МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(Р О С Г И Д Р О М Е Т)

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

РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ в 2023 году

Е Ж Е Г О Д Н И К

ОБНИНСК
2024

Утверждено:

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

Согласовано:

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

с Генеральным директором Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» В.С. Косых.

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

УДК 504.054
ББК–20.18
Р–15

В Ежегоднике приводятся в обобщённом виде и анализируются данные наблюдений 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 на территории Российской Федерации и некоторых сопредельных государств.

Перепечатка и снятие копий с Ежегодника запрещаются.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

© Авторы, 2024
© ФГБУ «НПО «Тайфун», 2024
© Росгидромет, 2024

АВТОРЫ

Раздел 1

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Каткова М.Н., Богачева Е.Г.

Раздел 2

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Каткова М.Н., Полянская О.Н., Зубачева А.А., Тарасенко А.О., Епифанов А.О., Уваров А.Д., Козлова Е.Г., Яхрюшин В.Н., Степанова К.В., Баратова З.А., Артемьев Г.Б.
УГМС	Горохольская В.З., Иванова И.Н., Третьяков В.Н., Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Паршин В.В., Симоненко Н.Т., Ляшко О.Л., Землякова Н.В., Люцигер А.О., Черешинская В.Ю., Башкиров Н.И., Насыров А.М., Осипова Н.В., Новокрещева С.В., Таничева И.В., Полякова В.С., Шульгина М.А., Климашевский А.В., Репникова И.В., Генералова Е.Н., Эмина Л.А., Пилипенко Т.Е., Стеценко Т.И., Чаус О.М., Устинова А.А., Павлова Т.В., Криворучко Н.И., Низовская Н.А., Мингазов А.С., Усатова И.А., Залыбина Ю.Н., Кубай Б.В., Скалыга О.Р., Купцов С.С., Захаров С.Д., Федотова А.В., Ульянов Р.Е., Ширнин А.В., Ивкин А.С., Худалеева Т.И., Ершов Р.В., Цветкова В.С., Сазонова И.Л., Мясоедов С.Г., Лозовой В.И., Медведева Э.П., Костогладов К.Ю., Шлёнская Н.С., Борисенко А.Г., Сердюк Г.Б., Замятина Э.А., Голубцова И.В., Мельничук А.Ю., Фурсов Н.А., Крюков Д.С., Потапов В.В., Руднев В.В., Кейлер В.А., Чеклецова Ю.В., Мурашко Л.И., Гаврильева Л.Н.
АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»	Якушкин В.С.
ФГУП «Радон»	Лужецкий А.В., Пронь И.А, Макаров Е.П., Пташкин А.Г., Чистовский Ю.В., Гордеев С.К., Светличный Ю.А., Чегонов Н.В.
ФГУП «НО РАО»	Иванова О.И., Старкова М.В.
ПАО ППГХО	Кириченко Т.Г.

Раздел 3

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Крышев А.И., Косых И.В., Павлова Н.Н., Бурякова А.А., Газиев И.Я., Сазыкина Т.Г., Росновская Н.А., Крышев И.И.
УГМС	Сердюк Г.Б., Замятина Э.А., Голубцова И.В., Медведева Э.П., Крюков Д.С., Мясоедов С.Г., Башкиров Н.И., Руднев В.В. и др.
АО «Концерн «Росэнергоатом»	Хлебцевич В.Е.
ФГУП «ГХК»	Капустин Н.Ф., Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю., Костюк И.В., Петухова О.Л., Зятьков П.А., Садырев Ю.А.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю.Г., Дементьева А.Е., Хорякова Е.И., Исаева Н.Б., Яркова Т.А., Громов С.А.

Раздел 4

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н.
Уральское УГМС	Сердюк Г.Б., Банникова О.А., Замятина Э.А., Голубцова И.В.

Раздел 5

ФГБУ «НПО «Тайфун»	Карцева А.И.
РЦРКМ Республики Беларусь	Дюбайло О.В., Трафимчик З.И., Глинская С.Н., Кадочникова А.В., Кудина Е.И.
ГНО «Центр гидрометеорологии и мониторинга» Министерства окружающей среды Республики Армения	Азизян Л., Асикян А.

Приложения

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Козлова Е.Г., Богачева Е.Г., Артюхова Л.И., Ромашин Д.В., Карцева А.И., Кузьмин В.С., Зубачева А.А., Тарасенко А.О., Баратова З.А.
ФГУП «НО РАО»	Иванова О.И., Старкова М.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Список сокращений ... 8

Введение ... 12

1. Обобщённые данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории Российской Федерации ... 16
Список литературы к введению и разделу 1 ... 34

2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов Российской Федерации ... 35
2.1. Центральный федеральный округ ... 35
2.1.1. Радиационная обстановка в Москве и Московской области ... 40
2.1.2. РОО г. Обнинска ... 47
2.2. Северо-Западный федеральный округ ... 54
2.2.1. РОО г. Северодвинска ... 60
2.2.2. РОО на территории Мурманской области ... 70
2.3. Южный федеральный округ ... 75
2.3.1. Филиал «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО», г. Ростов ... 79
2.3.2 Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 80
2.3.3. Республика Крым ... 81
2.3.4. Донецкая Народная Республика, Луганская Народная Республика, Запорожская область и Херсонская область ... 83
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ ... 84
2.4.1. Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 85
2.5. Приволжский федеральный округ ... 86
2.5.1. АО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград ... 91
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона ... 95
2.6. Уральский федеральный округ ... 101
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона ... 104
2.6.2. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 107
2.6.3. Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 108
2.7. Сибирский федеральный округ ... 109
2.7.1. ПАО «НЗХК» ... 113
2.7.2. Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 119
2.7.3. АО «АЭХК» и ПХРО филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» ... 123
2.8. Дальневосточный федеральный округ ... 127
2.8.1. РОО на территории Камчатской области ... 131
2.8.2. ПАО «ППГХО» ... 133
Список литературы к разделу 2 ... 140

3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла ... 141
3.1. Балаковская АЭС ... 141
3.2. Белоярская АЭС и АО «ИРМ» ... 150
3.3. Билибинская АЭС ... 163
3.4. Калининская АЭС ... 169
3.5. Кольская АЭС ... 178
3.6. Курская АЭС ... 187
3.7. Ленинградская АЭС ... 199
3.8. Нововоронежская АЭС ... 209
3.9. Ростовская АЭС ... 217
3.10. Смоленская АЭС ... 222
3.11. ФГУП «ПО «Маяк» ... 230
3.12. ФГУП «ГХК» ... 253
3.13. АО «СХК» ... 270

3.14. АО «ПАТЭС» ... 278
Список литературы к разделу 3 ... 283

4. Радиационная обстановка в районах, загрязнённых в результате аварий на ФГУП «ПО «Маяк» и на Чернобыльской АЭС ... 287
4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) ... 287
4.2. Территории ЕТР, загрязнённые в результате аварии на Чернобыльской АЭС ... 289
Список литературы к разделу 4 ... 291

5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств ... 292
5.1. Республика Беларусь ... 292
5.2. Республика Армения ... 299
Список литературы к разделу 5 ... 300

Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2023 году ... 301

Приложение A ... 304
Приложение B ... 316
Приложение C ... 317
Приложение D ... 331
Приложение E ... 332
Приложение F ... 334

Список сокращений

АГ	–	аналитическая группа
АГС	–	автомобильная гамма-съёмка
АМБ	–	реактор канального типа на тепловых нейтронах
АМЦ	–	авиационный метеорологический центр
АО	–	автономный округ
АО	–	акционерное общество
АПК	–	автоматический пост контроля
АРМЗ	–	Атомредметзолото
АСКРО	–	автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСМРО	–	автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки
АТО	–	суда атомного технологического обслуживания
АТР	–	Азиатская территория России
АЭС	–	атомная электростанция
$А_{эфф}$	–	удельная эффективная активность естественных радионуклидов
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
ВДНХ	–	Выставка достижений народного хозяйства
ВММ	–	высотная метеорологическая мачта
ВМФ	–	Военно-морской флот
ВНИИ	–	Всероссийский НИИ
ВНИИЭФ	–	ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	–	Восточно-Уральский радиоактивный след
ВТ	–	вентиляционная труба
ВФУ	–	воздухофильтрующая установка
ГМЗ	–	гидрометаллургический завод
ГНЦ	–	государственный научный центр
ГХК	–	горно-химический комбинат
ДВ	–	допустимый выброс
ДВФО	–	Дальневосточный федеральный округ
ДЖН	–	долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 ч)
$ДК_{Б}$	–	допустимая среднегодовая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
$ДОА_{нас.}$	–	допустимая среднегодовая объёмная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДС	–	допустимый сброс
$ДУА_{нас.}$	–	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
ИАЦ	–	информационно-аналитический центр
ИПЗ	–	интегральный показатель загрязнения
ИИИ	–	источники ионизирующего излучения
ИПМ	–	Институт проблем мониторинга окружающей среды
ИРГ	–	инертные радиоактивные газы

ИРМ – Институт реакторных материалов (бывш. СФ НИКИЭТ)
ИТЭФ – Институт теоретической и экспериментальной физики

КЗФ – Ключевской завод ферросплавов
КлнАЭС – Калининская АЭС
КЖН – короткоживущие радионуклиды (период полураспада – менее 24 часов)
КоАЭС – Кольская АЭС
КП – контрольный пункт
КУ – контрольный уровень
КуАЭС – Курская АЭС

ЛАЭС – Ленинградская АЭС
ЛБК – левобережный обводной канал
ЛВДК – лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК – лаборатория внешнего радиационного контроля
ЛКВРБ – лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛООС – лаборатория охраны окружающей среды
ЛРЭМ – лаборатория радиоэкологического мониторинга

МАЭД – мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения
МДА – минимально детектируемая активность
МИФИ – Московский инженерно-физический институт
МКРЗ – Международная комиссия по радиационной защите
МТУ – межрегиональное территориальное управление
МЦИК – Международный центр инженерных компетенций

НАО – Ненецкий автономный округ
НВАЭС – Нововоронежская АЭС
НЗХК – Новосибирский завод химконцентратов
НИИ – научно-исследовательский институт
НИИАР – НИИ атомных реакторов
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НИФХИ – Научно-исследовательский физико-химический институт
НИЦ – национальный исследовательский центр
НИЯУ – национальный исследовательский ядерный университет
НПИ – нижний предел измерения
НПО – научно-производственное объединение
НРБ – нормы радиационной безопасности

ОГМС – объединённая гидрометеорологическая станция
ОДЦ – опытно-демонстрационный центр
ОДЭК – опытно-демонстрационный энергетический комплекс
ОИАЭ – объект использования атомной энергии
ОКБМ – Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова
ОПР – обобщённый показатель риска
ОРБ – отдел радиационной безопасности
ОРМ ЦМС – отдел радиационного мониторинга центра по мониторингу загрязнения окружающей среды
ОСПОРБ – основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОТВС – отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯРБ – отдел ядерной и радиационной безопасности
ОЯТ – отработавшее ядерное топливо

ПАО – публичное акционерное общество
ПАТЭС – плавучая атомная теплоэлектростанция
ПБК – правобережный обводной канал
ПВХЖРО – поверхностные водоёмы хранилища жидких радиоактивных отходов
ПДВ – предельно допустимый выброс
ПДС – предельно допустимый сброс
ПЛК – промливневая канализация
ПНЗ – пост наблюдения за загрязнением
ПНРЗ – пост наблюдения за радиоактивным загрязнением
ПО – производственное объединение
ППБЧ – плотность потока бета-частиц
ППГХО – Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ПЭБ	–	плавучий энергоблок
ПФО	–	Приволжский федеральный округ
ПХРО	–	пункт хранения радиоактивных отходов
РАН	–	Российская академия наук
РАО	–	радиоактивные отходы
РБМК	–	реактор большой мощности кипящий
РДУ	–	республиканские допустимые уровни
РОО	–	радиационно опасный объект
РРМЛ	–	региональная радиометрическая лаборатория
РУ	–	региональное управление
РФ	–	Российская Федерация
РФЯЦ	–	Российский федеральный ядерный центр
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	–	серно-кислотный цех
СНИИП	–	Специализированный научно-исследовательский институт приборостроения
СНЛК	–	станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	–	санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СПРК	–	стационарный пост радиационного контроля
СРБиООС	–	службы радиационной безопасности и охраны окружающей среды
СРЗ	–	судоремонтный завод
СРК	–	система радиационного контроля
СРКМ	–	система радиационного и радиоэкологического контроля и мониторинга
СРМ	–	система радиационного мониторинга
СФ НИКИЭТ	–	Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
СФМ	–	станция фонового мониторинга
СФМ	–	сорбционно-фильтрующий материал
СФО	–	Сибирский федеральный округ
СХК	–	Сибирский химический комбинат
США	–	Соединённые Штаты Америки
ТВС	–	тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	–	тепловыделяющий элемент
ТКВ	–	Теченский каскад водоёмов
ТЛД	–	термолюминесцентный дозиметр
ТРО	–	твёрдые радиоактивные отходы
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
УМЗА	–	Управление мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ
УМФ	–	установка малофоновая
УРКОС	–	участок радиационного контроля окружающей среды
УФО	–	Уральский федеральный округ
УЭХК	–	Уральский электрохимический комбинат
ФГБУ	–	Федеральное государственное бюджетное учреждение
ФГУП	–	Федеральное государственное унитарное предприятие
ФИАЦ	–	Федеральный информационно-аналитический центр
ФМБА	–	Федеральное медико-биологическое агентство
ФПП	–	фильтр Петрянова полихлорвиниловый
ФЭИ	–	Физико-энергетический институт
ФЭО	–	Федеральный экологический оператор
ХЖО	–	хранилище жидких отходов
ХЖТО	–	хранилище жидких и твёрдых отходов

ХОРО	–	хранилище отверждённых радиоактивных отходов
ХОЯТ	–	хранилище отработавшего ядерного топлива
ХСО	–	хранилище сухих отходов
ХССО	–	хранилище сухих слабоактивных отходов
ХТО	–	хранилище твёрдых отходов
ХТРО	–	хранилище твёрдых 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
ЧАЭС	–	Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	–	Чепецкий механический завод
ЭВЗ	–	экстремально высокое загрязнение
ЭГП	–	электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	–	эквивалентная равновесная объёмная активность
ЭХЗ	–	Электрохимический завод
ЭХП	–	Электрохимприбор
ЮФО	–	Южный федеральный округ
ЯРБ	–	ядерная и радиационная безопасность
ЯРОО	–	ядерно- и радиационно опасные объекты
ЯТЦ	–	ядерно-топливный цикл
ЯЭУ	–	ядерная энергетическая установка

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщённые за 2023 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 объекты/предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ), РОО Министерства обороны, пункты хранения радиоактивных отходов (РАО), предприятия по ремонту и обслуживанию судов с ядерно-энергетическими установками (ЯЭУ), а также научные учреждения, при работе которых образуются РАО. В Ежегоднике также приводится анализ радиационной обстановки на ранее загрязнённых территориях в результате крупных радиационных аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк».

Данные, включённые в Ежегодник, получены главным образом путём анализа и обобщения результатов наблюдений, проводившихся в 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 и материалы научных публикаций.

В Ежегоднике за 2023 год:

в разделе 1 приводятся обобщённые данные о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ;

в разделе 2 даётся описание 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 ЯТЦ;

в разделе 4 описана радиационная обстановка в районах, загрязнённых в результате аварий;

в разделе 5 представлены данные о радиационной обстановке на территориях сопредельных государств – Республики Беларусь и Армении.

В Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются НРБ-99/2009 [1], СанПиН-2001 [2], а также Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности, ОСПОРБ-99/2010 [3]. В табл. 1 для удобства пользователей приведено соотношение допустимых для населения объёмных активностей некоторых радионуклидов в воздухе и 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] $ДК_Б$	НРБ-96 [5] $ДОА_{НАС.}$	НРБ-99 НРБ-99/2009 $ДОА_{НАС.}$	НРБ-76/87 $ДК_Б$	НРБ-96 $ДУА_{НАС.}$	НРБ-99 УВ	НРБ-99/2009 УВ
^{3}H	$11\cdot10^3$ (пары)	$7{,}6\cdot10^3$	$1{,}9\cdot10^3$	$15\cdot10^4$	$3\cdot10^4$	$7{,}7\cdot10^3$	$7{,}6\cdot10^3$
^{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
$^{239+240}Pu$	$1{,}1\cdot10^{-3}$	$2{,}9\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$	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 ^{226}Ra, ^{238}U, ^{232}Th и техногенных радионуклидов.

В настоящем Ежегоднике изложение результатов измерений ведётся 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 Ки = $3{,}7\cdot10^{10}$ Бк;

$1\cdot10^{-15}$ Ки/м^3 = $1\cdot10^{-18}$ Ки/л = $3{,}7\cdot10^{-5}$ Бк/м^3; $1\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 ≈ $0{,}27\cdot10^{-15}$ Ки/м^3;

1 мКи/км^2 = 37 Бк/м^2; 1 Ки/км^2 = 1 мкКи/м^2 = 37 кБк/м^2; 1 кБк/м^2 ≈ $27\cdot10^{-18}$ Ки/км^2;

$1\cdot10^{-12}$ Ки/л = 37 мБк/л; 1 Бк/л ≈ $27\cdot10^{-12}$ Ки/л;

1 ТЕ = $3{,}25\cdot10^{-12}$ Ки/л = 120,25 мБк/л воды (для трития);

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

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

1 Р = 0,87 рад = 0,87 сГр; 1 Гр ≈ 115 Р.

При мониторинге радиационной обстановки для характеристики гамма-фона используется мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД). Для перехода от шкалы дозиметров, измеряющих мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в мкР/ч, к МАЭД в мкЗв/ч используется соотношение [3]: 1 Зв = 1 Гр = 115 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 ($\sum\beta$, 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 МАЭД на территории РФ проводятся стационарными пунктами наблюдения (гидрометеостанциями и постами), входящими в СРМ Росгидромета.

