	0.2	3.5	-
3	-	3.5	-	-	3.5	-
4	5.5	11.4	-	-	4.4	0.8
5	3.8	8.3	64	0.3	7.7	1.5
6	3.3	6.7	63	-	4.3	0.5
7	7.7	5.5	172	0.1	1.8	-
8	6.5	4.3	-	-	2.8	-
9	7.6	6.3	135	-	3.0	0.5
10	7.2	3.1	150	0.3	2.5	-
11	7.3	3.8	155	0.2	3.1	-
Баренцево море						
12	7.4	3.6	157	-	2.0	-
13	5.1	4.2	144	0.2	7.5	0.7

На основе результатов экспедиции 1992 года был сделан основной вывод о том, что уровни радионуклидов в Баренцевом и Карском морях достаточно низкие и могут быть отнесены за счет глобальных выпадений, сбросов радиохимического предприятия в Селлафилде, вклада рек Обь и Енисей и чернобыльских выпадений. Не обнаружено влияния захороненных радиоактивных отходов на

общий уровень радиоактивного загрязнения в открытом Карском море. Однако нельзя исключить прямые локальные эффекты непосредственно в местах захоронения, в связи с чем в 1993-1994 гг. были обследованы наиболее важные с радиозэкологической точки зрения районы, в которых, согласно [1], были затоплены объекты с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ):

- залив Цивольки (экранная сборка атомного ледокола «Ленин» с частью ОЯТ, а также реакторный отсек атомохода с реакторами без ОЯТ);
- залив Степового (АПЛ с ОЯТ);
- район захоронений в Новоземельской впадине (реактор АПЛ с ОЯТ);
- залив Абросимова (реакторные отсеки АПЛ с реакторами с ОЯТ и без него). В этих районах проводилось также затопление и других видов РАО (контейнеры с твердыми РАО (ТРО), загруженные ТРО суда, ТРО без упаковки).

Таблица 6.1.3.

Запас ^{137}Cs и $^{239,240}\text{Pu}$ (Бк/м²) в верхнем слое донных отложений Карского и Баренцева морей в 1992г. [3].

Станция	^{137}Cs	$^{239,240}\text{Pu}$
Карское море		
1	280	18
2	120	2.5
3	330	9.9
4	270	6.1
5	500	24
7	350	9.3
8	340	8.3
10	360	9.5
Баренцево море		
12 (вблизи Карских ворот)	910	135

В ходе этих совместных исследований впервые были проведены работы по поиску и обследованию затопленных объектов с РАО и ОЯТ, в ходе которых установлены точные координаты затопления ряда радиозэкологически значимых затопленных объектов и проведено их визуальное и инструментальное обследование с помощью управляемых на расстоянии подводных аппаратов (УПА), оснащенных видеокамерами и другим необходимым оборудованием [2, 6]. На Рис. 6.1.4, в качестве примеров, приведены кадры подводной видеосъемки некоторых объектов, затопленных в заливах Степового и Абросимова.

В таблицах 6.1.4-6.1.6 в обобщенном виде приведены результаты определения содержания искусственных радионуклидов в морской воде и донных отложениях, полученные в ходе трехлетнего цикла работ (1992-1994 гг.) [7]. В ходе натурных исследований, проведенных в районах затопления РАО, установлено, что повышенное (а в некоторых случаях высокое) содержание искусственных радионуклидов имеет место в донных отложениях заливов Абросимова и Степового вблизи ряда затопленных объектов с радиоактивными веществами. Уже на расстоянии нескольких десятков метров от затопленных объектов наблюдалось существенно меньшее содержание искусственных радионуклидов в донных отложениях, которое сопоставимо, а во многих случаях и совпадает с имеющим место в открытом Карском море вдали от мест захоронений. В заливе Цивольки наличие

следов ^{60}Co в донных отложениях свидетельствовало о некоторой утечке радионуклидов из затопленных в этом заливе объектов с радиоактивными веществами. В обследованных точках района затоплений РАО в Новоземельской впадине не было обнаружено признаков утечки радиоактивных веществ из затопленных объектов. Повышенное по сравнению с районами открытого Карского моря содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде было отмечено только в 1993 г. в придонных водах внутренней части залива Степового.

Таблица 6.1.4.

Искусственные радионуклиды в пробах донных отложений, отобранных в заливах Абросимова и Степового вблизи затопленных объектов с радиоактивными веществами, Бк/кг сухого веса, [3]

Объект	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239, 240}\text{Pu}$
<i>Залив Абросимова</i>				
Контейнеры	23 – 31000	4 – 3800	0,4 – 172	1 – 18
Баржа 1	46 – 196	0,3 – 3	1 - 2,5	1 - 2,6
Баржа 2	38 – 120	0,3 – 2	0,5 - 1,5	1 - 1,1
Баржа 3	39 – 54	1,3	1 – 53	0,7 – 1
Реакторные отсеки № 1 и № 2	33 – 8445	8 – 3250	1 – 61	1 – 5
Реакторный отсек № 3	43 – 61	0,4 – 22	1 – 11	1 - 1,3
<i>Залив Степового</i>				
Контейнеры	1 – 109000	0,4 – 310	< 0,2 – 3150	< 0,1 – 15
Подводная лодка	4 – 1670	0,4 – 8	< 0,1 – 6	< 0,1 – 6

Таблица 6.1.5.

^{137}Cs и ^{90}Sr в морской воде в исследованных местах захоронения РАО, в сравнении с результатами экспедиции 1992 года в открытом Карском море, Бк/м³, [3]

Горизонт	Залив Абросимова		Залив Цивольки		Залив Степового		Новоземельская впадина		Карское море	
	(1994)		(1993)		(1993, 1994)		(1993)		(1992)	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Поверхность	4 – 7	2 – 4	4 – 6	4 – 6	3 – 9	2 – 7	4 – 7	2 – 3	3 – 8	3 – 11
Придонные воды	4 – 9	2 – 4	6 – 14	3 – 4	6 – 31	3 – 26	7 – 14	2 – 3	8 – 20	4 – 6

Проведенные совместные исследования показали, что воздействие сброса и захоронения радиоактивных отходов практически не сказывается на уровнях радиоактивного загрязнения открытых районов арктических морей. Наблюдаемые в районах открытого моря в Северном регионе уровни радиоактивного загрязнения сформировались, главным образом, в результате глобальных атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия; переноса с морскими течениями радиоактивных отходов западноевропейских предприятий по переработке отработавшего ядерного топлива (главным образом, радиоактивных отходов радиохимического комплекса в Селлафилде, Великобритания); поступления продуктов аварийного выброса на Чернобыльской АЭС в 1986г.

Было показано также, что в районах захоронения РАО в заливах восточного побережья Новой Земли имеют место локальные эффекты, которые проявляются в виде небольших участков загрязненного радионуклидами дна в непосредственной близости к некоторым затопленным объектам (наиболее ярко локальное воздействия выражено в заливах Абросимова и Степового). Воздействие проведенных затоплений РАО на радиоактивное загрязнение морской воды оказалось несущественным.

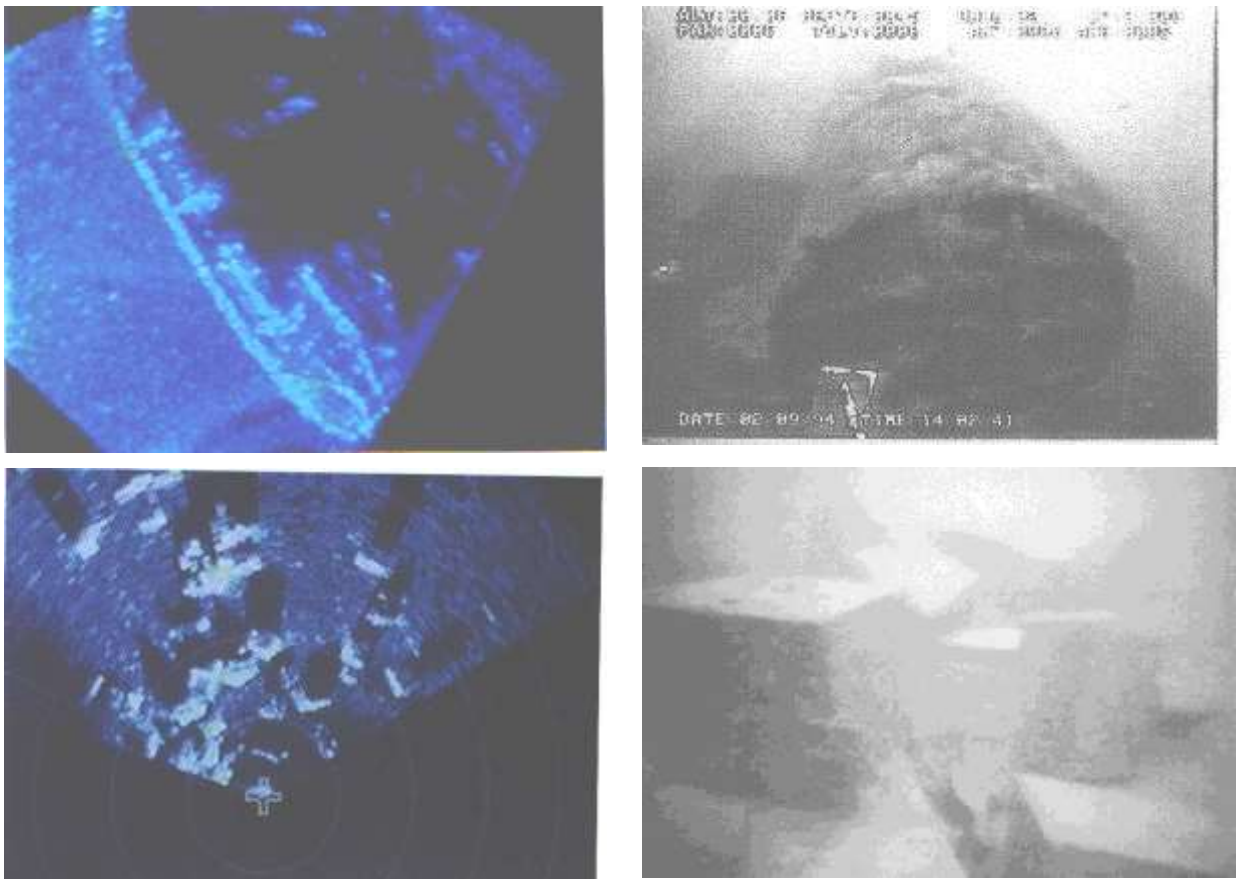


Рис. 6.1.4. Примеры отображений на экране гидролокатора кругового обзора некоторых объектов с РАО, затопленных в заливах восточного побережья Новой Земли - баржи с РАО в заливе Абросимова (вверху) и контейнеров с РАО во внутренней части залива Степового (внизу), а также кадры визуального обследования этих объектов с помощью установленной на УПА видеокамеры [6].

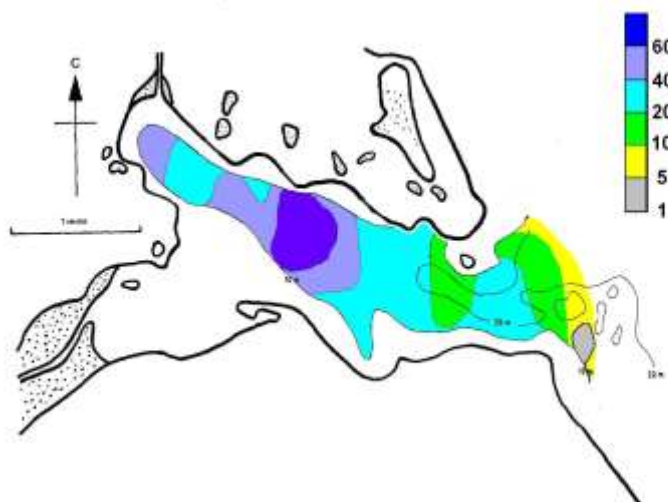
Таблица 6.1.6.

Концентрации ^{137}Cs и ^{60}Co в поверхностном слое донных отложений (0 - 2 см) в исследованных местах захоронения РАО, в сравнении с результатами экспедиции 1992 г. в открытое Карское море, Бк/кг сухого веса, [3]

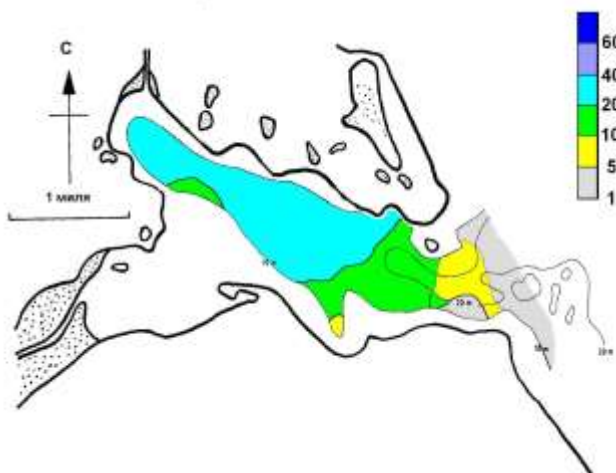
Залив Абросимова		Залив Цивольки		Залив Степового		Новоземельская впадина		Карское море	
1994 г.		1993 г.		1993, 1994 гг.		1993 г.		1992 г.	
^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co
9-8445	<1-66	4-30	<1-4	8-109000	<1-3150	7-30	<1	2-53	<1

В августе-сентябре 2002г., в рамках проекта МНТЦ №2254 «Поиск, оценка состояния и способы защиты затопленной в Карском море упаковки с ядерным топливом аварийного реактора ледокола «Ленин» (координация работ по этому проекту осуществлялась совместной российско-норвежской группой экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий), Росгидрометом была проведена экспедиция в Карское море, в ходе которой было выполнено повторное обследование радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова [8]. Сравнение данных первого (1994г.) и повторного (2002г.) обследований радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова позволило заключить, что радиационная обстановка на основной части акватории залива Абросимова в 2002г. не только не изменилась в худшую сторону по сравнению с имевшей место в 1994г., но и улучшилась. Для наглядности, на рис. 6.1.5. приведены пространственные распределения

содержания ^{137}Cs в поверхностном слое донных отложений по акватории залива Абросимова, построенные по данным полученным в результате совместных экспедиций в 1994 и 2002гг. Как и в 1994г., в 2002г. существенное увеличение уровней загрязнения донных отложений (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co и $^{239,240}\text{Pu}$) наблюдалось только в непосредственной близости к затопленным объектам. Полученные результаты свидетельствовали о том, что за прошедшие между двумя съемками 8 лет не было заметного поступления радионуклидов в морскую среду из затопленных в заливе объектов.



а) 1994г.



б) 2002г.

Рис. 6.1.5 Сопоставление пространственных распределений ^{137}Cs (Бк/кг сухого веса) в поверхностном слое донных отложений залива Абросимова в 1994 и 2002гг. Результаты по пробам, отобранным вплотную к затопленным объектам, исключены из рассмотрения.

В дальнейшем сфера деятельности совместной группы экспертов расширилась, в частности, в плане изучения влияния береговых радиационно-опасных объектов на радиоактивное загрязнение прибрежных вод. На РТП «Атомфлот» действует установка по переработке ЖРО, технологические воды которой с концентрациями искусственных радионуклидов ниже допустимых уровней сбрасывают в прибрежные воды Кольского залива севернее Мурманска. В 1990-х установка модернизировалась с целью увеличения объема обрабатываемых ЖРО. В 1998 г. проведено совместное обследование акватории РТП «Атомфлот» в Кольском заливе [2, 9, 10]. В табл. 6.1.7 в обобщенном виде приведены полученные данные по содержанию ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239, 240}\text{Pu}$ и ^3H в морской и технологической воде,

поступающей в Кольский залив. Содержание других искусственных радионуклидов оказалось ниже предела чувствительности использованных методов. Результаты показали, что искусственная радиоактивность морской воды на акватории предприятия низка. В морских водорослях на акватории РТП «Атомфлот» наблюдался более широкий спектр зарегистрированных искусственных гамма-излучателей по сравнению с водой (дополнительно зарегистрированы ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{155}Eu , ^{60}Co). Содержание отдельных радионуклидов варьировало в широких пределах, например, в ламинариях концентрация ^{137}Cs составляла от 3,0 до 260 Бк/кг сухого веса.

Таблица 6.1.7.

**Искусственные радионуклиды в пробах воды Кольского залива
на акватории РТП «Атомфлот» (август-сентябрь 1998 г.)**

Вид пробы	^{137}Cs	^{90}Sr (раствор)	$^{239, 240}\text{Pu}$ (раствор)	^3H
	Бк/м ³	Бк/м ³	мБк/м ³	кБк/м ³
Поверхностная морская вода	3,0 - 7,1-раствор <0,05 - 3,5-взвесь 3,0 - 8,9-сумма	2,4 - 4,9	17,9 - 70 ^{*)}	5,6 - 12,7
Поверхностная морская вода	4,1- 4,7-раствор <0,05 - 0,8- взвесь	2,0 - 3,3	15,7 – 40	1,4 - 5,6
Технологическая вода, поступающая в Кольский залив	26 - 63-раствор <1,7 - 13,6-взвесь	-	Не определялось	740 – 1840

Примечание: *) - Верхний предел относится к нефильтрованной воде.

Таким образом, в результате фонового обследования выявлено присутствие (в низких концентрациях) в компонентах морской среды ряда искусственных радионуклидов, связанных с деятельностью предприятия. По всей вероятности, присутствие в морской среде выявленных техногенных радионуклидов связано не только со сбросами технологических вод установки по переработке ЖРО, но также обусловлено интегральным воздействием всех других возможных их источников, таких как перегрузки ядерного топлива, сбросы технологической воды, ремонтные работы и другие. Полученные данные явятся исходными при отслеживании воздействия модернизированной установки по переработке ЖРО на радиоактивное загрязнение морской среды прилегающей акватории Кольского залива.

Для оценки вклада переноса по рекам в акватории северных морей радионуклидов от предприятий атомно-промышленного комплекса в 2000-2003 гг. были проведены работы по изучению влияния комбинатов «Маяк» и «Горно-химический комбинат» на радиоактивное загрязнение Баренцева и Карского морей. [11,12,13]. В рамках выполнения программа по «Маяку» были получены подробные данные о загрязнении окружающей среды, фактах обусловивших это загрязнение, предприятиях ПО «Маяк», по предотвращению дальнейшего рассеяния радиоактивности в окружающей среде. Был проведен модельный расчет уровней попадания радиоактивных веществ в воды Карского моря в результате наиболее вероятных аварий на ПО «Маяк». В рамках выполнения программы по Горно-химическому комбинату были собраны и систематизированы в единой базе данные о величинах ежегодных сбросов радионуклидов с технологическими водами Горно-

химического комбината, данные о концентрации радионуклидов в воде р. Енисей в ближней зоне за 1984-2002 гг., промежуточной и дальней зонах за 1973-1993 гг. и 2000, 2001 годы, данные о содержании радионуклидов в донных отложениях, в почве на затапливаемой пойме и островах р.Енисей за 1973-2001 гг., данные о содержании радионуклидов в рыбе за 1973, 1991, 1993 и 2001 года. Выполнена оценка потоков искусственных радионуклидов по сечениям реки на различных расстояниях от источника включая вынос в Карское море, подготовлен долгосрочный прогноз радиоактивного загрязнения воды, донных отложений и поймы реки Енисей на основе динамической модели реки, с учетом как современных условий поступления радионуклидов в реку (при остановленных прямоточных реакторах), так и по возможным аварийным сценариям; разработана экологическая модель переноса радионуклидов в экосистеме реки, валидация моделей по экспериментальным данным и на этой основе долгосрочный прогноз доз облучения населения и биоты и радиационного риска при хозяйственном и рекреационном использовании реки и прилегающих к ней участков местности. В 2001 году при финансовой поддержке Европейского проекта COPERNICUS "ESTABLISH", руководитель Джастин Браун (Норвежское агентство по радиационной защите) была проведена экспедиция на НИС «Академик Борис Петров» в Енисейский залив. В результате проведения экспедиции были оценены современные последствия жидких радиоактивных сбросов ГХК относительно радиоактивного загрязнения воды и донных отложений Енисейского залива Карского моря. Точками пробоотбора была покрыта значительная площадь акватории залива, что позволяет сделать заключение практически для всей акватории. Особое внимание уделено репрезентативному отбору проб донных отложений, которые являются более хорошим индикатором возможных современных и прошлых поступлений искусственных радионуклидов в залив по сравнению с водой залива ввиду высокой аккумулярующей способности донных отложений по отношению к радионуклидам – индикаторам поступления радионуклидов от сбросов ГХК (например, радионуклиды наведенной активности).

Полученные результаты по содержанию ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития в воде Енисейского залива и прилегающей части Карского моря позволяют заключить, что жидкие радиоактивные сбросы ГХК не привели к значительному увеличению современных уровней содержания этих радионуклидов как в водах залива, так и прилегающей акватории Карского моря.

Из радионуклидов, однозначно связанных со сбросами ГХК, в донных отложениях залива в низких концентрациях (до 5 Бк/кг сухого веса) регистрируется ^{60}Co .

С 25 сентября по 10 октября 2001г. на борту ОИС «Семен Дежнев» Северного флота были проведены совместные экспедиционные работы по мониторингу состояния морской среды в связи с подъемом АПЛ «Курск» (рис. 6.1.6) [14, 15]. Во время экспедиции работы были проведены в 4 этапа:

- В фоновом районе Баренцева моря (вдали от точки гибели АПЛ) до подъема АПЛ.
- В районе гибели АПЛ «Курск» до начала подъема.
- В районе гибели АПЛ «Курск» в процессе ее подъема.
- Непосредственно в месте гибели АПЛ «Курск» после удаления из него АПЛ.

В таблице 6.1.8 в обобщенном виде приводятся данные оперативных гамма-спектрометрических измерений проб, проведенных участниками на борту экспедиционного судна. Искусственных гамма-

излучателей, которые могли бы быть индикаторами утечки радионуклидов из погибшей АПЛ (^{134}Cs , ^{60}Co и др.), в исследованных объектах морской среды обнаружено не было.



Рис. 6.1.6 Совместные работы по мониторингу возможного радиоактивного загрязнения Баренцева моря во время подъема АПЛ «Курск».

Таблица 6.1.8.

Обобщенные результаты бортовых измерений ^{137}Cs в пробах морской среды, отобранных в ходе совместных российско-норвежских работ по мониторингу радиоактивного загрязнения морской среды в связи с подъемом АПЛ «Курск» [14].

Место и дата отбора	Поверхностная и придонная вода (фильтрат), Бк/м ³	Поверхностный слой донных отложений, Бк/кг сырого веса	Рыба, Бк/кг сырого веса
Фоновый район Баренцева моря 25.09.2001-27.09.2001	2.5-2.7	1.7-3.1	<5
Район гибели АПЛ «Курск», до подъема 28.09.2001-7.10.2001	2-3	<3	<5
Район гибели АПЛ «Курск», во время подъема 08.10.2001	2.5-3	<2	-
Район гибели АПЛ «Курск», после подъема 09-10.10.2001	2.5-3	<3	<3

Содержание ^{137}Cs составило около 3 Бк/м³ в морской воде, менее 2-4 Бк/кг сырого веса в поверхностном слое донных отложений и рыбе. Такие уровни содержания радионуклида были обычны для Баренцева моря в тот период. Увеличения содержания ^{137}Cs в объектах морской среды в результате подъема АПЛ «Курск» не было отмечено. По результатам лабораторного радиохимического анализа [15], содержание ^{90}Sr в пробах поверхностной и придонной воды в месте нахождения АПЛ «Курск» после ее подъема, составило 5.1 ± 0.6 Бк/м³ и 1.6 ± 0.2 Бк/м³ соответственно. Содержание $^{239,240}\text{Pu}$ составило 13.4 ± 2.4 мБк/м³ в поверхностной воде и 3.8 ± 1.1 мБк/м³ в придонной воде. Измеренные уровни содержания ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в воде также соответствовали характерным уровням, имевшим место в Баренцевом море. Таким образом, какого-либо влияния операции по подъему АПЛ «Курск» на радиоэкологическую обстановку в исследованном районе Баренцева моря не было обнаружено.

С 2006 г. по настоящее время проводятся работы по совместному российско-норвежскому проекту по мониторингу «Исследование радиоактивного загрязнения морской среды Баренцева моря». Ведущие организации с норвежской и российской стороны – Норвежское агентство по радиационной защите и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. Организации-соисполнители с российской стороны: Мурманское территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГУ «Мурманское УГМС») и Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М.Книповича (ПИНРО). Основная направленность работ по проекту – измерение существующих уровней загрязнения морской среды искусственными и природными радионуклидами в районах российского и норвежского побережий Баренцева моря на основе единых объектов наблюдений и единых методических принципах, и, в конечном итоге, возможность для обеих стран отслеживать тренды радиационной обстановки в прибрежных районах Баренцева моря. На рис. 6.1.7 показано расположение станций отбора проб морской среды российской и норвежской сторонами.



Рис. 6.1.7. Расположение станций отбора проб морской среды в рамках совместного проекта по мониторингу.

Отличительной чертой проводимых работ является их комплексный характер, т.е. содержание радионуклидов определяется одновременно не только в традиционных для Росгидромета объектах – морской воде, донных отложениях и почве, но и в морской биоте (морской рыбе, водорослях и моллюсках). В пробах морской воды определяются ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и тритий, для донных отложений и биоты производятся гамма-спектрометрические измерения, определение ^{90}Sr и изотопов

плутония. Из природных радионуклидов в пробах поверхностной морской воды производится определение объемной активности ^{226}Ra , ^{228}Ra и ^{210}Pb .