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет лаборатория

«Научно-методическое руководство СРМ Росгидромета» Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» («НПО «Тайфун», г. Обнинск).

Руководство работой СРМ на федеральном уровне осуществляется Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ (УМЗА) Росгидромета Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии через территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и региональные радиометрические лаборатории (РРМЛ).

По состоянию на начало 2023 г. количество работающих пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

1267 – по измерению МАЭД и более 30 постов наблюдения за загрязнениями (ПНЗ) в крупных городах; кроме этого дополнительно проводились измерения МАЭД с помощью автоматических постов;

362 – по отбору проб радиоактивных выпадений;

55 – 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;

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

10 – 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. Полный перечень РОО на территории РФ представлен в Приложении А.1.

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

Таблица 2

Виды наблюдений и количество постов СРМ в федеральных округах РФ

Федеральный округ	МАЭД*	Количество постов наблюдения					
		Радиоактивные аэрозоли в атмосферном воздухе (ВФУ)	Радиоактивные выпадения (планшеты)	Стронций в речной и озёрной воде (С)	Стронций в морской воде (М)	Тритий в речной воде (Р)	Тритий в атмосферных осадках (Т)
Центральный	**147**	**7**	**46**	**3**	**-**	**1**	**2**
Северо-Западный	**166**	**11**	**35**	**9**	**6**	**2**	**4**
Северо-Кавказский	**44**	**-**	**9**	**-**	**-**	**-**	**-**
Южный (с учётом Крыма)	**89 (105)**	**4**	**22 (28)**	**3**	**1**	**2**	**2**
Приволжский	**189**	**6**	**36**	**4**	-	**1**	**5**
Уральский	**134**	**6**	**57**	**12**	**-**	**1**	**1**
Сибирский	**219* (184)**	**14**	**66**	**3**	**-**	**2**	**6**
Дальневосточный	**262****	**7**	**85**	**9**	**3**	**6**	**12**
Всего по РФ	**1267**	**55**	**362**	**43**	**10**	**15**	**32**

Примечания: - – наблюдения не проводятся;

* – с учётом станции, где МАЭД измеряется дозиметром ДП-5 с порогом обнаружения 45 мкЗ/ч, в скобках – без учёта;

** – с учётом станции, где МАЭД измеряется только с помощью автоматических комплексов.

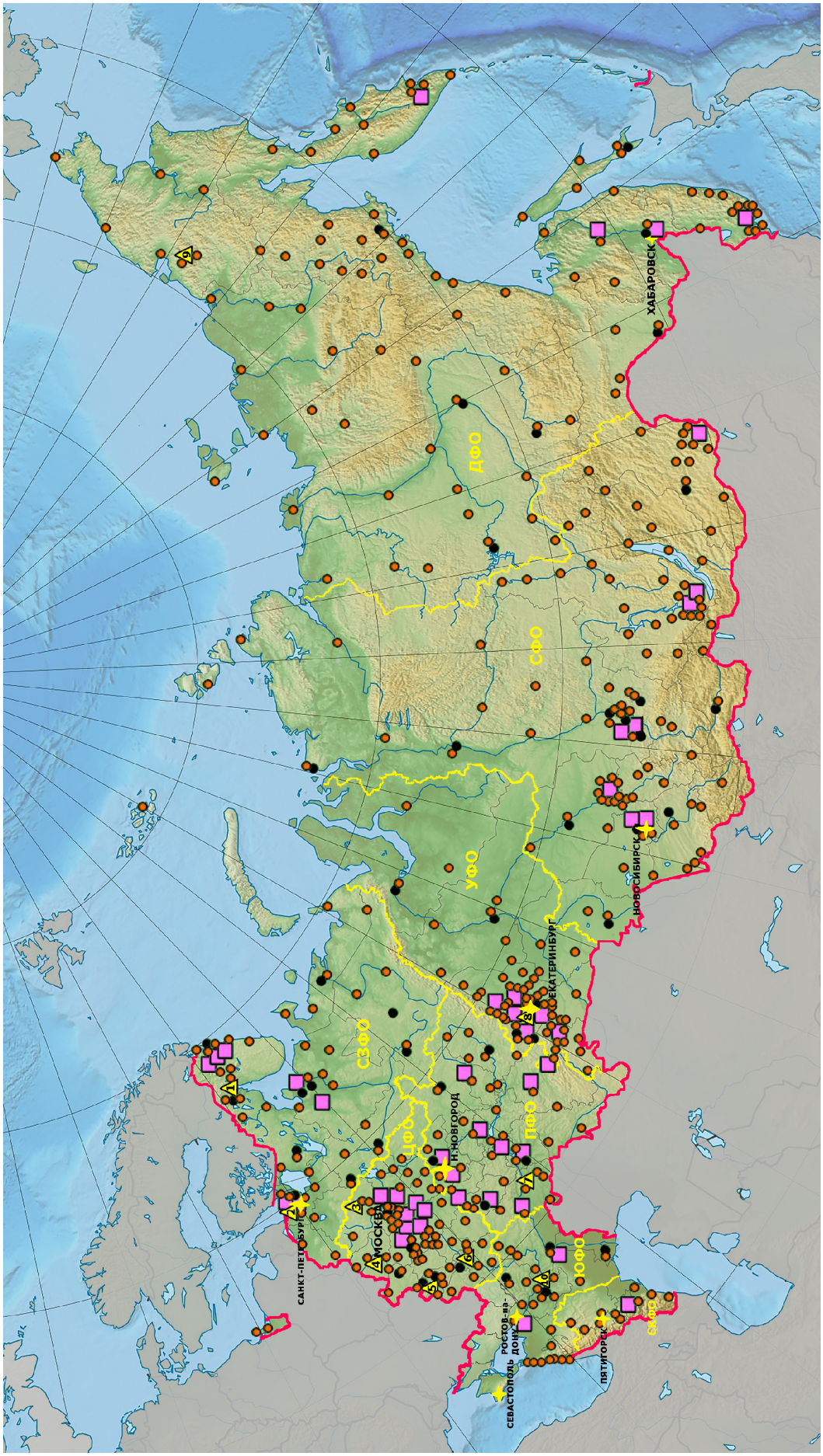


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:

● – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;

● – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;

▲ – АЭС;

■ – радиационно опасные объекты.

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

Глобальное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ произошло в 1954–1980 гг. в период испытаний ядерного оружия в атмосфере.

На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на Европейской территории России (ЕТР) в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС; на Азиатской территории России (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 ПО «Маяк» в Челябинской области, Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае, ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» в Забайкальском крае. Существенно меньшее влияние оказывают атомные электростанции (АЭС).

В 2011 г. поступление аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1» привело к 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, озёрные и морские воды, почва) на территории РФ проводятся стационарными пунктами наблюдения (гидрометеорологическими станциями и постами), входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета, а также во время маршрутных и экспедиционных обследований.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2023 г., как и в предыдущие годы, проводились путём непрерывного отбора проб аэрозолей воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни или пять суток [1]. В соответствии с методикой суммарная β-активность (Σβ) суточных проб аэрозолей определяется дважды – через сутки и через пять суток после окончания отбора пробы. По результатам измерений Σβ проб аэрозолей рассчитывалась объёмная Σβ в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводится объёмная Σβ радионуклидов, измеренная через пять суток после отбора. Если среднесуточная объёмная Σβ по измерению через сутки превышает $3{,}7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м^3 или по измерению через пять суток в 5 раз и более превышает фоновый уровень за предыдущий месяц, то определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью γ-спектрометрического анализа. Если значения объёмной Σβ 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 проводится γ-спектрометрический анализ объединённых проб для определения активности техногенных

и природных γ-излучающих радионуклидов и радиохимический анализ определения содержания ^{90}Sr. Методики отбора проб объектов природной среды, подготовка счётных образцов и их анализа описаны в [4–12].

На рис. 1.1 показаны годовые средневзвешенные по территориям отдельных географических районов РФ значения объёмной ∑β, в том числе на ЕТР и АТР, и по территории РФ в целом. Города Брянск и Курск показаны отдельно, вне географических районов, в связи с тем, что они расположены вблизи территорий, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Также отдельно показан п. Новогорный в Челябинской области, расположенный вблизи ПО «Маяк».

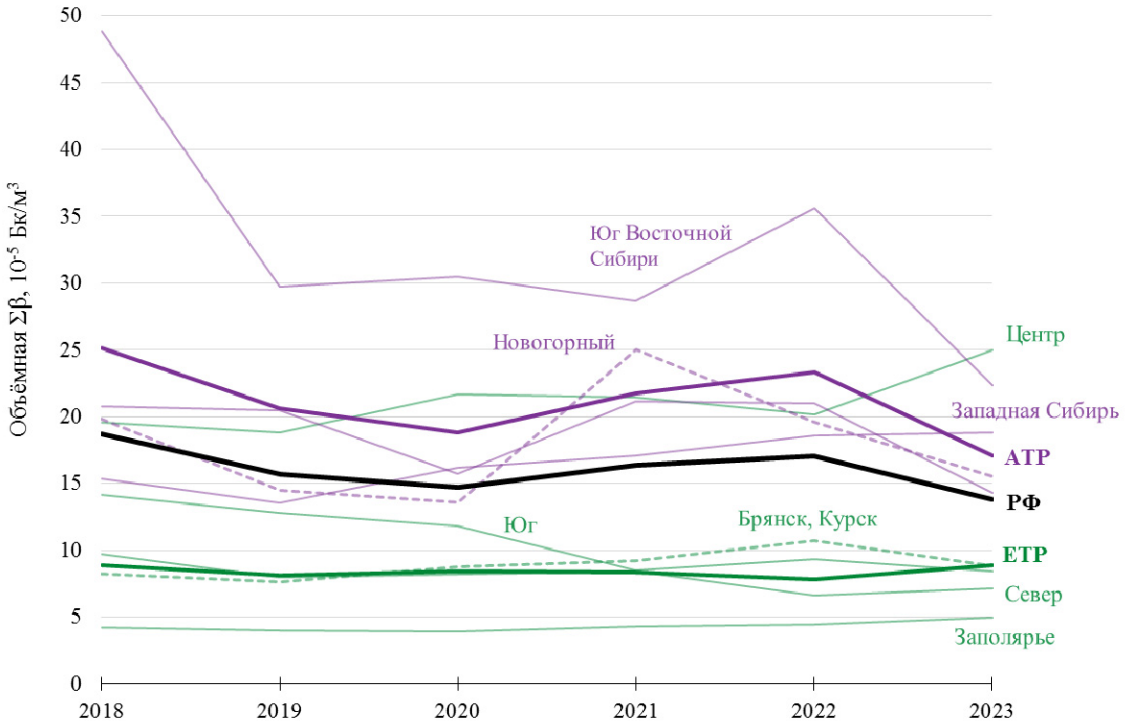


Рис. 1.1. Среднегодовые значения объёмной Σβ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2018–2023 гг.

Группировка пунктов наблюдения за объёмной активностью радиоактивных продуктов в приземном слое воздуха по географическим регионам РФ дана в Приложении А.2. В Приложениях А.3–А.5 даны средневзвешенные значения объёмной Σβ, активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2023 году.

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

Средневзвешенное по территории РФ значение объёмной Σβ в приземном слое воздуха в 2023 г. составляло $13{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 и было незначительно ниже диапазона за предшествующие 10 лет ($13{,}9 \cdot 10^{-5}$ – $19{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3). Самые высокие среднегодовые значения объёмной Σβ наблюдались, как и в предыдущие пять лет, в центре ЕТР ($25 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) и на юге Восточной Сибири ($22{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

Объёмная Σβ вблизи территорий, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС, начиная с 2000 г. вышла на уровни, наблюдающиеся на незагрязнённой территории ЕТР. Среднее за 2023 г. значение объёмной Σβ в воздухе в Брянске составляло $6{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в Курске –

$15{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Средневзвешенная объёмная Σβ в этих пунктах за последние пять лет находилась в диапазоне $7{,}6 \cdot 10^{-5}$ – $10{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

В пункте Новогорный в 2023 г. наблюдалось небольшое снижение величины объёмной Σβ – до $15{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2022 г. – $19{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

В 2023 г. средневзвешенная по территории ЕТР величина объёмной Σβ, включая Брянск и Курск, изменилась незначительно по сравнению с предыдущим годом, и составила $8{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, тогда как в 2022 г. – $7{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. На территории АТР средневзвешенная величина объёмной Σβ в 2023 г. была $17{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что в 1,4 раза меньше чем в 2022 году ($23{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

На рис. 1.2 показана динамика среднемесячной объёмной Σβ в приземном слое атмосферы в 2022–2023 гг. на территории РФ. Среднемесячная объёмная Σβ регионов страны в 2023 г. изменялась в пределах $3{,}6 \cdot 10^{-5}$ – $36{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Минимальная среднемесячная объёмная Σβ наблюдалась в октябре на севере ЕТР, а максимальная − в апреле в центре ЕТР. Как видно из рис. 1.2, значения объёмной Σβ в среднем на территории РФ отчётливо повышаются в холодный период года во время отопительного сезона – с ноября–декабря по март–апрель, в 2023 г. наиболее высокие значения наблюдались в январе–марте ($15{,}5 \cdot 10^{-5}$ – $16{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3). Вероятно, это связано с повышением содержания радионуклидов природного происхождения в топливе, потребление которого возрастает зимой. В 2023 г. эта тенденция выражена слабее по сравнению с 2022 г.

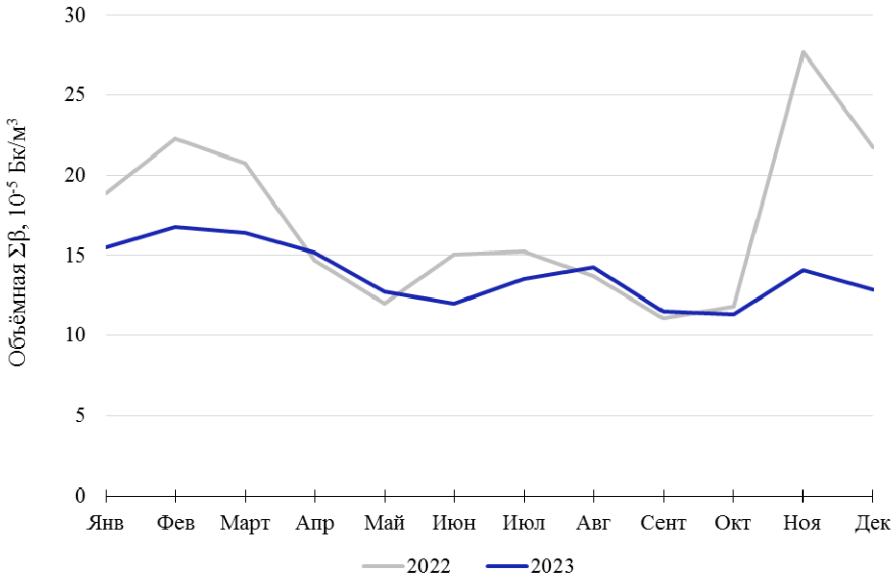


Рис. 1.2. Среднемесячные объёмные Σβ, средневзвешенные по территории РФ в 2022 и 2023 гг.

Максимальные среднемесячные значения объёмной Σβ в отдельных населённых пунктах наблюдались: на территории ЕТР – в Балаково в мае ($164{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) и апреле ($129{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3), на территории АТР − в феврале в Сухобузимском ($82{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) и в январе в Хабаровске ($68{,}3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

По оперативным данным СРМ Росгидромета, в 2023 г., как и в 2022 г., на территории России не было зафиксировано повышения объёмной Σβ до экстремально высоких значений. Случаев высоких значений объёмной Σβ радионуклидов в аэрозолях (более пятикратного превышения над

средним уровнем предыдущего месяца) в 2023 г. было 45 (в 2022 г. – 34 случая). Наиболее высокие суточные величины объёмной Σβ в 2023 г. наблюдались в пунктах Сухобузимское (216,6·10^{-5} Бк/м^3, 213,3·10^{-5} Бк/м^3), Обнинск (214·10^{-5} Бк/м^3), максимум – в пункте Сухобузимское (Среднесибирское УГМС) 8 и 9 февраля 2023 г. (275,4·10^{-5} Бк/м^3).

Наибольшее число случаев высоких значений Σβ атмосферных выпадений и аэрозолей на территории России отмечалось зимой: в декабре – 11, январе – 3, феврале – 29. Причём в 2023 г. максимумы величин объёмной Σβ, а также величины превышения фоновых уровней были на уровне 2022 г. Повышенные значения объёмной Σβ, как правило, наблюдались за счёт природных радионуклидов.

Выраженной временной тенденции изменения величины объёмной Σβ в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации общей радиационной обстановки в приземном слое атмосферы.

На рис. 1.3 показаны средние объёмные активности ^{137}Cs в воздухе в 2018–2023 гг., взвешенные по территориям отдельных географических районов, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом.

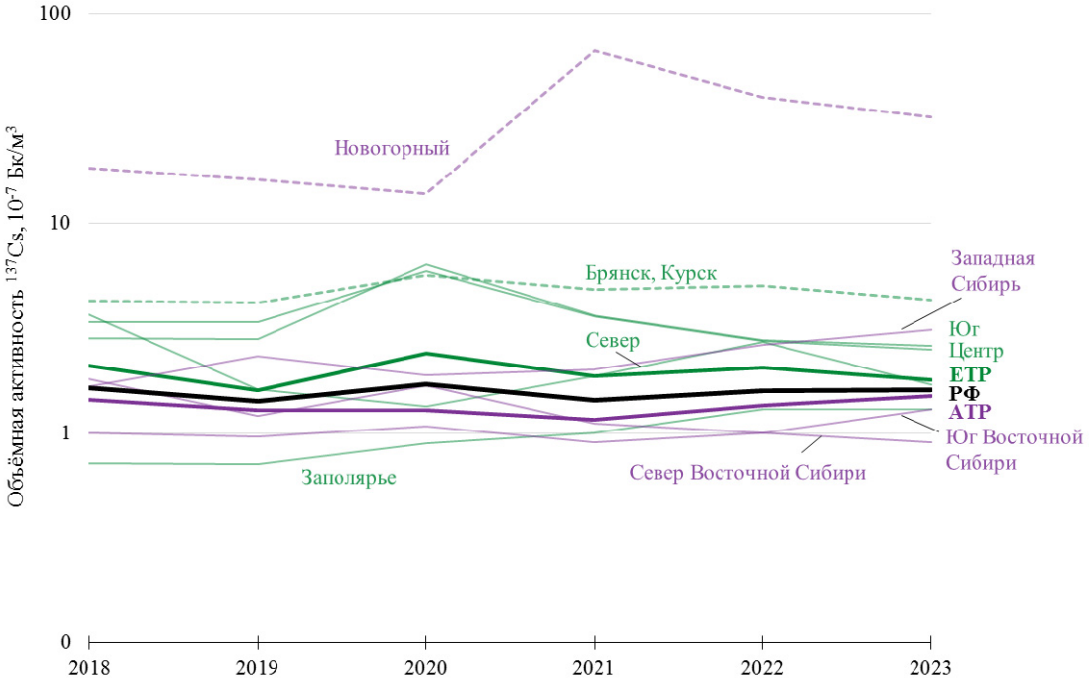


Рис. 1.3. Средние значения объёмной активности ^{137}Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2018–2023 гг.

Наиболее высокие значения объёмной активности ^{137}Cs в воздухе наблюдаются вблизи загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС территорий (Брянск, Курск). Среднегодовая взвешенная объёмная активность ^{137}Cs на этих территориях за последние пять лет в 1,2–2 раза превышала средние уровни центра ЕТР, за исключением 2020 г., когда объёмная активность ^{137}Cs, взвешенная по центру и югу ЕТР (5,9 и 6,4·10^{-5} Бк/м^3 соответственно), была на уровне среднегодового значения по Брянску и Курску (5,6·10^{-5} Бк/м^3). Максимумы 2020 г. обусловлены лесными пожарами в центральной части РФ.

Годовые средневзвешенные по территориям отдельных географических районов ЕТР значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2023 г. были на уровне или незначительно ниже по сравнению с 2022 г. В пунктах наблюдения Заполярья и АТР среднемесячная активность ^{137}Cs в большинстве случаев оказывалась ниже предела обнаружения – менее $1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. В большинстве пунктов севера и юга Восточной Сибири (АТР) в течение всего года объёмная активность ^{137}Cs была ниже порога обнаружения. Среднегодовое, взвешенное по АТР, значение активности ^{137}Cs в воздухе в 2023 г. ($1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) осталось на уровне прошлого года ($1{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

В целом среднегодовая взвешенная по территории России объёмная активность ^{137}Cs в воздухе осталась на уровне предыдущих пяти лет ($1{,}4 – 1{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и составила $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Существенно более высокие значения объёмной активности ^{137}Cs в воздухе наблюдаются в 100-км зоне ПО «Маяк» (пункты Новогорный, Кыштым, Аргаяш). Поэтому при подсчёте средневзвешенных объёмных активностей ^{137}Cs по АТР и РФ в целом значения по этим пунктам не учитывались. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в Новогорном, увеличившаяся в 2021 г. до $66{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, снижается за последние два года и в 2023 г. составила $32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, но пока не вернулась на уровень предшествующих 2017–2022 гг. ($13{,}8–18{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), и близка к значению 2016 г. ($28{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Величины среднемесячной объёмной активности ^{137}Cs приведены в Приложении А.4.

В Кыштыме и Аргаяше среднемесячные значения были в диапазоне от $2 \cdot 10^{-7}$ до $68{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, составив в среднем за год $12 \cdot 10^{-7}$ и $7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно. Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объёмные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в п. Кыштым ($68{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и в п. Аргаяш ($15{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в августе), п. Новогорный ($98{,}5 \cdot 10^{-7}$ и $64{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в августе и декабре).

За пределами загрязнённых территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объёмные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в мае и октябре в Курчатове (Курская АЭС) – $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (среднегодовое – $7{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), Нововоронеже – $17 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 и $18 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в сентябре и октябре (среднегодовое – $6{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), Верхнем Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) – $20 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в IV квартале (среднегодовое – $9{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Приведённые выше максимальные среднемесячные объёмные активности ^{137}Cs были на шесть-семь порядков ниже допустимой объёмной активности ^{137}Cs в воздухе для населения ($ДОА_{НАС.}$ равна 27 Бк/м^3 по НРБ-99/2009) [1].

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объёмной активности ^{137}Cs в воздухе в 2022–2023 гг., взвешенные по территории РФ. В III квартале 2023 г. ($1{,}3 – 1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) объёмная активность ^{137}Cs была ниже, чем в 2022 г. ($1{,}8 – 2{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), в остальные месяцы значения были в диапазоне $1{,}4–1{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что сопоставимо со значениями 2022 года.

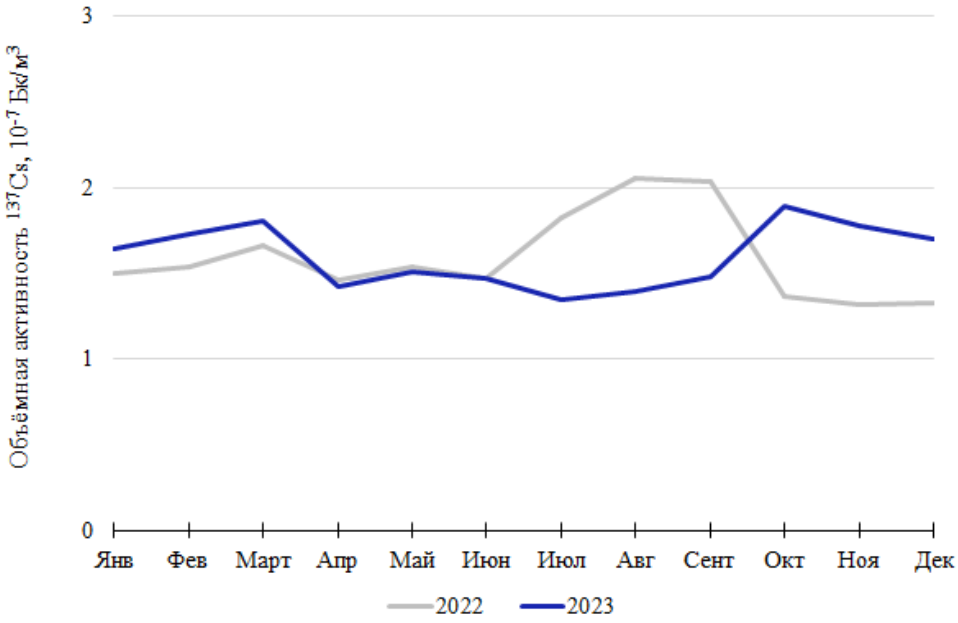


Рис. 1.4. Среднемесячная объёмная активность ^{137}Cs по территории РФ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2022 и 2023 гг.

Средневзвешенная по отдельным регионам объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2022–2023 гг. представлена на рис. 1.5. В 2023 г. во всех регионах РФ объёмная активность ^{90}Sr оставалась в том же диапазоне, что и в прошлом году, за исключением севера Восточной Сибири и Западной Сибири. В Западной Сибири она увеличилась и составила $2{,}27 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что выше самого низкого значения за весь период наблюдений 2022 г. ($0{,}68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), однако входит в диапазон 2019–2021 гг. ($1{,}18–1{,}87 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

На севере Восточной Сибири в 2023 г. наблюдалось наибольшее снижение годовой средневзвешенной объёмной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы – до $0{,}71 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,7 раза меньше чем в 2022 г. ($1{,}26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

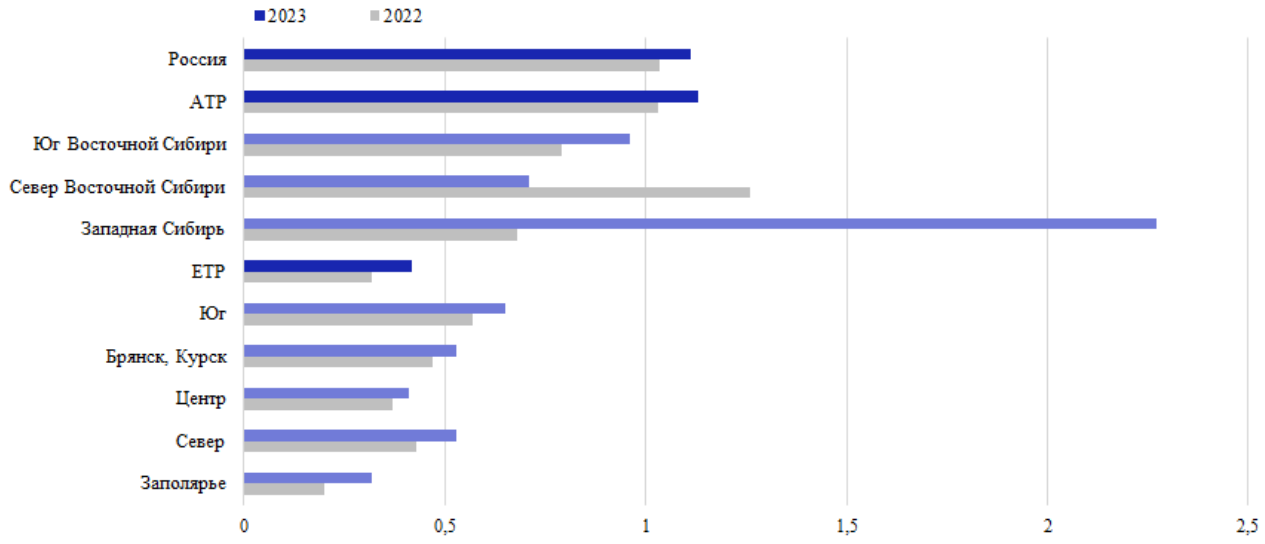


Рис. 1.5. Средневзвешенная объёмная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2022 и 2023 гг. – 10^{-7} Бк/м^3 (с. В. Дуброво)

Средние за квартал (до 2015 г.) и по полугодиям (2015–2023 гг.) объёмные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ представлены в Приложении А.5.

Наибольшая полугодовая, взвешенная по отдельным регионам страны, объёмная активность ^{90}Sr (2,32 и 2,23·10^{-7} Бк/м^3 в 1-м и 2-м полугодиях соответственно) также наблюдалась в Западной Сибири.

На ЕТР наиболее высокая объёмная активность ^{90}Sr была зафиксирована в 1-м полугодии 2023 г. в Салехарде (1,8·10^{-7} Бк/м^3), Санкт-Петербурге (1,73·10^{-7} Бк/м^3) и Петрозаводске (1,53·10^{-7} Бк/м^3). Среднегодовые значения в этих пунктах составили 1,1·10^{-7} Бк/м^3, 0,96·10^{-7} Бк/м^3 и 1,1·10^{-7} Бк/м^3 соответственно. Во всех остальных пунктах наблюдения на ЕТР среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr была меньше этих значений (0,53–0,75·10^{-7} Бк/м^3).

Наиболее высокие среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr на АТР в 2023 г. наблюдались, как и в прошлом году, в В. Дуброво (Белоярская АЭС) – 7,45·10^{-7} Бк/м^3 (7,2·10^{-7} Бк/м^3 и 7,7·10^{-7} Бк/м^3 в 1-м и 2-м полугодиях соответственно), Томске – 3,2·10^{-7} Бк/м^3 (4,1·10^{-7} Бк/м^3 и 2,3·10^{-7} Бк/м^3 в 1-м и 2-м полугодиях соответственно), Благовещенске – 1,9·10^{-7} Бк/м^3 (2·10^{-7} Бк/м^3 и 1,8·10^{-7} Бк/м^3 в 1-м и 2-м полугодиях соответственно). В Ангарске в 1-м полугодии объёмная активность ^{90}Sr была 2,4·10^{-7} Бк/м^3 при среднегодовом значении 1,5·10^{-7} Бк/м^3.

Указанные выше объёмные активности ^{90}Sr примерно в 1,4 – 7 раз превышали средневзвешенную по территории РФ (с учётом В. Дуброво) объёмную активность (1,11·10^{-7} Бк/м^3), но были на семь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ ^{90}Sr в воздухе (2,7 Бк/м^3) по НРБ-99/2009 [1].

Объёмная активность ^{90}Sr вблизи загрязнённой в результате аварии на ЧАЭС зоны (Брянск, Курск) с 2010 г. не превышала уровней, наблюдавшихся на незагрязнённой территории центра ЕТР. В 2023 г. она составила 0,53·10^{-7} Бк/м^3 (в центре ЕТР – 0,41·10^{-7} Бк/м^3) и находилась в диапазоне значений последних пяти лет (0,44·10^{-7} Бк/м^3 – 0,76·10^{-7} Бк/м^3), за исключением 2020 г., когда объёмная активность ^{90}Sr увеличилась до 1,29·10^{-7} Бк/м^3.

На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объёмной активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2000−2023 гг. В 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ была в пределах колебаний значений 2000–2022 гг. (0,73–1,36·10^{-7} Бк/м^3), снизилась по сравнению со значениями предыдущих пяти лет и составляла 0,92·10^{-7} Бк/м^3, что на семь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [1], и практически не отличается от объёмных активностей, наблюдавшихся перед аварией на ЧАЭС.

В связи с переходом в 2015 г. на полугодовые измерения объёмной активности ^{90}Sr, произошло незначительное увеличение средневзвешенной по территории РФ объёмной активности ^{90}Sr в 2016–2017 гг. по сравнению со средними значениями за 2005–2015 гг. (0,73·10^{-7} – 0,97·10^{-7} Бк/м^3) до 1,2·10^{-7} Бк/м^3. С 2018 г. среднегодовые значения находятся в диапазоне 0,91·10^{-7} – 1,07·10^{-7} Бк/м^3.

Следует отметить, что объёмные активности ^{90}Sr, так же как и ^{137}Cs, в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход, наибольшие значения наблюдаются в начале периода сельскохозяйственных работ, сопровождающихся пылением почвы.



Рис. 1.6. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000–2023 гг. (без В. Дуброво)

В Институте проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных в г. Обнинске Калужской обл. (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»), 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». Объёмные активности ^{238}Pu и суммы изотопов плутония $^{239+240}$Pu в приземном слое атмосферы Обнинска и Курска за предыдущие годы представлены в Приложении А.5, табл. 3.

Ежедневные наблюдения ^{131}I в приземном слое атмосферы на сети проводятся только в г. Обнинске. ^{131}I обнаруживается преимущественно в молекулярной форме, в 2023 г. его средняя активность составила $9{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2022 г. – $2{,}4 \cdot 10^{-4}$ Бк/м^3). Наиболее вероятным источником поступления ^{131}I в атмосферу города является АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», в аэрозольных выбросах которого присутствуют изотопы йода [7]. Более подробная информация о случаях регистрации ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска в 2023 г. представлена в разделе 2.1.2. Все зафиксированные значения были на два–пять порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности для ^{131}I по НРБ-99/2009 $ДОА_{НАС.}$, равной 7,3 Бк/м^3.

На рис. 1.7 показана динамика средневзвешенных по территории РФ среднегодовых объёмных активностей ^{90}Sr, ^{137}Cs и объёмной Σβ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2023 гг. Их объёмные активности в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr с 1991 г. уменьшились к 2023 г. в 13 и 2,6 раза соответственно.

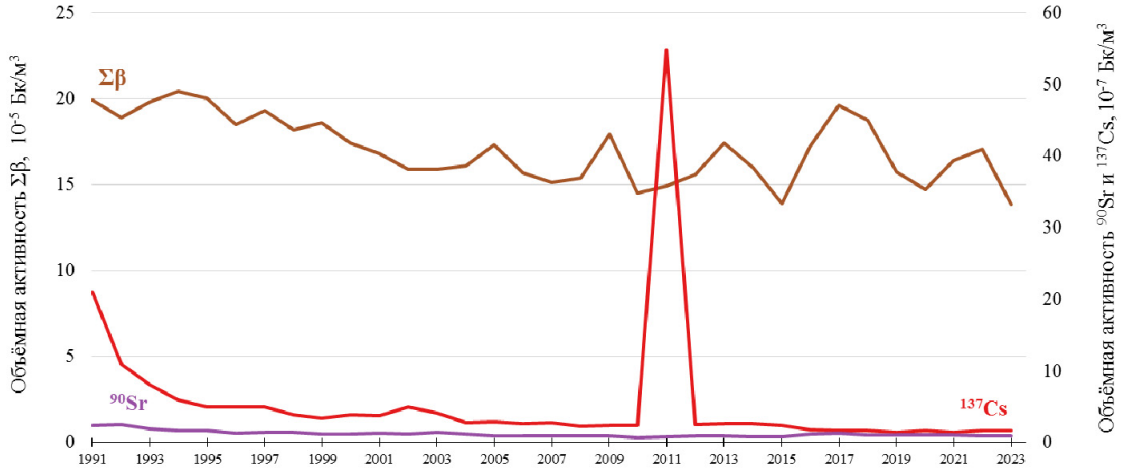


Рис. 1.7. Динамика объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2023 гг.

В 2011 г. произошло увеличение объёмной активности ^{137}Cs за счёт поступления аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1», в 2012–2022 гг. вновь установились значения, близкие к уровням 2004–2010 гг., что можно рассматривать как стабилизацию на уровне техногенного фона. Объёмная активность ^{90}Sr в воздухе на территории России во время аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. практически не изменилась. Среднегодовые объёмные активности радионуклидов за этот период были на шесть-семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [1].