Очевидно, что достижение основной цели совместного мониторинга - отслеживание тенденций (трендов) в радиационной обстановке, как в прибрежных районах Баренцева моря, так и в районах открытого моря, требует проведения многолетних наблюдений. Первоначальная продолжительность совместного проекта по мониторингу была определена в три года, а именно, 2006-2008 гг., однако, в процессе выполнения работ стало очевидно, что трехлетний цикл работ недостаточно для выявления тенденций в изменении уровней содержания радионуклидов в объектах морской среды. Поэтому стороны дважды принимали решение о продолжении работ по совместному российско-норвежскому проекту по мониторингу, каждый раз еще на три года. Подробные результаты работ, выполненные российскими участниками проекта, приведены в статье в журнале «Арктика: экология и экономика» [16], докладывались на Международной конференции «Радиоэкология и радиоактивность в окружающей среде», Берген, Норвегия, 15-20 июня 2008г. [16], а результаты первых лет работы по проекту также отражены в отчете 2009 г. по Программе АМАП [17].

Данные изотопного анализа проб морской среды, отобранных российскими участниками проекта в ходе работ по этому совместному проекту, как на российской станции прибрежного мониторинга (район пос. Териберка на побережье Кольского полуострова), так и на станциях открытого моря, свидетельствуют об отсутствии какого-либо влияния деятельности радиационно-опасных объектов (РОО) Кольского полуострова (и других возможных локальных источников) на радиоактивное загрязнение объектов морской среды. Измеренные уровни содержания в объектах морской среды долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и трития находятся в диапазоне, характерном для глобального источника радиоактивного загрязнения. На рис. 6.1.8 показано содержание техногенных радионуклидов в пробах морской воды в 2006-2015гг.

Как видно из рисунка, на протяжении всех лет измерений по программе содержание техногенных радионуклидов практически не менялось. В следующем разделе приведены более подробные данные содержания радионуклидов в различных объектах морской среды в 2015-2016 гг.

В 2012г. была проведена международная экспедиция в заливе Степового (Новая Земля). 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. Основными целями экспедиции были: картирование радиоактивного загрязнения донных отложений и сравнение полученных данных с результатами полученными в 1993 и 1994 гг., отбор и анализ на содержание техногенных радионуклидов проб морской воды и поиск и обследование наиболее радиационно-опасных затопленных объектов в частности АПЛ К-27 [18-20]. Необходимо отметить, что для в контейнерах с радиоактивными отходами пробивалось отверстие для их затопления (см. рис. 6.1.9). Это могло стать источником загрязнения морской среды залива, что также являлось предметом наших исследований.

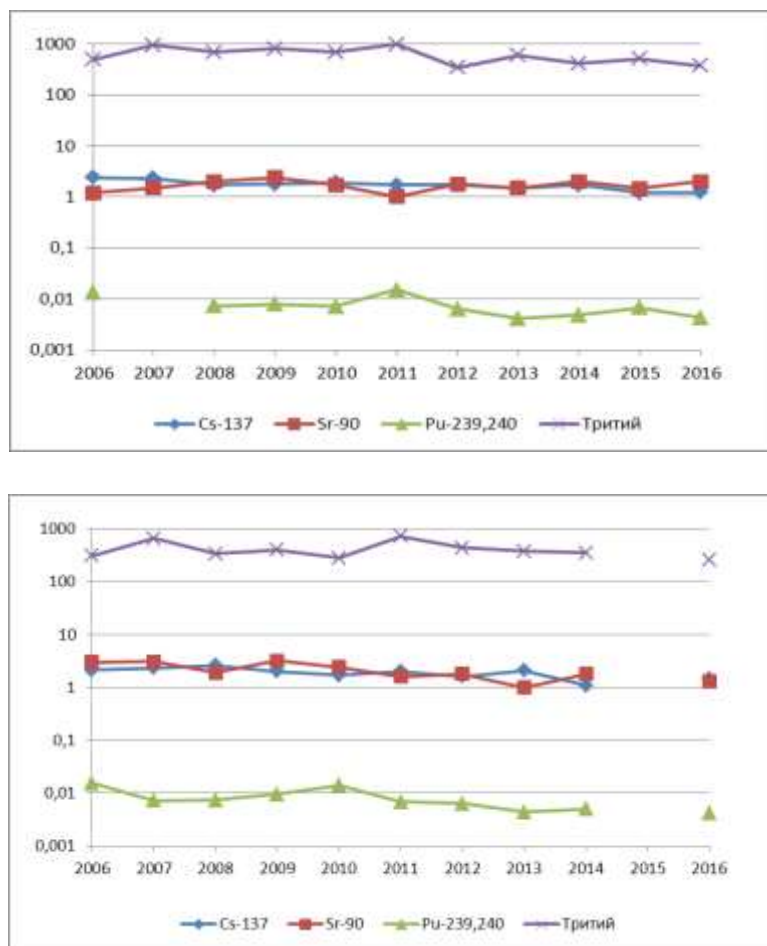


Рис. 6.1.8. Содержание техногенных радионуклидов в пробах морской воды (Бк/м³) в 2006-2016гг. Вверху - Кольский полуостров прибрежные воды (п.Териберка), внизу - открытое Баренцево море станция 2 (см. рис. 6.1.7).

Во внутренней части залива Степового, там, где согласно [1], затоплено около 2000 контейнеров с отходами, во время экспедиции удалось обследовать лишь ограниченное количество объектов. Поэтому провести какие-либо прямые сравнения с результатами наблюдений затопленных контейнеров в ходе предыдущих исследований в 1993 и 1994 годах, не представлялось возможным. Также на основе исследований 2012 года нельзя дать общую оценку состояния затопленных объектов во внутренней части залива Степового.

Если говорить о радиоэкологическом состоянии залива Степового, то концентрации всех радионуклидов в морской воде, донных отложениях и биоте в 2012 году в целом были ниже, чем те концентрации, которые были зарегистрированы во время предыдущих экспедиций в 1993 и 1994 годах.

Вместе с тем, в 2012 году концентрации ^{137}Cs , и в меньшей степени ^{90}Sr , оставались повышенными в придонных горизонтах воды, отобранной во внутренней части залива Степового, по сравнению с поверхностной водой и внешней частью залива Степового. Вероятнее всего, это объясняется совокупностью факторов: утечками из затопленных контейнеров, дальнейшей ремобилизацией этих радионуклидов из загрязненных донных отложений и более слабым перемешиванием и незначительным водообменом с водами Карского моря. Пиковые концентрации ^{137}Cs в колонках донных отложений наблюдались на большей глубине донных отложений, чем в предыдущих экспедициях в 1993 и 1994 годах, что говорит о медленном уходе вниз загрязненных слоев.



Рис. 6.1.9. Контейнер с радиоактивными материалами в заливе Степового.

Общая картина для отношений активностей Pu-238/Pu-239,240 в донных отложениях залива Степового в 2012 году указывает как на глобальные выпадения, так и на другие источники изотопов Pu, среди которых дальний перенос сбросов с европейских радиохимических заводов, местные выпадения от испытаний ядерного оружия на Новой Земле и/или затопленные отходы в заливе Степового и на более широкой акватории Карского моря. Отклонения от ожидаемых значений отношений активностей Pu-238/Pu-239,240 и атомных отношений Pu-240/Pu-239 в некоторых пробах донных отложений из внутренней части залива Степового, полученные в настоящем исследовании и ранее проведенных исследованиях, указывают на возможные захороненные отходы из других источников.

Поскольку концентрации ^{137}Cs в донных отложениях во внутренней части залива Степового остаются повышенными, существует вероятность того, что донные отложения будут продолжать выступать в будущем в роли диффузного источника ^{137}Cs в придонном горизонте воды в этой части залива.

Для наглядности на рис 6.1.10-6.1.13 показаны значения различных радионуклидов в воде у входа, во внутренней и внешней части залива Степового [21].

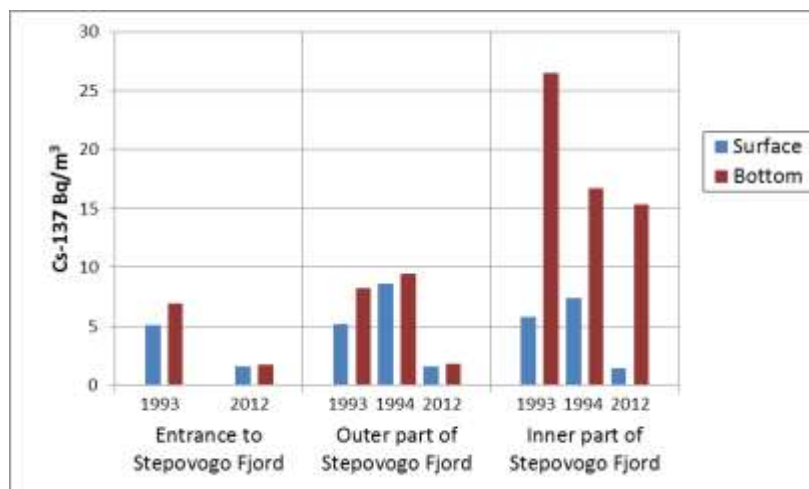


Рисунок 6.1.10. Сравнение средних концентраций ^{137}Cs (Бк/м³) в фильтрованной морской воде из залива Степового в 2012 году с результатами проведенных ранее исследований в 1993 и 1994 годах.

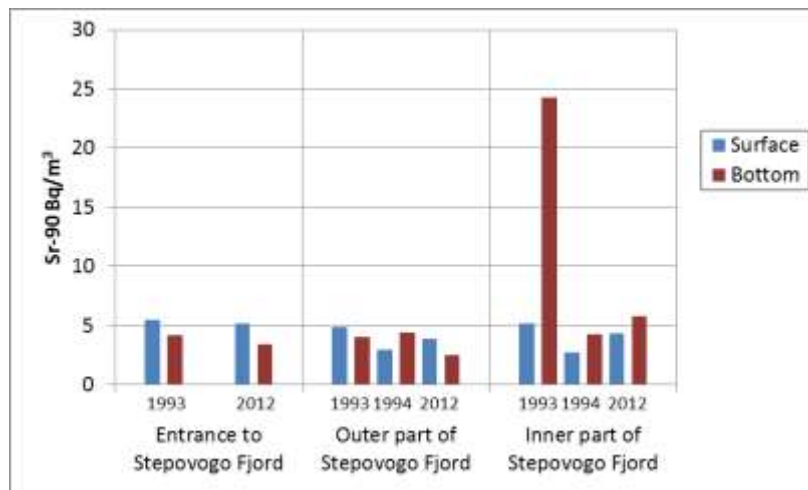


Рисунок 6.1.11. Сравнение средних концентраций ^{90}Sr (Бк/м³) в фильтрованной морской воде из залива Степового в 2012 году с результатами проведенных ранее исследований в 1993 и 1994 годах.

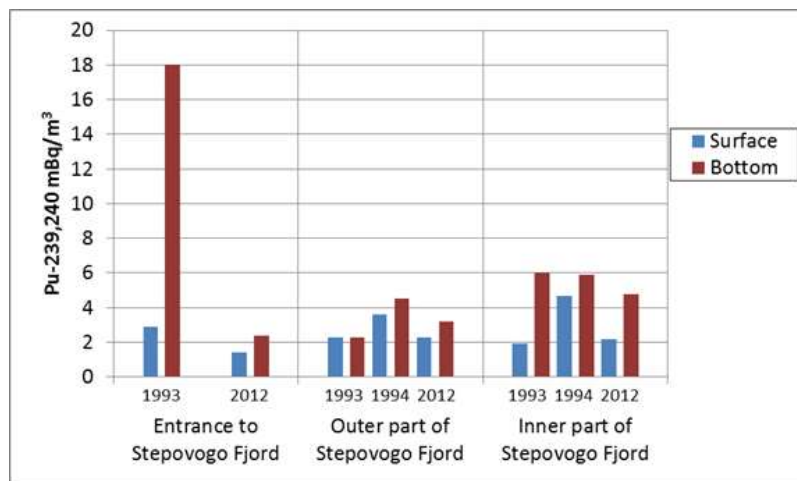


Рисунок 6.1.12. Сравнение концентраций Pu-239,240 (мБк/м³) в фильтрованной воде из залива Степового в 2012 году с результатами предыдущих исследований в 1993 и 1994 годах.

На рис. 6.1.13 показано визуальное состояние АПЛ К-27 во внешней части залива Степового. Атомная подводная лодка К-27 была обнаружена лежащей ровно, свободная от донных отложений на глубине около 30 м во внешней части залива Степового, без видимых коррозионных повреждений внешнего корпуса. На основе гамма измерений *in situ* в непосредственной близости от АПЛ, концентраций радионуклидов в пробах морской воды на станции 36 и концентраций в пробах донных отложений, отобранных вблизи АПЛ во внешней части залива Степового, фактов, свидетельствующих об утечке радионуклидов из отсеков реактора АПЛ К-27, не обнаружено.

Отметим, что несмотря на то, что текущие уровни радионуклидов в заливе Степового не дают повода для беспокойства, в дальнейшем следует продолжать проведение мониторинга в этом районе. В частности, требуется лучше понять количество, источники и состояние отходов, которые были захоронены во внутренней части залива Степового. К этому можно добавить, что необходимо также следить за ситуацией в отношении АПЛ К-27 во внешней части залива Степового, особенно в связи с планами по подъему АПЛ К-27 в будущем.

В 2014 г. была совместная экспедиция в район захоронения АПЛ К-159. Маршрут экспедиции и места проведения отбора проб показаны в Ежегоднике за 2014 г. [23]. К-159 представляет собой

крупнейший единичный источник, который может представлять потенциальную угрозу радиоактивного загрязнения. Общая активность радионуклидов в реакторах на борту К-159 на момент затопления оценивалась в 7.4 ПБк. К-159 находится на морском дне на глубине 246 м в российских территориальных водах на расстоянии менее 130 км от границы с Норвегией. Основными задачами экспедиции были изучение уровня радиоактивного загрязнения морской среды (воды, донных отложений и морской биоты) как непосредственно на месте затопления атомной подводной лодки К-159, так и в прилегающих районах.



Носовая часть К-27



Кормовая часть К-27



Рубка (вид спереди)



Рубка (вид сзади) и леерные ограждения



Кормовой люк



Якорь вблизи носовой части АПЛ

Рисунок 6.1.13. АПЛ К-27 во внешней части залива Степового.

Экспедиционные работы были проведены под руководством Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Москва), силами специалистов ФГБУ «НПО «Тайфун», (Обнинск), ГНЦ «Южморгеология» (Геленджик), НИЦ «Курчатовский институт» (Москва), службой радиационной, химической и биологической защиты Северного флота (Россия), а также

норвежских ученых из Института морских исследований (Берген), Норвежского агентства по радиационной защите (Остерас), Норвежского университета естественных наук (Аас) и лаборатории морских исследований МАГАТЭ (Монако). Визуальное и инструментальное обследование затонувшей атомной подводной лодки К-159 выполнялось специалистами ГНЦ "Южморгеология" совместно со специалистами НИЦ "Курчатовский институт" с использованием телеуправляемого необитаемого подводного аппарата ТНПА РТ-1000. Обследование легкого корпуса показало отсутствие ряда люков, а также повреждения палубы и кормовой части корпуса (рис.6.1.14).



Задняя часть рубки



Реакторный отсек



Повреждения палубы в районе кормы



Поврежденная кормовая часть

Рис. 6.1.14 Примеры фотографий различных частей корпуса К-159, полученных ТНПА в ходе обследования.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что содержание радиоактивных веществ в районе затонувшей АПЛ не отличается от фоновых значений, характерных для Баренцева моря. Что позволяет предположить что на настоящий момент утечки радиоактивных веществ из реакторов АПЛ К-159 в морскую среду не происходит. Однако, с учетом имеющихся повреждений корпуса, то есть потенциальной опасности, целесообразно периодически продолжать исследования уровня радиоактивного загрязнения в районе затонувшей АПЛ.

Суммируя совместные российско-норвежские работы за прошедшие 25 лет можно сделать следующие **основные выводы**:

- Установлено, что воздействие сброса и захоронения РАО практически не сказывается на уровнях радиоактивного загрязнения открытых районов арктических и дальневосточных морей. Наблюдаемые в районах открытого моря в Северном регионе уровни загрязнения сформировались, главным образом, в результате глобальных атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного

оружия; переноса с морскими течениями РАО западноевропейских предприятий по переработке ОЯТ (прежде всего, РАО радиохимического комплекса в Селлафилде, Великобритания); поступления продуктов аварийного выброса на Чернобыльской АЭС в 1986г. Уровни радиоактивного загрязнения морской среды, наблюдаемые в районах открытого моря сформировались, главным образом, в результате глобальных атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия.

- Установлено, что локальные эффекты захоронения РАО имеют место в районах захоронения в заливах восточного побережья Новой Земли (наиболее ярко локальное воздействие выражено в заливах Абросимова и Степового). Локальное воздействие проявляется в виде небольших участков загрязненного радионуклидами дна в непосредственной близости (от единиц до десятков метров) к некоторым затопленным объектам.

- Современные последствия захоронения РАО в заливах Новой Земли обусловлены главным образом утечкой радиоактивности из захороненных контейнеров с отходами низкого и промежуточного уровня активности. Утечка радиоактивности из захороненных объектов, содержащих ядерные реакторы (как с ОЯТ, так и без него) сказывается на уровнях радиоактивного загрязнения донных отложений в значительно меньшей степени.

- Не было выявлено влияния захороненных и сброшенных РАО на радиоактивное загрязнение донных отложений в изученных точках акваторий районов захоронения РАО.

- Воздействие проведенных захоронений РАО на загрязнение искусственными радионуклидами морской воды арктических морей в настоящее время незначительно. Локальное воздействие произведенных захоронений на уровень радиоактивного загрязнения морской воды выявлено лишь в одном районе захоронения РАО в Северном регионе - заливе Степового - в виде небольшого увеличения уровня радиоактивного загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr придонных вод во внутренней его части. Объемная активность искусственных радионуклидов в Карском море низка и в общем случае существенно ниже, нежели в ряде других морских районов. Так, в 90-х годах прошлого века объемная активность долгоживущего техногенного ^{137}Cs в Карском море, в котором затоплялись радиоактивные отходы, была сопоставима с характерной для Средиземного и Японского морей и Тихого океана, в несколько раз ниже, чем в Черном море и в десятки раз ниже, чем в Балтийском и Ирландском морях.

- Сравнение данных первого (1994г.) и повторного (2002г.) обследований радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова позволяет заключить, что радиационная обстановка на основной части акватории залива Абросимова в 2002г. не только не изменилась в худшую сторону по сравнению с имевшей место в 1994г., но и улучшилась. Полученные результаты свидетельствуют о том, что за прошедшие между двумя съемками 8 лет не было заметного поступления радиоактивности в морскую среду из затопленных в заливе объектов. Содержание ^{137}Cs в воде залива в 2002г. снизилось примерно вдвое по сравнению с 1994г., и составляло примерно 3 Бк/м³ и менее. Концентрации в воде залива ^{90}Sr (3.4-6.0 Бк/м³) и $^{239,240}\text{Pu}$ (<1.2-6.4 мБк/м³) в 2002г. практически не изменились по сравнению с 1994г., и, как и по ^{137}Cs , практически не отличаются от характерных для Карского и Баренцева морей в последние годы. В 2002г., по сравнению с 1994г., на основной части акватории залива Абросимова и прилегающей к заливу части Карского моря наблюдаются меньшие уровни удельной активности ^{137}Cs и ^{60}Co в поверхностном слое донных отложений. К аналогичным выводам

в отношении динамики радиоактивного загрязнения морской среды в заливе Абросимова пришли и специалисты МЧС России и ГЕОХИ им. В.И.Вернадского, анализируя данные проведенных ими в 2002-2004гг. радиоэкологических исследований в заливах Новой Земли.

Несмотря на то, что результаты радионуклидного анализа свидетельствуют о низких уровнях содержания искусственных радионуклидов на основной части акваторий рассмотренных районов захоронений РАО, представляется необходимым проведение мониторинга состояния радиоактивного загрязнения морской среды в районах северных и дальневосточных морей России, где производилось затопление объектов с РАО, чтобы не допустить потери контроля над ситуацией.

6.2 Результаты исследований радиоактивного загрязнения окружающей среды в Мурманской области, Баренцевом море и северных районах Норвегии в 2015-2016 годах

Начиная с 2015 года стороны инициировали еще один совместный российско-норвежский проект: «Совместная российско-норвежская программа мониторинга радиоактивности в окружающей среде в северных районах Норвегии и Северо-Западной России». Новый совместный проект по мониторингу предусматривает как расширение существующей программы мониторинга радиоактивного загрязнения морской среды, так и установление программы мониторинга радиоактивного загрязнения наземной среды.

В сентябре 2015г и 2016г сотрудниками ФГБУ «НПО «Тайфун» совместно с ФГБУ «Мурманское УГМС» были проведены экспедиционные работы на российском побережье Баренцева моря в районе п. Териберка (рис. 6.1.7), которые включали в себя отбор проб морской среды (поверхностная морская вода, поверхностные донные отложения, морская биота (водоросли, рыба, моллюски)) а так же отбор проб наземной среды (почва, наземная биота (лишайник, ягоды, грибы, пресноводная рыба)).

В 2015г в дополнение к уже существующей станции в районе п. Териберка была организована новая станция морского мониторинга на побережье Белого моря в районе п. Умба. Работы на данной станции включали в себя отбор проб морской среды (поверхностная морская вода, поверхностные донные отложения, морская биота (водоросли, рыба, моллюски)) и запланированы к проведению каждые 3 года.

Радиоизотопный анализ проб морской среды, отобранных российскими участниками проекта, производился в лабораториях ФГБУ «НПО «Тайфун». В пробах воды определялся ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и тритий, для донных отложений и биоты произведены гамма-спектрометрические измерения всех проб и определение ^{90}Sr и изотопов плутония в выборочных пробах. В таблицах 6.2.1- 6.2.3 представлены основные экспериментальные данные, полученные в экспедициях 2015-2016 гг.

Проведенный радионуклидный анализ проб прибрежной морской воды показал, что в 2015 и 2016 гг содержание техногенных радионуклидов практически не менялось и оставалось на уровне характерном для открытого моря. ^{137}Cs и ^{90}Sr находился, в основном, в растворенном состоянии.

Таблица 6.2.1.

Содержание искусственных радионуклидов в пробах морской воды в 2015-2016 годах (рис. 6.1.7)

Проба Станция	¹³⁷ Cs, Бк/м ³		⁹⁰ Sr, Бк/м ³	^{239,240} Pu, мБк/м ³		Тритий, Бк/м ³
	Взвесь	Фильтрат	Фильтрат	Взвесь	Фильтрат	Фильтрат
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Териберка, отбор 16.09.2015 года:						
Проба 1	<0.01	1.03±0.1	1.48±0.30	-	4.48±1.35	510±50
Проба 2	<0.01	1.2±0.1	-	-	7.5±1.8	-
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Умба, отбор 22-23.09.2015 года:						
Проба 1	<0.01	1.6±0.1	3,78±0,76	-	9,75±2,43	820±50
Проба 2	<0.01	1.57±0.14	-	-	-	-
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Териберка, отбор 13-14.09.2016 года:						
Проба 1	<0.01	1.13±0.05	2.0±0.4	-	4.3±1.4	374±39
Проба 2	<0.014	1.23±0.03	-	-	-	-
Проба 3	<0.02	1.54±0.04	-	-	-	-
Станции открытого Баренцева моря, отбор 03-30.08.2016 года:						
Станция 1	<0.027	0.95±0.18	1.7±0.3	-	2,4±1,0	326±45
Станция 2	<0.017	1.44±0.14	1.3±0.3	0.93±0.17	4,8±1,4	256±46
Станция 3	<0.015	1.25±0.21	2.3±0.5	-	4,2±0,8	400±53
Станция 4	<0.02	1.92±0.22	3.4±0.7	-	5,51± 2,09	877±61

Таблица 6.2.2.

Содержание ¹³⁷Cs в пробах прибрежных донных отложений (0-3 см) в 2015-2016 годах

Проба	¹³⁷ Cs Бк/кг сухой массы
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Териберка, Отбор 16.09.2015	0.4-1.1
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Умба, Отбор 23.09.2015:	
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Умба, Отбор 23.09.2015:	0.2-6.5
Прибрежный район отбора в окрестностях пос.Териберка, Отбор 19.09.2016:	0.3-0.4

Таблица 6.2.3.

Содержание искусственных радионуклидов в некоторых биологических пробах, отобранных в районе пос. Териберка и пос. Умба в 2015-2016 гг.