Среднемесячная величина объёмной активности трития в атмосферных осадках по территории РФ в 2023 г. колебалась в пределах 1,7–2,8 Бк/л и в среднем за год составила 2,39 Бк/л.

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2023 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения Σβ и радиоизотопного состава проб аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [2–9].

Группировка пунктов наблюдений за атмосферными выпадениями по географическим районам РФ приведена в Приложении А.6, а средневзвешенные по территории РФ величины выпадений Σβ для этих районов – в Приложении А.7, табл. 1. Как видно из табл. 1 Приложения А, средневзвешенные годовые значения Σβ выпадений по географическим районам и в целом по России в 2023 г. практически не изменились по сравнению с предыдущим годом. За последние пять лет годовые средневзвешенные по всей территории РФ значения Σβ выпадений находились в диапазоне 1,19 – 1,4 Бк/м^2·сутки.

Случаев высоких значений Σβ атмосферных выпадений в отдельные дни (10-кратного и более превышения над средним уровнем предыдущего месяца) в 2023 г. было 7 (в 2022 г. – 46 случаев). Наиболее высокие величины Σβ выпадений в 2023 г. зафиксированы в пунктах Астрахань (82,6 Бк/м^2·сутки, 47,6 Бк/м^2·сутки) и Цимлянск (17,86 Бк/м^2·сутки). Следует отметить, что в 2023 г. максимумы Σβ выпадений, а также величины превышения фоновых уровней оказались меньше, чем в 2022 г. В преобладающем большинстве проб повышенные значения Σβ выпадений наблюдались за счёт природных радионуклидов.

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР приведены в Приложении А.7, табл. 2. Годовые выпадения ^{137}Cs во всех регионах ЕТР снизились или остались на уровне 2022 г. В целом по ЕТР величина выпадений ^{137}Cs практически не изменилась по сравнению с 2022 г. и составила 0,15 Бк/м^2.

Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения. В отдельных регионах АТР наблюдались более высокие уровни выпадений ^{137}Cs: в III квартале в Уральском УГМС (Западная Сибирь) – 0,12 Бк/м^2·квартал и во II квартале в Приморском УГМС (юг Восточной Сибири) – 0,1 Бк/м^2·квартал. Во всех остальных измеренных случаях значения были на порядок меньше.

В целом выпадения ^{137}Cs, средневзвешенные по территории РФ, в 2023 г. остались на уровне прошлого года и составили 0,1 Бк/м^2·год.

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs (7,2 Бк/м^2·год) наблюдались, как и в предыдущие пять лет, в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Средние за квартал выпадения ^{137}Cs в п. Новогорном были в пределах 0,2–3,8 Бк/м^2·месяц.

На всех загрязнённых после чернобыльской аварии территориях годовые выпадения ^{137}Cs (усреднённые по 10 пунктам – Брянск; в Тульской области – Волово, Ефремов, Тула, Узловая; в Орловской – Болхов, Дмитровск-Орловский, Орёл; в Курской области – Фатеж; в Калужской области – Жиздра) в 2023 г. уменьшились по сравнению с 2022 г. (0,84 Бк/м^2·год) и составили 0,69 Бк/м^2·год, что в 4,9 раза превышает средневзвешенное значение по незагрязнённой территории ЕТР.

В некоторых населённых пунктах загрязнённой после чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составили в 2023 г. 2,3 Бк/м^2·год (в 2018–2022 гг. выпадения ^{137}Cs составляли от 0,7 до 4,2 Бк/м^2·год).

Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,1 Бк/м^2·год).

Среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2018–2023 гг. и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всей территории России, приведены в Приложении А.8, табл. 1. Среднемесячные выпадения трития (^{3}H) с атмосферными осадками в 2018–2023 гг., усреднённые по 32 пунктам, показаны на рис. 1.8.

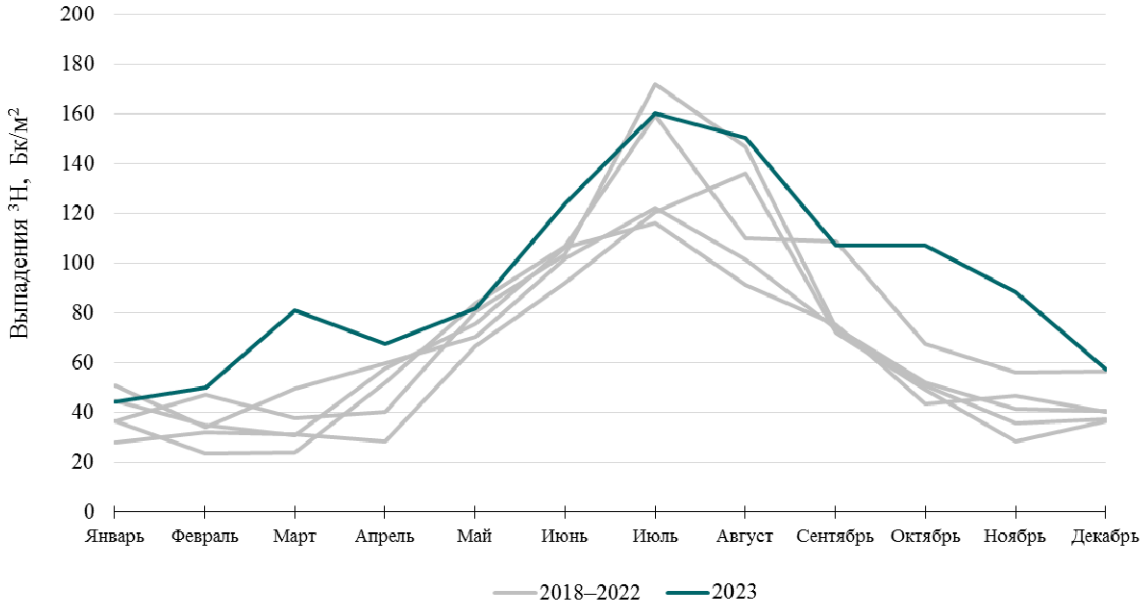


Рис. 1.8. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2018–2023 гг.

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2023 г. колебались в пределах 44,3−160 Бк/м^2, составив в среднем 93,2 Бк/м^2. Средняя величина среднемесячных выпадений увеличилась по сравнению с 2022 г. (73,7 Бк/м^2), как и сумма выпадений по территории РФ в целом – 15,2·10^{15} Бк, которая в 2022 г. была равна 19,1·10^{15} Бк. Выпадения на всей территории, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осреднённых по территории России, на площадь территории России.

Среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2023 г. изменялись в диапазоне 1,7−2,8 Бк/л. Среднее за год значение объёмной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2022 г. несколько увеличилось по сравнению с 2022 г. (1,8 Бк/л) и составило 2,4 Бк/л, что по-прежнему в пределах интервала значений за период 2004–2022 гг. (1,6–2,8 Бк/л).

На рис. 1.9 отчётливо выражен годовой ход объёмной активности трития в атмосферных осадках с повышенными значениями в тёплый период года – с мая по август, устойчиво повторяющийся из года в год. Такое распределение объёмной активности трития в течение года объясняется усилением вертикальной циркуляции воздуха в тёплый период года, что облегчает поступление трития из верхних слоёв атмосферы, где он образуется под влиянием космического излучения, в приземный слой атмосферы. Ещё отчётливее выражен годовой ход атмосферных выпадений трития, так как в тёплый период наблюдается и увеличение количества атмосферных осадков (рис. 1.10).

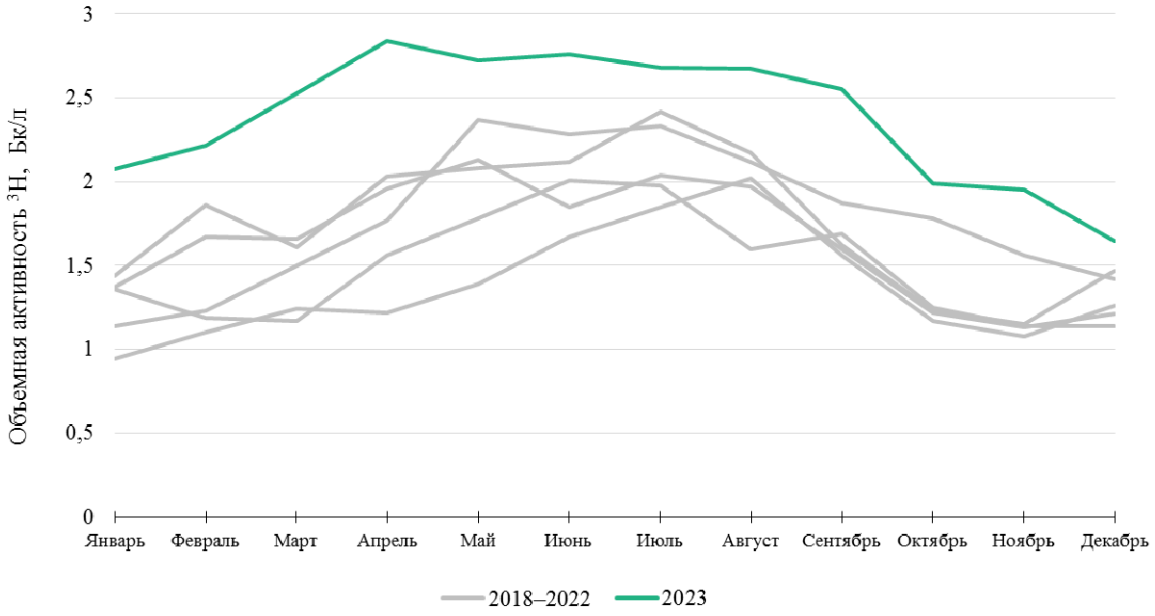


Рис. 1.9. Годовой ход среднемесячных значений объёмной активности трития в атмосферных осадках на территории РФ в 2018–2023 гг.

На рис. 1.10 показаны среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках, его среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные количества атмосферных осадков, усреднённые по 32 пунктам на территории РФ.

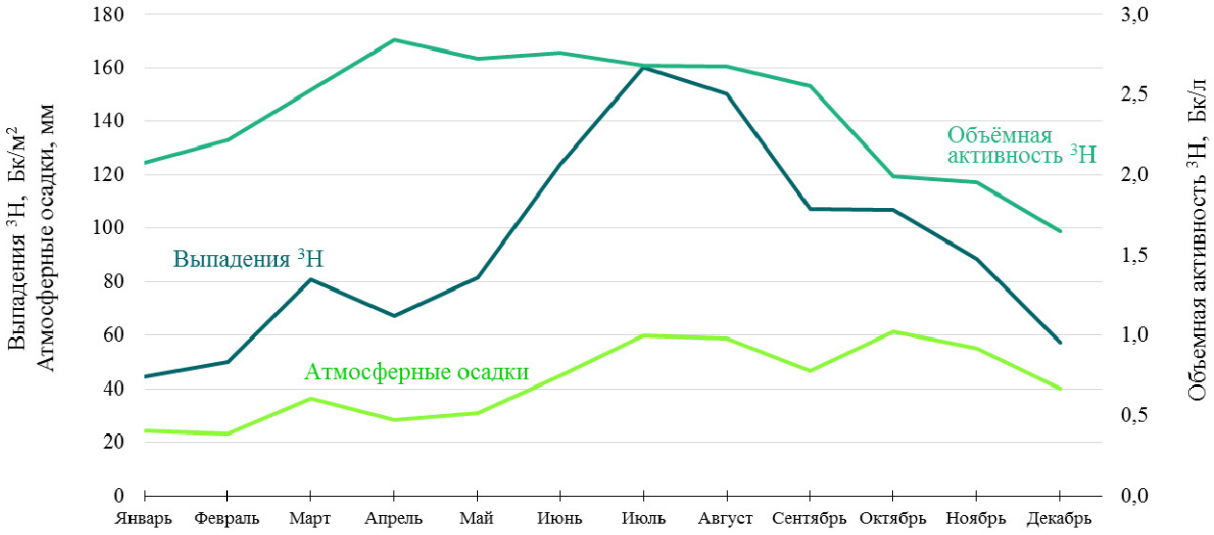


Рис. 1.10. Среднемесячная объёмная активность ^{3}H в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, усреднённые по 32 пунктам на территории РФ в 2023 г.

Сравнение приведённых 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 [13, 14]. Снижение содержания трития, происходившее до 2014 г., было связано с постепенным истощением стратосферного резервуара радионуклидов, сформировавшегося в стратосфере в период ядерных испытаний. Относительная

стабилизация концентрации трития с 2014 г. свидетельствует об истощении этого источника его поступления в приземную атмосферу.

На рис. 1.11 показана динамика годовых сумм выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ^{137}Cs и значений Σβ на территории РФ в 1991–2023 годах. Выпадения ^{137}Cs за указанный период уменьшились более чем в 13 раз, выпадения трития – в 1,5–2 раза, а Σβ выпадений – в 1,4 раза. В 2011 г. за счёт вклада аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» увеличилось выпадение ^{137}Cs, но в 2012 г. значения вернулись к уровню 2010 года. На величинах Σβ выпадений и выпадениях трития аварийные выбросы практически не отразились.

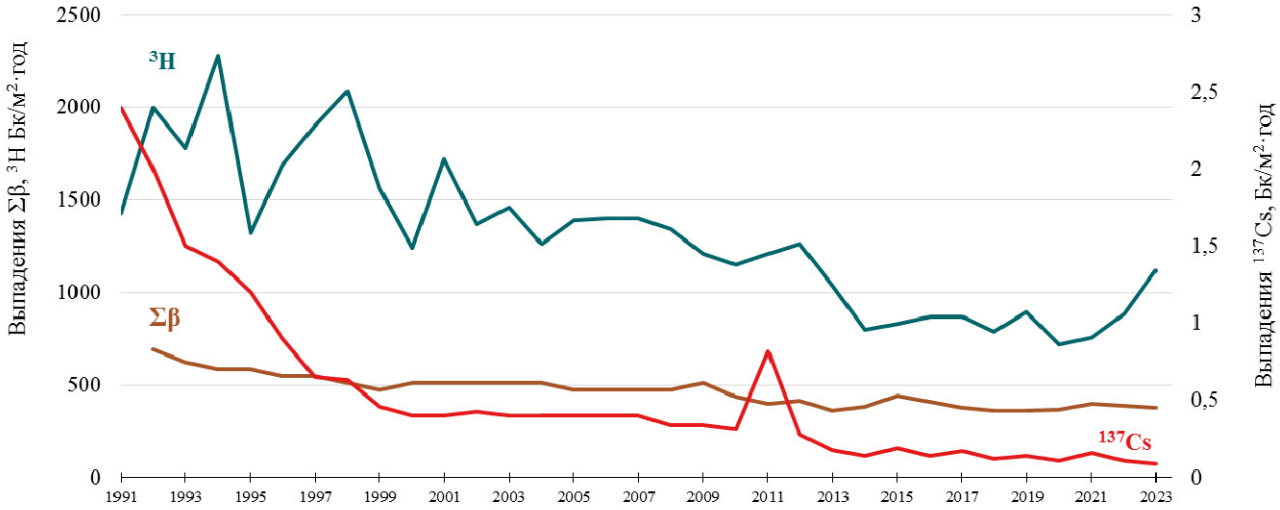


Рис. 1.11. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязнённых зон РФ в 1991–2023 гг.

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 [15] 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 проводятся по методике [16]. Анализ проб воды на содержание трития, отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

В 1991–2011 гг. в воде рек России среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась, достигнув в 2011 г. наименьшего за этот период значения – 4,0 мБк/л. В 2012–2022 гг. она колебалась в диапазоне 3,9–5,6 мБк/л, с максимальными значениями в 2017 г. (5,5 мБк/л) и 2022 г. (5,6 мБк/л), а в 2023 г. составила 3,9 мБк/л. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л) (рис. 1.12).

До 2013 г. и в 2016 г. в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колве (п. Чердынь), Вишере (п. Рябинино), Каме (п. Тюлькино), расположенных в районе взрыва трёх ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведённого в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м. Также в осреднение по РФ в 2014 и 2015 гг. не включались результаты измерений ^{90}Sr в р. Нева (п. Новосаратовка).

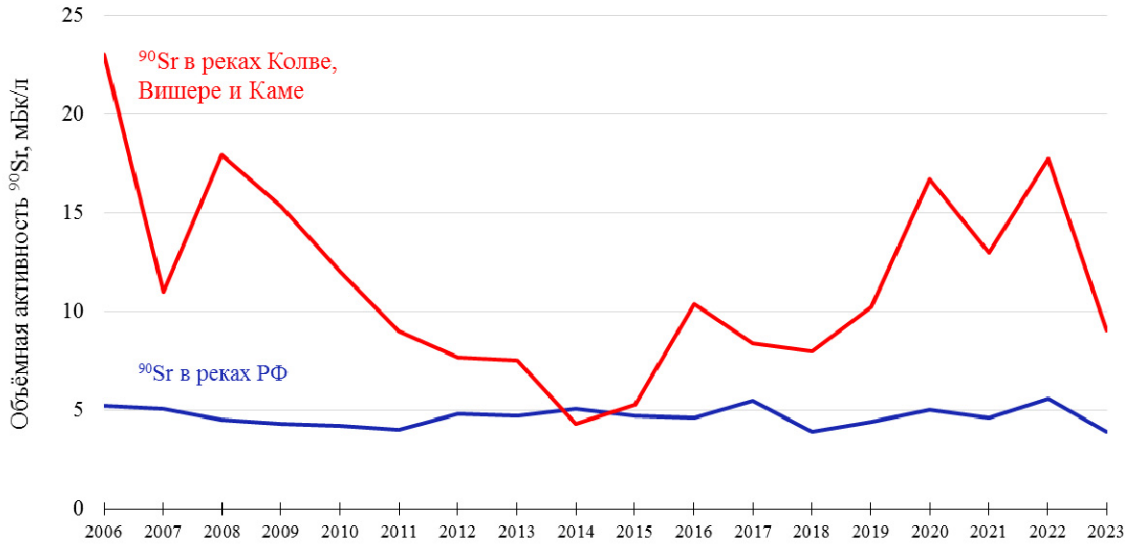


Рис. 1.12. Средние значения объёмной активности ^{90}Sr в воде рек РФ
и реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино) в 2006–2023 гг.

В 2013–2015 гг. уровни активности ^{90}Sr в воде рек Колва, Вишера и Кама снизились до значений, близких к средним в реках РФ. Однако с 2016 г. уровни объёмной активности ^{90}Sr в воде этих рек вновь превысили средние значения по рекам РФ, в 2022 г. достигли 17,7 мБк/л, а в 2023 г. вновь уменьшились до 9 мБк/л.

В осреднение также не включаются результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и других, загрязнённых ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк» (см. подробнее в разделе 3.11). На АТР наиболее загрязнённой остаётся р. Теча вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоёмов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Теча жидких радиоактивных отходов, а также вследствие строительства в 1951–1964 гг. плотин и обводных каналов поступление радионуклидов в р. Теча существенно уменьшилось. Тем не менее загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr, до сих пор остаётся достаточно высоким. В настоящее время в воде р. Теча он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Теча в п. Муслюмово в 2023 г. составила 7,8 Бк/л (в 2022 г. – 6,88 Бк/л), что в 1,6 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л) и на три порядка выше фонового уровня для рек России в 2023 г. (3,9 мБк/л), а ниже по течению, в п. Першинское, осталось на уровне прошлого года – 3,48 Бк/л.

На рис. 1.13 приведены среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1992−2023 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить о стабилизации объёмной активности ^{90}Sr в реках.

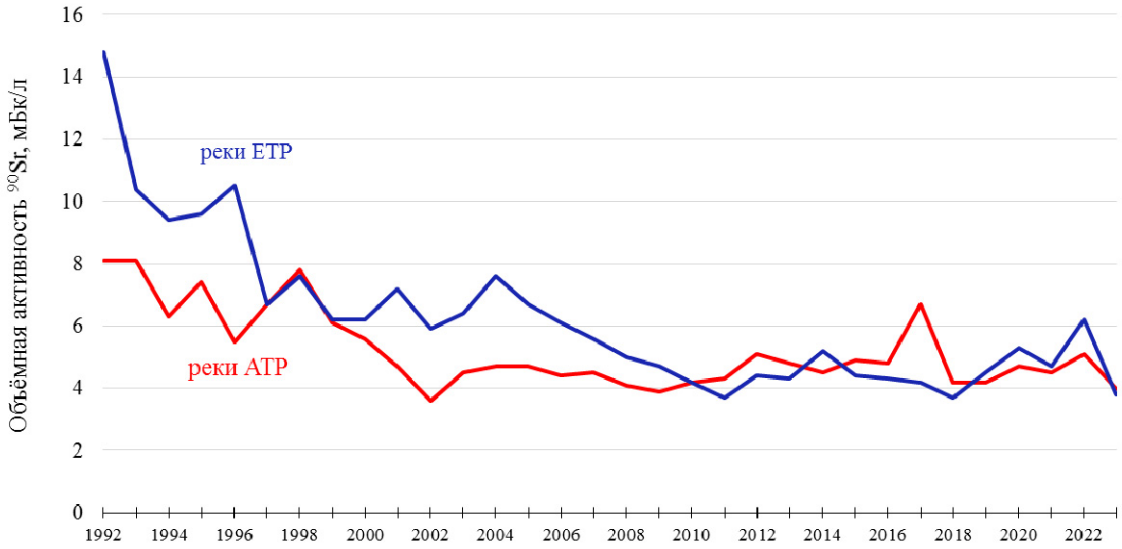


Рис. 1.13. Динамика объёмной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1992–2023 гг.

Средняя за год объёмная активность ^{90}Sr в воде рек на ЕТР в 2023 г. уменьшилась в 1,6 раза по сравнению с 2022 г. (6,2 мБк/л), составила 3,8 мБк/л и была в диапазоне 2011-2022 гг. (3,7–6,2 мБк/л). Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде рек АТР в 2023 г. также снизилась по сравнению с 2022 г. (5,1 мБк/л), составила 4 мБк/л и не превысила верхний предел диапазона значений 2011–2022 гг. (4,2–6,7 мБк/л).

Приведённые выше значения объёмной активности ^{90}Sr в воде на 2–3 порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (УВ – 4,9 Бк/л по НРБ-99/2009) [1].

На ЕТР в 2023 г. содержание ^{90}Sr определялось в озёрах Имандра (1,4 мБк/л) и Онежское (1,5 мБк/л), а на АТР – в озере Ханка (5,5 мБк/л). По озёрам Онежское и Ханка имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большему числу водоёмов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих ежегодниках. Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках и озёрах в 2001–2023 гг. представлены в Приложении А.8, табл. 2.

В Приложении А.9, табл. 1 приведены среднегодовые (осреднённые по 5–6 пробам) объёмные активности ^{3}H в 2002–2023 гг. в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Среднегодовая объёмная активность трития в речных водах, рассчитанная по данным с 15 пунктов на 11 реках, постепенно снижается в последние годы. В 2023 г. она составила 1,6 Бк/л и не превышала значений 2013–2021 гг. (1,5–1,9 Бк/л). Среднегодовая активность трития в водах основных рек РФ в 2023 г. изменялась в пределах 1,5–2,15 Бк/л – меньшее из этих значений относится к р. Северная Двина (п. Соломбала), а большее – к р. Амур (Благовещенск).

На рис. 1.14 показана динамика объёмных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1991–2023 гг., а также для сравнения − динамика объёмной активности трития в атмосферных осадках за тот же период.

Отчётливо видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в реках РФ (с учётом рек Кама, Колва, Вишера) постепенно уменьшалась до 2011 г., и с 1991 г. она уменьшилась в 3 раза. С 2012 по 2019 г. наблюдаются колебания концентрации в пределах 4,1–5,5 мБк/л.

В 2020 г. была зафиксирована наименьшая активность за весь период наблюдений – 3,6 мБк/л, в 2021–2022 гг. вновь произошло увеличение до 4,6 и 5,6 мБк/л соответственно. В 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в реках уменьшилась до 3,9 мБк/л.

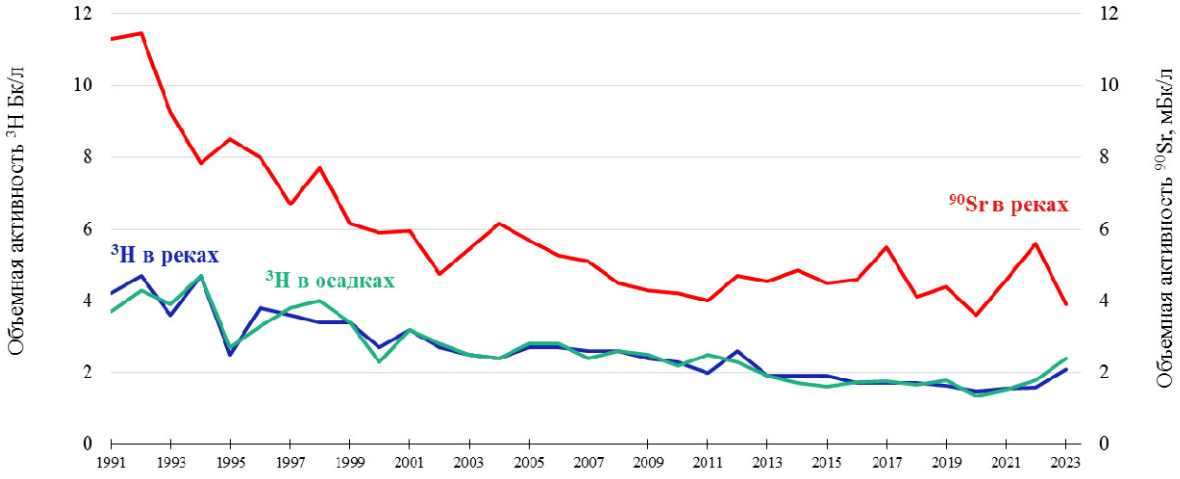


Рис. 1.14. Динамика объёмной активности ^{3}H в реках и атмосферных осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ в 1991–2023 гг.

Содержание трития в водах основных рек России и атмосферных осадках за период 1991–2022 гг. постепенно уменьшилось как в осадках, так и в речной воде. Хорошо видно, что объёмная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2023 г. содержание трития в осадках и речной воде было несколько больше (в 1,3 раза), чем в 2022 г.

При мониторинге загрязнения ^{90}Sr вод ряда морей, омывающих территорию РФ, пробы в Белом море отбирались на шести гидрологических станциях, в остальных морях работало по одной станции. Отбор проб морской воды объёмом 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».

На рис. 1.15 показано изменение среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей в период 2000–2023 годов. Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в 2023 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) находились в пределах от 1,6 мБк/л (в водах Баренцева моря) до 4,6 мБк/л (в водах Каспийского моря).

Наибольшая изменчивость концентраций характерна для Каспийского моря (данные 2007–2023 гг.). Динамика объёмной активности ^{90}Sr в других морях происходила в меньшем диапазоне и не имеет отчётливо выраженной тенденции, что можно рассматривать как стабилизацию ситуации со ^{90}Sr в их водах.

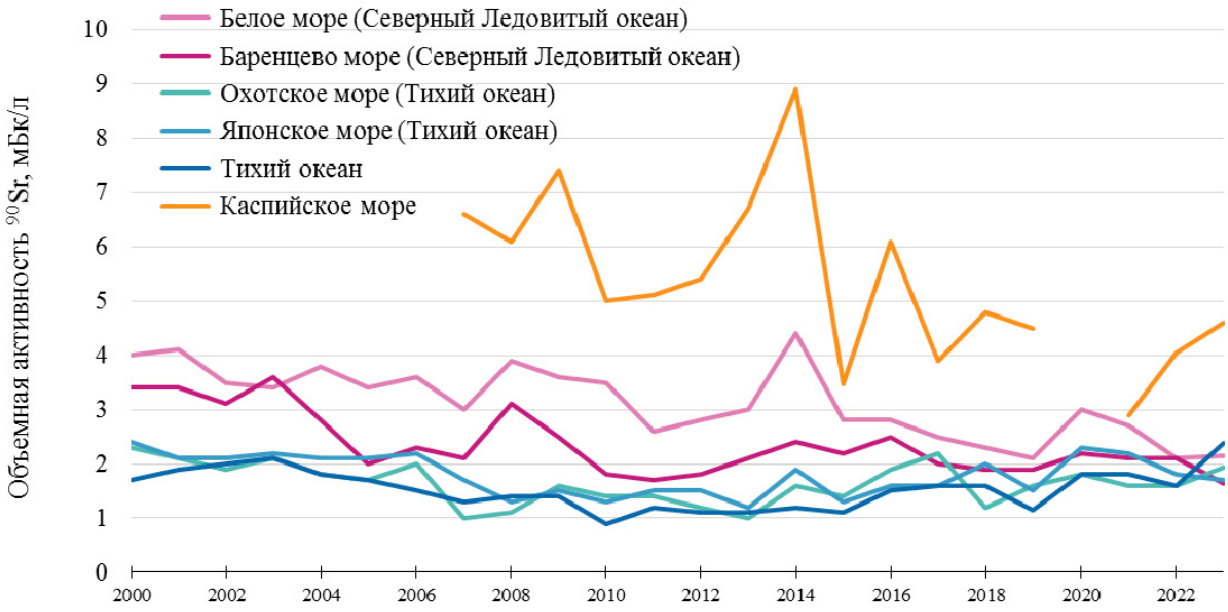


Рис. 1.15. Динамика объёмной активности ^{90}Sr в морях
и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 2000–2023 гг.

Радиационный фон территорий

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2023 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2023 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1267 постоянных пунктах наблюдения в течение 2023 г. на территории РФ величина мощности амбиентного эквивалента дозы γ-излучения (МАЭД) на местности, кроме загрязнённых районов, находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона (0,10-0,24 мкЗв/ч). В 100-км зонах вокруг РОО значения МАЭД в основном не превышали фоновых уровней.

По данным маршрутных обследований в августе 2023 г. на территории Брянской области, загрязнённой в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в населённых пунктах с плотностью загрязнения местности ^{137}Cs от 5 до 15 Ки/км^2 значения МАЭД находились в пределах от 0,25 до 0,31 мкЗв/ч (с. Ущерпье Клинцовского района Брянской обл.) и от 0,12 до 0,23 мкЗв/ч (с. Творишино Гордеевского района Брянской обл. и п. Красная Гора Красногорского района Брянской обл.). В населённых пунктах с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км^2 значения МАЭД находились в пределах от 0,1 до 0,12 мкЗв/ч (с. Мартьяновка Клинцовского района Брянской обл.). Эти значения незначительно отличаются от данных предыдущего года.

В 2023 г. среднегодовая МАЭД на загрязнённых в результате аварий на ПО «Маяк» 1957 и 1967 гг. территориях ВУРСа и Карачайского следа по данным 10 пунктов наблюдения составила 0,1–0,11 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

Таким образом, в 2023 г. содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в основном сохранилось на уровне предыдущих лет (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2013–2023 гг.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране											Допустимые уровни
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Воздух													ДОА$_{НАС.}$, Бк/м^3
	Объёмная активность радионуклидов в приземной атмосфере												
Σβ	10^{-5} Бк/м^3	17,4	16	13,9	17,2	19,6	18,7	15,7	14,7	16,4	17,1	13,8	-
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	2,6	2,6	2,4	1,8	1,6	1,6	1,4	1,7	1,4	1,6	1,6	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	0,88	0,63	0,85	1,19	1,23	1,07	1,04	1,01	1,05	0,91	0,92	2,7
	Радиоактивные атмосферные выпадения												
Σβ	Бк/м^{2}сут	1,1	1,13	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,06	1,04	-
^{137}Cs	Бк/м^{2}год	0,18	0,14	0,19	0,14	0,17	0,12	0,14	0,11	0,16	0,11	0,1	-
^{3}H	кБк/м^{2}год	1,04	0,8	0,83	0,87	0,87	0,79	0,89	0,72	0,76	0,88	1,11	-
	Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках												
^{3}H	Бк/л	1,9	1,7	1,6	1,7	1,75	1,65	1,78	1,34	1,50	1,78	2,39	-
Вода													УВ, Бк/л
	Объёмная активность радионуклидов в речной воде												
^{90}Sr	мБк/л	4,7*	5,1* (5,2)	4,8* (5,0)	4,6* (5,2)	5,8	4	4,3	5,0	4,6	5,6	3,9	4,9
^{3}H	Бк/л	1,2-2,7	1,2-2,4	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,55	1,59	2,10	7 600
	Объёмная активность радионуклидов в морской воде												
^{90}Sr	мБк/л	1,0-6,7	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1**	1,6-3,9**	1,2-4,8**	1,1-5,7	1,8-3,0**	1,4-3,6**	1,6-4,0**	1,6-4,6	-

Примечание: ДОА$_{НАС.}$ – допустимая объёмная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009;
УВ – уровень вмешательства для населения (допустимая объёмная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009;
* – дано осреднение объёмной активности ^{90}Sr в воде без учёта проб, отобранных в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2014–2015 гг. – без р. Нева, данные в скобках – с учётом всех проб;
** – без Таганрогского залива Азовского моря;
"-" – допустимые уровни не установлены.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние годы радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2023 г., по сравнению с предыдущими годами (2018–2022), существенно не изменилась.

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. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96): Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054–96. Госкомсанэпиднадзор России. М., 1996.
4. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 264 с.
5. РД 52.18.826–2015. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды и выполнение радиометрических работ. Обнинск, 2015.
6. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 136 с.
7. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязнённой территории. Изд. 2-е. Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
8. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населённых пунктах. Изд. 2-е. Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
9. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды / Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.
10. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
11. Методика контроля радиоактивного загрязнения приземного воздуха и выпадений на поверхность земли в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВК 6.1.10-15). 2015.
12. Методика измерений активности плутония-239, 240, 238 в пробах окружающей среды с радиохимической концентрацией в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВИ. 1.4.7-15). 2015 г.
13. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и ^{137}Cs в атмосфере // Атомная энергия. 1998. Т. 85, вып. 4. С. 313−318.
14. Sources and effects of ionizing radiation // United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomik Radiation. UNSCEAR 1993 Report. UN, 1993. P. 199.
15. Методика контроля радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВК 7.4.8-15). 2015.
16. Методика измерений объёмной активности трития в пробах природных вод с применением радиометра «Quantulus-1220» в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВИ 7.5.2-15). 2015.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

По состоянию на 2023 г. территория РФ разделена на восемь федеральных округов: Центральный, Северо-Западный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский, Уральский, Сибирский, Дальневосточный. В разделе приводятся состав и виды наблюдений, проводимых СРМ Росгидромета для определения радиационной обстановки на территории округов и вокруг РОО, расположенных на их территориях. Радиационная обстановка в 100-км зонах РОО первой категории (АЭС, АО «СХК», ФГУП «ГХК» и ФГУП «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 650,2 тыс. км^2, население – 40 240,3 тыс. человек [1, 2]. ЦФО занимает срединную часть Русской равнины, граничит с Украиной на юге и Беларусью – на западе.

Согласно [3], на территории округа расположено 28 РОО: 20 РОО находятся непосредственно в Москве, 6 – 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: Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ) и Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ (НИЯУ МИФИ). На территории округа можно выделить следующие РОО: «Объединённый институт ядерных исследований (г. Дубна), ПАО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь), АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (г. Обнинск) и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (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 населённые пункты, территории которых вследствие аварии на Чернобыльской АЭС загрязнены ^{137}Cs более 1 Ки/км^2 [4] (подробнее см. раздел 4).