Вид биоты, место отбора, дата отбора	¹³⁷ Cs, Бк/кг сырой массы	⁹⁰ Sr, Бк/кг сырой массы	^{239,240} Pu, мБк/кг сырой массы
Морская биота			
Треска (мышцы), Териберка, 18.07.2015	0,26±0,04	0,008±0,002	0,27±0,11
Треска (кости), Териберка, 18.07.2015	0,13±0,06	-	-
Треска (мышцы), Умба, Сентябрь 2015	0,25±0,03	0,012±0,004	0,28±0,14
Треска (кости), Умба, Сентябрь 2015	0,10±0,02	0,046±0,01	1,01±0,52
Треска (мышцы), Териберка, Сентябрь 2016	0,04-0,22	0,011±0,004	≤0,2
Треска (кости), Териберка, Сентябрь 2016	<0,1	0,026±0,06	89±24
Семга, Териберка, 13.06.2015	0,204±0,04	0,271±0,055	0,49±0,23
Семга, Умба, Сентябрь 2015	0,10±0,01	0,040±0,012	1,0±0,59
Фукус пузырчатый, Умба, 2015	0,19±0,03	0,11±0,023	≤0,2
Фукус пузырчатый, Териберка, 2015	0,14±0,03	0,097±0,019	2,67±1,28
Фукус пузырчатый, Териберка, 2016	0,084±0,029	0,031±0,006	-
Ламинария, Териберка, 2015	0,08±0,02	0,018±0,004	0,31±0,14
Ламинария, Териберка, 2016	0,062±0,018	0,036±0,007	6±1
Мидии (мясо), Умба, 2015	<0,011	0,009±0,003	0,51±0,26
Мидии (мясо), Териберка, 2015	0,31±0,10	0,021±0,005	0,46±0,26
Мидии (мясо), Териберка, 2016	<0,011	0,020±0,004	3,3±0,7
Пресноводная биота, грибы, ягоды			
Щука (кости), Верхнегуломское водохранилище, Сентябрь 2016	4,37±0,37	1,07±0,3	38±20
Сиг (мышцы), Верхнегуломское водохранилище, Сентябрь 2016	2,27±0,09	0,32±0,08	≤0,2

Сиг (кости), Верхнетуломское водохранилище, Сентябрь 2016	1,55±0,14	2,71±0,68	0,91±0,50
Обабки (подберезовики + подосиновики), Териберка, 2015	40,78±0,88	0,032±0,006	-
Обабки (подберезовики + подосиновики), Териберка, 2016	8,52±0,26	0,023±0,005	-
Белый гриб, Териберка, 2015	28,5±0,7	0,095±0,019	-
Белый гриб, Териберка, 2016	9,1±0,3	0,031±0,006	-
Брусника, Териберка, 2015	1,35±0,25	0,92±0,18	-
Брусника, Териберка, 2016	1,43±0,12	0,64±0,13	-
Морошка, Териберка, 2015	5,83±0,25	0,39±0,08	-
Морошка, Териберка, 2016	8,54±0,4	0,25±0,05	-
Черника, Териберка, 2015	3,29±0,14	0,224±0,045	-
Черника, Териберка, 2016	0,72±0,10	0,16±0,03	-

Полученные данные радионуклидного анализа проб морской среды, отобранных российскими участниками в ходе работ по проекту, свидетельствуют об отсутствии какого-либо влияния деятельности радиационно-опасных объектов (РОО) Кольского полуострова на радиоактивное загрязнение морской среды. Измеренные уровни содержания в объектах морской среды долгоживущих радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ находятся в диапазоне, характерном для глобального источника радиоактивного загрязнения. Радионуклидов, характерных только для работы РОО и отсутствующих в составе глобального источника, в пробах морской среды обнаружено не было. Интересно также отметить, что содержание радионуклидов в отобранных пробах пресноводной биоты в основном выше, чем в морской биоте, но значительно ниже нормативных значений [24].

6.3. Радионуклиды в поверхностных водах мест проведения мирных подземных ядерных взрывов

В 2012 и 2016 годах были проведены работы по оценке последствий подземных ядерных взрывов на загрязнение поверхностных вод. Работы выполнялись в рамках региональной программы «Обеспечение радиационной безопасности на территории Республики Саха (Якутия)», являющейся частью государственной программы «Охрана окружающей среды Республики Саха (Якутия) на 2012 – 2017 годы».

Ядерные взрывы, под кодовым названием «Кристалл» и «Кратон-3», были произведены в верховьях реки Мархи в Мирнинском улусе (рис. 6.3.1). Взрыв «Кристалл», мощностью 1,7 кт, проведен 2 октября 1974 года на глубине 98 м от поверхности земли. На месте взрыва образовался провал. В 1990 году место ядерного взрыва было засыпано слоем пустой породы мощностью 7-20 м. «Кратон-3», мощностью около 19 кт, произведен 24 августа 1978 года на глубине 557 м. Место взрыва находится на участке повышенной проницаемости горных пород вследствие расположенных здесь нескольких пересекающихся тектонических нарушений. После взрыва комиссия министерства Средмаша СССР отметила аварийную ситуацию [24]. В результате в обоих случаях существуют благоприятные условия поступления продуктов взрывов к земной поверхности и, в частности, в поверхностные воды.

Первые исследования по оценке последствий подземных ядерных взрывов «Кратон-3» и «Кристалл» для качества поверхностных вод были выполнены Якутским УГМС в 2012 году [25]. В 2016 году такие же работы выполнялись ФГБУ «НПО «Тайфун» по договору с Министерством охраны природы Республики Саха (Якутия).

Экспедиционные работы по исследованию содержания радионуклидов в речной воде проводились на гидрологическом посту в нижнем течении реки Мархи, левого притока реки Вилюя у села Малыкай в Нюрбинском улусе Якутии. В качестве контрольного пункта был выбран гидрологический пост на Вилюе у села Сунтар, расположенный выше по течению от места впадения реки Мархи (рис. 6.3.1).

В обоих случаях работы проводились в период летне-осенней межени, обиралось по 12 проб воды на обоих постах. Одновременно с отбором проб проводилось измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения и уровня воды в реке. Определение объемной активности ^3H и ^{90}Sr в пробах воды, отобранных обеими экспедициями, были выполнены в лабораториях ФГБУ «НПО «Тайфун», что существенно упрощало совместный анализ результатов работ обоих периодов.

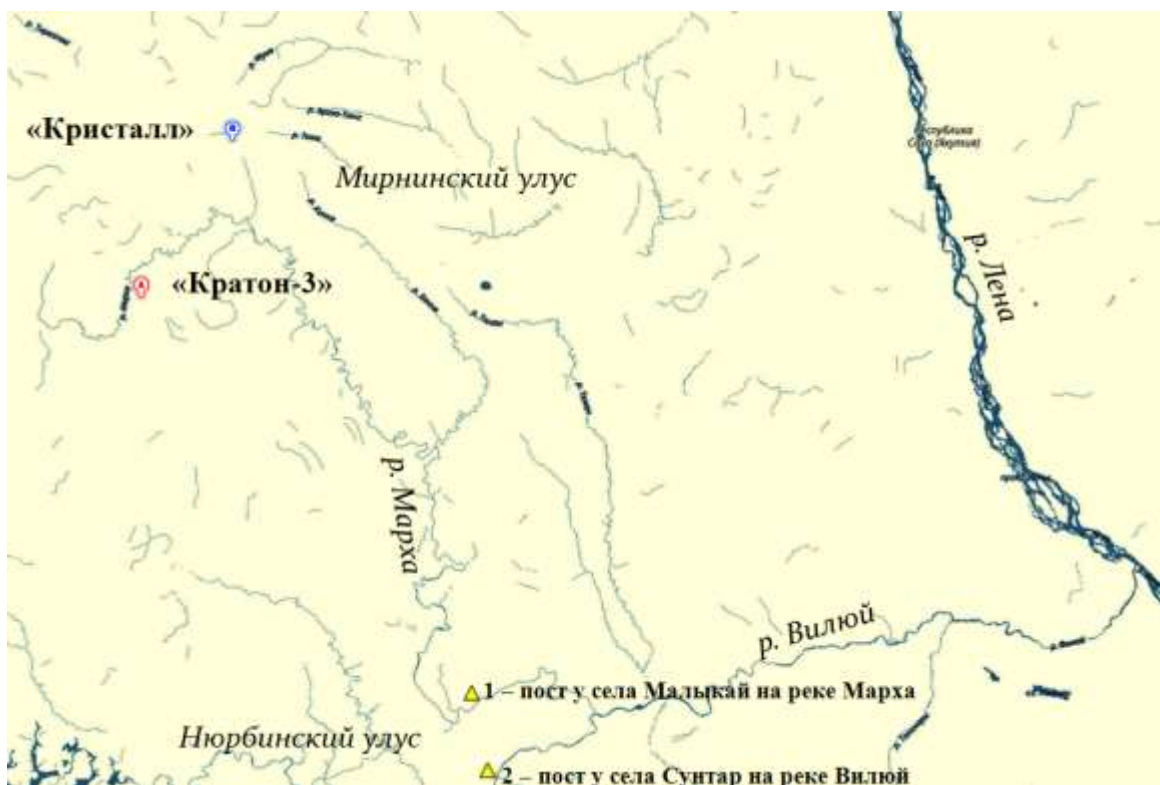


Рис. 6.3.1. Положение мирных подземных ядерных взрывов проектов «Кристалл» и «Кратон-3» и гидрологических постов на реках Марха и Вилюй

Гидрологический пост на реке Мархе у села Малыкай расположен на ее левом берегу. Марха, является левым притоком Вилюя, впадает в него в 159 км от его впадения в реку Лену (рис. 6.3.1). Пойма в районе поста развита на правом берегу реки и достигает ширины 3 км. Для поймы характерно большое количество стариц, озер и сухих русел. Местами пойма заболочена, покрыта густым кустарником и ельниками. Грунты поймы, в основном, представлены суглинками и супесчаными породами. Затопление поймы начинается при подъеме уровня воды выше 1200 см над нулевой отметкой поста.

Русло реки в районе поста слабоизогнутое, каменистое, у правого берега – галечное. Правый берег пологий, высота 6-8 м, левый – крутой, высотой 20 м, сложен супесчаными породами. При высоких уровнях левый берег интенсивно размывается, происходит оползание берегового склона.

Ледостав устойчивый, устанавливается в середине октября, разрушается ледяной покров в третьей декаде мая. В период весеннего ледохода возможно образование заторов льда. Зимой на участке поста наблюдается затухание течения вследствие промерзания реки на нижних перекатах [24].

Пойма в районе гидрологического поста на Вилюе у села Сунтар двусторонняя, шириной по левому берегу 2,5-2,8 км, по правому – 3,0-3,5 км. Пойма ровная, с отдельными незначительными повышениями (гривами), поросла смешанным лесом и кустарником, изобилует протоками, озерами, местами заболочена. Грунты суглинистые и супесчаные, на заболоченных участках – торфянистые. Выход воды на пойму происходит при уровнях воды 1230 см.

Русло реки на участке поста слабоизогнутое, у берегов песчано-галечное, на середине реки каменистое, сложено песчаником. Правый берег пологий, высотой 7-8 м, порос еловым лесом и кустарником, грунты суглинистые, не размывается. Левый берег крутой, обрывистый, высотой 15-16 м. При высоких уровнях в период весеннего ледохода левый берег интенсивно размывается.

Ледостав устойчивый, в период весеннего ледохода возможно образование заторов льда выше и ниже поста.

В мае в период весеннего половодья, по окончанию ледохода, наблюдается наибольший расход воды. В июне наблюдается дождевой паводок. С июля по ноябрь – период летне-осенней межени, когда наблюдается наименьший сток за период открытого русла [24].

Климат района работ умеренно влажный с прохладным летом (средняя температура июля от +17,7 до +17,3°C) и суровой, продолжительной зимой (средняя температура января от –33,7 до –36,0°C). Продолжительность существования снежного покрова составляет 204 - 206 дней.

Период наиболее низких уровней воды в реках и, следовательно, наименьших расходов воды для отбора проб был выбран на том основании, что изменение водности рек происходит, главным образом, за счет объемов поверхностного стока. Поэтому во время межени доля грунтовых и подземных вод в питании рек наибольшая. Именно загрязненные горные породы являются источником загрязнения речной воды, т.к. поверхностное загрязнение, произошедшее вследствие аварийной ситуации при производстве ядерного взрыва «Кристалл» и повышенной проницаемости горных пород в районе взрыва «Кратон-3», было заглублено вследствие рекультивации и почвенных процессов. Даты отбора проб, объемные активности ^3H и ^{90}Sr , мощность экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) и уровни воды в реках приведены в таблице 6.3.1.

Величина МЭД в обоих случаях соответствует природному фону γ -излучения для территорий, сложенных с поверхности осадочными породами. В 2012 году ее величина колебалась в диапазоне 10-12 мкР/ч, в 2016 году – 9-14 мкР/ч.

Уровень воды в реке и функционально связанный с ним расход воды, определенный во время отбора проб, позволяет оценить относительное влияние подземного питания рек и поверхностного стока на поступление радионуклидов в речную воду.

Средняя величина объемной активности ^{90}Sr в воде р. Мархи в летний период уменьшилась с 6,5 мБк/л в 2012 году до 5,0 мБк/л в 2016 году. В летний период 2012 года содержание ^{90}Sr здесь было выше, чем в воде рек Вилюя, Лены (ст. Кюсюр), Индигирки (п. ст. Индигирский)– 4,9; 4,4 и 3,3 мБк/л соответственно. Только в воде Оленека (п. ст. Тюмяти) его содержание было выше, чем в Мархе – 8,4 мБк/л (рис. 6.3.2).

Объемная активность ^3H и ^{90}Sr в воде рек Марха и Вилюй, мощность экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения с поверхности земли и уровень воды в реках в 2012 и 2016 годах

Дата отбора	МЭД, мкР/ч	Объемная активность ^3H , Бк/л	Неопределенность анализа, Бк/л	Объемная активность ^{90}Sr , мБк/л	Неопределенность анализа, мБк/л	Уровень воды в реке, см
р. Марха (с. Малыкай)						
27.05.2012	10	2,55	±0,55	4,72	±1,14	176
31.05.2012	11	1,75	±0,43	4,39	±1,13	777
18.06.2012	12	2,45	±0,45	4,08	±0,93	687
16.08.2012	10	2,95	±0,46	8,86	±1,83	145
09.10.2012	11	2,68	±0,46	8,77	±1,82	241
01.11.2012	11	1,81	±0,44	7,56	±1,54	198
10.07.2016	12	1,05	±0,24	4,8	±0,96	232
26.07.2016	12	1,28	±0,28	4	±0,80	170
05.08.2016	13	1,55	±0,34	6,5	±1,30	153
19.08.2016	14	1,48	±0,32	4,8	±0,96	174
08.09.2016	14	1,27	±0,27	6,2	±1,24	245
28.09.2016	13	1,65	±0,35	4,4	±0,88	242
р. Вилюй (с. Сунтар)						
21.05.2012	11	2,03	±0,44	5,07	±1,11	481
31.05.2012	10	1,34	±0,42	4,06	±0,90	314
25.06.2012	10	1,88	±0,43	5,22	±1,14	284
16.07.2012	12	2,36	±0,45	4,66	±1,01	172
10.10.2012	10	2,09	±0,44	5,34	±1,23	186
02.11.2012	11	1,98	±0,44	5,42	±1,23	324
20.07.2016	9	1,18	±0,27	3,8	±0,76	160
28.07.2016	13	1,09	±0,25	3,6	±0,72	156
11.08.2016	14	1,09	±0,25	4,1	±0,82	156
31.08.2016	10	1,34	±0,28	3,9	±0,78	160
09.09.2016	12	1,31	±0,28	4,6	±0,92	143
29.09.2016	10	1,06	±0,22	3,5	±0,70	196

В 2016 году только в воде Вилюя объемная активность ^{90}Sr была заметно меньше, чем в Мархе – 3,9 мБк/л против 5,0 мБк/л. В воде Лены, Индигирки она была примерно на том же уровне, что и в Мархе – 5,1 и 4,6 мБк/л – и только в Оленеке существенно больше – 13,3 мБк/л. То есть активность ^{90}Sr в воде Мархи в 2016 году находится на среднем уровне для рек региона и России, а в воде Вилюя заметно ниже.

Концентрация ^{90}Sr в речной воде на три порядка меньше уровня вмешательства для поверхностных вод суши по НРБ-99 (7,2 Бк/л) [26].

Учитывая, что на территории водосборов Мархи и Вилюя отсутствуют РОО, которые могли бы служить источником ^{90}Sr , и его низкое содержание в атмосферных выпадениях – среднегодовая плотность выпадения на АТР ниже предела обнаружения (<0,2 Бк/м² год), можно предположить, что средний уровень активности ^{90}Sr в обоих случаях обеспечивается за счет его выноса из пород, загрязненных в результате ядерных взрывов.

На рисунке 6.3.3 показана объемная активность ^3H в летние месяцы 2012 и 2016 годов. В 2012 году объемная активность ^3H в воде Мархи и Вилюя (2,7 и 2,1 Бк/л соответственно) была заметно меньше, чем в Енисее (3,3 Бк/л) и, особенно, Лене и Индигирке (4,3 и 4,0 Бк/л соответственно) за тот же период. В 2016 году содержания ^3H во всех реках заметно выровнялись и находятся в диапазоне 1,1-1,4 Бк/л.

Объемная активность ^3H в воде р. Мархи в летние месяцы 2016 года по сравнению с летними месяцами 2012 года сократилась более чем в 2 раза – с 2,7 Бк/л до 1,3 Бк/л. Средние значения по всем отобраным пробам также заметно уменьшилось – от 2,37 Бк/л до 1,38 Бк/л.

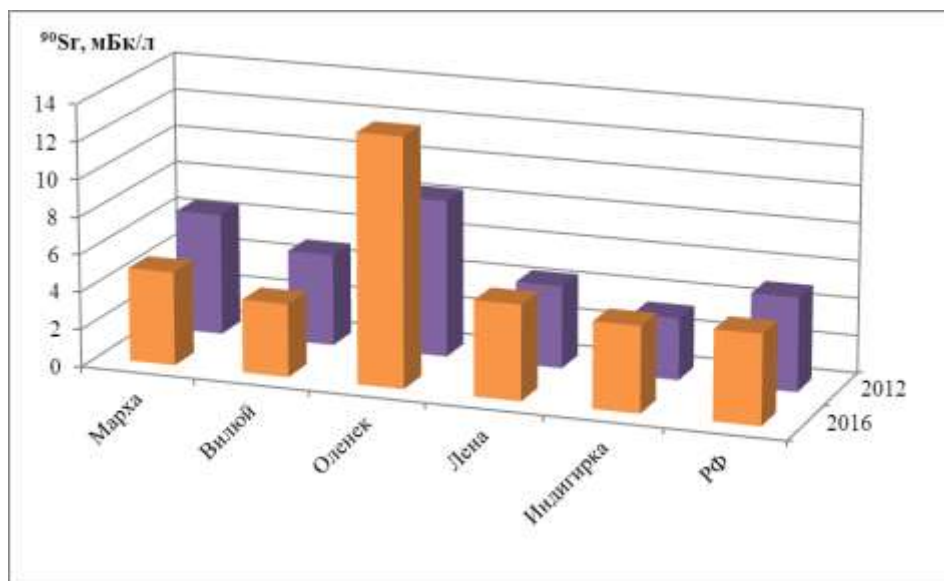


Рис. 6.3.2. Объемная активность ^{90}Sr в воде рек Мархи (с. Малькай), Вилюя (с. Сунтар), Оленека (п. Тюмяти), Лены (п. Кюсюр), Индигирки (п. Индигирский) и в среднем по рекам России в летний период 2012 и 2016 годов

Ближкие уровни снижения наблюдаются и в воде р. Вилюя. В среднем за летние месяцы произошло снижение от 2,1 Бк/л до 1,1 Бк/л, а среднее по всем пробам уменьшилось от 1,95 Бк/л до 1,18 Бк/л.

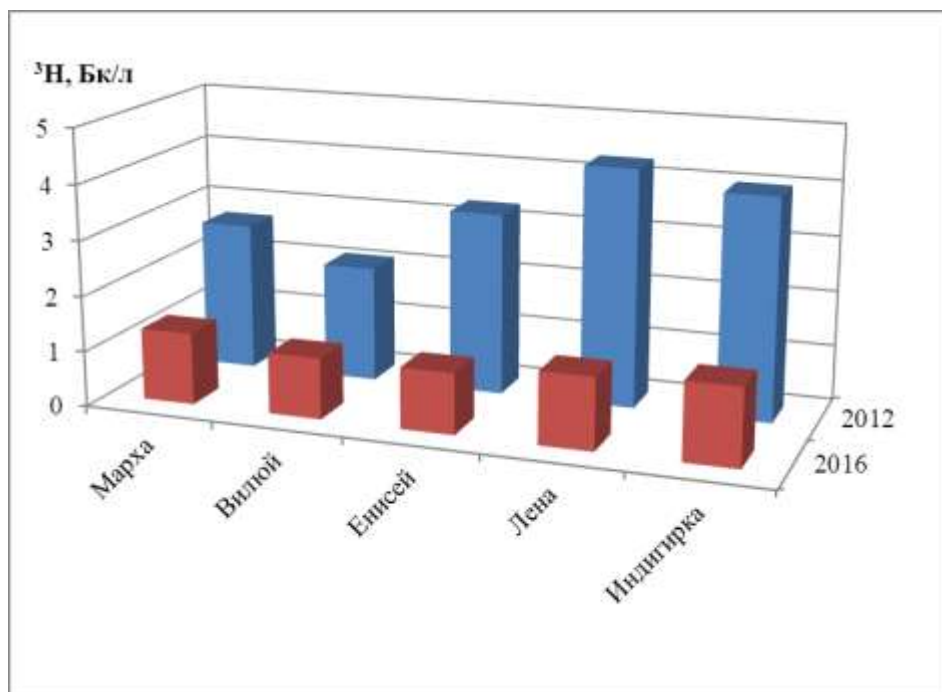


Рис. 6.3.3. Объемная активность ^3H в воде рек Мархи и Вилюя в сравнении с водами Енисея (г. Игарка), Лены (п. ст. Хабаровова), Индигирки (п. ст. Индигирский) в летний период 2012 и 2016 годов

Следует отметить, что величина объемной активности ^3H в воде рек Енисея (г. Игарка), Лены (п. ст. Хабаровова), Индигирки (п. ст. Индигирский) в летние месяцы 2016 года по сравнению с тем же периодом 2012 года уменьшилась примерно в 3 раза – от 3,3 Бк/л до 1,1 Бк/л, от 4,3 Бк/л до 1,3 Бк/л и

от 4,0 Бк/л до 1,4 Бк/л соответственно (рис. 6.3.3). Повышенные содержания ^3H в водах этих рек в 2012 году связаны, видимо, с деятельностью РОО на территории их водосборов, т.к. природный фон в 2012 году не мог быть причиной столь значительных расхождений по сравнению с 2016 годом – 2,3 Бк/л и 1,3 Бк/л соответственно. В то же время для вод Мархи и Вилюя такое изменение концентрации ^3H в атмосферных осадках могли иметь решающее значение на понижение его среднегодовой концентрации в речной воде (подробно объемные активности ^3H и ^{90}Sr в речной воде и ^3H в атмосферных осадках рассмотрены в разделе 1 настоящего Ежегодника).

Анализ динамики объемных активностей ^3H и ^{90}Sr и колебания уровня воды в р. Марха в период отбора проб воды с мая по ноябрь 2012 года позволяет определить источники и основные пути поступления этих изотопов.

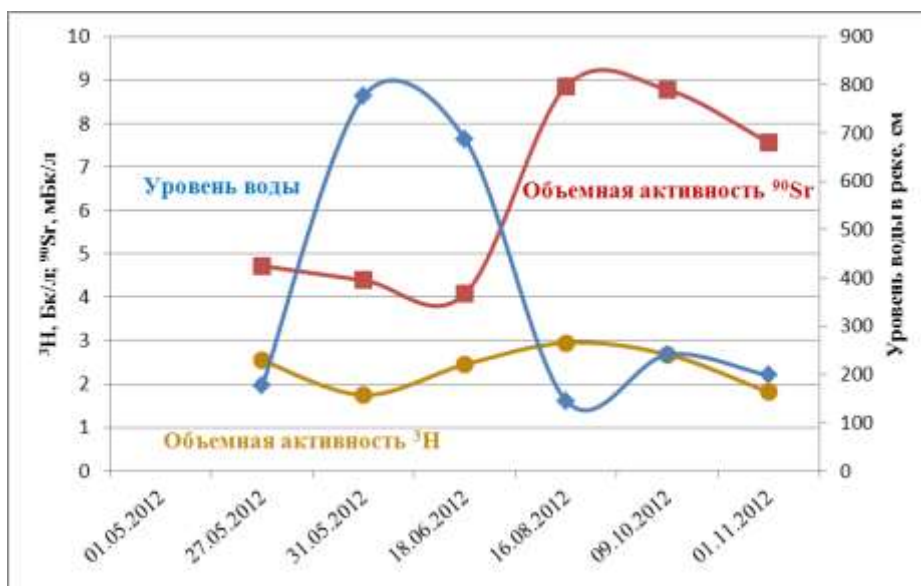


Рис. 6.3.4. Изменение объемных активностей ^3H и ^{90}Sr и уровня воды в р. Марха в мае-ноябре 2012 года

На рис. 6.3.4 хорошо видно, что с понижением уровня воды происходит увеличение объемной активности ^{90}Sr , и наибольших значений она достигает при наименьших уровнях воды в реке. Происходит это, видимо, потому, что колебания уровня воды и, следовательно, расхода воды в реке происходят в основном за счет изменения поверхностного стока, связанного с количеством осадков.

Величина подземного стока существенно меньше зависит от количества осадков, и во время их уменьшения относительная доля подземного стока в питании реки возрастает. При этом происходит увеличение активности ^{90}Sr в речной воде. Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране в последние 5 лет была ниже предела обнаружения – менее $0,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{в год}$, поэтому атмосферные выпадения не могут оказывать заметного влияния на его содержание в речной воде.

Поскольку в результате обоих подземных взрывов произошло загрязнение земной поверхности, не исключено поступление ^{90}Sr с поверхностным стоком и грунтовыми водами, но, учитывая динамику его концентрации в период опробования, доля этого пути поступления относительно невелика.

Таким образом, большая часть ^{90}Sr поступает в речную воду с подземными водами, дренирующими загрязненные в результате подземных ядерных взрывов породы.

Такая же тенденция, но слабее выраженная, наблюдается и в динамике объемной активности ^3H . Происходит это по иной причине – вследствие сезонного увеличения объемной активности ^3H в атмосферных осадках в теплый период года, как это подробно рассмотрено в главе 1.

Подобная тенденция изменения объемной активности ^{90}Sr в воде р. Мархи наблюдается и в 2016 году, хотя проявлена менее наглядно из-за более короткого периода опробования и, по-видимому, уменьшения запасов ^{90}Sr в горных породах (рис. 6.3.5).



Рис. 6.3.5. Изменение объемных активностей ^3H и ^{90}Sr и уровня воды в р. Мархе в июле-сентябре 2016 года

В пункте опробования на Вилуе, который рассматривается как контрольный пункт, в 2012 году такая зависимость не наблюдается и концентрация ^{90}Sr в большинстве проб мало отличается от среднего значения в 5,0 мБк/л (рис.6.3.6).



Рис. 6.3.6. Изменение объемных активностей ^3H и ^{90}Sr и уровня воды в р. Вилуей в мае-ноябре 2012 года

В 2016 году в воде Вилюя просматривается обратная зависимость концентрации ^{90}Sr от уровня воды в реке, но из-за незначительных изменений величин и короткого периода наблюдений говорить о существовании здесь такой закономерности вряд ли можно (рис. 6.3.7).



Рис. 6.3.7. Изменение объемных активностей ^3H и ^{90}Sr и уровня воды в р. Вилюй в июле-сентябре 2016 года

По данным за 2016 год объемная активность ^3H в воде реки Мархи находится в пределах колебаний средних содержаний в речной воде России и определяется его содержанием в атмосферных осадках. Поступление трития в речную воду из районов подземных ядерных взрывов практически отсутствует.

Концентрация ^3H в речной воде определяется его концентрацией в атмосферных осадках, колеблется в пределах 1,0-1,6 Бк/л. Поступление из района подземных ядерных взрывов практически отсутствует. Концентрация ^3H в речной воде приблизительно равна его фоновому значению в речных водах и атмосферных осадках и на три порядка меньше уровня вмешательства для поверхностных вод суши по НРБ-99 (7600 Бк/л) [26].

Объемная активность ^{90}Sr в воде реки Мархи в 2016 году находится на уровне средних значений для воды рек России и составляет 4,0-6,5 мБк/л, т.е. соответствует техногенному фону для поверхностных вод суши РФ [23]. Источником ^{90}Sr могут служить горные породы, загрязненные в результате подземных ядерных взрывов «Кристалл» и «Кратон-3».

6.4. Оценка радиозоологического воздействия объектов использования атомной энергии по данным мониторинга радиационной обстановки

В настоящее время МАГАТЭ, МКРЗ, НКДАР ООН и другие авторитетные международные организации наряду с приоритетным обеспечением безопасности человека проявляют значительный интерес к регулированию и научному обоснованию радиационной безопасности окружающей среды [27-29]. Требования к обеспечению радиационной безопасности окружающей среды содержатся в Федеральном законе №7-ФЗ «Об охране окружающей среды». В соответствии с этим законом (статьи 1, 23) при соблюдении нормативов допустимых выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую

среду должны обеспечиваться условия, достаточные для устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического разнообразия. В соответствии с международными основными нормами безопасности ОНБ-2014 [27] нынешние и будущие поколения людей и окружающая среда должны быть защищены от радиационных рисков, при этом необходимо подтверждать (а не исходить из предположения), что окружающая среда защищена от промышленного радиационного воздействия.

6.4.1 Методология оценки радиационного воздействия на окружающую среду

В связи с огромным видовым разнообразием биосферы и практической невозможностью оценить радиационное воздействие на каждый вид флоры и фауны, методология радиационной безопасности окружающей среды разрабатывается для сравнительно небольшого числа референтных (представительных) видов биоты [28-31]. Для выбора представительных организмов используются следующие основные критерии: экологические (положение в экосистеме), доступность для мониторинга, дозиметрические (критические пути облучения), радиочувствительность, способность рассматриваемых организмов к самовосстановлению. Результаты оценок для референтных организмов являются основой для анализа экологических рисков и регулирования радиационной безопасности окружающей среды.

В Публикации МКРЗ [28] сформулированы основные принципы методологии радиационной защиты окружающей среды, включающей выбор референтных организмов, расчет дозы, поэтапное рассмотрение радиоэкологической ситуации, оценки пороговых уровней возникновения радиационных эффектов у различных типов организмов. При этом система оценок радиационной безопасности флоры и фауны должна быть интегрирована в общую систему радиационной безопасности человека и окружающей среды. МКРЗ сформулировала важный принцип ступенчатого, поэтапного подхода к анализу радиоэкологической ситуации: на первом этапе проводится предварительный скрининговый анализ на основе упрощенной процедуры, не требующей проведения детального обследования, выявление тривиальных ситуаций, не требующих дальнейшего рассмотрения; второй этап – проводится только в случаях превышения контрольных уровней облучения; на втором этапе проводится более детальный анализ с учетом местных особенностей радиоактивного загрязнения экосистем.

В качестве основного показателя для оценки промышленного радиационного воздействия используется обусловленная им мощность дозы облучения референтных объектов биоты. Критерием отсутствия значимого экологического риска служит условие не превышения безопасного уровня облучения для различных групп животных и растений [28].

Выбор референтных организмов определяется по результатам экологического обследования и ретроспективного анализа экологической обстановки в районе расположения объекта использования атомной энергии. Для выбранных видов организмов оценивается содержание в них радиоактивных веществ на основе данных мониторинга радиационной обстановки и радиоэкологического моделирования. После этого с использованием полученных радиоэкологических оценок выполняются модельные оценки мощности дозы внутреннего и внешнего облучения референтных организмов биоты.

Оценка мощности дозы облучения референтных организмов биоты производится в соответствии с [28-30] на основе обобщенных данных мониторинга радиационной обстановки. В качестве экологически безопасного уровня облучения биоты (БУОБ) используются значения мощности дозы в диапазоне 40 – 400 мкГр/ч (1-10 мГр/сут).

Ниже представлены результаты оценки радиоэкологического воздействия для следующих объектов использования атомной энергии: АЭС с различными типами ядерных реакторов – Белоярская, Ленинградская и Нововоронежская; радиохимические комбинаты – СХК и ГХК; уранодобывающее производство – Приаргунское ПГХО [31-34]. В качестве исходных использовались данные многолетнего мониторинга радиационной обстановки, публикуемые в Ежегодниках Росгидромета (2000-2016 гг.).

Белоярская АЭС

В качестве референтных объектов живой природы для оценки радиоэкологического воздействия Белоярской АЭС были выбраны водные организмы, обитающие в водоемах с разными уровнями радиоактивного загрязнения: реке Ольховка, малых реках зоны наблюдения в пределах 15 км от АЭС, канале ПЛК и Белоярском водохранилище. На основе обобщенных данных радиоэкологического обследования [35] и многолетнего мониторинга радиационной обстановки в районе расположения Белоярской АЭС выполнен расчёт дозовых нагрузок для следующих референтных видов (табл. 6.4.1): водоросли (рдест блестящий – *Potamogeton lucens*), рыба (каarp – *Cyprinus carpio carpio*), моллюски (дрейссена – *Dreissena*), водоплавающие птицы (утка - *Anas platyrhyncha*).

Таблица 6.4.1

Расчётные значения мощности дозы облучения водной биоты в районе Белоярской АЭС, мГр/сут

Водоем	Рыба	Водоросли	Моллюски	Водоплавающие птицы
Малые реки ЗН	$8,0 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$
Река Ольховка	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$9,6 \cdot 10^{-3}$
Белоярское водохранилище, канал ПЛК	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$
Белоярское водохранилище, Теплый залив (2011 г.)	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
БУОБ	1	10	10	1

Особенностью данного региона является размещение вблизи БАЭС еще одного ОИАЭ – Института реакторных материалов, сбросы которого подаются на очистные сооружения БАЭС. Существующая система регионального мониторинга не позволяет разделить влияние сбросов БАЭС и ИРМ на радиоактивное загрязнение окружающей среды. По этой причине более корректно говорить о совместном влиянии БАЭС и ИРМ на радиоэкологическую обстановку.

Полученные оценки мощности дозы облучения для гидробионтов Белоярского водохранилища значительно ниже БУОБ (в 50-200 раз). Наиболее высокие мощности дозы облучения гидробионтов имеют место в реке Ольховка, далее идут канал ПЛК и Теплый залив Белоярского водохранилища. Наименьшие дозовые нагрузки на гидробионтов – в малых реках ЗН. Основной вклад в дозу облучения референтных организмов водной биоты вносят естественные радионуклиды тория, урана и калий-40.

Радиоэкологическое воздействие АЭС связано с поступлением в окружающую среду техногенных радионуклидов. Вклад в суммарную мощность дозы техногенных радионуклидов (^{60}Co , ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs) в наиболее загрязненной реке Ольховка составляет: для рыбы 17 %, водорослей – 5 %, моллюсков – 2 %, водоплавающей птицы – 10 %. Отметим, что дозы облучения от этих техногенных

радионуклидов снизились по сравнению с более ранним периодом эксплуатации первых двух энергоблоков АЭС для рыбы в 14 раз, а для водорослей – в 8 раз.

В целом, представленные оценки позволяют сделать вывод об отсутствии в штатных условиях эксплуатации значимого воздействия Белоярской АЭС на дозы облучения биоты.

Ленинградская АЭС

Принимая во внимание эколого-географические характеристики региона ЛАЭС и рекомендации МКРЗ [28], в качестве референтных организмов для оценки воздействия ЛАЭС на биоту были выбраны: растения – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), почвенные беспозвоночные – дождевой червь (*Lumbricina*), мелкие млекопитающие – полевка европейская рыжая (*Clethrionomys glareolus*), крупные млекопитающие – лось (*Alces alces*), птица - чайка обыкновенная (*Larus ridibundus*), рыба - окунь (*Perca fluviatilis*), водные беспозвоночные – моллюски (*Bivalvia sp.*), водоросли (*Algae sp.*).

Оценки мощности дозы облучения референтных организмов биоты, рассчитанные с использованием данных многолетнего мониторинга радиационной обстановки в районе ЛАЭС, представлены в таблице 6.4.2 [31,34].

Таблица 6.4.2

Оценка мощности дозы облучения референтных организмов биоты в районе ЛАЭС, мГр/сут

Биологический объект	Мощность поглощенной дозы	БУОБ
Древесное растение (сосна)	$7,9 \cdot 10^{-5}$	1
Крупное млекопитающее (лось)	$4,2 \cdot 10^{-4}$	1
Мелкое млекопитающее (мышь)	$1,1 \cdot 10^{-4}$	1
Дождевой червь	$8,4 \cdot 10^{-5}$	10
Птица (чайка)	$5,8 \cdot 10^{-6}$	1
Водоросли	$2,4 \cdot 10^{-4}$	10
Моллюски	$5,3 \cdot 10^{-4}$	10
Рыба (окунь)	$3,6 \cdot 10^{-4}$	1

Полученные оценки мощности референтных организмов значительно ниже величины БУОБ (1 мГр/сутки для позвоночных животных и сосны и 10 мГр/сутки для других растений и беспозвоночных животных), при которых не ожидается заметных радиационных эффектов в популяциях [28]. Например, для лося различие между расчетными величинами и БУОБ составляет примерно 2400 раз, для окуня – 2800 раз, для других референтных организмов это различие еще больше. Представленные оценки мощности дозы облучения гидробионтов водоема-охладителя ЛАЭС по данным многолетнего мониторинга в целом сопоставимы с оценками [36] по результатам наблюдений в 2007-2012 гг. Основной вклад в дозу техногенного облучения гидробионтов дает ^{137}Cs (до 80 %), что обусловлено преимущественно загрязнением ^{137}Cs экосистемы Балтийского моря после аварии на Чернобыльской АЭС.

Нововоронежская АЭС

Для оценки радиоэкологического влияния НВАЭС были выбраны следующие виды референтных организмов: растения – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), почвенные беспозвоночные – дождевой червь (*Lumbricina*), мелкие млекопитающие – полевка европейская рыжая (*Clethrionomys glareolus*),

крупные млекопитающие – лось (*Alces alces*). Оценки мощности дозы облучения обитателей наземных экосистем в районе НВАЭС представлены в таблице 6.4.3 [34].

Таблица 6.4.3

Мощности дозы облучения наземной биоты в районе НВАЭС, мГр/сут

Биологический объект	Мощность поглощенной дозы, мГр/сут			
	СЗЗ	ЗН	КП	БУОБ
Сосна	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$8,6 \cdot 10^{-8}$	1
Лось	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	1
Рыжая полевка	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	1
Дождевой червь	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	10

В порядке возрастания дозовых нагрузок рассмотренные группы организмов могут быть расположены следующим образом: растения < крупные млекопитающие < мелкие млекопитающие < почвенные беспозвоночные. Оцененные значения мощности дозы хронического облучения биологических объектов наземных экосистем значительно ниже БУОБ. Например, для рыжей полевки мощность дозы в СЗЗ в 200 раз ниже величины БУОБ, а для дождевого червя – в 1300 раз.

При оценке радиационного воздействия на водную биоту ориентировались на два крупных поверхностных водоема, расположенных в зоне возможного влияния НВАЭС. Для р. Дон вблизи НВАЭС в качестве референтных были выбраны следующие виды биоты: рыбы — плотва; пресноводные моллюски и водоросли. Для водоема-охладителя НВАЭС в качестве референтных были выбраны следующие виды: рыбы — карп; моллюски дрейссена; водоросли. Для референтных видов биоты рассчитывались дозовые нагрузки внутреннего и внешнего облучения от радионуклида ^{137}Cs , который является основным контролируемым нуклидом в системе мониторинга водоемов НВАЭС. Дозовая нагрузка от внутреннего облучения определяется активностью радионуклида в тканях гидробионтов; внешняя дозовая нагрузка обусловлена облучением от радионуклида, содержащегося в воде и донных отложениях.

Оценки дозовых нагрузок на референтные организмы водной биоты в районе НВАЭС представлены в таблице 6.4.4.

Таблица 6.4.4

Мощность дозы облучения ^{137}Cs референтных видов водной биоты в районе НВАЭС, мГр/сут

Объект биоты	Облучение				Безопасный уровень облучения
	Внутреннее	Внешнее от воды	Внешнее от донных отложений	Суммарное	
Водоем-охладитель НВАЭС					
Карп	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$	1
Моллюски	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$	10
Водоросли	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	10
р. Дон					
Плотва	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$4,1 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	1
Моллюски	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	10
Водоросли	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	10

Оцененные мощности дозы значительно ниже величины БУОБ; таким образом, для биоты водоемов в районе Нововоронежской АЭС не ожидается проявления детерминированных радиационных эффектов на жизнеспособность, репродуктивность и продолжительность жизни.

Сибирский химический комбинат

Для оценки радиэкологического воздействия СХК были выбраны референтные организмы водных и наземных животных [33]: придонные рыбы, моллюски, лягушки, мыши, дождевые черви. Расчеты мощности дозы на референтные организмы производились по методике [Рекомендации, 2015; ICRP, 2008].

В качестве исходных использовались данные многолетнего мониторинга радиационной обстановки в районе СХК за 2000–2016 гг., а также результаты радиэкологического обследования [37, 38]. В связи с тем, что в 2008 г. на комбинате был остановлен последний реактор, анализируемый период был разделен на два – 2000÷2008 гг. и 2009÷2016 гг., т.е. до и после остановки реактора, соответственно. Анализ данных радиационного мониторинга р. Ромашка и Чернильщиковской протоки показал, что в период до остановки последнего реактора набор радионуклидов был шире, чем в 2009–2016 гг. После остановки последнего реактора СХК в компонентах речной экосистемы практически не регистрировались короткоживущие радионуклиды.

При оценках мощности дозы облучения речной биоты учитывались следующие радионуклиды: ^3H , ^{24}Na , ^{32}P , ^{46}Sc , ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{152}Eu , ^{239}Np , ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$. Содержание ^{32}P в речной воде оценивалось расчетным путем.

Согласно расчетным оценкам дозовые нагрузки на биоту р. Ромашка в течение изучаемых периодов были на порядок выше, чем для Чернильщиковской протоки (таблица 6.4.5).

Таблица 6.4.5

Оценки мощности дозы облучения гидробионтов р. Ромашка и Чернильщиковской протоки в 2000–2016 гг., мГр/сут

Вид	р. Ромашка		Чернильщиковская протока	
	2000–2008 гг.		2009–2016 гг.	
Рыба придонная	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
	$(1,3-2,5) \cdot 10^{-1}$	$(2,7-5,6) \cdot 10^{-2}$	$(4,1-14) \cdot 10^{-4}$	$(1,0-1,5) \cdot 10^{-4}$
Моллюски	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
	$(1,2-2,4) \cdot 10^{-1}$	$(2,7-5,4) \cdot 10^{-2}$	$(1,7-13) \cdot 10^{-4}$	$(0,5-2,0) \cdot 10^{-4}$

Примечание. В скобках приведены доверительные интервалы.

В 2000–2008 гг. основная доля в суммарной мощности дозы для референтных видов биоты изучаемых водных объектов приходилась на внутреннее облучение, обусловленное содержащимся в воде ^{32}P (вклад радионуклида в данный вид облучения составлял 80–90%, оставшаяся доля в основном приходилась на ^{24}Na) [33].

После остановки последнего реактора СХК дозовые нагрузки на речную биоту значительно снизились (на 2–3 порядка). В 2009–2016 гг. основной вклад в суммарную мощность дозы облучения референтных гидробионтов вносило внешнее облучение, обусловленное накопленными в донных отложениях ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{152}Eu .

Из представленных выше оценок следует, что мощности дозы облучения референтных организмов даже в период повышенных дозовых нагрузок были ниже величины БУОБ (1 мГр/сут для

рыбы и 10 мГр/сут для моллюсков) [28, 30]. В настоящее время дозовые нагрузки на водную биоту в районе СХК на три-пять порядков ниже БУОБ.

Дозовые нагрузки на наземную биоту в районе д. Чернильщикова в 2000–2008 гг. были на порядок выше, чем в 2009–2016 гг. (таблица 6.4.6). Большой вклад в суммарную мощность дозы в 2000–2008 гг. вносило внешнее облучение, обусловленное ^{60}Co и ^{65}Zn [33]. Следует отметить, что в этом районе отбор проб в указанный период проводился вблизи от воды, в связи с чем в почве присутствовали короткоживущие радионуклиды, наряду с долгоживущими радионуклидами.

Таблица 6.4.6

Расчетные значения мощности дозы облучения референтных организмов наземной биоты в районе д. Чернильщикова, мГр/сут

Вид биоты	2000–2008 гг.		2009–2016 гг.	
	Значение	Доверительный интервал	Значение	Доверительный интервал
Лягушка	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$(1,5-12,9) \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$(0,9-10,5) \cdot 10^{-5}$
Мышь	$0,8 \cdot 10^{-3}$	$(0,2-1,6) \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$(0,3-3,3) \cdot 10^{-4}$
Дождевой червь	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$(0,4-3,4) \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$(0,2-1,7) \cdot 10^{-4}$

Дозовые нагрузки на наземную биоту в районе д. Георгиевка (ЗН) как до, так и после остановки реактора находились на одном уровне, и не отличались существенно от дозовых нагрузок на наземные организмы в районе с. Первомайское (на границе 100-км зоны). Расчетные величины суммарной мощности дозы техногенного облучения референтных организмов наземной биоты в д. Чернильщикова после остановки последнего реактора были на уровне ЗН и 100-км зоны.

В 2000-2008 гг. дозовые нагрузки на наземную биоту были значительно ниже по сравнению с речной биотой. В настоящее время после остановки последнего ядерного реактора СХК мощности дозы облучения наземных и водных организмов сопоставимы, и на 3-5 порядков ниже БУОБ.

В целом, можно сделать вывод, что в настоящее время штатные выбросы и сбросы радиоактивных веществ СХК не оказывают значимого воздействия на дозы облучения биоты вне площадки комбината.

Горно-химический комбинат

В таблице 6.4.7 представлены результаты расчетов мощности дозы внутреннего облучения биоты Енисея в ближней зоне ГХК [39]. Максимальные мощности дозы имели место в 1975 – 1980 и варьировали от 0,049 мГр/сут (хищная рыба) до 0,17 мГр/сут (моллюски). Эти уровни были выше природного фона, который для организмов Енисея оценён в 0,002 – 0,01 мГр/сут, однако значительно ниже безопасного уровня годового облучения референтного вида биоты (БУОБ). Главный вклад во внутреннее облучение биоты Енисея вносил ^{32}P (до 95%).

Таблица 6.4.7

Оценки среднегодовой мощности дозы внутреннего облучения биоты Енисея

Период времени	Доза внутреннего облучения, мГр/сут		
	Плотва	Щука	Моллюски
1975 – 1980	$0,049 \pm 0,024$	$0,031 \pm 0,013$	$0,17 \pm 0,08$
1981 – 1986	$0,041 \pm 0,0019$	$0,025 \pm 0,011$	$0,14 \pm 0,07$
1987 – 1992	$0,031 \pm 0,014$	$0,016 \pm 0,008$	$0,10 \pm 0,05$
1993 – 2000	$0,0009 \pm 0,0004$	$0,0007 \pm 0,0003$	$0,003 \pm 0,014$
БУОБ	1	1	10

Рассмотрим более детально оценки дозы на биоту для современного периода 2000-2016 гг. (таблица 6.4.8).

Таблица 6.4.8

Оценки мощности дозы облучения гидробионтов р. Енисей в регионе ГХК в 2000–2016 гг., мГр/сут (в скобках приведены доверительные интервалы)

Гидробионт	Район деревни Большой Балчуг (16 км от ГХК)	Район деревни Додоново (фоновый пункт наблюдений)
2000–2010 гг.		
Рыба придонная	$3,2 \cdot 10^{-3}$ (2,7–3,7) 10^{-3}	$3,8 \cdot 10^{-5}$ (2,0–5,7) $\cdot 10^{-5}$
Моллюски	$3,1 \cdot 10^{-3}$ (2,9–3,5) $\cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$ (1,2–2,5) $\cdot 10^{-5}$
2011–2016 гг.		
Рыба придонная	$1,1 \cdot 10^{-4}$ (0,5–1,7) $\cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-5}$ (2,0–3,4) $\cdot 10^{-5}$
Моллюски	$1,0 \cdot 10^{-4}$ (0,5–1,6) $\cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$ (1,2–2,1) $\cdot 10^{-5}$

Для оценки радиоэкологического воздействия ГХК были выбраны следующие пункты – район д. Большой Балчуг – ближайший населенный пункт к комбинату в зоне наблюдения (ЗН) объекта (находится на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод), и район д. Додоново, где проводятся ежегодно фоновые измерения содержания радионуклидов в воде р. Енисей. Изучаемый период был разбит на два – до (2000–2010 гг.) и после (2011–2016 гг.) остановки последнего реактора ГХК.

Анализ данных по содержанию радиоактивных элементов в воде р. Енисей вблизи ГХК (д. Большой Балчуг), показал, что основной вклад в объемную активность в 2000–2010 гг. вносили такие радионуклиды, как ^{24}Na , ^{32}P , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs . В 2011–2016 гг. объемные активности большинства радионуклидов были ниже предела обнаружения.

В 2000–2010 гг. основной вклад в суммарную дозу вносило внутреннее облучение гидробионтов, обусловленное содержащимся в воде ^{32}P , обладающим наибольшим коэффициентом накопления в референтных организмах. Вклад ^{32}P во внутреннюю дозу составлял около 70 %, почти вся оставшаяся доля приходилась на ^{24}Na [33]. По сравнению с максимальными дозовыми нагрузками (таблица 6.4.7) мощности дозы облучения в 2000-2010 гг. уменьшились для рыбы в 15 раз, для моллюсков – в 50 раз.

В 2011–2016 гг. основной вклад в суммарную дозу облучения вносила внешняя доза, обусловленная накопленными в донных отложениях ^{60}Co и ^{137}Cs . В связи с выводом из эксплуатации последнего реактора весной 2010 г. дозовые нагрузки на референтные виды речной биоты снизились и в 2011–2016 гг. были на 2 порядка ниже, чем в 2000–2010 гг. В фоновом пункте наблюдений мощности дозы облучения гидробионтов в 2000-2010 гг. были на два порядка ниже, а в 2011-2016 гг. на порядок ниже мощности дозы в ближней зоне ГХК.

Оценки мощности дозы облучения референтных организмов наземной биоты в регионе ГХК представлены в таблице 6.4.9. Расчеты проводились для пункта в ближней зоне наблюдений (д. Большой Балчуг) и в контрольном пункте фоновых наблюдений (в районе п. Емельяново, 70 км западнее ГХК). Согласно расчетным оценкам мощности дозы облучения референтных наземных животных не отличаются значимо для двух периодов наблюдений (2000-2010 гг. и 2011-2016 гг.), а также для районов д. Большой Балчуг и п. Емельяново, т.е. находятся на уровне фоновых значений, не

испытывая значимого радиационного влияния ГХК. При этом дозовые нагрузки на наземную биоту значительно ниже, чем на гидробионтов реки Енисей. Однако и для речной биоты, испытывающей более высокие дозовые нагрузки по сравнению с природным фоном, мощности дозы облучения значительно ниже БУОБ во все периоды деятельности ГХК.