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Центральным, Центрально-Черноземным УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.1.1): 147 пунктов наблюдения по измерению мощности амбиентного эквивалента

дозы гамма-излучения (МАЭД, ежедневно); 46 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); семь пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (на двух пунктах экспозиция проб – одни сутки, на пяти – пять суток); два пункта по отбору проб осадков для анализа на содержание трития (п. Балчуг в г. Москве и станция фонового мониторинга (СФМ) в Серпуховском районе); один пункт (п. Брейтово, р. Волга) по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий и три пункта (Бабьегородская плотина, Звенигород, Южный порт – р. Москва) – по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr.

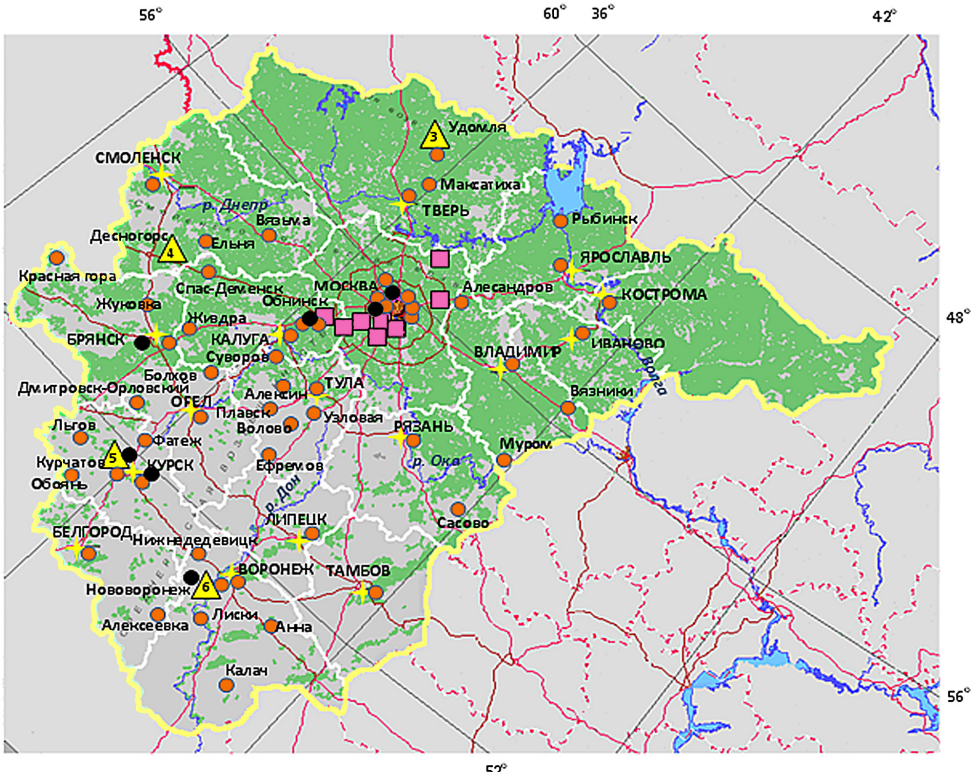


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа:

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

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание Σβ радионуклидов проводится в 8 радиометрических лабораториях и группах. В трёх из них дополнительно проводится анализ проб на содержание гамма-излучающих техногенных и природных радионуклидов; в одной лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» – дополнительно анализ проб объектов окружающей среды на содержание ^{90}Sr, трития и изотопов плутония.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах ЦФО приведены в табл. 2.1.1. Среднегодовые значения МАЭД, по данным ежедневных измерений в населённых пунктах ЦФО, изменялись от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на остальной территории РФ.

Максимальные измеренные значения МАЭД наблюдались в основном на территории населённых пунктов, загрязнённых в результате чернобыльской аварии: максимальное среднегодовое значение МАЭД (0,19 мкЗв/ч) наблюдалось в Красной Горе Брянской области, максимальное измеренное суточное значение МАЭД (0,24 мкЗв/ч) – в пункте Красная Гора Брянской области.

Таблица 2.1.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МАЭД в субъектах ЦФО в 2023 г., мкЗв/ч

Область	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Белгородская	7	0,11	0,16 (Белгород, Новый Оскол, Алексеевка)
Брянская	8	0,12	0,24 (Красная Гора)
Владимирская	7	0,11	0,19 (Вязники)
Воронежская	11	0,10	0,17 (Нижнедевицк)
Ивановская	5	0,11	0,20 (Кинешма)
Калужская	6	0,11	0,20 (Калуга)
Костромская	10	0,09	0,18 (Чухлома)
Курская	10	0,12	0,19 (Железногорск)
Липецкая	5	0,10	0,15 (Елец, Лев Толстой)
Москва	4	0,12	0,17 (Тушино)
Московская	13	0,12	0,19 (Кашира, Подмосковная)
Орловская	6	0,13	0,20 (Болхов)
Рязанская	10	0,11	0,18 (Ряжск)
Смоленская	8	0,12	0,20 (Велиж)
Тамбовская	7	0,10	0,14 (Жердевка, Моршанск, Обловка)
Тверская	13	0,11	0,20 (Лесной заповедник)
Тульская	8	0,13	0,22 (Узловая)
Ярославская	9	0,10	0,19 (Брейтово)
ЦФО	147	0,11	0,24

По результатам измерений МАЭД, проводимых в августе 2023 г. во время маршрутных обследований в некоторых пунктах на загрязнённых территориях Брянской области, значение МАЭД изменялось: п. Мартьяновка (загрязнение почвы ^{137}Cs в диапазоне 1–5 Ки/км^2) – от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5–15 Ки/км^2) – от 0,12 до 0,14 мкЗв/ч, п. Творишино (5–15 Ки/км^2) – от 0,16 до 0,23 мкЗв/ч, п. Ущерпье (15–40 Ки/км^2) – от 0,25 до 0,31 мкЗв/ч. Маршрутные обследования в 1995–2018 гг. проводились ежемесячно, начиная с 2019 г. – один раз в год. За весь период наблюдается тенденция к снижению среднегодовых значений МАЭД на 10–35 % в населённых пунктах из зон загрязнения.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ЦФО проводятся в пяти субъектах Федерации. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.1.2 [5, 6]. Приведённые в табл. 2.1.2 пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе, кроме п. Подмосковная, находятся вблизи РОО (Курск, Курчатов, Нововоронеж, Обнинск), которые могут

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

Таблица 2.1.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в отдельных населённых пунктах Центрального округа, 10^{-7} Бк/м^3

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Московская область						
Подмосковная	2,0	2,4	3,1	0,26	0,31	0,39
Тушино	1,9	2,4	-	0,42	0,34	-
Калужская область						
Обнинск (ФЭИ, НИФХИ)	3,7	3,3	5,1	0,56	0,53	0,47
Курская область						
Курск (Курская АЭС)	5,0	5,6	6,7	0,54	0,43	1,00
Курчатов (Курская АЭС)	7,3	8,1	13,6		0,47	0,53
Воронежская область						
Нововоронеж (НВАЭС)	6,9	5,5	6,3	0,39	0,28	1,05
Брянская область						
Брянск	4,2	4,4	4,3	0,53	0,49	0,67
Средневзвешенное по Центру ЕТР	**2,5**	**2,7**	**3,6**	**0,41**	**0,37**	**0,54**

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 объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. незначительно уменьшилась по сравнению с 2022 г., и составляла $2{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs по НРБ-99/2009. Во всех пунктах наблюдения ЦФО, за исключением Обнинска и Нововоронежа, среднегодовые значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы уменьшились в 1,1–1,3 раза по сравнению с 2022 годом. В пункте Брянск значение осталось на уровне прошлого года. При этом только в пункте Подмосковная и Тушино объёмная активность ^{137}Cs была ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР. Наибольшее значение ($7{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), как и в предыдущие два года, наблюдалось в г. Курчатов.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2023 год. Высокие значения среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. обусловлены трансграничным переносом радионуклидов на территорию РФ вследствие аварии на японской АЭС «Фукусима-1» [7]. Если исключить значение 2011 г., то видно, что объёмная активность ^{137}Cs имеет тенденцию к уменьшению. За указанный период она уменьшилась почти в четыре раза.

Объёмная активность ^{90}Sr в воздухе во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО в 2023 г. приведена в табл. 2.1.2. Средневзвешенная объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в Центре ЕТР и среднегодовая объёмная активность во всех пунктах наблюдения ЦФО (кроме п. Подмосковная) увеличилась по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.1.2). В п. Подмосковная объёмная активность ^{90}Sr была в 1,2 раза ниже средневзвешенной объёмной активности ^{90}Sr в Центре ЕТР, в остальных пунктах – на уровне или выше. Все наблюдаемые в течение года величины объёмной активности ^{90}Sr в воздухе на территории ЦФО были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr по НРБ-99/2009 [8].

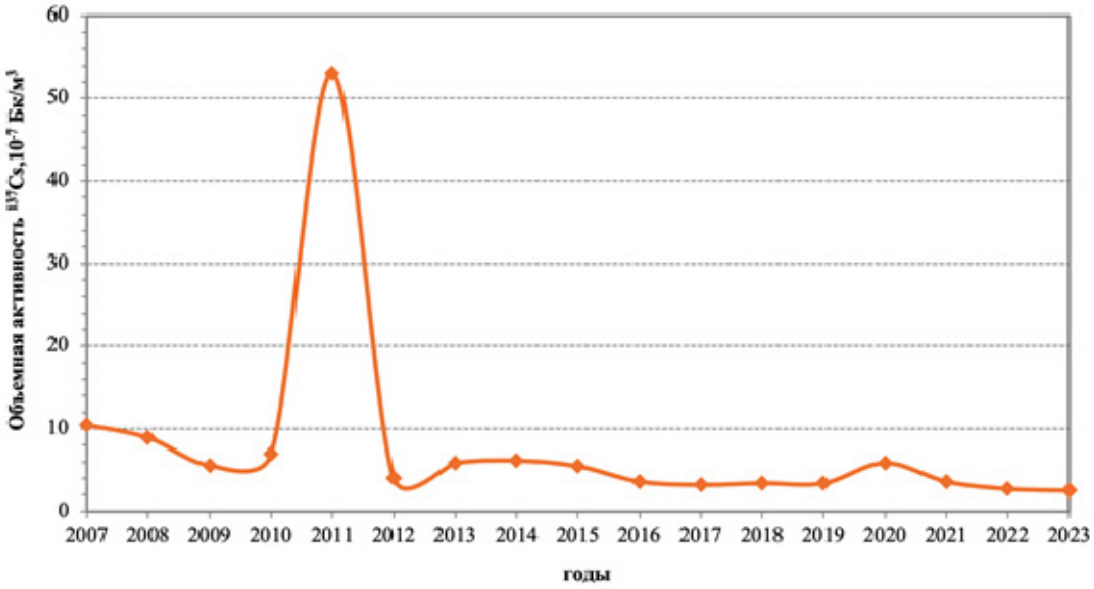


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2023 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО в 2022 и 2023 гг. представлены в табл. 2.1.3.

Таблица 2.1.3

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО, Бк/м^2·год

Область	Выпадения ^{137}Cs	
	2023 г.	**2022 г.**
Белгородская	0,23	0,21
Брянская	0,69	0,21
Владимирская	0,22	0,11
Воронежская	0,24	0,30
Ивановская	0,22	0,11
Калужская	0,27	0,18
Костромская	0,22	0,11
Курская	0,27	0,68
Липецкая	0,23	0,21
Москва	0,22	0,08
Московская	0,22	0,08
Орловская	0,69	0,84
Рязанская	0,22	0,11
Смоленская	0,34	0,33
Тамбовская	0,23	0,21
Тверская (Тверь/Максатиха)	0,39	0,60
Тульская	0,69	0,84
Ярославская	0,22	0,11
Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязнённых территорий)	**0,18**	**0,20**

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения ^{137}Cs остались примерно на уровне 2022 г. на всей территории ЦФО.

Выпадения ^{137}Cs на загрязнённых после чернобыльской аварии территориях постепенно снижаются – с 1995 г. (12,9 Бк/м^2·год) они уменьшились более чем в 15 раз и находятся на уровне фоновых значений для ЕТР, но остаются значительно выше средневзвешенного значения для незагрязнённых территорий Центра ЕТР.

Характер изменения средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по Центру ЕТР вне загрязнённых территорий за период с 2006 по 2023 г. показан на рис. 2.1.3. Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs в 2011 г. обусловлены радиоактивными продуктами аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

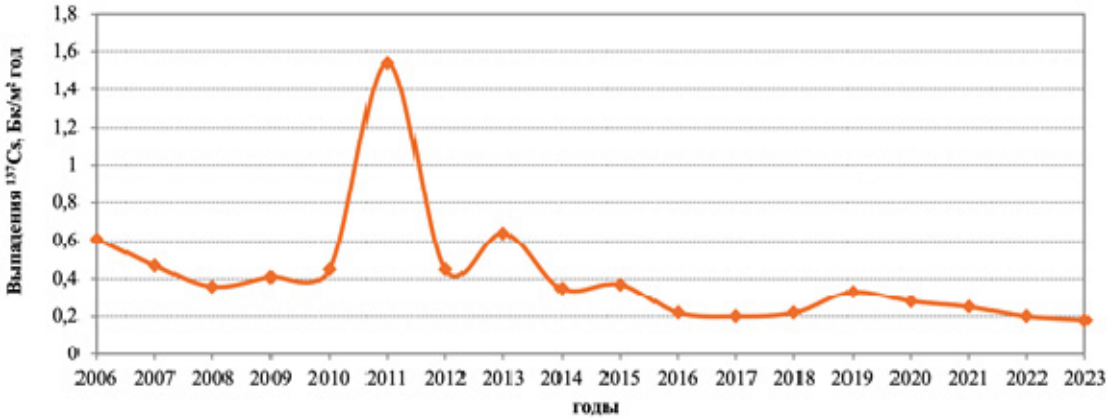


Рис. 2.1.3. Изменение выпадений ^{137}Cs вне загрязнённых территорий ЦФО

Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка в Москве и Московской области и в 100-км зоне АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», расположенных в г. Обнинске Калужской области. Радиационная обстановка в 100-км зонах Курской, Нововоронежской, Калининской и Смоленской АЭС приведена в разделе 3.

2.1.1. Радиационная обстановка в Москве и Московской области

В Москве и Московской области мониторинг радиационной обстановки проводится Центральным УГМС. В 2023 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно в пунктах Подмосковная и Тушино путём отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией пять суток. 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. МАЭД 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 трёх пунктах (Бабьегородская плотина, Бесединский мост (Южный порт) и Звенигород) отбирались пробы воды из р. Москва для определения содержания в них ^{90}Sr.

Данные об объёмной Σβ радионуклидов в приземном слое воздуха и выпадениях на подстилающую поверхность представлены в табл. 2.1.4.

Таблица 2.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения Σβ и объёмная Σβ в приземном слое атмосферы Москвы и Московской области (данные Центрального УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.	2021 г.
		Выпадения, Бк/м^2·сут														
Алексин	с	1,10	0,90	0,50	0,40	0,50	0,70	0,50	0,50	1,00	0,90	1,40	0,50	0,74	0,79	0,88
	м	2,60	2,40	1,80	1,50	2,40	2,10	2,30	1,90	2,30	2,20	3,40	1,40			
Балчуг	с	1,10	0,90	1,10	0,80	1,00	1,00	1,30	1,10	1,60	1,60	1,30	1,50	1,19	1,20	1,56
	м	3,00	2,10	2,30	1,80	2,50	2,50	4,20	2,30	2,40	3,40	2,40	3,10			
ВДНХ	с	0,80	0,90	1,00	0,80	1,00	1,00	1,30	1,50	1,30	1,50	1,30	1,20	1,14	1,08	1,47
	м	2,30	3,00	2,10	2,10	2,20	2,30	3,60	3,00	2,00	2,90	2,30	1,80			
Ново-Иерусалим	с	1,10	0,90	0,90	1,20	1,20	1,10	1,40	1,20	1,10	1,80	1,70	1,80	1,28	1,26	1,28
	м	2,50	2,30	1,80	2,20	2,30	2,20	2,60	4,80	2,80	2,50	3,50	3,20			
Подмосковная	с	0,80	0,80	1,00	0,90	1,10	0,90	1,00	0,90	0,80	1,10	1,00	1,00	0,94	1,13	1,05
	м	2,00	1,80	2,70	1,80	2,30	2,20	2,50	2,40	1,90	2,20	2,00	2,10			
Тушино	с	0,70	1,10	1,10	1,00	1,00	0,80	1,10	1,30	1,10	1,30	1,30	1,50	1,11	1,13	1,40
	м	1,70	2,70	2,70	2,40	2,40	1,80	2,50	2,80	2,20	2,90	2,50	2,60			
Среднее, Бк/м^2·сут:																
- по зоне наблюдения		0,93	0,92	0,93	0,85	0,97	0,93	1,10	1,08	1,15	1,37	1,33	1,25	1,07	1,10	1,27
- по Центру ЕТР		1,20	1,17	1,13	1,23	1,05	1,14	1,06	1,02	1,02	1,07	1,09	1,00	1,10	1,34	1,38
Объёмная активность, 10^{-5} Бк/м^3																
Подмосковная	с	18,10	16,40	6,60	17,00	11,20	11,10	8,60	14,10	18,00	5,60	9,90	13,80	12,53	10,78	15,28
	м	42,10	51,00	8,10	24,90	15,80	13,20	11,20	20,30	30,00	9,60	20,40	39,80			
Тушино	с	15,80	13,60	10,00	19,70	14,00	13,10	10,80	16,60	21,90	8,70	14,50	16,20	14,58	15,27	-
	м	28,50	31,70	20,40	29,70	17,80	16,70	15,50	25,00	38,10	13,00	26,00	33,10			

Примечание: - – наблюдения не проводились.