Таблица 6.4.9

Оценки мощности дозы облучения референтных организмов наземной биоты в регионе ГХК в 2000–2016 гг., мкГр/сут (в скобках приведены доверительные интервалы)

Референтные организмы	Район д. Большой Балчуг (16 км от ГХК)	Район п. Емельяново (фоновый пункт наблюдений, 70 км от ГХК)
2000–2010 гг.		
Мыши	0,60 (0,48–0,75)	0,53 (0,34–0,71)
Улитки	0,13 (0,10–0,16)	0,11 (0,07–0,15)
Дождевые черви	0,31 (0,24–0,38)	0,27 (0,18–0,37)
2011–2016 гг.		
Мыши	0,48 (0,44–0,58)	0,40 (0,34–0,46)
Улитки	0,10 (0,08–0,13)	0,09 (0,07–0,11)
Дождевые черви	0,23 (0,21–0,30)	0,20 (0,16–0,23)

Приаргунское ПГХО

Консервативно оценка дозовых нагрузок на наземную биоту выполнялась для загрязненной радионуклидами территории вблизи ППГХО. При выборе референтных организмов наземной биоты учитывалась специфика радиационного воздействия на организмы, в том числе повышенное содержание радона в подземных убежищах животных. В качестве референтных для оценки мощности дозы вблизи уранового рудника были выбраны следующие организмы [32]:

- мелкие норные грызуны – полевки;
- монгольский сурок тарбаган (*Marmota sibirica*) как норное животное, проводящее зимнее время в норе в спячке;
- почвенные черви, мягкие личинки жуков, обитающие в почве;
- травянистая степная растительность.

Условия обитания референтных организмов предполагались следующими: почвенное беспозвоночное (червь) постоянно находится внутри загрязненного грунта вблизи уранового рудника; норное животное (мышь) половину времени проводит в норе, вырытой в загрязненном грунте, половину времени – на поверхности загрязненного грунта; животные, впадающие в зимнюю спячку (сурок), проводят спячку в норе в течение 6 месяцев в году, в остальные 6 месяцев половину времени проводят в норе, другую половину – на поверхности грунта; травянистая растительность растет на загрязненном грунте в непосредственной близости от уранового рудника.

Оценки мощности дозы облучения референтных организмов наземной биоты вблизи уранового рудника приведены в таблице 6.4.10.

Таблица 6.4.10

Оценка мощности дозы облучения организмов наземной биоты вблизи уранового рудника ППГХО, 10^{-6} Гр/сут

Референтный организм	Мощность дозы облучения*				
	внешнее	внутреннее (без радона)	от радона	суммарная	БУОБ
Мышь полевка	1,0	9,8	2,2	13	1000
Сурок тарбаган	1,4	9,8	34,8	46	1000
Почвенный червь	1,6	5,2	-	6,8	10000
Трава	0,6	22,4	-	23	10000

Примечание. * взвешенные оценки мощности дозы с коэффициентом качества альфа-излучателей 20.

Максимальная мощность дозы облучения характерна для монгольского сурка тарбагана, впадающего в зимнюю спячку - 0,046 мГр/сут, что в 22 раза ниже порога экологически безопасного уровня облучения для млекопитающих (1 мГр/сут). Основной вклад в эту дозу вносит ингаляция ^{222}Rn . Мощность дозы внешнего облучения значительно ниже по сравнению с внутренним облучением. Для почвенных беспозвоночных (дождевой червь) основной вклад во внутреннее облучение вносят ^{226}Ra и ^{232}Th , а для травянистой растительности - ^{226}Ra и ^{238}U .

В целом уровни облучения референтных организмов наземной биоты ниже пороговых уровней появления детерминированных эффектов ионизирующей радиации. Поскольку территория в непосредственной близости от рудников является малой частью естественного ареала обитания локальных популяций референтных организмов, на популяционном уровне радиационное влияние ППГХО на наземную биоту незначительно.

Мощности дозы облучения водной биоты рассчитывали для нескольких водных объектов в районе расположения ППГХО: карьера ПГС-2; резервного водохранилища системы Умыкеевских озер и озера Ланцово, наиболее загрязненных радионуклидами. В качестве референтных были выбраны организмы с разными типами обитания и накопления радионуклидов [34]:

- двустворчатые моллюски;
- водные личинки насекомых;
- рыба;
- зоопланктон.

Расчетные мощности дозы для водной биоты, обитающей в радиационно загрязненных водоемах в районе расположения ППГХО, представлены в таблице 6.4.11.

Таблица 6.4.11

Мощности дозы хронического облучения референтных организмов водной биоты в загрязненных водных объектах в районе расположения ППГХО, мГр/сут

Водоем	Моллюски	Зоопланктон	Водные личинки насекомых	Рыба
Карьер ПГС-2	5,0	4,3	3,6	0,24
Резервное водохранилище	4,8	3,6	2,9	0,19
Умыкеевские озера	5,8	4,3	2,9	0,14
Оз. Ланцово	5,8	4,6	2,4	0,14
БУОБ	10	10	10	1

Наибольшие уровни хронического облучения характерны для водных беспозвоночных: мощности дозы облучения моллюсков составляют 4,8 - 5,8 мГр/сут; зоопланктона – 4,3 - 4,6 мГр/сут. Наибольший вклад в дозу у этих референтных организмов вносит ^{210}Po – около 85%; вклад ^{226}Ra – около 10%. Мощности дозы облучения рыбы значительно ниже облучения моллюсков и находятся в диапазоне значений 0,14 - 0,24 мГр/сут, не превышающих экологически безопасного уровня облучения в 1 мГр/сут. Для рыб наибольший вклад в мощность дозы облучения дает ^{238}U – 48%; вклад ^{230}Th – 24%; ^{210}Po и ^{226}Ra – по 14%. Для сравнения отметим, что мощность дозы облучения беспозвоночных организмов бентоса в водоемах загрязненных тяжелыми естественными радионуклидами в районе расположения уранового рудника в Канаде оценивается в 560 мГр/год или 1,5 мГр/сут (при коэффициенте качества для альфа-излучателей равным 20) [40], что коррелирует по порядку величины с оценками мощности дозы облучения для беспозвоночных в водоемах в районе ППГХО.

Согласно представленным оценкам уровни облучения референтных организмов водной биоты в наиболее радиационно загрязненных водных объектах в пределах СЗЗ ППГХО остаются ниже пороговых уровней появления детерминированных эффектов ионизирующей радиации. За пределами СЗЗ ППГХО мощности дозы облучения организмов биоты не отличаются от фоновых уровней.

Сравнительные оценки экологического риска

Особенностью методологии анализа экологического риска является переход от множества параметров радиационной обстановки к единому интегральному показателю качества окружающей среды – уровню экологического риска. Это позволяет сравнивать на единой методической основе различные объекты использования атомной энергии, ранжировать загрязненные территории, оптимизировать мониторинг радиационной обстановки.

В соответствии с рекомендациями МКРЗ [28] экологический риск оценивается на основе результатов расчетов мощности дозы облучения организмов биоты по формуле:

$$R_j = D_j / \text{БУОБ},$$

где D_j – мощность дозы облучения j -го референтного объекта биоты, Гр/сут; БУОБ – экологически безопасный уровень облучения организмов биоты, равный 1 мГр/сут для млекопитающих, позвоночных животных и сосны, и 10 мГр/сут для организмов растительного мира (кроме сосны) и беспозвоночных животных.

Следует отметить отличие концепции радиационного риска для человеческой популяции и риска для биоты [41]. Концепция риска для человека основана на гипотетическом постулате стохастического беспорогового действия ионизирующей радиации. Под радиационным риском понимается вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения. Для радиационной безопасности человека используются весьма жесткие нормативы, поскольку полагается, что любая доза облучения способна оказать повреждающий эффект. При таком консервативном допущении ставится задача обеспечения безопасности каждого индивидуума человеческой популяции во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения. Представляется неоправданным распространять столь жесткий подход на радиационную безопасность биоты. Концепция экологического риска основана на эмпирическом принципе порогового действия ионизирующей

радиации. При этом рассматриваются детерминированные, а не стохастические эффекты, адекватными предложено считать следующие типы эффектов для организмов биоты: увеличение заболеваемости, ухудшение репродуктивности, снижение продолжительности жизни. В отличие от радиационного риска для человека экологический риск для биоты представляет собой безразмерный коэффициент опасности, нормируемый на экологически безопасный пороговый уровень облучения организмов (БУОБ), а не стохастическую величину.

Сравнительные оценки экологических рисков в районах расположения рассмотренных выше ОИАЭ, рассчитанные на основе данных многолетнего мониторинга радиационной обстановки (2000-2016 гг.) представлены в таблице 6.4.12.

Таблица 6.4.12

Сравнительные оценки экологических рисков от радиоактивного загрязнения окружающей среды в районах ОИАЭ (2000 – 2016 гг.)

Объект использования атомной энергии	Наземная биота	Водная биота
Белоярская АЭС		$5 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-2}$
Ленинградская АЭС	$8 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-4}$
Нововоронежская АЭС	$1 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-5}$
Сибирский химический комбинат 2000 – 2008 гг. 2009 – 2016 гг.	$1 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-4}$
Горно-химический комбинат 2000 – 2010 гг. 2011 – 2016 гг.	$1 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$
Приаргунское ПГХО	$4 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1} - 6 \cdot 10^{-1}$
Урановый рудник, Канада (оценка по данным работы [14])		$2 \cdot 10^{-1}$

Экологические риски в районах АЭС изменяются в широких пределах от 10^{-7} до $2 \cdot 10^{-2}$, что в $50 - 10^7$ раз меньше экологически безопасного уровня риска для биоты. Максимальный уровень риск отмечается для биоты реки Ольховка, загрязненной в результате прошлой деятельности Белоярской АЭС. Современные уровни экологического риска в районах АЭС не превышают $4 \cdot 10^{-4}$ для гидробионтов, и $5 \cdot 10^{-3}$ – для наземной биоты, что соответственно в 2500 и 200 раз ниже БУОБ.

Максимальное значение экологического риска в районе СХК отмечалось в период работы ядерных реакторов (2000 – 2008 гг.) и достигало для гидробионтов в зоне распространения сбросов $2 \cdot 10^{-1}$, что в 5 раз меньше безопасного уровня. Максимальные уровни экологического риска для наземной биоты в этот период были в тысячи раз меньше. Максимальные значения экологического риска в районе ГХК в период работы ядерного реактора (2000 – 2010 гг.) достигали $3 \cdot 10^{-3}$, что в 330 раз ниже безопасного уровня. Еще ниже были значения экологического риска для наземной биоты в районе ГХК. После остановки ядерных реакторов экологические риски для гидробионтов в районах СХК и ГХК значительно уменьшились и сопоставимы в настоящее время с экологическими рисками АЭС. Для наземной биоты современные значения экологических рисков в районе СХК не превышают $2 \cdot 10^{-4}$, для ГХК - $5 \cdot 10^{-4}$, т.е. в тысячи раз ниже БУОБ.

Наиболее высокие значения экологического риска отмечаются вблизи уранового производства ППГХО, достигая $5 \cdot 10^{-2}$ для наземной биоты, и $6 \cdot 10^{-1}$ – для гидробионтов, что несколько ниже БУОБ.

Примерно такие уровни мощности дозы облучения и соответственно экологического риска имеют место для организмов водной биоты в районе канадского уранового рудника.

В целом можно сделать вывод о том, что деятельность рассмотренных ОИАЭ (АЭС, радиохимических комбинатов, уранового производства) не приводила в исследуемый период к превышению экологически безопасного уровня облучения и соответствующего ему значения экологического риска для биоты.

Список литературы к разделу 6

1. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в Арктические и Дальневосточные моря («Белая книга-2000») / Сивинцев Ю.В., Вакуловский С.М., Васильев А.П., Высоцкий В.Л., Губин А.Т., Данилян В.А., Кобзев В.И., Крышев И.И., Лавковский С.А., Мазокин В.А., Никитин А.И., Петров О.И., Пологих Б.Г., Скорик Ю.И.- М.: ИздАТ, 2005.-624с.

2. Никитин А.И., Шершаков В.М., Цатуров Ю.С.. Совместные российско-норвежские исследования радиоактивного загрязнения западных арктических морей в районах, подверженных воздействию локальных источников. Арктика: Экология и экономика, №2, 2012, с. 26-35.

3. 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.- 92 p.

4. Justin Brown et al. Technetium-99 contamination in the North Sea and in Norwegian coastal areas 1996 and 1997. NRPA report 1998:3.

5. Gwynn J.P., Heldal H.E., Gåfvert T., Blinova O., Eriksson M., Sværen I., Brungot A.L., Strålberg E., Møller B., Rudjord A.L. 2012. Radiological status of the marine environment in the Barents Sea. Journal of Environmental Radioactivity 113: 155-162.

6. Foin L., Nikitin A. The joint Norwegian-Russian expedition to the dumpsites for radioactive waste in the Abrosimov fiord and the Stepovogo fiord. August-September 1994. Report from the expedition on board R/V Victor Buinitskiy, with some preliminary results. -19 September, 1994, 50p.

7. Сброс радиоактивных отходов и радиоактивное загрязнение Карского моря. Под редакцией Пера Странда, Александра Никитина, Бьерна Линда, Брит Сальбю и Гордона Кристенсена. Результаты трех лет исследований (1992-1994), проведенных совместной российско-норвежской группой экспертов. Совместная российско-норвежская группа экспертов по изучению радиоактивного загрязнения северных территорий. Март 1996г. –первое издание, май 1997 г. – второе издание.

8. Search, assessment of condition and methods to protect the packing dumped in the Kara sea and containing nuclear fuel of the icebreaker Lenin emergency reactor.–Final project technical report of ISTC project No.2254. Project Manager S.A.Lavkovsky / Lazurit Central Design Bureau Open Joint Stock Co.–October 2003.

9. Monitoring of the radioactive contamination of the sea environment in the area of discharge of waste waters from the liquid radioactive waste treatment plant at "Atomflot". Report on the results of the background survey, 1998.-Joint Russian-Norwegian Expert Group for investigation of radioactive contamination in the Northern areas.- December 2000.

10. A joint Norwegian-Russian project «Monitoring of the radioactive contamination of the sea environment in the area of discharge of waste waters from the liquid radioactive waste treatment plant at «Atomflot»: Results of the background survey, 1998». Nikitin A. I., Tsuturov Yu.S., Valetova N.K., Chumichev V.B., Katrich I.Yu., Berezhnoy V.I., Kabanov A.I., Pegoev N.N., Pichugin S.N., Vopiyashin Yu.Yu., Brown J.E., Lind B., Sickel M., Grottheim S., Strand P.. The 4th International conference on «Environmental Radioactivity in the Arctic» Edinburg Scotland 20-23 September 1999. Pp. 20-22.

11. Источники радиоактивного загрязнения р. Теча и района расположения Производственного объединения «Маяк», Урал, Россия. Программа по изучению возможного влияния деятельности ПО «Маяк» на радиоактивное загрязнение Баренцева и Карского морей. Под редакцией С.В. Малышева и Э.А. Вестерлунда. Остерас, Норвегия, 2000, 134с.

12. Итоговый отчет по проекту МНТЦ № 1404 «ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НАСЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ЕНИСЕЙ СБРОСАМИ КРАСНОЯРСКОГО ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМБИНАТА (с 1 апреля 2000 г. по 30 июня 2003)». НПО «Тайфун» 2003 г., 20 с.

13. Никитин А.И., Сурнин В.А., Новицкий М.А., Валетова Н.К., Кabanov А.И., Катрич И. Ю., Чумичев В.Б., Дунаев Г.Е., Колесникова Н.И., Гочаренок В.М., Макаренко А.А. Радионуклиды и тяжелые металлы в Енисейском заливе. Метеорология и гидрология, 2005, №4, с. 56-65.

14. The Joint Russian-Norwegian group for monitoring of radioactive contamination of the marine environment in connection with raising of the "Kursk" nuclear submarine. Results protocols for period 25.09.2001-10.10.2001. Onboard R/V Semen Deshnov.

15. Мониторинг радиоактивного загрязнения морской среды при подготовке к подъему, подъему и после подъема АПК "Курск". Отчет о работах, проведенных в соответствии с указанием Росгидромета №140-26/У от 03.08.2001 "Об участии сотрудников Росгидромета в Экспедиции особого назначения".- НПО "Тайфун", Обнинск, 2001.

16. Nikitin A., Kabanov A., Valetova N., Dunaev G., Katrich I., Petrenko G., Polukhina A., Saturov Y., Pedchenko A., Semenov A., Korotkova T., Rudjord A., Gäfvert T., Brungot A., Lind B., Møller B., Sværen I. The Joint Russian-Norwegian Project on Monitoring "Investigation of marine environment radioactive contamination of the Barents Sea". Results received by participants during the year 2006.- In: International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity, 15-20 June, 2008, Bergen, Norway.- Proceedings, Posters –Part 2, Edited by P.Strand, J.Brown, T.Jolle, Norwegian Radiation Protection Authority, Ostersas, Norway, June, 2008, pp.251-254.

17. AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic. – Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2010.

18. 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.

19. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник / Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Крышева И.И., Вакуловского С.М., Катковой М.Н., Ким В.М., Крышева А.И.. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 357 с.

20. Joint Russian-Norwegian Expert Group investigation into the radioecological status of Stepovogo fjord/ The dumping site of the nuclear submarine K-27 and solid radioactive waste. Result from the 2012 research cruise performed by the Joint Russian-Norwegian Expert Group. Edited by Justin P. Gwynn and Alexander I. Nikitin.- Joint Russian-Norwegian Expert Group for investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas. 2014, 358 p.

21. Justin P. Gwynn, Aleksander Nikitin, Viacheslav Shershakov, Hilde Elise Heldal, Bjørn Lind, Hans-Christian Teien, Ole Christian Lind, Rajdeep Singh Sidhu, Gunnar Bakke, Alexey Kazennov, Denis Grishin, Anastasia Fedorova, Oxana Blinova, Ingrid Sværen, Penny Lee Liebig, Brit Salbu, Cato Christian Wendell, Elisabeth Strålberg, Nailja Valetova, Galina Petrenko, Ivan Katrich, Igor Logoyda, Iolanda Osvath, Isabelle Levy, Jean Bartocci, Mai Khanh Pham, Adam Sam, Hartmut Nies, 1, Anne Liv Rudjord. Main results of the 2012 joint Norwegian-Russian expedition to the dumping sites of the nuclear submarine K-27 and solid radioactive waste in Stepovogo Fjord, Novaya Zemlya. Journal of Environmental Radioactivity 151 (2016), p. 417-426.

22. Шпиньков В., Хелдал Х.Э., Гвинн Д. Отчёт экспедиции на борту НИС “Иван Петров” с предварительными результатами. Совместная российско-норвежская экспедиция в Баренцево море в район нахождения затонувшей АПЛ К-159, август-сентябрь 2014 г.

23. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2015 году. Ежегодник / Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Крышева И.И., Вакуловского С.М., Катковой М.Н., Ким В.М., Крышева А.И.. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2016. – 346 с.

24. Микуленко К.И., Чомчоев А.И., Готовцев С.П. Геолого-географические условия проведения и последствия подземных ядерных взрывов на территории Республики Саха (Якутия). Якутск. Из-во ЯНЦ СО РАН, 2006.

25. Отчет по государственному контракту № 10 от 21 мая 2012 г. Исследование радиэкологической обстановки на объектах МПЯВ, рекультивация, мониторинг радиоактивного загрязнения воды в бассейне р. Марха в зоне возможного влияния МПЯВ «Кратон-3» и «Кристалл». Якутск, 2012. – 26 с.

26. 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.

27. IAEA – International Atomic Energy Agency. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements. Part 3. No. GSR Part 3. Vienna, 2014. – 471 p.

28. ICRP Publication 108. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. Annals of the ICRP, 2009. – 251 p.

29. UN - United Nations. Effects of radiation on the environment. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II, Annex E. Effect of ionizing radiation on non-human biota. United Nations, New York, 2011. – 164 p.

30. Рекомендации Р 52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки (Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.04.2015 г.).

31. Крышев И.И., Крышев А.И., Скакунова М.А. Оценка воздействия на окружающую среду выбросов и сбросов радионуклидов. Атомная энергия, 2013, т. 115, вып. 1, 47-53.

32. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Бобошко В.И., Францев В.Н., Ермакова М.А. Влияние радиоактивных выбросов уранодобывающего и перерабатывающего производств ОАО «ППГХО» на население и биоту. Атомная энергия, 2012, т.113, вып. 3, стр. 173-177.

33. Лунева К.В. Оценка радиационно-экологического воздействия радиохимических комбинатов на референтные объекты животного мира. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.01– радиобиология. Обнинск, 2014. – 24 с.

34. Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Росатома. Под общей редакцией И.И. Линге и И.И. Крышева. М.: «САМ полиграфист», 2015. – 296 с.

35. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Пресноводная радиоэкология. – Екатеринбург: Изд-во «АкадемНаука», 2012. – 544 с.

36. Бондаренко Л.Г., Быстрова А.А., Гаврилов В.М., Душин В.Н., Лебедева А.В., Осипов В.В., Савельева И.М., Садыкин А.Д., Степанов А.В., Тишков В.П. Влияние Ленинградской атомной электростанции и других предприятий атомной промышленности региона на радиоэкологическое состояние Копорской губы Финского залива. – Ядерная и радиационная безопасность России. Тематический сборник, выпуск 15, 2013, стр. 115-125.

37. Никитин А.И., Крышев И.И., Башкиров Н.И., Валетова Н.К., Дунаев Г.Е., Кабанов А.И., Катрич И.Ю., Крутовский А.О., Никитин В.А., Петренко Г.И., Полухина А.М., Селиванова Г.В., Чумичев В.Б., Шкуро В.Н. Современное содержание долгоживущих искусственных радионуклидов в реках Томь и Обь в зоне влияния сбросов Сибирского химического комбината. – Ядерная энергетика. Известия высших учебных заведений. 2010, N 3, с.66-76.

38. Nikitin A.I., Kryshev I.I., Bashkirov N.I., Valetova N.K., Dunaev G.E., Kabanov A.I., Katrich I. Yu., Krutovsky A.O., Nikitin V.A., Petrenko G.I., Polukhina A.M., Selivanova G.V., Shkuro V.N. Up-to-date concentrations of long-lived artificial radionuclides in the Tom and Ob rivers in the area

influenced by discharges from Siberian chemical combine. – *Journal of Environmental Radioactivity*, 2012, 108, p.15-23.

39. Крышев А.И. Биологический перенос радионуклидов в экосистеме реки Енисей и оценка дозы облучения природной биоты. – *Ядерная энергетика. Известия высших учебных заведений*. 2007, № 4, с. 31 – 39.

40. Thomas P., Liber K. An estimation of radiation doses to benthic invertebrates from sediments collected near a Canadian uranium mine. – *Environment International*, 2001, 27, 341-353.

41. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологический риск радиационных аварий на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима» (Япония). – *Атомная энергия*, 2017, т.122, вып.1, январь 2017, стр. 46-55.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2016 ГОДУ

В 2016 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 приземном слое атмосферы за пределами загрязненных зон в 2016 г. составляли для суммарной β -активности долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных радионуклидов $17,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Анализ многолетних данных показывает, что содержание техногенных радионуклидов в воздухе постепенно уменьшается, претерпевая год от года незначительные колебания. В 2016 г. объемная суммарная β -активность и объемная активность ⁹⁰Sr увеличились в 1,2 и 1,4 раза соответственно, а ¹³⁷Cs – уменьшилась в 1,3 раза. Наблюдаемые 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 2016 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на семь и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Средневзвешенная по территории РФ суммарная β -активность выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность в 2016 г. ($1,1$ Бк/м²·сутки) практически не изменилась по сравнению с 2015 г. ($1,2$ Бк/м²·сутки). Выпадения ⁹⁰Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа. Выпадения ¹³⁷Cs ($0,14$ Бк/м²·год) были ниже уровня 2015 г. ($0,19$ Бк/м²·год), и, как и в предыдущие четыре года, оставались очень низкими.

Радиационный фон на территории РФ, включая 100-км зоны РОО и территории, загрязненные вследствие радиационных аварий и инцидентов, не превышал многолетних фоновых значений $0,9 - 0,12$ мкЗв/ч.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2016 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 2016 г. в среднем составила $4,6$ мБк/л, что ниже уровня 2015 г. ($5,0$ 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) постепенно снижается. В 2016 г. в среднем по территории России она составляла $1,7$ Бк/л и была на уровне ряда предшествующих лет. Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2016 г. незначительно увеличилась и составляла $14,8 \cdot 10^{15}$ Бк ($14,2 \cdot 10^{15}$ Бк в 2015 г.).

Среднегодовая объемная активность трития в среднем по основным рекам РФ вне загрязненных зон обусловлена выпадениями трития с осадками и, также как в осадках, постепенно снижается. В 2016 г. она составляла $1,7$ Бк/л, изменяясь по отдельным рекам в диапазоне от $1,1$ до $2,2$ Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде наблюдалась, как и в предыдущие годы, 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).

В 2016 г. объемная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2015 г. Максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась, как и ранее, в Азовском море (Таганрогский залив) – 12,2 мБк/л, а минимальная – в Тихом океане (Авачинская Губа) – 1,5 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 г. в 11 областях на 01.01.2017 остаются территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Центральном федеральном округе в 2143 населенных пунктах плотность загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км², из них в 208 – уровни загрязнения более 5 Ки/км². В Приволжском, Северо-Западном и Южном округах в 8, 4 и 1 населенном пункте соответственно плотность загрязнения почв ^{137}Cs составляет 1–5 Ки/км².

На АТР, как и ранее, загрязнен район Южного Урала, где находятся:

- «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), образовавшийся вследствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 г., с отношением $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 0,12$;

- частично перекрывающий ВУРС «цезиевый» след, образовавшийся в 1967 г. вследствие ветрового выноса загрязненной радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в СЗЗ ПО «Маяк», с отношением $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 3$.

Почва загрязненных зон ЕТР и АТР продолжает оставаться источником вторичного ветрового подъема радиоактивной пыли. Поэтому на этих территориях наблюдается повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

В районах ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, наблюдается постепенное снижение уровней радиоактивного загрязнения, в основном за счет естественного распада радионуклидов. Атмосферные выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам) в 2016 г. уменьшились в 1,2 раза и составляли 1,2 Бк/м²·год, что в 4,4 раза выше выпадений вне загрязненных зон ЕТР (0,27 Бк/м²·год). Наибольшие выпадения ^{137}Cs , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора, уменьшились в 1,2 раза относительно данных 2015 г. и составляли 6,9 Бк/м²·год. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2016 г. уменьшилась в 2,7 раза и составляла $3,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше фонового уровня для ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

На территории ВУРС уровни радиоактивного загрязнения также постепенно снижаются. Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории ВУРС в 2016 г. уменьшились в 1,4 и 1,7 раза и в среднем составляли 2,3 и 1,7 Бк/м²·год соответственно. Выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs превышали региональные фоновые выпадения по Уральскому региону в 1,4 и 9 раз соответственно.

В 2016 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr (4,4 Бк/м²·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 11 пунктам) в 2016 г. были в 1,2 раза ниже уровня 2015 г., но в 2,8 раза превышали региональный фоновый уровень (1,6 Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs (4,5 Бк/м²·год) были ниже уровня 2015 г. (5,3 Бк/м²·год), но в 23 раза превышали региональный фоновый уровень (0,2 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ^{137}Cs (13,1 Бк/м²·год) и ^{90}Sr (17,8 Бк/м²·год) из атмосферы наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. В п. Новогорный наблюдалась и самая высокая на территории России среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе – $28,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, превышающая средневзвешенное

значение по территории России в 15,6 раза. Это значение на шесть порядков ниже допустимого уровня в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово в 78 км от источника) составляла 6,6 Бк/л, что на три порядка выше среднего значения для рек России и в 1,3 раза превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009. Средняя объемная активность трития в воде р. Течи в том же пункте в 2016 г. составляла 120 Бк/л, что в 70 раз превышает среднее значение для рек России и на порядок величины ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009.

В целом, в 2016 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-Нижний Новгород», 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. Мурманск	4. Салехард	7. Кандалакша (н/р)
2. Зашеек	5. Нарьян-Мар	8. Амдерма (н/р)
3. Диксон	6. Туруханск	9. Норильск (н/р)
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск (экспозиция 5 дней)
2. Ухта	5. Вологда	8. Охоны (экспозиция 5 дней)
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Санкт-Петербург (экспозиция 5 дней)
Центр		
1. Нижний Новгород	5. Казань	8. Нововоронеж (экспозиция 5 дней)
2. Самара	6. Обнинск	9. Курчатов (экспозиция 5 дней)
3. Пенза	7. Подмосковная	10. Ельня (н/р)
4. Балаково		
1. Брянск (экспозиция 5 дней)	2.Курск.	
Юг		
1. Астрахань (экспозиция 5 дней)	3. Цимлянск (экспозиция 5 дней)	5. Симферополь (н/р)
2. Волгоград (экспозиция 5 дней)	4. Ростов-на-Дону (экспозиция 5 дней)	
Азиатская территория России		
Западная Сибирь		
1. Кызыл	6. Большая Мурта	11. Барнаул
2. Огурцово (н/р 5 месяцев)	7. В.Дуброво	12. Омск
3. Красноярск (н/р 9 месяцев)	8. Кыштым**	13. Колпашево (н/р 1 месяц)
4. Сухобузимское	9. Новогорный**	14. Ханты-Мансийск
5. Уяр	10. Аргаяш**	
Север Восточной Сибири		
1. Якутск	3. Магадан	5. Мирный (н/р)
2. Петропавловск-Камч. (н/р)	4. Алдан (н/р)	
Юг Восточной Сибири		
1. Владивосток	4. Чита	7. Благовещенск (экспозиция 5 дней)
2. Иркутск (н/р 2 месяца)	5. Южно-Сахалинск	8. Хабаровск (экспозиция 5 дней, н/р 2 месяца)
3. Ангарск (н/р 2 месяца)	6. Сковородино (н/р)	

Примечания: н/р – не работает;

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

**– 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 $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2016 г., $10^{-5} \cdot \text{Бк}/\text{м}^3$

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	7,5	8,5	24,8	6,0	4,0	9,9
Февраль	-	8,4	6,7	18,8	4,9	3,9	9,1
Март	-	7,6	8,1	18,9	6,0	4,8	9,1
Апрель	-	7,1	8,7	20,8	7,8	8,5	9,7
Май	-	7,2	15,1	24,1	6,0	7,0	11,5
Июнь	-	8,7	11,5	20,7	8,4	9,9	11,3
Июль	-	7,5	14,1	25,7	8,3	9,6	12,0
Август	-	6,1	11,1	24,7	7,5	12,3	10,7
Сентябрь	-	7,1	5,0	16,9	5,2	7,2	8,1
Октябрь	-	6,6	6,0	17,0	7,9	7,7	8,2
Ноябрь	-	7,7	9,3	16,3	5,5	7,7	9,4
Декабрь	-	7,2	5,7	12,6	4,4	5,3	7,4
Среднее:							
2016 г.	-	7,4	9,2	21,1	6,5	7,3	9,7
2015 г.	-	7,2	7,0	16,1	9,2	5,8	8,6
2014 г.	-	7,2	8,7	20,8	12,2	13,2	10,3
2013 г.	-	8,2	7,7	9,9	16,2	14,4	9,9
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	18,4	20,1	14,4	14,3	16,1	13,4	
Февраль	7,2	12,0	14,0	20,2	15,0	12,4	
Март	12,3	8,2	18,7	31,3	18,7	14,5	
Апрель	10,8	11,7	22,3	34,1	22,0	16,6	
Май	11,2	14,8	17,8	31,7	20,3	16,5	
Июнь	11,4	14,3	18,2	19,7	17,4	14,7	
Июль	10,6	11,0	12,9	27,5	16,0	14,2	
Август	10,1	12,0	14,9	26,5	16,9	14,2	
Сентябрь	13,3	15,4	22,6	29,4	22,1	15,9	
Октябрь	8,5	10,4	11,1	27,1	14,9	12,0	
Ноябрь	18,4	22,0	21,5	47,7	28,2	19,9	
Декабрь	15,1	15,3	21,8	34,3	22,9	16,1	
Среднее:							
2016 г.	12,3	13,9	17,5	28,7	19,2	15,0	
2015 г.	14,0	11,6	12,8	36,7	17,3	13,9	
2014 г.	9,5	13,8	17,6	32,5	19,7	16,0	
2013 г.	8,2	18,3	19,8	38,5	22,4	17,4	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.4

Среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2016 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	-	0,8	4,1	5	6,6	-	2,5
Февраль	-	0,8	3,4	3,5	4	-	2
Март	-	0,8	3,9	3,1	3	-	2,1
Апрель	-	0,8	5,2	3,3	6,6	-	2,5
Май	-	0,8	6,2	3,2	4,3	-	2,6
Июнь	-	0,8	6	2,7	6,2	-	2,6
Июль	-	2,6	3,7	3,7	6	-	4,1
Август	-	1,4	3,4	3,6	5,6	-	2,8
Сентябрь	-	1,9	3,7	3,7	3,6	-	3,4
Октябрь	-	1,1	2,6	2,5	3,8	1,7	2,1
Ноябрь	-	1,2	3	6	2,3	2,2	3,2
Декабрь	-	1,1	2,9	3	3,7	1,6	2,4
Среднее:							
2016 г.	-	1,2	4	3,6	4,7	1,9	2,7
2015 г.	-	1,4	3,3	5,5	10,6	6,7	4
2014 г.	-	1,3	5,4	6,2	10,8	6,6	4,8
2013 г.	-	1,8	4,6	5,9	14	3,1	3,9
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	8,8	3,4	0,6	1,3	1,4	1,8	
Февраль	7	3,4	0,6	1,3	1,4	1,6	
Март	24,6	3,4	0,6	1,3	1,4	1,6	
Апрель	30	2,8	0,8	1,8	1,5	1,9	
Май	40	2,8	0,8	1,8	1,5	1,9	
Июнь	37,1	2,8	0,8	1,8	1,5	1,9	
Июль	15	4,5	1,9	1,6	2,4	2,7	
Август	22	4,4	1,9	1,6	2,4	2,4	
Сентябрь	11	4,4	1,9	1,8	2,5	2,6	
Октябрь	80,8	1,3	0,3	1,1	0,7	1,1	
Ноябрь	48,5	1,3	0,3	1,6	0,8	1,4	
Декабрь	11,8	1,3	0,3	1,6	0,8	1,2	
Среднее:							
2016 г.	28,1	3	0,9	1,5	1,5	1,8	
2015 г.	67,1	2,2	1,6	2,7	1,8	2,4	
2014 г.	92,6	3,1	1,2	2,2	1,7	2,6	
2013 г.	108,2	4,5	1,1	2,2	2,2	2,6	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.5

Таблица 1

Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2016 г., 10^{-7} Бк/м 3

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Заполярье	0,44	0,44	0,66	0,66	0,55
Север	1,04	1,04	0,60	0,60	0,82
Центр	0,97	0,97	0,68	0,68	0,82
Юг	0,56	0,56	0,41	0,41	0,48
Брянск, Курск	0,61	0,61	1,40	1,40	1,0
Азиатская территория России					
Западная Сибирь*	1,38	1,38	2,32	2,32	1,85
Север Восточной Сибири	1,07	1,07	1,01	1,01	1,04
Юг Восточной Сибири	2,04	2,04	3,01	3,01	2,52

Примечания: * – при подсчете не учитывались данные по п. В.Дуброво.

Таблица 2

Средневзвешенные по территории страны объемные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2001–2016 годах, 10^{-7} Бк/м 3

Квартал	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
I	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	0,72	0,86	1,07
II	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	1,03	0,86	1,07
III	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	0,87	0,85	1,30
IV	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	0,63	0,85	1,30
Среднее	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	0,81	0,85	1,19

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 2016 г., 10^{-9} Бк/м 3

Месяц	г. Обнинск		г. Курск	
	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$
Январь	11,0	10,0		
Февраль	3,1	4,6	0,3	0,8
Март	9,0	10,0		
Апрель	1,0	8,0		
Май	2,3	10,5	0,3	4,5
Июнь	2,3	4,2		
Июль	0,7	7,0		
Август	5,8	9,1	2,4	2,4
Сентябрь	$\leq 0,02$	5,2		
Октябрь	4,2	14,5		
Ноябрь	11,5	4,8	2,4	2,4
Декабрь	3,3	10,8		
Среднее: 2016 г.	4,5	8,2	1,4	2,5
2015 г.	15,4	27,0	11,5	5,7
2014 г.	18,1 (11,5)	7,1 (3,9)	0,8	3,9
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

Примечание: в скобках приведены значения без учета данных за октябрь 2013 г. и за октябрь 2014 г.

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 и Крымское 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 2016 г., Бк/м²·сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,78	0,66	1,31	0,78	0,69	0,90
Февраль	0,63	0,77	1,35	0,77	0,63	0,90
Март	0,76	0,73	1,30	0,94	0,65	0,91
Апрель	0,59	0,69	1,36	1,22	0,81	0,89
Май	0,55	0,71	1,15	1,01	0,88	0,83
Июнь	0,62	0,53	1,05	0,72	0,81	0,75
Июль	0,57	0,60	1,17	0,71	0,80	0,79
Август	0,62	0,79	1,04	0,66	0,72	0,82
Сентябрь	0,64	0,60	1,13	0,71	0,91	0,81
Октябрь	0,67	0,65	0,86	0,62	1,02	0,77
Ноябрь	0,67	0,98	0,88	0,62	1,00	0,88
Декабрь	0,76	0,76	0,83	0,56	1,02	0,82
Среднее:						
2016 г.	0,66	0,71	1,12	0,78	0,83	0,84
2015 г.	0,68	0,95	1,28	0,65	0,71	0,95
2014 г.	1,35	0,65	1,28	0,67	1,25	1,08
2013 г.	1,30	0,60	1,09	0,64	1,13	0,99
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,39	0,90	1,03	1,15	1,08	
Февраль	1,36	0,88	1,23	1,17	1,10	
Март	1,23	0,83	1,22	1,08	1,04	
Апрель	1,30	0,81	1,17	1,10	1,05	
Май	1,33	0,81	1,14	1,11	1,04	
Июнь	1,14	0,81	1,06	1,01	0,94	
Июль	1,14	0,81	1,11	1,01	0,96	
Август	1,28	0,84	0,99	1,07	1,01	
Сентябрь	1,41	0,81	1,11	1,14	1,06	
Октябрь	1,42	0,78	1,14	1,14	1,04	
Ноябрь	1,66	0,76	1,13	1,25	1,15	
Декабрь	1,54	0,75	1,23	1,20	1,10	
Среднее:						
2016 г.	1,35	0,82	1,13	1,12	1,05	
2015 г.	1,32	1,27	1,25	1,29	1,2	
2014 г.	1,28	0,99	1,16	1,16	1,13	
2013 г.	1,25	1,04	1,13	1,15	1,11	

Таблица 2

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2016 г., Бк/м²·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год					
					2016	2015	2014	2013	2012	2011
Заполярье	0,088	0,051	0,086	0,093	0,32	0,28	0,18	0,33	0,20	2,03
Север	0,075	0,063	0,071	0,061	0,27	0,25	0,21	0,27	0,23	1,57
Центр ЕТР (без загрязненной зоны)	0,047	0,056	0,077	0,041	0,22	0,37	0,35	0,64	0,37	1,54
Юг	0,092	0,091	0,036	0,045	0,26	0,41	0,27	0,37	0,29	0,94
Средневзвешенное значение по ЕТР (без загрязненной зоны)	0,072	0,062	0,072	0,061	0,27	0,31	0,27	0,42	0,28	1,43
Загрязненная зона	0,25	0,41	0,45	0,07	1,18	1,51	1,32	1,77	1,25	1,76

Приложение А.8

Таблица 1

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

Месяц	2016 г.		2015 г.		2014 г.		2013 г.		2012 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	1,75	50,4	1,22	39,4	1,57	45,9	1,67	47,32	2,11	49
Февраль	1,88	51,5	1,23	26,4	1,42	43,57	1,98	33,31	1,88	41
Март	2,17	50,5	1,35	24,6	1,45	34,94	1,78	62,31	2,13	54
Апрель	1,69	46	1,43	41,4	1,78	35,57	1,86	49,34	2,31	84
Май	1,68	66,8	1,67	73,5	2,22	76,2	2,43	95,5	2,49	91
Июнь	1,98	98,6	1,88	102,2	2,11	109,82	2,58	117,77	3,03	138
Июль	1,87	124,3	1,99	135,4	2,14	125,29	2,39	166,7	2,87	185
Август	2,04	159,7	1,99	129,9	2,02	119,63	2,12	141,64	2,6	178
Сентябрь	1,71	84,9	1,87	81,9	1,69	65,4	2,01	127,69	2,74	122
Октябрь	1,55	44,6	1,49	72,1	1,24	51,94	1,4	57,49	2,23	139
Ноябрь	1,31	50,4	1,55	50,9	1,39	44,85	1,59	65,3	1,82	45
Декабрь	1,20	39,7	1,52	54	1,29	46,86	1,32	54,66	1,51	38
Среднее	1,74	72,3	1,59	69,3	1,69	66,66	1,94	84,92	2,32	108,2
Сумма, кБк/м ² ·год		0,87		0,83		0,8		1,02		1,26
Выпадения на территории РФ, Бк		14,8·10 ¹⁵		14,2·10 ¹⁵		13,7·10 ¹⁵		17,7·10 ¹⁵		21,5·10 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
2014	5,1 (5,2)	4,5	4,8 (4,9)	4,6	5,9
2015	4,7 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	4,8	11,8
2016	4,3 (5,5)	4,8	4,6 (5,2)	2,6	7,3

Примечания: за 2005 – 2012 и 2016 годы приводятся среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr без учета данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учетом;
за 2013-2015 годы – 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	2014	2015	2016
Север ЕТР	р. Нева (Новосараговка)	-	-	-	-	-	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	1,5	1,4	1,1
	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	1,4	1,3	1,5
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	1,6	1,8	1,6
	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	1,7	1,2	1,3
	р. Волга (Брейтово)	-	-	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5	2,4	1,3	1,6	2,4	1,3	1,2	1,0	1,5
Центр ЕТР	р. Дон (Аксай)	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	1,5	1,3	1,4
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	1,9	1,8	1,8
	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	2,2	2,1	2,1
	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	2,1	1,6	1,8
	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	2,0	1,8	1,8
	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	2,2	2,1	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	1,8	1,8	1,8
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	2,4	2,3	2,2
	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	2,3	2,0	1,9
	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	2,1	4,3	1,9

Примечание: - - пробы не отбирались.

Таблица 2

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

Море	Кол-во проб в 2015 г.	Год																
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Азовское	2	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	18,2	14,95	12,2
Черное	-	15,5	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Каспийское	3	-	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1	5,4	6,7	8,9	3,47	6,14
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	2,4	2,21	2,48
Белое	4	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	4,4	2,75	2,76
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	1,6	1,41	1,93
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	1,9	1,29	1,64
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	1,2	1,14	1,48

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
Республика Крым	Крымский 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 2016 ГОДУ**

Таблица С.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2016 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		Бк/год	в 2015 г.	в 2016 г.	
БАРИЙ-139			1,19·10 ⁹	9,07·10 ⁸	-2,83·10 ⁸
	АО "ГНЦ НИИАР"	3,88·10 ⁹	1,19·10 ⁹	9,07·10 ⁸	-2,83·10 ⁸
ВИСМУТ-214			5,91·10 ¹³	6,75·10 ¹³	+8,40·10 ¹²
	ПАО "ППГХО"	1,75·10 ¹⁴	5,91·10 ¹³	6,75·10 ¹³	+8,40·10 ¹²
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ			1,09·10 ⁸	1,55·10 ⁸	+4,6·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	4,36·10 ⁸	6,55·10 ⁷	1,17·10 ⁸	+5,15·10 ⁷
	ФГУП "Атомфлот"	1,54·10 ⁸	4,35·10 ⁷	3,82·10 ⁷	-5,30·10 ⁶
ЖЕЛЕЗО-59			1,54·10 ⁷	5,71·10 ⁷	+4,17·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	3,28·10 ⁸	1,54·10 ⁷	5,71·10 ⁷	+4,17·10 ⁷
ИОД-125			3,59·10 ⁸	-	-3,59·10 ⁸
	АО "ГНЦ НИИАР"	1,10·10 ¹⁰	3,59·10 ⁸	-	-3,59·10 ⁸
ИОД-129			4,08·10 ¹⁰	4,12·10 ¹⁰	+4,00·10 ⁸
	ФГУП "ПО "Маяк"	4,18·10 ¹¹	4,08·10 ¹⁰	4,12·10 ¹⁰	+4,00·10 ⁸
ИОД-131			9,80·10 ⁹	9,40·10 ⁹	-4,00·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,07·10 ⁸	7,27·10 ⁷	-3,43·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	1,80·10 ¹⁰	-	1,63·10 ⁹	+1,63·10 ⁹
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	3,27·10 ¹¹	1,62·10 ⁸	1,65·10 ⁸	+3,00·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	1,80·10 ¹⁰	4,40·10 ⁸	2,02·10 ⁷	-4,20·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,02·10 ⁹	1,37·10 ⁸	-8,83·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,56·10 ⁹	1,27·10 ⁹	-2,9·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	5,84·10 ¹⁰	5,14·10 ⁸	2,47·10 ⁸	-2,67·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	1,80·10 ¹⁰	6,01·10 ⁸	1,03·10 ⁹	+4,29·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ростовская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,00·10 ⁸	1,15·10 ⁸	+1,50·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	1,59·10 ¹²	1,28·10 ⁸	1,35·10 ⁸	+7,00·10 ⁶
	АО "ГНЦ НИИАР"	2,98·10 ¹⁰	5,03·10 ⁹	4,58·10 ⁹	-4,50·10 ⁸
	ФГУП "ПО "Маяк"	7,49·10 ¹¹	1,38·10 ⁸	2,62·10 ⁸	+1,24·10 ⁸
ИОД-132			1,46·10 ⁹	4,86·10 ⁸	-9,74·10 ⁸
	АО "ГНЦ НИИАР"	1,82·10 ¹⁰	1,46·10 ⁹	4,86·10 ⁸	-9,74·10 ⁸
ИОД-134			2,04·10 ⁸	5,33·10 ⁷	-1,50·10 ⁸
	АО "ГНЦ НИИАР"	8,32·10 ⁸	2,04·10 ⁸	5,33·10 ⁷	-1,50·10 ⁸
ИОД-135			7,86·10 ⁸	5,56·10 ⁸	-2,30·10 ⁸
	АО "ГНЦ НИИАР"	3,69·10 ⁹	7,86·10 ⁸	5,56·10 ⁸	-2,30·10 ⁸
КАЛИЙ-40			4,16·10 ⁹	6,91·10 ⁹	+2,75·10 ⁹
	ПАО "ППГХО"	7,47·10 ⁹	4,16·10 ⁹	6,91·10 ⁹	+2,75·10 ⁹
КОБАЛЬТ-57			1,01·10 ⁷	8,42·10 ⁶	-1,68·10 ⁶
	АО "ГНЦ РФ-ФЭИ"	5,50·10 ⁸	9,07·10 ⁶	8,18·10 ⁶	-8,90·10 ⁵
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	2,60·10 ⁸	1,06·10 ⁶	2,43·10 ⁵	-8,17·10 ⁵
КОБАЛЬТ-58			1,51·10 ⁷	2,92·10 ⁷	+1,41·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	3,01·10 ⁸	1,51·10 ⁷	2,92·10 ⁷	+1,41·10 ⁷
КОБАЛЬТ-60			1,71·10 ⁹	7,79·10 ⁸	-9,31·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	7,40·10 ⁹	4,82·10 ⁶	5,04·10 ⁶	+2,20·10 ⁵

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		Бк/год	в 2015 г.	в 2016 г.	
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	7,40·10 ⁹	4,04·10 ⁶	5,93·10 ⁷	+5,53·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,95·10 ⁸	9,40·10 ⁷	6,55·10 ⁷	-2,85·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	7,40·10 ⁹	8,68·10 ⁶	9,55·10 ⁶	+8,70·10 ⁵
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	7,40·10 ⁹	1,61·10 ⁷	1,06·10 ⁷	-5,50·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	2,50·10 ⁹	1,49·10 ⁸	9,60·10 ⁷	-5,30·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	2,50·10 ⁹	1,45·10 ⁸	2,12·10 ⁸	+6,70·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	7,40·10 ⁹	1,47·10 ⁸	6,16·10 ⁷	-8,54·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ростовская АЭС	7,40·10 ⁹	8,84·10 ⁸	7,08·10 ⁶	-8,77·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	6,10·10 ⁹	1,86·10 ⁷	8,05·10 ⁷	+6,19·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	8,38·10 ⁸	1,61·10 ⁸	1,51·10 ⁸	-1,00·10 ⁷
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	5,16·10 ⁷	2,12·10 ⁵	4,87·10 ⁴	-1,63·10 ⁵
	ФГУП "ПО "Маяк"	6,13·10 ⁸	3,32·10 ⁶	4,55·10 ⁶	+1,23·10 ⁶
	ФГУП "Атомфлот"	2,02·10 ⁹	5,96·10 ⁷	5,72·10 ⁷	-2,40·10 ⁶
	ФГУП "ГХК"	2,02·10 ¹²	1,76·10 ⁷	2,42·10 ⁷	+6,60·10 ⁶
КЮРИЙ-242			2,87·10 ⁵	2,66·10 ³	-2,84·10 ⁵
	АО "ГНЦ НИИАР"	1,09·10 ⁶	2,87·10 ⁵	2,66·10 ³	-2,84·10 ⁵
КЮРИЙ-244			6,28·10 ⁶	3,14·10 ⁶	-3,14·10 ⁶
	АО "ГНЦ НИИАР"	1,50·10 ⁷	6,28·10 ⁶	3,14·10 ⁶	-3,14·10 ⁶
МАРГАНЕЦ-54			9,63·10 ⁷	9,86·10 ⁷	+2,3·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,66·10 ⁷	1,33·10 ⁷	1,10·10 ⁴	-1,33·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	5,71·10 ⁸	7,94·10 ⁷	9,75·10 ⁷	+1,81·10 ⁷
	ФГУП "Атомфлот"	2,45·10 ⁷	3,58·10 ⁶	1,07·10 ⁶	-2,51·10 ⁶
МЫШЬЯК-76			6,45·10 ⁷	2,70·10 ⁷	-3,75·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	1,21·10 ⁸	6,45·10 ⁷	2,70·10 ⁷	-3,75·10 ⁷
НИОБИЙ-95			1,84·10 ⁸	1,45·10 ⁸	-3,90·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	6,51·10 ⁸	1,53·10 ⁸	1,30·10 ⁸	-2,30·10 ⁶
	ФГУП "Атомфлот"	4,08·10 ⁷	1,31·10 ⁷	1,06·10 ⁷	-2,50·10 ⁶
	ФГУП "ПО "Маяк"	4,00·10 ⁹	1,77·10 ⁷	4,06·10 ⁶	+1,31·10 ⁷
ПОЛОНИЙ-210			5,01·10 ⁶	7,01·10 ⁶	+2,00·10 ⁶
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	1,51·10 ⁸	5,00·10 ⁶	7,00·10 ⁶	+2,00·10 ⁶
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	5,30·10 ⁹	7,77·10 ³	7,03·10 ³	-7,40·10 ²
ПЛУТОНИЙ-238			1,50·10 ⁷	9,12·10 ⁶	-5,88·10 ⁶
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	1,64·10 ⁷	3,56·10 ³	7,10·10 ³	+3,54·10 ³
	АО "ГНЦ НИИАР"	2,73·10 ⁷	1,50·10 ⁷	9,11·10 ⁶	+5,89·10 ⁶
ПЛУТОНИЙ-239			4,81·10 ⁸	4,21·10 ⁸	-6,00·10 ⁷
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	1,51·10 ⁸	5,00·10 ⁶	7,00·10 ⁶	+2,00·10 ⁶
	АО "ГНЦ НИИАР"	7,38·10 ⁷	3,42·10 ⁷	1,00·10 ⁷	-2,42·10 ⁷
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	3,23·10 ⁷	7,13·10 ³	1,42·10 ⁴	+7,07·10 ⁴
	ФГУП "ГХК"	5,38·10 ¹¹	2,09·10 ⁷	2,78·10 ⁷	+6,90·10 ⁶
	ФГУП "ПО "Маяк"	4,92·10 ¹⁰	4,21·10 ⁸	3,76·10 ⁸	-4,50·10 ⁷
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	1,52·10 ⁹	1,25·10 ⁵	1,71·10 ⁵	+4,60·10 ⁴
РАДИЙ-226			2,67·10 ⁷	8,21·10 ⁶	-1,85·10 ⁷
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	1,29·10 ⁷	2,67·10 ³	5,32·10 ³	+2,65·10 ³
	АО "ЧМЗ"	4,83·10 ¹²	2,67·10 ⁷	8,20·10 ⁶	-1,85·10 ⁷
РАДОН-222			4,60·10 ¹⁴	4,94·10 ¹⁴	+3,40·10 ¹³
	ПАО "ППГХО"	1,24·10 ¹⁵	4,60·10 ¹⁴	4,94·10 ¹⁴	+3,40·10 ¹³
РТУТЬ-203			2,64·10 ⁵	-	-2,64·10 ⁵