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2023 г. среднегодовая объёмная Σβ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $12{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в п. Тушино – $14{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что в 2,0 и 1,7 раза ниже средневзвешенной объёмной Σβ по Центру ЕТР ($25{,}0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) соответственно. Максимальная среднемесячная объёмная Σβ в п. Подмосковная ($18{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) наблюдалась в январе, в п. Тушино ($21{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) – в сентябре.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из пунктов Подмосковная и Тушино за 2021−2023 гг. приведены в табл. 2.1.5.

Таблица 2.1.5

Объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ОРМ ЦМС Центрального УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Подмосковная	2021	3,1	2,4	2,4	4,4	3,1	3,6
	2022	2,5	2,3	2,7	2,2	2,4	2,7
	2023	**2,0**	**1,7**	**2,4**	**2,1**	**2,0**	**2,5**
Тушино	2022	2,4	2,4	2,7	2,1	2,4	2,7
	2023	**1,7**	**1,8**	**2,2**	**2,1**	**1,9**	**2,5**
^{90}Sr							
Подмосковная		1-е полугодие		2-е полугодие			
	2021	0,55		0,23		0,39	0,54
	2022	0,20		0,42		0,31	0,37
	2023	**0,39**		**0,13**		**0,26**	**0,41**
Тушино	2022	0,36		0,32		0,34	0,37
	2023	**0,60**		**0,23**		**0,42**	**0,41**

Из табл. 2.1.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2023 г. в пунктах Подмосковная и Тушино была равна $2{,}0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 и $1{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно, что в 1,2 и 1,3 раза ниже значений в п. Подмосковная ($2{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и п. Тушино ($2{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) за 2022 г., и не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($2{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2023 г. составляла $0{,}26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что ниже значения в п. Подмосковная за 2022 г. ($0{,}31 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0{,}41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). В п. Тушино – $0{,}42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что выше значения в п. Подмосковная за 2022 г. ($0{,}34 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и сопоставимо со средневзвешенным значением по территории Центра ЕТР ($0{,}41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Наблюдаемые в п. Подмосковная среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на шесть-семь порядков ниже предельно допустимых среднегодовых объёмных активностей этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [8].

Среднегодовые значения Σβ выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2023 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,74–1,28 Бк/м^2·сут. Максимальные суточные выпадения (4,8 Бк/м^2·сут) были зарегистрированы в августе в п. Ново-Иерусалим. Среднегодовое значение Σβ выпадений в 2023 г. (1,1 Бк/м^2·сут) в г. Москве и Московской области было в 1,2 раза ниже значения предыдущего года и примерно равно региональному уровню (Центр ЕТР).

Выпадения ^{137}Cs в объединённой по пяти пунктам пробе в 2023 г. (табл. 2.1.3) были в 2,8 раза выше предыдущего года (0,08 Бк/м^2·год) и составили 0,22 Бк/м^2·год, что в 1,2 раза выше уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,18 Бк/м^2·год).

Объёмная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг (центр г. Москвы) и на СФМ (Серпуховской район Московской области), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2023 г. составляла 2,17 и 1,86 Бк/л соответственно, что ниже среднегодового значения для всей территории России 2,39 Бк/л в 1,1 раза для п. Балчуг и 1,3 раза для СФМ.

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Москва (данные ФГБУ «НПО «Тайфун») в течение 2023 г. колебалась в пределах от 2,6 до 4,2 мБк/л при среднем значении 3,4 мБк/л, что ниже среднего значения для рек ЕТР (6,2 мБк/л). Самая низкая объёмная активность ^{90}Sr наблюдалась в пункте отбора Бабьегородская плотина (1,26 мБк/л) в ноябре, а самая высокая (7,99 мБк/л) – в пункте Бесединский мост – в мае.

Среднегодовая величина МАЭД на территории Москвы и Московской области изменялась от 0,11 мкЗв/ч (Дмитров) до 0,14 мкЗв/ч (Волоколамск), что находится в пределах колебаний естественного γ-фона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч (Кашира, Подмосковная).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП «Радон». Схема размещения элементов системы радиационно-экологического мониторинга г. Москвы в 2023 г. представлена на рис. 2.1.4.

Объёмы выполненных работ по радиационно-экологическому мониторингу на территории г. Москвы общей площадью 2561,5 км^2 в 2023 г:

– отобрано проб атмосферного воздуха приземного слоя – 416; атмосферных выпадений – 416; осадков – 294; почвы (грунта) – 267; воды открытых малых водоёмов (2 л) – 91; воды на

режимных створах судоходных акваторий Москва-реки (450 л) – 71; донных отложений – 304; растений травянистого яруса – 267;

– проведено 1674 измерения МАЭД гамма-излучения; 562 измерения интегральной поглощённой дозы; 7874 анализа отобранных проб различных объектов окружающей среды; 8700 км автомобильной гамма-съёмки дорог г. Москвы.

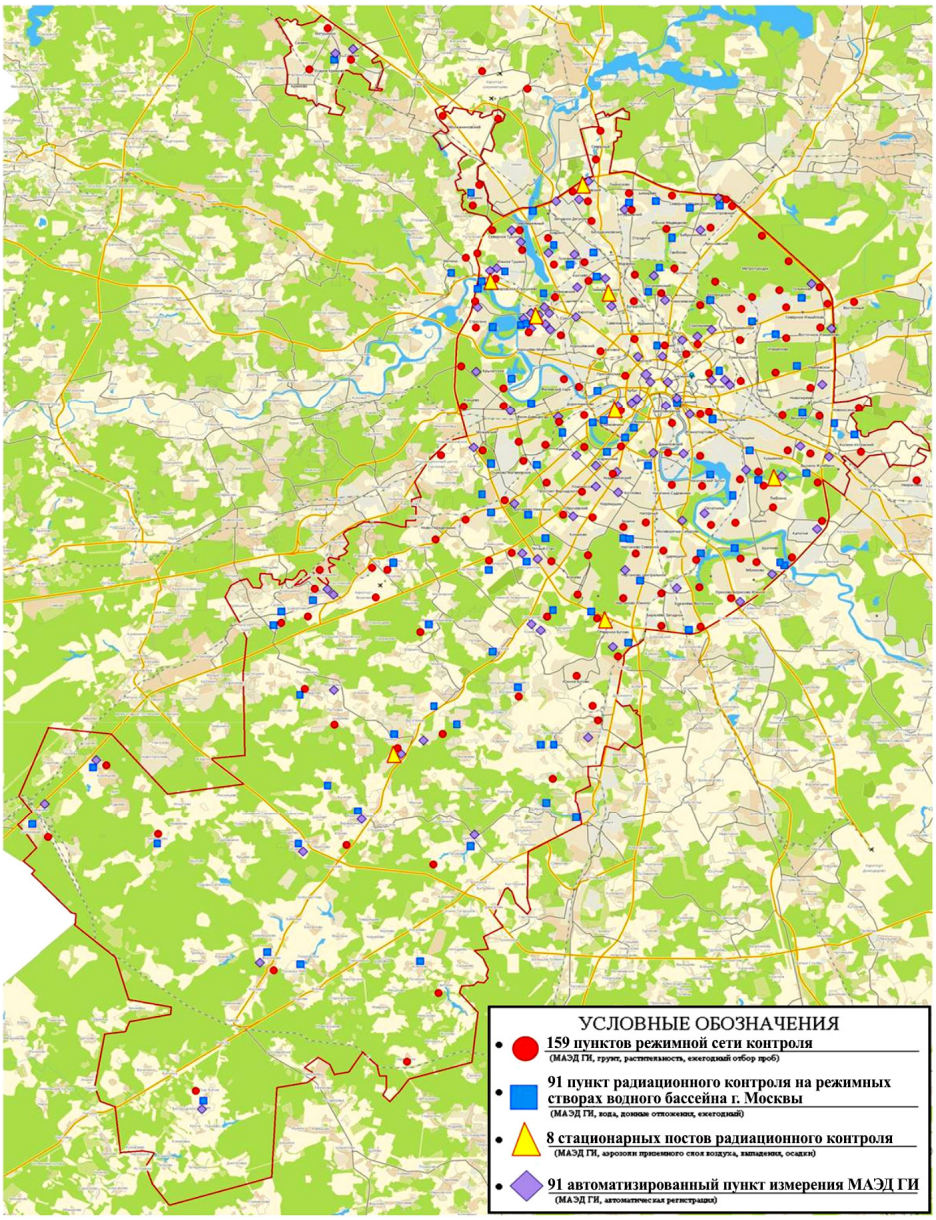


Рис. 2.1.4. Схема размещения элементов системы радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

Объёмная активность радионуклидов в аэрозолях приземного слоя атмосферного воздуха и плотность выпадений радионуклидов в г. Москве контролировались на восьми стационарных постах радиационного контроля (СПРК), расположенных в различных городских зонах шести административных округов.

В пробах аэрозолей атмосферного воздуха приземного слоя, отобранных на стационарных постах радиационного контроля г. Москвы, была определена объёмная активность основных радионуклидов (табл. 2.1.6).

Таблица 2.1.6

Объёмная активность основных радионуклидов, определённая на СПРК г. Москвы в 2023 г. (данные ФГУП «Радон»)

Радионуклид	Объёмная активность радионуклидов, Бк/м^3			ДОА$_{НАС.}$, Бк/м^3 [8]
	минимальная	средняя	максимальная	
^{7}Be	$2{,}7\cdot10^{-3}$	$2{,}9\cdot10^{-3}$	$3{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}0\cdot10^{3}$
^{22}Na	$3{,}1\cdot10^{-7}$	$3{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}8\cdot10^{-7}$	$7{,}2\cdot10^{-1}$
^{40}K	$6{,}8\cdot10^{-6}$	$1{,}3\cdot10^{-5}$	$2{,}7\cdot10^{-5}$	$3{,}1\cdot10^{1}$
^{226}Ra	$6{,}0\cdot10^{-7}$	$9{,}8\cdot10^{-7}$	$2{,}0\cdot10^{-6}$	$3{,}0\cdot10^{-2}$
^{232}Th	$3{,}3\cdot10^{-7}$	$6{,}3\cdot10^{-7}$	$1{,}7\cdot10^{-6}$	$4{,}9\cdot10^{-3}$
^{131}I	$1{,}8\cdot10^{-6}$	$6{,}6\cdot10^{-6}$	$2{,}8\cdot10^{-5}$	7,3
^{137}Cs	$2{,}4\cdot10^{-7}$	$3{,}1\cdot10^{-7}$	$5{,}2\cdot10^{-7}$	$2{,}7\cdot10^{1}$
^{90}Sr	$< 2{,}0\cdot10^{-7}$	$3{,}0\cdot10^{-7}$	$4{,}6\cdot10^{-7}$	2,7
$^{239+240}$Pu	$< 1{,}3\cdot10^{-8}$	$< 6{,}1\cdot10^{-8}$	$2{,}5\cdot10^{-7}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$
∑β	$1{,}5\cdot10^{-5}$	$7{,}4\cdot10^{-5}$	$2{,}4\cdot10^{-4}$	-

Анализ сведений, представленных в табл. 2.1.6, показывает:

– средняя объёмная активность космогенных радионуклидов ^{7}Be на 6 порядков, а ^{22}Na – на 8 порядков меньше допустимой объёмной активности для населения ДОА$_{НАС.}$;

– средняя объёмная активность терригенных радионуклидов ^{40}K, ^{226}Ra и ^{232}Th на 6, 5 и 4 порядка соответственно меньше ДОА$_{НАС.}$;

– средняя объёмная активность техногенных радионуклидов ^{90}Sr ниже ДОА$_{НАС.}$ на 7 порядков, $^{239+240}$Pu – на 5 порядков, и ^{137}Cs – на 8 порядков и ^{131}I – на 6 порядков.

Объёмная активность природных (космогенных и терригенных) радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха находилась на уровне фоновых значений, характерных для территории Москвы. Объёмная активность техногенных радионуклидов (^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs, $^{239+240}$Pu) также находилась на уровне фоновых значений и не представляла опасности для населения.

В пробах атмосферных выпадений (планшет + осадки) определялось содержание радионуклидов ^{7}Be, ^{40}K, ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{226}Ra, ^{232}Th, а также Σβ. Сведения о выпадениях природных и техногенных радионуклидов, а также о выпадениях Σβ, полученные с помощью высокобортных кювет с планшетами на территории Москвы, приведены в табл. 2.1.7.

Таблица 2.1.7

Данные измерений в пробах атмосферных «сухих» (планшет) и «мокрых» (осадки) выпадений (данные ФГУП «Радон»)

Радионуклид	Выпадения, Бк/м^2·сут		
	минимальные	максимальные	средние
∑β	$1{,}3\cdot10^{-1}$	$1{,}9\cdot10^{0}$	$8{,}6\cdot10^{-2}$
^{7}Be	$1{,}3\cdot10^{-2}$	$9{,}3\cdot10^{0}$	$1{,}4\cdot10^{0}$
^{40}K	$1{,}8\cdot10^{-1}$	$2{,}7\cdot10^{1}$	$1{,}7\cdot10^{0}$
^{226}Ra	$2{,}2\cdot10^{-2}$	$7{,}4\cdot10^{-1}$	$2{,}9\cdot10^{-1}$
^{232}Th	$26\cdot10^{-2}$	$2{,}8\cdot10^{0}$	$2{,}6\cdot10^{-1}$
^{90}Sr	$<2{,}8\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-2}$	$6\cdot10^{-3}$
^{137}Cs	$9{,}3\cdot10^{-2}$	$7{,}4\cdot10^{0}$	$1{,}7\cdot10^{-1}$

Средние значения плотности выпадений приведённых радионуклидов практически не отличаются (на уровне погрешности измерения) от соответствующих величин, полученных в предыдущие годы.

Удельная активность радионуклидов в почвах (грунтах)

Удельная радиоактивность в почвах (грунтах) в отчётном году определялась на режимной сети наблюдения окружающей среды. Пробы отобраны из верхнего пятисантиметрового слоя грунта. Значения удельной активности основных радионуклидов в почвах (грунтах) Москвы приведены в табл. 2.1.8.

Таблица 2.1.8

Значения удельной активности основных радионуклидов в почвах (грунтах) г. Москвы в 2023 г. (данные ФГУП «Радон»)

Значение	Удельная активность радионуклида, Бк/кг							
	∑β	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	$A_{эфф}$	^{137}Cs	$^{239+240}$Pu	^{90}Sr
Минимальное	236	190	4	6	64	0,5	< 0,6	< 0,9
Среднее	506	386	16	19	75	5,0	1,4	3,7
Максимальное	1050	750	33	46	91	40	2,8	8,6

Средние значения удельной активности приведённых радионуклидов не превышают значений, полученных в ходе многолетних наблюдений в Москве.

Удельная активность радионуклидов в растительности травянистого яруса

Средние удельные суммарные альфа- и бета-активности радионуклидов (Σα, Σβ) и средние удельные активности ^{7}Be, ^{40}K, ^{137}Cs, ^{226}Ra и ^{232}Th в растительности травянистого уровня приведены в табл. 2.1.9.

Таблица 2.1.9

Значения удельной активности основных радионуклидов в растительности травянистого яруса г. Москвы (данные ФГУП «Радон»)

Значение	Удельная активность радионуклида, Бк/кг						
	∑α	∑β	^{7}Be	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{137}Cs
Минимальное	<20	226	14	100	1	<2	1
Среднее	49	1229	185	1007	18	<18	<12
Максимальное	261	2670	3000	2000	69	<39	<21

Удельная активность растений травянистого уровня не нормируется, но она используется при расчётах перехода в цепочке почва – растения – животные – человек.

Активность радионуклидов в воде малых открытых водоёмов и р. Москва

Для анализа поверхностных вод малых открытых водоёмов отбирались пробы воды объёмом 2 л. Пробы донных отложений отбирались из верхнего слоя.

Значения объёмных активностей радионуклидов в поверхностных водах и удельных активностей радионуклидов в донных отложениях малых открытых водоёмов приведены в табл. 2.1.10.

Таблица 2.1.10

Значения объёмных активностей радионуклидов в поверхностных водах и удельных активностей радионуклидов в донных отложениях малых открытых водоёмов г. Москвы (данные ФГУП «Радон»)

Значение	Объёмная активность поверхностных вод, мБк/л		Удельная активность донных отложений, Бк/кг						
	Σα	Σβ	Σα	Σβ	^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	$A_{эфф}$
Минимальное	<15	43	<80	125	120	0,9	3,3	3,3	37
Среднее	38	161	198	320	296	5	11	10	51
Максимальное	141	590	611	755	690	11	40	40	79

Радиационное обследование акватории р. Москва в 2023 г. выполнялось с борта теплохода «Ярославец».

Пробы большого объёма воды (450 л) проходили фильтрацию на установке «Мидия».

В пробах большого объёма определялась активность радионуклидов в отфильтрованной воде и взвеси, осаждённой на фильтрах установки «Мидия», которая приведена в табл. 2.1.11.

Таблица 2.1.11

Радионуклидный состав проб воды, р. Москва, мБк/л (данные ФГУП «Радон»)

Проба, величина	∑α	∑β	^{7}Be	^{226}Ra	^{232}Th	^{90}Sr	^{137}Cs
Вода, 450 л:							
минимальное	< 15	34	-	-	-	< 6,8	-
среднее	18	98	-	-	-	10	-
максимальное	49	423	-	-	-	14	-
Взвесь, 450 л:							
минимальное	1,0	1,0	-	0,1	0,1	-	0,04
среднее	3,3	6,0	-	0,3	0,2	-	0,1
максимальное	5,0	13,0	-	0,7	0,7	-	0,5

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды: воде водоёмов и донных отложениях не нормируются НРБ-99/2009 [8].