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел (+), сниж. (-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			в 2015 г.	в 2016 г.	
	АО "ГНЦ НИИАР"	$3,76 \cdot 10^9$	$2,64 \cdot 10^5$	-	$-2,64 \cdot 10^5$
РУБИДИЙ-88			$2,12 \cdot 10^{11}$	$6,90 \cdot 10^{11}$	$+4,78 \cdot 10^{11}$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$6,28 \cdot 10^{11}$	$2,12 \cdot 10^{11}$	$6,90 \cdot 10^{11}$	$+4,78 \cdot 10^{11}$
РУБИДИЙ-89			$5,41 \cdot 10^9$	$5,46 \cdot 10^{11}$	$+5,41 \cdot 10^{11}$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$4,66 \cdot 10^9$	$5,41 \cdot 10^9$	$5,46 \cdot 10^{11}$	$+5,41 \cdot 10^{11}$
РУТЕНИЙ-103			$1,11 \cdot 10^6$	$8,94 \cdot 10^5$	$-2,16 \cdot 10^5$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$2,02 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^6$	$8,94 \cdot 10^5$	$-2,16 \cdot 10^5$
РУТЕНИЙ-106			$2,25 \cdot 10^9$	$9,97 \cdot 10^8$	$-1,25 \cdot 10^9$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,09 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^7$	$+2,27 \cdot 10^7$
	ФГУП "ГХК"	$1,26 \cdot 10^{12}$	$1,19 \cdot 10^7$	$2,19 \cdot 10^6$	$-9,71 \cdot 10^6$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$2,92 \cdot 10^{10}$	$2,23 \cdot 10^9$	$9,60 \cdot 10^8$	$-1,27 \cdot 10^9$
СВИНЕЦ-210			$1,09 \cdot 10^8$	$8,80 \cdot 10^7$	$-2,10 \cdot 10^7$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	$9,07 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$	$8,80 \cdot 10^7$	$-2,10 \cdot 10^7$
СВИНЕЦ-214			$8,09 \cdot 10^{13}$	$9,24 \cdot 10^{13}$	$+1,15 \cdot 10^{13}$
	ПАО "ППГХО"	$2,68 \cdot 10^{14}$	$8,09 \cdot 10^{13}$	$9,24 \cdot 10^{13}$	$+1,15 \cdot 10^{13}$
СЕЛЕН-75			$5,24 \cdot 10^9$	$6,08 \cdot 10^8$	$-4,63 \cdot 10^9$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,13 \cdot 10^{11}$	$5,24 \cdot 10^9$	$6,08 \cdot 10^8$	$-4,63 \cdot 10^9$
СТРОНЦИЙ-89			$6,83 \cdot 10^7$	$5,97 \cdot 10^7$	$-8,60 \cdot 10^6$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$3,35 \cdot 10^8$	$6,83 \cdot 10^7$	$5,97 \cdot 10^7$	$-8,60 \cdot 10^6$
СТРОНЦИЙ-90			$1,96 \cdot 10^9$	$2,46 \cdot 10^9$	$+5,00 \cdot 10^8$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	$3,61 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^8$	$3,50 \cdot 10^8$	$-1,10 \cdot 10^8$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$6,13 \cdot 10^8$	$1,62 \cdot 10^7$	$4,25 \cdot 10^7$	$+2,63 \cdot 10^7$
	АО "ГНЦ РФ-ФЭИ"	$2,51 \cdot 10^8$	$1,71 \cdot 10^6$	$7,40 \cdot 10^5$	$-9,70 \cdot 10^5$
	ОАО "ОДЦ УГР"	$1,83 \cdot 10^{10}$	$2,47 \cdot 10^6$	$7,68 \cdot 10^5$	$-1,70 \cdot 10^5$
	Филиал "Железногорский" ФГУП "НО РАО"	$1,39 \cdot 10^8$	$6,59 \cdot 10^6$	$8,72 \cdot 10^6$	$+2,13 \cdot 10^6$
	ФГУП "ГХК"	$2,65 \cdot 10^{12}$	$1,11 \cdot 10^8$	$1,38 \cdot 10^8$	$+2,70 \cdot 10^7$
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	$4,07 \cdot 10^7$	$1,18 \cdot 10^5$	$6,27 \cdot 10^4$	$-5,53 \cdot 10^4$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$7,60 \cdot 10^{12}$	$1,32 \cdot 10^9$	$1,88 \cdot 10^9$	$+5,60 \cdot 10^8$
	НПК ФГУП "РАДОН"	$3,89 \cdot 10^6$	$4,33 \cdot 10^5$	$6,60 \cdot 10^5$	$-4,26 \cdot 10^5$
	ФГУП "Атомфлот"	$1,46 \cdot 10^8$	$4,33 \cdot 10^7$	$4,11 \cdot 10^7$	$-2,20 \cdot 10^6$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*			$3,57 \cdot 10^9$	$3,22 \cdot 10^9$	$-3,50 \cdot 10^8$
	АО "СХК"	$1,57 \cdot 10^{11}$	$2,95 \cdot 10^9$	$3,06 \cdot 10^9$	$+1,10 \cdot 10^8$
	АО "АЭХК"	$1,49 \cdot 10^9$	$5,37 \cdot 10^8$	$8,70 \cdot 10^7$	$-4,50 \cdot 10^8$
	ПАО "МСЗ"	$1,03 \cdot 10^{10}$	$8,44 \cdot 10^7$	$7,43 \cdot 10^7$	$-1,01 \cdot 10^7$
	ФГУП "РАДОН"	$6,50 \cdot 10^6$	$6,58 \cdot 10^5$	$4,25 \cdot 10^5$	$-2,33 \cdot 10^5$
	Филиал "Северский" ФГУП "НО РАО"	$8,49 \cdot 10^7$	$9,44 \cdot 10^5$	$1,88 \cdot 10^6$	$+9,36 \cdot 10^5$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*			$5,15 \cdot 10^9$	$4,26 \cdot 10^9$	$-8,90 \cdot 10^8$
	АО "СХК"	$3,48 \cdot 10^{11}$	$5,02 \cdot 10^9$	$4,23 \cdot 10^9$	$-7,90 \cdot 10^8$
	НПК ФГУП "РАДОН"	$3,11 \cdot 10^7$	$3,79 \cdot 10^5$	$6,75 \cdot 10^5$	$+2,96 \cdot 10^5$
	Филиал "Северский" ФГУП "НО РАО"	$7,65 \cdot 10^8$	$8,38 \cdot 10^7$	$2,55 \cdot 10^7$	$-5,83 \cdot 10^7$
СУММА ИРГ			$4,46 \cdot 10^{16}$	$4,45 \cdot 10^{16}$	$-1,00 \cdot 10^{14}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	$6,9 \cdot 10^{14}$	$3,47 \cdot 10^{13}$	$1,76 \cdot 10^{13}$	$-1,71 \cdot 10^{13}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$3,75 \cdot 10^{14}$	$5,14 \cdot 10^{12}$	$1,08 \cdot 10^{13}$	$+5,66 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	$1,83 \cdot 10^{15}$	$5,21 \cdot 10^{14}$	$5,22 \cdot 10^{14}$	$+1,00 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$6,87 \cdot 10^{14}$	$2,28 \cdot 10^{13}$	$1,34 \cdot 10^{13}$	$-9,40 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,27 \cdot 10^{13}$	$1,30 \cdot 10^{13}$	$-5,97 \cdot 10^{13}$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
		Бк/год	в 2015 г.	в 2016 г.	
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$4,44 \cdot 10^{14}$	$3,09 \cdot 10^{14}$	$-1,35 \cdot 10^{14}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	$2,96 \cdot 10^{15}$	$3,88 \cdot 10^{14}$	$3,34 \cdot 10^{14}$	$-5,40 \cdot 10^{13}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,63 \cdot 10^{13}$	$4,13 \cdot 10^{13}$	$+2,50 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ростовская АЭС	$5,92 \cdot 10^{14}$	$1,11 \cdot 10^{13}$	$8,54 \cdot 10^{13}$	$+7,43 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	$1,22 \cdot 10^{17}$	$1,26 \cdot 10^{14}$	$1,60 \cdot 10^{14}$	$+3,40 \cdot 10^{13}$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$4,12 \cdot 10^{15}$	$2,53 \cdot 10^{15}$	$2,38 \cdot 10^{15}$	$-1,50 \cdot 10^{13}$
	ФГУП "Атомфлот"	$6,09 \cdot 10^{11}$	$4,04 \cdot 10^{11}$	$3,76 \cdot 10^{11}$	$-2,80 \cdot 10^{10}$
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	$8,18 \cdot 10^{15}$	$1,15 \cdot 10^{12}$	$1,13 \cdot 10^{13}$	$+1,02 \cdot 10^{10}$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$4,45 \cdot 10^{17}$	$4,04 \cdot 10^{16}$	$4,06 \cdot 10^{16}$	0,0
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$1,16 \cdot 10^{10}$	$9,71 \cdot 10^9$	$-1,89 \cdot 10^9$
	ЗАО "Центротех - С-Пб"	$3,52 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^5$	$1,26 \cdot 10^5$	0,0
	АО "ВНИИХТ"	$3,48 \cdot 10^6$	$1,06 \cdot 10^6$	$1,91 \cdot 10^6$	$+8,50 \cdot 10^5$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$2,37 \cdot 10^7$	$5,59 \cdot 10^7$	$2,19 \cdot 10^7$	$-3,40 \cdot 10^7$
	АО "Радиовый институт им. В.Г. Хлопина"	$1,03 \cdot 10^7$	$2,38 \cdot 10^3$	$4,73 \cdot 10^3$	$+2,35 \cdot 10^3$
	АО "ЧМЗ"	$5,91 \cdot 10^{14}$	$6,13 \cdot 10^8$	$7,12 \cdot 10^8$	$+9,90 \cdot 10^7$
	АО "ПО ЭХЗ"	$4,57 \cdot 10^9$	$2,26 \cdot 10^7$	$3,30 \cdot 10^7$	$+1,04 \cdot 10^7$
	АО "УЭХК"	$3,00 \cdot 10^8$	$9,81 \cdot 10^7$	$9,30 \cdot 10^7$	$-5,10 \cdot 10^6$
	ПАО "НЗХК"	$3,10 \cdot 10^{10}$	$4,37 \cdot 10^8$	$4,26 \cdot 10^8$	$-1,10 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$1,04 \cdot 10^8$	$1,24 \cdot 10^7$	$1,46 \cdot 10^7$	$+2,20 \cdot 10^6$
	ФГУП "ПСЗ"	$3,23 \cdot 10^9$	$7,31 \cdot 10^4$	$1,69 \cdot 10^4$	$-5,62 \cdot 10^4$
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	$6,91 \cdot 10^{11}$	$2,18 \cdot 10^9$	$2,62 \cdot 10^9$	$+4,40 \cdot 10^8$
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина"	$4,20 \cdot 10^{10}$	$8,22 \cdot 10^9$	$5,79 \cdot 10^9$	$-2,43 \cdot 10^9$
СУРЬМА-124			$7,97 \cdot 10^6$	$8,23 \cdot 10^6$	$+2,60 \cdot 10^5$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$2,08 \cdot 10^8$	$7,97 \cdot 10^6$	$8,23 \cdot 10^6$	$+2,60 \cdot 10^5$
СУРЬМА-125			$2,63 \cdot 10^8$	$1,91 \cdot 10^8$	$-7,20 \cdot 10^7$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$2,20 \cdot 10^9$	$5,47 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^8$	$+6,13 \cdot 10^7$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$3,12 \cdot 10^9$	$2,08 \cdot 10^8$	$7,45 \cdot 10^7$	$-1,34 \cdot 10^7$
ТЕХНЕЦИЙ-99М			$1,42 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^8$	$-1,27 \cdot 10^9$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,24 \cdot 10^9$	$1,42 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^8$	$-1,27 \cdot 10^9$
ТОРИЙ-230			$2,72 \cdot 10^7$	$3,13 \cdot 10^6$	$-2,41 \cdot 10^7$
	АО "ВНИИХТ"	$1,70 \cdot 10^6$	$5,18 \cdot 10^5$	$9,47 \cdot 10^5$	$+4,29 \cdot 10^5$
	АО "ЧМЗ"	$5,90 \cdot 10^{12}$	$2,67 \cdot 10^7$	$2,18 \cdot 10^7$	$-4,90 \cdot 10^6$
ТОРИЙ-232			$9,89 \cdot 10^8$	$1,47 \cdot 10^9$	$+4,81 \cdot 10^8$
	АО "ЧМЗ"	$4,69 \cdot 10^{12}$	$9,65 \cdot 10^6$	$8,20 \cdot 10^6$	$-1,45 \cdot 10^6$
	ПАО "ППГХО"	$1,65 \cdot 10^9$	$9,79 \cdot 10^8$	$1,46 \cdot 10^9$	$+4,81 \cdot 10^8$
ТОРИЙ-234			$1,08 \cdot 10^6$	$1,42 \cdot 10^6$	$+3,40 \cdot 10^5$
	АО "ВНИИХТ"	$3,90 \cdot 10^6$	$1,08 \cdot 10^6$	$1,42 \cdot 10^6$	$+3,40 \cdot 10^5$
ТРИТИЙ			$1,51 \cdot 10^{15}$	$1,47 \cdot 10^{15}$	$-4,00 \cdot 10^{13}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	$2,40 \cdot 10^{14}$	$2,40 \cdot 10^{11}$	$1,71 \cdot 10^{12}$	$+1,47 \cdot 10^{12}$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	$5,31 \cdot 10^{14}$	$1,91 \cdot 10^{13}$	$1,97 \cdot 10^{13}$	$+6,00 \cdot 10^{11}$
	АО "Радиовый институт им. В.Г. Хлопина"	$1,82 \cdot 10^{12}$	$3,60 \cdot 10^9$	$4,00 \cdot 10^9$	$+4,00 \cdot 10^8$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,32 \cdot 10^{13}$	$5,69 \cdot 10^{12}$	$4,45 \cdot 10^{12}$	$-1,24 \cdot 10^{12}$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$1,76 \cdot 10^{16}$	$1,34 \cdot 10^{15}$	$1,30 \cdot 10^{15}$	$-4,00 \cdot 10^{13}$
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	$1,49 \cdot 10^{16}$	$1,20 \cdot 10^{14}$	$1,16 \cdot 10^{14}$	$-4,00 \cdot 10^{12}$
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина"	$9,25 \cdot 10^{13}$	$2,08 \cdot 10^{13}$	$2,45 \cdot 10^{13}$	$+3,70 \cdot 10^{12}$
ХРОМ-51			$2,23 \cdot 10^8$	$9,74 \cdot 10^7$	$-1,26 \cdot 10^8$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	$1,15 \cdot 10^7$	$8,98 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^5$	$-8,85 \cdot 10^6$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$8,88 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^6$	$1,03 \cdot 10^7$	$+9,18 \cdot 10^6$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			в 2015 г.	в 2016 г.	
	АО "ГНЦ НИИАР"	9,02·10 ⁸	1,11·10 ⁸	8,70·10 ⁷	-2,40·10 ⁷
ЦЕЗИЙ-134			2,67·10 ⁸	6,03·10 ⁸	+3,36·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	9,00·10 ⁸	1,13·10 ⁵	7,44·10 ⁵	+6,31·10 ⁵
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	9,00·10 ⁸	-	7,62·10 ⁷	+7,62·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,27·10 ⁶	1,10·10 ⁴	2,42·10 ⁴	+1,32·10 ⁴
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	9,00·10 ⁸	1,40·10 ⁷	6,63·10 ⁶	-7,37·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	1,40·10 ⁹	1,39·10 ⁷	5,42·10 ⁶	-8,48·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	9,00·10 ⁸	2,76·10 ⁷	1,54·10 ⁶	-2,61·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	1,40·10 ⁹	3,06·10 ⁷	2,25·10 ⁷	-8,10·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	9,00·10 ⁸	2,76·10 ⁶	1,54·10 ⁶	-1,22·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ростовская АЭС	9,00·10 ⁸	1,49·10 ⁶	3,06·10 ⁶	+1,57·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	1,76·10 ⁹	5,71·10 ⁶	-	-5,71·10 ⁶
	АО "ГНЦ НИИАР"	4,80·10 ⁸	2,85·10 ⁷	1,66·10 ⁸	+1,38·10 ⁷
	ФГУП "ПО "Маяк"	8,53·10 ⁹	1,63·10 ⁸	3,19·10 ⁸	+1,56·10 ⁸
	ФГУП "РАДОН"	3,70·10 ⁵	1,64·10 ⁴	-	-1,64·10 ⁴
ЦЕЗИЙ-137			3,45·10 ⁹	5,37·10 ⁹	+1,92·10 ⁹
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Балаковская АЭС	2,00·10 ⁹	2,98·10 ⁶	2,01·10 ⁶	-9,70·10 ⁵
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	2,00·10 ⁹	3,30·10 ⁷	6,99·10 ⁶	-2,60·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,70·10 ⁶	2,10·10 ⁴	1,98·10 ⁴	-1,20·10 ³
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,00·10 ⁹	4,38·10 ⁷	2,65·10 ⁷	-1,73·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	2,00·10 ⁹	6,41·10 ⁶	2,08·10 ⁶	-4,33·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	4,00·10 ⁹	4,95·10 ⁷	2,90·10 ⁷	-2,05·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	4,00·10 ⁹	5,46·10 ⁷	3,49·10 ⁷	-1,97·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	2,00·10 ⁹	1,72·10 ⁷	1,90·10 ⁷	+1,80·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ростовская АЭС	2,00·10 ⁹	4,10·10 ⁷	9,31·10 ⁶	-3,17·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	4,88·10 ⁹	1,49·10 ⁷	3,53·10 ⁷	+2,04·10 ⁷
	АО "ГНЦ РФ-ФЭИ"	3,20·10 ⁸	6,53·10 ⁶	6,28·10 ⁷	+5,63·10 ⁷
	АО "ГНЦ НИИАР"	7,60·10 ⁹	2,98·10 ⁸	7,42·10 ⁸	+4,44·10 ⁸
	АО "ОДЦ УГР"	5,70·10 ¹⁰	1,46·10 ⁷	3,31·10 ⁶	-1,13·10 ⁷
	АО "Радиевый институт им. В.Г. Хлопина"	6,71·10 ⁸	2,76·10 ⁶	6,33·10 ⁵	-2,13·10 ⁶
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП "РосРАО"	4,54·10 ⁹	5,05·10 ⁸	4,40·10 ⁸	-6,50·10 ⁷
	Филиал "Железногорский" ФГУП "НО РАО"	1,55·10 ⁸	7,97·10 ⁶	3,99·10 ⁶	-3,98·10 ⁶
	ФГУП "ГХК"	3,51·10 ¹²	8,74·10 ⁷	1,78·10 ⁷	-6,96·10 ⁷
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	1,19·10 ⁸	2,28·10 ⁵	7,44·10 ⁴	-1,54·10 ⁵
	ФГУП "ПО "Маяк"	5,70·10 ¹⁰	1,98·10 ⁹	3,65·10 ⁹	+1,67·10 ⁹
	ФГУП "РАДОН"	4,89·10 ⁷	3,57·10 ⁶	3,68·10 ⁶	+1,10·10 ⁵
	ФГУП "Атомфлот"	9,88·10 ⁸	2,82·10 ⁸	2,77·10 ⁸	-5,00·10 ⁶
ЦЕЗИЙ-138			7,00·10 ¹⁰	6,49·10 ¹⁰	-5,10·10 ⁹
	АО "ГНЦ НИИАР"	2,10·10 ¹¹	7,00·10 ¹⁰	6,49·10 ¹⁰	-5,10·10 ⁹
ЦЕРИЙ-141			5,68·10 ⁵	2,04·10 ⁵	-3,64·10 ⁵

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			в 2015 г.	в 2016 г.	
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,57 \cdot 10^7$	$5,68 \cdot 10^5$	$2,04 \cdot 10^5$	$-3,64 \cdot 10^5$
ЦЕРИЙ-144			$9,45 \cdot 10^8$	$3,37 \cdot 10^8$	$-6,08 \cdot 10^8$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$4,30 \cdot 10^7$	$1,92 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^7$	$+1,02 \cdot 10^7$
	ФГУП "ГХК"	$6,88 \cdot 10^{12}$	$1,46 \cdot 10^7$	$4,78 \cdot 10^6$	$-9,82 \cdot 10^6$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$7,92 \cdot 10^9$	$9,28 \cdot 10^8$	$3,20 \cdot 10^8$	$-6,08 \cdot 10^8$
ЦИНК-65			$8,18 \cdot 10^7$	$8,34 \cdot 10^7$	$+1,60 \cdot 10^6$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$6,06 \cdot 10^8$	$7,95 \cdot 10^7$	$8,33 \cdot 10^7$	$+3,80 \cdot 10^6$
	АО "ГНЦ РФ-ФЗИ"	$9,40 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^5$	$-1,80 \cdot 10^6$
ЦИРКОНИЙ-95			$1,34 \cdot 10^8$	$7,51 \cdot 10^7$	$-5,89 \cdot 10^7$
	АО "ГНЦ НИИАР"	$1,04 \cdot 10^8$	$9,72 \cdot 10^7$	$6,31 \cdot 10^7$	$-3,41 \cdot 10^7$
	ФГУП "Атомфлот"	$2,74 \cdot 10^7$	$1,90 \cdot 10^7$	$7,93 \cdot 10^6$	$-1,12 \cdot 10^7$
	ФГУП "ПО "Маяк"	$9,76 \cdot 10^8$	$1,77 \cdot 10^7$	$4,06 \cdot 10^6$	$-1,36 \cdot 10^7$

Таблица С.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2015 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2015 г.	2016 г.	
ЕВРОПИЙ-154			$7,40 \cdot 10^6$	$3,13 \cdot 10^6$	$-4,27 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^6$	$3,13 \cdot 10^6$	$-4,27 \cdot 10^6$
ЖЕЛЕЗО-59			$8,13 \cdot 10^7$	$8,18 \cdot 10^7$	$+5,00 \cdot 10^5$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$5,92 \cdot 10^{11}$	$2,07 \cdot 10^7$	$4,68 \cdot 10^7$	$+2,61 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$6,70 \cdot 10^{11}$	$2,85 \cdot 10^7$	$7,54 \cdot 10^6$	$-2,10 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$2,10 \cdot 10^{10}$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	-	$2,96 \cdot 10^6$	$+2,96 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	$7,60 \cdot 10^{10}$	$1,46 \cdot 10^7$	$1,27 \cdot 10^7$	$-1,90 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	$1,50 \cdot 10^{10}$	$4,13 \cdot 10^6$	$5,04 \cdot 10^6$	$+9,10 \cdot 10^5$
ЙОД-131			$4,34 \cdot 10^9$	$4,25 \cdot 10^9$	$-9,00 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$3,30 \cdot 10^{12}$	-	$9,66 \cdot 10^5$	$+9,66 \cdot 10^5$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$6,51 \cdot 10^{10}$	$1,02 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^7$	$+1,55 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$2,60 \cdot 10^{12}$	$1,42 \cdot 10^7$	$3,96 \cdot 10^6$	$-1,02 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$7,90 \cdot 10^8$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	$2,13 \cdot 10^{12}$	$4,31 \cdot 10^9$	$4,21 \cdot 10^9$	$-1,00 \cdot 10^8$
КОБАЛЬТ-58			$8,30 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$-2,79 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$3,60 \cdot 10^{10}$	$2,50 \cdot 10^5$	$1,43 \cdot 10^6$	$+1,18 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$3,60 \cdot 10^{11}$	$9,32 \cdot 10^6$	$2,34 \cdot 10^7$	$+1,41 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$2,90 \cdot 10^{10}$	$2,85 \cdot 10^7$	$5,95 \cdot 10^6$	$-2,26 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$3,40 \cdot 10^9$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	-	$2,28 \cdot 10^6$	$+2,28 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	$5,90 \cdot 10^{10}$	$1,54 \cdot 10^7$	$1,36 \cdot 10^7$	$-1,80 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	$2,30 \cdot 10^{10}$	$3,81 \cdot 10^4$	$1,56 \cdot 10^6$	$+1,52 \cdot 10^6$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2015 г.	2016 г.	
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	1,80·10 ⁷	1,61·10 ⁷	5,94·10 ⁴	-1,60·10 ⁷
КОБАЛЬТ-60			6,00·10 ⁹	5,48·10 ⁹	-5,20·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	9,00·10 ⁸	1,80·10 ⁶	1,66·10 ⁶	-1,40·10 ⁵
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,50·10 ¹⁰	1,02·10 ⁷	5,00·10 ⁷	+3,98·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	6,13·10 ¹¹	1,08·10 ⁷	2,57·10 ⁷	+1,49·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	8,60·10 ¹⁰	2,85·10 ⁷	6,71·10 ⁶	-2,18·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	7,50·10 ⁸	1,46·10 ⁷	7,21·10 ⁶	-7,39·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	3,90·10 ⁹	-	2,28·10 ⁶	+2,28·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	1,21·10 ¹¹	5,57·10 ⁹	5,01·10 ⁹	-5,60·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	1,60·10 ⁹	7,48·10 ⁶	8,87·10 ⁶	+1,39·10 ⁶
	ФГУП "Атомфлот"	3,11·10 ⁷	2,89·10 ⁷	4,00·10 ⁶	-2,49·10 ⁷
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	4,5·10 ⁷	3,69·10 ⁵	2,26·10 ⁴	+3,46·10 ⁵
	ФГУП "ГХК"	2,95·10 ¹²	3,29·10 ⁸	4,07·10 ⁸	+7,80·10 ⁷
МАРГАНЕЦ-54			8,27·10 ⁷	6,76·10 ⁷	-1,51·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	2,50·10 ¹⁰	2,00·10 ⁶	2,09·10 ⁶	+9,00·10 ⁴
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Билибинская АЭС	1,40·10 ⁸	1,79·10 ⁶	1,23·10 ⁶	-5,60·10 ⁵
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,13·10 ¹⁰	1,02·10 ⁷	2,57·10 ⁷	+1,55·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	7,9·10 ¹⁰	2,85·10 ⁷	7,50·10 ⁶	-2,10·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	5,20·10 ⁸	1,36·10 ⁷	7,05·10 ⁶	-6,55·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	4,30·10 ¹⁰	-	2,05·10 ⁶	2,05·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	2,50·10 ¹⁰	1,56·10 ⁷	1,30·10 ⁷	-2,60·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	8,00·10 ⁹	7,00·10 ⁶	8,83·10 ⁶	+1,83·10 ⁶
	ФГУП "Атомфлот"	3,47·10 ¹⁰	4,64·10 ⁴	-	-4,64·10 ⁴
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,00·10 ⁸	3,92·10 ⁶	1,94·10 ⁵	-3,73·10 ⁶
ПЛУТОНИЙ-238			2,88·10 ⁵	2,31·10 ⁴	-2,65·10 ⁵
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	3,33·10 ⁷	2,88·10 ⁵	2,31·10 ⁴	-2,65·10 ⁵
ПЛУТОНИЙ-239			5,41·10 ⁷	1,15·10 ⁸	+6,09·10 ⁷
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	2,96·10 ⁶	2,72·10 ⁵	1,83·10 ⁵	-8,90·10 ⁴
	ФГУП "ГХК"	1,97·10 ⁹	5,38·10 ⁷	1,15·10 ⁸	+6,12·10 ⁷
РУТЕНИЙ-106			1,70·10 ⁸	2,84·10 ⁸	+1,14·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	1,60·10 ¹⁰	-	9,66·10 ⁶	+9,66·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,45·10 ¹⁰	9,95·10 ⁷	2,20·10 ⁸	+1,21·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	5,30·10 ¹⁰	4,26·10 ⁷	2,08·10 ⁷	-2,18·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	8,50·10 ⁸	1,34·10 ⁷	6,80·10 ⁶	-6,60·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	1,60·10 ¹⁰	-	1,40·10 ⁷	+1,40·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	7,50·10 ¹⁰	1,46·10 ⁷	1,27·10 ⁷	-1,90·10 ⁶
СТРОНЦИЙ-89			3,57·10 ⁷	9,26·10 ⁷	+5,69·10 ⁷

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2015 г.	2016 г.	
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	1,10·10 ¹³	-	1,45·10 ⁶	+1,45·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,29·10 ¹¹	1,80·10 ⁶	6,04·10 ⁶	+4,24·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	7,20·10 ¹²	2,85·10 ⁷	7,56·10 ⁷	+4,71·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	1,80·10 ⁹	5,37·10 ⁶	2,72·10 ⁶	-2,65·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	1,10·10 ¹¹	-	6,83·10 ⁶	+6,83·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	6,00·10 ¹¹	3,90·10 ³	-	-3,90·10 ³
СТРОНЦИЙ-90			3,26·10 ¹¹	3,01·10 ¹¹	-2,50·10 ¹⁰
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	9,30·10 ¹⁰	5,50·10 ⁷	3,15·10 ⁷	-2,35·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	4,38·10 ⁹	1,80·10 ⁶	6,04·10 ⁶	+4,24·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	8,90·10 ¹⁰	2,85·10 ⁷	7,17·10 ⁷	+4,32·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	1,30·10 ⁸	7,88·10 ⁶	2,72·10 ⁶	-5,16·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	9,90·10 ⁹	-	6,83·10 ⁶	+6,83·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	2,40·10 ⁹	1,61·10 ⁴	4,60·10 ³	-1,15·10 ⁴
	АО "ГНЦ НИИАР"	9,70·10 ⁹	5,90·10 ⁷	-	-5,90·10 ⁷
	Отделение Фокино ДВЦ "ДальРАО" - филиала ФГУП "РосРАО"	1,00·10 ⁸	6,58·10 ⁶	3,51·10 ⁶	-3,07·10 ⁶
	ФГУП "Атомфлот"	8,82·10 ⁸	2,58·10 ⁷	7,55·10 ⁷	+4,97·10 ⁷
	ФГУП "ГХК"	1,31·10 ¹²	5,55·10 ⁹	5,86·10 ⁹	+3,10·10 ⁸
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	1,20·10 ⁷	7,07·10 ⁵	2,28·10 ⁵	-4,79·10 ⁵
	ФГУП "ПО "Маяк"	1,95·10 ¹²	3,20·10 ¹¹	2,95·10 ¹¹	-2,50·10 ¹⁰
	ФГУП "РАДОН"	2,28·10 ⁹	3,60·10 ⁷	3,55·10 ⁷	-5,00·10 ⁵
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина"	1,85·10 ⁸	2,20·10 ⁶	9,34·10 ⁴	-2,11·10 ⁶
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			1,45·10 ⁷	1,35·10 ⁷	-1,00·10 ⁶
	ФГУП "РАДОН"	1,81·10 ⁹	1,45·10 ⁷	1,35·10 ⁷	-1,00·10 ⁶
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			1,14·10 ⁷	1,16·10 ⁷	+2,00·10 ⁵
	НПК ФГУП "РАДОН"	3,77·10 ⁹	1,14·10 ⁷	1,16·10 ⁷	+2,00·10 ⁵
ТРИТИЙ			3,99·10 ¹³	4,15·10 ¹³	+1,60·10 ¹²
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	7,70·10 ¹³	5,10·10 ¹¹	4,92·10 ¹¹	-1,80·10 ¹⁰
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,00·10 ¹³	8,92·10 ⁹	1,47·10 ¹⁰	+5,78·10 ⁹
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	7,60·10 ¹⁴	1,60·10 ¹³	1,28·10 ¹³	-3,20·10 ¹²
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	8,70·10 ¹³	1,77·10 ¹¹	7,07·10 ¹⁰	-1,06·10 ¹¹
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	3,30·10 ¹⁴	-	2,33·10 ¹⁰	+2,33·10 ¹⁰
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	1,17·10 ¹⁵	2,27·10 ¹³	2,77·10 ¹³	+5,00·10 ¹²
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	2,30·10 ¹⁴	2,49·10 ¹⁰	8,14·10 ¹⁰	+5,65·10 ¹¹

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2015 г.	2016 г.	
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	2,40·10 ¹²	1,15·10 ¹⁰	1,48·10 ¹⁰	+3,30·10 ⁹
	НПК "РАДОН"	2,62·10 ¹³	3,73·10 ¹¹	3,26·10 ¹¹	-4,70·10 ¹⁰
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина"	4,44·10 ¹¹	6,14·10 ¹⁰	2,00·10 ⁹	-5,94·10 ¹⁰
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	2,50·10 ¹³	1,98·10 ¹⁰	1,86·10 ¹⁰	-1,20·10 ⁹
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			1,72·10 ¹⁰	1,37·10 ¹⁰	-3,50·10 ⁹
	ПАО "ППГХО"	1,86·10 ¹⁰	1,50·10 ¹⁰	1,35·10 ¹⁰	-1,50·10 ⁹
	ПАО "МСЗ"	3,18·10 ⁹	2,09·10 ⁹	1,47·10 ⁹	-6,20·10 ⁸
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина"	1,07·10 ⁸	9,25·10 ⁵	5,52·10 ⁵	-3,73·10 ⁵
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"	6,35·10 ⁹	2,55·10 ⁷	2,79·10 ⁷	+2,40·10 ⁶
	ФГУП "НИИ НПО "ЛУЧ"	6,06·10 ⁶	6,06·10 ⁶	6,06·10 ⁶	0,0
ХРОМ-51			8,26·10 ⁸	3,83·10 ⁸	-4,43·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	2,20·10 ¹²	-	9,66·10 ⁶	+9,66·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	4,87·10 ¹³	8,35·10 ⁷	2,10·10 ⁸	+1,27·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	5,40·10 ¹³	7,11·10 ⁸	1,17·10 ⁸	-5,94·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	1,10·10 ¹²	1,34·10 ⁷	6,80·10 ⁶	-6,60·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	1,40·10 ¹²	-	1,59·10 ⁷	+1,59·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	4,60·10 ¹²	1,49·10 ⁷	1,27·10 ⁷	-2,20·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	1,30·10 ¹²	3,08·10 ⁶	1,09·10 ⁷	+7,82·10 ⁶
ЦЕЗИЙ-134			9,13·10 ⁸	8,93·10 ⁸	-2,00·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	1,70·10 ¹⁰	1,50·10 ⁵	1,45·10 ⁶	+1,30·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	2,96·10 ⁹	1,14·10 ⁷	2,79·10 ⁷	+1,65·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	7,60·10 ¹⁰	9,68·10 ⁶	3,88·10 ⁶	-5,80·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	2,50·10 ⁸	1,34·10 ⁷	6,80·10 ⁶	-6,60·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	7,30·10 ⁸	-	2,31·10 ⁶	+2,31·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	1,61·10 ¹⁰	8,74·10 ⁸	8,50·10 ⁸	-2,40·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	1,50·10 ¹⁰	1,99·10 ⁵	5,59·10 ⁵	+3,60·10 ⁵
	ФГУП "Атомфлот"	3,89·10 ⁷	3,88·10 ⁶	-	-3,88·10 ⁶
ЦЕЗИЙ-137			6,21·10 ⁹	5,49·10 ⁹	-7,20·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	1,70·10 ¹⁰	1,50·10 ⁸	9,50·10 ⁷	-5,50·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	3,39·10 ⁹	1,14·10 ⁷	2,79·10 ⁷	+1,65·10 ⁷
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	5,00·10 ¹⁰	6,78·10 ⁶	9,81·10 ⁶	+3,03·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	3,60·10 ⁸	1,34·10 ⁷	6,80·10 ⁶	-6,60·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	1,10·10 ⁹	-	3,13·10 ⁶	+3,13·10 ⁶
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	1,40·10 ¹⁰	1,47·10 ⁹	8,54·10 ⁸	-6,16·10 ⁸
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Смоленская АЭС	2,10·10 ⁹	3,00·10 ⁶	4,08·10 ⁶	+1,08·10 ⁶
	Отделение Фокино ДВЦ "ДальРАО" - филиала ФГУП "РосРАО"	1,00·10 ⁸	3,61·10 ⁶	2,69·10 ⁶	-9,20·10 ⁵

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2016 г. по сравнению с 2015 г.
			2015 г.	2016 г.	
	ФГУП "РАДОН"	$9,23 \cdot 10^8$	$1,20 \cdot 10^7$	$1,12 \cdot 10^7$	$-8,00 \cdot 10^5$
	ФГУП "Атомфлот"	$5,69 \cdot 10^7$	$2,95 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^7$	$-1,20 \cdot 10^6$
	ФГУП "ГХК"	$2,90 \cdot 10^{11}$	$4,48 \cdot 10^9$	$4,44 \cdot 10^9$	$-4,00 \cdot 10^7$
	ФГУП "НИТИ им. А.П. Александрова"	$3,60 \cdot 10^6$	$3,57 \cdot 10^5$	$4,40 \cdot 10^5$	$+8,30 \cdot 10^4$
	ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина"	$2,96 \cdot 10^8$	$3,32 \cdot 10^7$	$9,34 \cdot 10^6$	$-2,39 \cdot 10^7$
ЦЕРИЙ-144			$1,69 \cdot 10^8$	$3,05 \cdot 10^8$	$+1,36 \cdot 10^8$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$2,50 \cdot 10^{12}$	-	$8,70 \cdot 10^6$	$+8,70 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$4,58 \cdot 10^{11}$	$8,41 \cdot 10^7$	$1,89 \cdot 10^8$	$+1,05 \cdot 10^8$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$1,80 \cdot 10^{12}$	$5,68 \cdot 10^7$	$1,52 \cdot 10^7$	$-4,16 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$1,00 \cdot 10^{10}$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	$5,20 \cdot 10^{10}$	-	$1,17 \cdot 10^7$	$+1,17 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Нововоронежская АЭС	$5,60 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^7$	$1,27 \cdot 10^7$	$-1,90 \cdot 10^6$
ЦИНК-65			$6,44 \cdot 10^7$	$7,71 \cdot 10^7$	$+1,27 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$2,50 \cdot 10^{12}$	-	$3,38 \cdot 10^6$	$+3,38 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$5,35 \cdot 10^9$	$2,25 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$+3,26 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$1,00 \cdot 10^{11}$	$2,85 \cdot 10^7$	$8,04 \cdot 10^6$	$-2,05 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$1,30 \cdot 10^8$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
ЦИРКОНИЙ-95			$8,78 \cdot 10^7$	$6,44 \cdot 10^7$	$-2,34 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Белоярская АЭС	$1,10 \cdot 10^{10}$	-	$2,42 \cdot 10^6$	$+2,42 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Калининская АЭС	$1,18 \cdot 10^{13}$	$4,53 \cdot 10^7$	$4,53 \cdot 10^7$	0,0
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Кольская АЭС	$7,40 \cdot 10^{11}$	$2,85 \cdot 10^7$	$7,05 \cdot 10^6$	$-2,15 \cdot 10^7$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Курская АЭС	$2,10 \cdot 10^{10}$	$1,34 \cdot 10^7$	$6,80 \cdot 10^6$	$-6,60 \cdot 10^6$
	АО "Концерн Росэнергоатом" филиал Ленинградская АЭС	$2,40 \cdot 10^{10}$	-	$2,82 \cdot 10^6$	$+2,82 \cdot 10^6$
	ФГУП "Атомфлот"	$7,80 \cdot 10^9$	$5,92 \cdot 10^5$	-	$-5,92 \cdot 10^5$

Приложение D

Таблица 1

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2016 г., 10^{-5} Бк/м³

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Январь	10	0,22	22,3	1,26	-	-	44,7	2,66	26,2	4,75	16,5	0,67	13,8	1,37
Февраль	5,6	0,1	12,4	0,98	-	-	7	1,26	24,9	2,88	8,8	0,41	6,6	1,12
Март	4,7	0,08	18,3	1,98	-	-	17,7	1,29	25,2	3,46	13,9	0,25	14,6	1,26
Апрель	6,3	0,06	23	1,77	11,3	0,19	23	1,03	28,2	3,91	13,8	0,45	13,5	1,18
Май	10	0,12	26,3	2,23	16,7	0,19	16,3	0,36	25,5	2,73	14,9	0,15	15	0,82
Июнь	6,2	0,09	20,7	1,14	38,7	0,38	25	0,54	27,8	1,46	11,5	0,27	11,6	0,79
Июль	6,7	0,06	23,5	0,94	21	0,31	23	0,44	29,4	2,36	12,5	0,22	10,5	0,52
Август	6,4	0,06	25,7	1,22	22,7	0,17	16,3	0,94	27,9	1,24	11,2	0,24	13	1,08
Сентябрь	8,5	0,05	25,7	3,12	30,3	0,26	16,3	0,37	19,8	1,78	11,1	0,24	18,7	0,91
Октябрь	5,9	0,11	18,9	1,11	18	0,2	15,7	0,86	28,7	2,43	14,3	0,3	14,4	1,65
Ноябрь	7,6	0,12	27,4	0,83	10,7	0,25	15,7	1,51	21,1	2,2	13,1	0,34	15	0,89
Декабрь	4,3	0,1	11,2	0,99	19,3	0,33	14	1,28	15,7	3,09	10,2	0,29	8,5	0,73
Среднее														
2016 г.	6,8	0,10	21,3	1,46	21	0,25	19,6	1,05	25	2,69	12,7	0,32	13,3	1,03
2015 г.	7,8	0,19	22	2,36	24,2	1,65	19,4	0,97	25,8	4,06	10,2	0,49	13,6	1,35
2014 г.	10,6	0,2	27,2	1,9	27	1,7	22,6	0,7	22,2	2,8	15,3	0,6	16	1,5
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

Таблица 2

Средняя (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на территории Кыргызской Республики в 2015 г., Бк/м²·сутки

Месяц	Бишкек		Кара-Балта		Токтогул		Кызыл-Суу	
	с	м	с	м	с	м	с	м
Январь	0,4	1,2	1,4	4,9	1,3	3,5	1,4	3,3
Февраль	0,3	1,5	1	2,6	1,4	5,8	1,4	3,1
Март	0,3	1,7	1,2	3,3	1,3	3,9	1,1	2,8
Апрель	0,6	1,8	1,6	5,4	1,3	4,5	1,4	4,2
Май	0,4	2,3	1,5	5,5	1,1	3,7	1,3	3,7
Июнь	0,4	2	1,4	5,3	1,1	3,5	1,6	4,8
Июль	0,9	6,2	1,7	5,3	1,6	7,7	2,1	7
Август	0,5	1,4	1,6	5,8	1,1	3,9	1,6	5,1
Сентябрь	0,6	2,8	1,8	5,5	2	6,2	1,8	5,3
Октябрь	0,7	2,8	1,5	3,6	1,9	5,7	1,7	7,5
Ноябрь	0,6	2,1	1,7	5,4	1,9	5,3	1,9	5,5
Декабрь	0,8	3	2,1	5,9	1,8	5,3	2	6,1
Среднее								
2016 г.	0,5		1,5		1,5		1,6	
2015 г.	1,0		1,8		1,9		1,7	
2014 г.	0,7		1,8		2,2		1,8	
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	

Приложение Е

Объемные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2016 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	0,2**	0,05**	73**
02	Республика Алтай	0,3**	0,19**	139**
03	Республика Башкортостан	0,3**	0,19**	139**
04	Республика Бурятия	0,2**	0,26**	287**
05	Республика Дагестан	0,2**	0,05**	73**
06	Республика Ингушетия	0,2**	0,05**	73**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,2**	0,05**	73**
08	Республика Калмыкия	0,2**	0,05**	73**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,2**	0,05**	73**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,3/0,5*	0,12*	201/781*
11	Республика Коми (Ухта, Сыктывкар)	0,6/1,6* 0,5/1,0*	0,03* 0,06*	40/255* 62/522*
12	Республика Марий Эл	0,4**	0,08**	211**
13	Республика Мордовия	0,4**	0,08**	211**
14	Республика Саха (Якутия, Якутск)	0,1/0,3*	0,14*	343/783*
15	Республика Северная Осетия	0,7**	0,05**	73**
16	Республика Татарстан (Казань)	0,1/0,1*	0,04*	257/1068*
17	Республика Тыва (Кызыл)	0,1/0,1*	0,13*	26/367*
18	Удмуртская Республика	0,4**	0,08**	211**
19	Республика Хакасия	0,3**	0,19**	139**
20	Чеченская Республика	0,7**	0,05**	73**
21	Чувашская Республика	0,4**	0,08**	211**
22	Алтайский край (Барнаул)	0,1/0,3*	0,12*	134/1494*
23	Камчатский край	0,1**	0,10**	175**
24	Краснодарский край	0,7**	0,05**	73**
25	Красноярский край (Красноярск) ГХК 100-км зона (по 3-м п. наблюдения)	0,1/0,2* /0,5*	0,21* /0,54*	91/497* /2353*
26	Приморский край (Владивосток)	0,2/0,3*	0,22*	408/2091*
27	Ставропольский край	0,2**	0,05**	73**
28	Хабаровский край (Хабаровск)	0,1/0,3*	0,07*	203/596*
29	Амурская область (Благовещенск)	0,3/0,3*	0,71*	853/3677*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,2/0,2* 0,6/1,3*	0,12* 0,10*	45/186* 67/770*
31	Астраханская область (Астрахань.)	<0,2/0,2*	0,07*	95/410*
32	Белгородская область	0,4**	0,08**	211**
33	Брянская область (Брянск)	0,4/0,6*	0,11*	33/93*
34	Владимирская область	0,4**	0,08**	211**
35	Волгоградская область (Волгоград)	<0,2/0,1*	0,04*	57/183*
36	Вологодская область (Вологда)	0,1/0,2*	0,07*	51/246*
37	Воронежская область	0,4**	0,08**	211**
38	Ивановская область	0,4**	0,08**	211**
39	Иркутская область (Иркутск) Ангарск	0,3/0,5* 0,1/0,2*	0,53* 0,33*	433/2072* 287/1031*
40	Калининградская область	0,4**	0,08**	92**
41	Калужская область (Обнинск)	0,9/3,8*	0,18*	267/3606*
42	Кемеровская область	0,3**	0,19**	139**
43	Кировская область (Киров)	0,5/1,1*	0,12*	175/898
44	Костромская область	0,4**	0,08**	211**
45	Курганская область	0,3**	0,19**	139**
46	Курская область (Курск)	0,8/1,3*	0,08*	166/733*
47	Ленинградская область	0,4**	0,08**	92**
48	Санкт-Петербург	0,3/0,8*	0,09*	81/194*
49	Липецкая область	0,4**	0,08**	211**
50	Магаданская область (Магадан)	0,1/0,1	0,06*	78/396*
51	Московская область (Подмосковная)	0,3/0,5*	0,05*	97/370*
52	Москва	0,4**	0,08**	211**
53	Мурманская область (Мурманск,	1,1/7,2*	0,06*	87/339*

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.
	Зашеек)	0,1/0,3*	0,04*	53/213*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,4/0,6*	0,12*	215/911*

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.
55	Новгородская область	0,4**	0,08**	92**
56	Новосибирская область (Огурцово)	0,2/0,3*	0,23*	141/643*
57	Омская область (Омск)	0,2/0,4*	0,35*	206/1253*
58	Оренбургская область	0,4**	0,08**	211**
59	Орловская область	0,4**	0,08**	211**
60	Пензенская область (Пенза)	0,2/0,3*	0,05*	72/221*
61	Пермский край	0,3**	0,19**	139**
62	Псковская область	0,4**	0,08**	92**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	<0,2/0,2* 0,2/0,4*	0,02* 0,05*	77/301* 66/245*
64	Рязанская область	0,4**	0,08**	211**
65	Самарская область (Самара)	0,1/0,2*	0,07*	114/546*
66	Саратовская область	0,4**	0,08**	211**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	0,1/0,1*	0,05*	150/484*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,7/1,1*	0,33*	251/949*
69	Смоленская область	0,4**	0,08**	211**
70	Тамбовская область	0,4**	0,08**	211**
71	Тверская область	0,4**	0,08**	211**
72	Томская область (Томск Колпашево)	0,2/0,4* 0,4/1,1*	0,07*	133/776* 49/329*
73	Тульская область	0,4**	0,08**	211**
74	Тюменская область	0,3**	0,19**	139**
75	Ульяновская область	0,4**	0,08**	211**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,3**/ 1,1/3,7* 0,8/3,9* 2,8/8,0*	0,19** /0,54*	139**/ 214/1601* 126/771* 123/839*
77	Забайкальский край (Чита)	0,1/0,1*	0,08*	83/462*
78	Ярославская область	0,4**	0,08**	211**
79	Еврейский АО	0,2**	0,26**	287**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,2/0,4*	0,01*	35/192*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	0,1/0,2*	0,02*	93/289*
82	Чукотский АО	0,1**	0,10**	175**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,1/0,2*	0,02*	76/187*

Примечание: среднее/макс. – среднегодовое значение/максимальное значение (месячное или квартальное для ^{137}Cs , суточное – для $\Sigma\beta$);

* – 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} Tc	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)