По результатам, указанным в табл. 2.1.10 и 2.1.11, средние значения содержания радионуклидов в воде малых открытых водоёмов и Москва-реки не превышают уровней вмешательства по содержанию радионуклидов в питьевой воде согласно НРБ-99/2009 [8].

Измеренные уровни содержания радионуклидов в воде малых открытых водоёмов и р. Москва, а также в донных отложениях не превышают величин, соответствующих многолетним наблюдениям на территории города Москвы.

Радиационный фон

МАЭД измерялась с помощью носимых дозиметров на высоте 1 м от поверхности земли в каждом пункте режимной сети наблюдения при отборе проб окружающей среды, а также при установке и снятии термолюминесцентных дозиметров (ТЛД). Кроме этого МАЭД измерялась в пунктах автоматической системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) и при выполнении автомобильной гамма-съёмки (АГС).

Среднегодовые значения МАЭД гамма-излучения и интегральной поглощённой дозы для г. Москвы приведены в табл. 2.1.12.

Таблица 2.1.12

Среднегодовые значения МАЭД и интегральной поглощённой дозы гамма-излучения (данные ФГУП «Радон»)

Территория	Среднегодовое значение			
	Носимые дозиметры, мкЗв/ч	АСКРО, мкЗв/ч	АГС, мкЗв/ч	ТЛД, мГр/год
г. Москва	0,10	0,12	0,09	0,80

Результаты радиационно-экологического мониторинга предоставляются в федеральные органы исполнительной власти г. Москвы, используются в «Радиационно-гигиеническом паспорте территории г. Москвы» и в «Заключении об уровнях индивидуальных доз облучения граждан г. Москвы».

2.1.2. РОО г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области, в 100 км от Москвы, основными РОО являются Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») и Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова» (АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»). Местные РОО оказывают влияние 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 АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2023 г. приведены в табл. 2.1.13 и 2.1.14.

Таблица 2.1.13

Выбросы радионуклидов в атмосферу АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», Бк/год

Радионуклид	Предельно допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{41}Ar	$1{,}81\cdot10^{12}$	$1{,}3\cdot10^{10}$	$1{,}6\cdot10^{10}$	$-3{,}0\cdot10^{9}$
^{88}Kr	$2{,}55\cdot10^{12}$	$1{,}3\cdot10^{8}$	$1{,}5\cdot10^{8}$	$-2{,}0\cdot10^{7}$
^{57}Co	$1{,}51\cdot10^{10}$	$6{,}8\cdot10^{5}$	$2{,}7\cdot10^{6}$	$-2{,}0\cdot10^{6}$
^{90}Sr	$4{,}45\cdot10^{8}$	$6{,}9\cdot10^{6}$	-	$+6{,}9\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$1{,}17\cdot10^{10}$	$2{,}8\cdot10^{7}$	$3{,}4\cdot10^{7}$	$-6{,}0\cdot10^{6}$

Примечание: - – нет данных.

Таблица 2.1.14

Выбросы радионуклидов в атмосферу АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», Бк/год (данные АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»)

Радионуклид	Допустимый выброс	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2019 г.
^{131}I	$1{,}5\cdot10^{12}$	$2{,}9\cdot10^{11}$	$7{,}0\cdot10^{11}$	$1{,}3\cdot10^{12}$	$1{,}1\cdot10^{12}$	$1{,}2\cdot10^{12}$
^{132}I	$1{,}5\cdot10^{12}$	$2{,}0\cdot10^{11}$	$5{,}1\cdot10^{11}$	$6{,}8\cdot10^{11}$	$1{,}0\cdot10^{12}$	$8{,}4\cdot10^{11}$
^{133}I	$4{,}6\cdot10^{11}$	$4{,}3\cdot10^{10}$	$6{,}8\cdot10^{10}$	$5{,}9\cdot10^{10}$	$3{,}1\cdot10^{11}$	$1{,}8\cdot10^{11}$
^{135}I	$4{,}3\cdot10^{11}$	$1{,}3\cdot10^{9}$	$1{,}7\cdot10^{8}$	$3{,}1\cdot10^{8}$	$1{,}4\cdot10^{10}$	$1{,}1\cdot10^{10}$
^{41}Ar	$3{,}0\cdot10^{14}$	$9{,}9\cdot10^{13}$	$9{,}1\cdot10^{13}$	$1{,}1\cdot10^{14}$	$9{,}0\cdot10^{13}$	$1{,}0\cdot10^{14}$
^{85m}Kr	$1{,}0\cdot10^{14}$	$1{,}9\cdot10^{13}$	$1{,}5\cdot10^{13}$	$1{,}6\cdot10^{13}$	$1{,}4\cdot10^{13}$	$1{,}5\cdot10^{13}$
^{133}Xe	$7{,}5\cdot10^{14}$	$9{,}3\cdot10^{13}$	$7{,}6\cdot10^{13}$	$1{,}0\cdot10^{14}$	$7{,}3\cdot10^{13}$	$7{,}2\cdot10^{13}$
^{135}Xe	$8{,}1\cdot10^{14}$	$2{,}2\cdot10^{14}$	$1{,}5\cdot10^{14}$	$1{,}5\cdot10^{14}$	$1{,}2\cdot10^{14}$	$1{,}0\cdot10^{14}$
^{135m}Xe	$3{,}0\cdot10^{14}$	$2{,}2\cdot10^{13}$	$1{,}8\cdot10^{13}$	$1{,}9\cdot10^{13}$	$1{,}0\cdot10^{13}$	$1{,}3\cdot10^{13}$

Из табл. 2.1.13 видно, что в АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в 2023 г. годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,002 % (^{135m}Xe) до 0,011 % (^{41}Ar) предельно допустимых выбросов.

Выбросы АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2023 г. (табл. 2.1.14) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 0,003 % (^{135}I) до 0,19 % (^{131}I) допустимых выбросов. Суммарный выброс нуклидов йода АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2023 г. был ниже, чем в 2022 г. ($1{,}3\cdot10^{12}$ Бк), и составил $5{,}3\cdot10^{11}$ Бк.

В связи с выводом из эксплуатации основных радиационно опасных участков (производств) в АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и отсутствием источников поступления радионуклидов в открытую гидрографическую сеть, а также в соответствии с 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 АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» нормативы допустимого сброса не устанавливаются, а проводится только периодический технологический контроль сбросов. АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» значимых радиоактивных сбросов в р. Протву в 2023 г. не производилось.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске проводит ФГБУ «НПО «Тайфун» (рис. 2.1.5), в 100-км зоне вокруг Обнинска – Центральное УГМС (рис. 2.1.6).

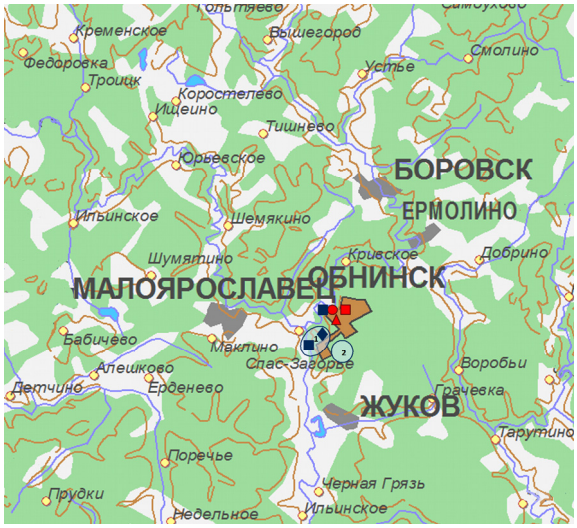


Рис. 2.1.5. Расположение СЗЗ АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (1), СЗЗ АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

ФГБУ «НПО «Тайфун»: ФЭИ:

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

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды в СЗЗ АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (совпадает с промплощадкой АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»), в ЗН АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (5-км зона вокруг АО «ГНЦ РФ – ФЭИ») и в СЗЗ АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (территории 1 и 2 на рис. 2.1.5 соответственно) проводят службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

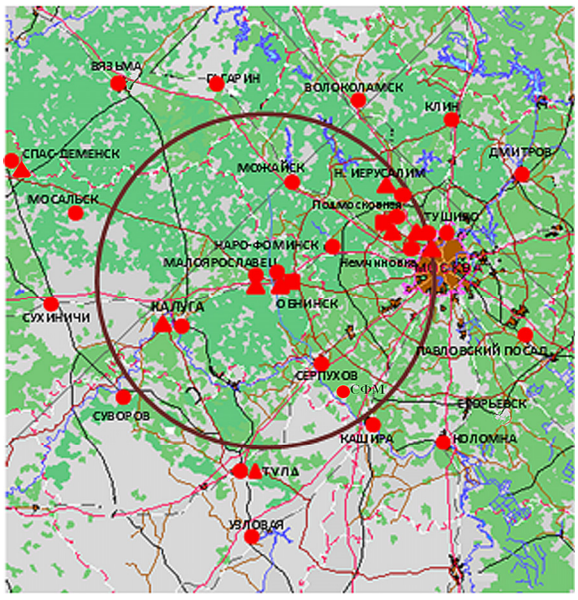


Рис. 2.1.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и филиала АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (г. Обнинск):

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

В 2023 г. службой внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в СЗЗ и ЗН контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

– значения МАЭД;

– содержание Σα и Σβ в почве, растительности, воде р. Протвы и Σβ в снеге и скважинах хранилища РАО;

– объёмная активность радионуклидов в приземной атмосфере в одной точке (СЗЗ).

Отбор проб объёмных активностей радионуклидов приземной атмосферы производится с помощью ВФУ с суточной экспозицией, измерения – один раз в неделю.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске организован ФГБУ «НПО «Тайфун» в соответствии с [9] следующим образом:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определяется путём отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ, установленной на территории ВММ ФГБУ «НПО «Тайфун» (примерно центр города, в 4–5 км от промплощадок АО «ГНЦ РФФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»). 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 путём анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью 0,3 м^2, расположенного на территории ФГБУ «НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;

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

В 100-км зоне РОО г. Обнинска в 2023 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (рис. 2.1.6):

– за объёмной активностью радиоактивных аэрозолей в двух пунктах (Подмосковная и Тушино);

– радиоактивными атмосферными выпадениями в пяти пунктах;

– величиной МАЭД в семи пунктах наблюдения.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

По данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», среднегодовая объёмная Σα в 2023 г. в воздухе СЗЗ составила $3{,}5\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при допустимом значении для предприятия 0,6 Бк/м^3; среднегодовая объёмная Σβ в воздухе СЗЗ составляла $5{,}7\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 соответственно при допустимом значении 13,25 Бк/м^3.

Объёмная активность ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в 2023 г. составила $1{,}5\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при допустимом значении для предприятия 425,0 Бк/м^3. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в СЗЗ ФЭИ составила $5{,}4\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, что в 13,2 раза выше средневзвешенной объёмной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($0{,}41\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и в 10 раз выше, чем в центре города (табл. 2.1.16), но на шесть порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ–99/2009 [8].

Данные наблюдений Центрального УГМС за Σβ атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2023 г. приведены в табл. 2.1.15.

Таблица 2.1.15

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м^2·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м^3) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2023 г. (данные Центрального УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н-Иерусалим	Тушино		Подмосковная		Центр ЕТР	
		P	P	P	q	P	P	q	P	q	P	q
Январь	с	0,8	0,7	0,7	37,2	1,1	0,7	15,8	0,8	18,1	1,2	24,6
	м	1,6	2,8	1,9	90,9	2,5	1,7	28,5	2,0	42,1		
Февраль	с	0,5	0,4	0,7	36,1	0,9	1,1	13,6	0,8	16,4	1,2	29,2
	м	1,9	2,0	1,6	214,2	2,3	2,7	31,7	1,8	50,9		
Март	с	0,6	0,7	0,8	16,3	0,9	1,1	10,0	1,0	6,6	1,1	18,1
	м	2,2	2,4	2,1	26,9	1,8	2,7	20,4	2,7	8,1		
Апрель	с	0,5	0,6	1,0	35,3	1,2	1,0	19,7	0,9	17,0	1,2	36,4
	м	1,5	1,9	2,8	53,5	2,2	2,4	29,7	1,8	24,9		
Май	с	0,7	0,6	0,9	23,7	1,2	1,0	14,0	1,1	11,2	1,1	27,3
	м	2,6	3,0	3,0	45,1	2,3	2,4	17,8	2,3	15,8		
Июнь	с	0,7	0,5	0,8	19,5	1,1	0,8	13,1	0,9	11,1	1,1	24,7
	м	2,5	1,3	5,2	55,4	2,2	1,8	16,7	2,2	13,2		
Июль	с	0,7	1,0	0,7	21,4	1,4	1,1	10,8	1,0	8,6	1,1	27,9
	м	1,9	2,2	2,9	45,5	2,6	2,5	15,5	2,5	11,2		
Август	с	0,6	0,6	1,0	25,7	1,2	1,3	16,6	0,9	14,1	1,0	26,4
	м	2,1	2,4	3,8	54,3	4,8	2,8	25,0	2,4	20,3		
Сентябрь	с	0,6	0,6	0,9	-	1,1	1,1	21,9	0,8	18,0	1,0	27,9
	м	1,7	2,2	3,0	-	2,8	2,2	38,1	1,9	30,0		
Октябрь	с	0,8	0,7	0,8	16,4	1,8	1,3	8,7	1,1	5,6	1,1	17,7
	м	2,5	1,6	4,0	48,6	2,5	2,9	13,0	2,2	9,6		
Ноябрь	с	0,7	0,7	1,0	19,9	1,7	1,3	14,5	1,0	9,9	1,1	21,1
	м	2,2	2,4	4,6	35,2	3,5	2,5	26,0	2,0	20,4		
Декабрь	с	0,5	0,5	0,6	33,8	1,8	1,5	16,2	1,0	13,8	1,0	18,7
	м	1,3	1,8	2,6	78,8	3,2	2,6	33,1	2,1	39,8		
Среднее: **2023 г.**		**0,64**	**0,63**	**0,83**	**25,94**	**1,28**	**1,10**	**14,58**	**0,94**	**12,53**	**1,10**	**25,0**
2022 г.		0,88	0,72	1,04	24,33	1,26	1,13	15,27	1,13	15,28	1,34	20,2
Сумма, Бк/м^2·год: **2023 г.**		**234**	**231**	**304**		**468**	**403**		**344**		**403**	
2022 г.		239	256	392		459,9	412,5		412,5		489,1	

Примечания: - – нет данных;

* – данные ФГБУ «НПО «Тайфун».

Из табл. 2.1.15 видно, что среднемесячные значения Σβ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,6 до 1,0 Бк/м^2·сут. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 1,6–5,2 Бк/м^2·сут. Среднее за год значение Σβ суточных атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 0,83 Бк/м^2·сут, что ниже в 1,3 раза значения 2022 г. и в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2023 г. (1,10 Бк/м^2·сут).

Среднемесячная объёмная Σβ в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.15) в 2023 г., по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», колебалась в пределах (16,3–37,2)·10^{-5} Бк/м^3, а среднее за год значение (25,94·10^{-5} Бк/м^3) осталось на уровне прошлого года. Наблюдаемая в 2023 г. среднегодовая объёмная Σβ в воздухе г. Обнинска в 1,7 и 2,4 раза выше соответственно, чем в пунктах Подмосковная и Тушино (табл. 2.1.4), расположенных в 100-км зоне РОО г. Обнинска на расстоянии 85 и 100 км соответственно, и примерно равно средневзвешенной объёмной активности в Центре ЕТР (25,0·10^{-5} Бк/м^3).

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в центре г. Обнинска в 2023 г., как и в предыдущие годы, регулярно регистрировались ^{137}Cs, ^{90}Sr и ^{131}I (табл. 2.1.16 [6]). Данные по плутонию до 2022 г. включительно представлены в предыдущих выпусках ежегодника.

Таблица 2.1.16

Среднемесячная объёмная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска, Бк/м^3 (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Месяц	^{137}Cs, $\cdot10^{-7}$			^{90}Sr, $\cdot10^{-7}$		^{131}I, $\cdot10^{-5}$		^{7}Be, $\cdot10^{-5}$	
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Январь	4,6	3,4	4,2			15	61	248	116
Февраль	2,2	4,4	7,8			12	23	131	172
Март	3,4	2,3	2,6	0,30	0,70	16	9,1	190	265
Апрель	1,9	2,7	4,5			30	44	286	267
Май	1,6	4,7	5,3			4,2	1,4	216	362
Июнь	2,4	3,4	4,2			4,1	3,8	326	479
Июль	2,0	1,0	3,6			2,9	8,2	274	180
Август	3,1	5,8	1,0			11	5,6	254	435
Сентябрь	5,8	3,3	2,4	0,82	0,35	4,6	3,0	417	143
Октябрь	6,9	2,8	12			3,9	6,1	127	142
Ноябрь	6,1	2,2	8,0			5,3	3,7	131	151
Декабрь	4,3	3,5	5,7			7,6	116	155	212
Среднее	3,7	3,3	5,1	0,56	0,53	9,7	24	230	244

Из таблицы видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}S изменилась незначительно и осталась практически на том же уровне, а объёмная активность ^{131}I уменьшилась в 2,5 раза в сравнении с предыдущем годом.

Средняя за год объёмная активность ^{137}Cs составила $3{,}7\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,9 раза выше, чем в п. Подмосковная ($2{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и в 1,5 раза выше средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР в 2023 г. ($2{,}5\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr составила $0{,}56\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, что в 2,2 и 1,3 раза выше соответственно, чем в п. Подмосковная ($0{,}26\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и Тушино ($0{,}42\cdot10^{-7}$ Бк/м^3), и в 1,4 выше средневзвешенной объёмной активности ^{90}Sr для Центра ЕТР ($0{,}41\cdot10^{-7}$ Бк/м^3).

Все регистрируемые объёмные активности радионуклидов были на три–семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ($ДОА_{НАС.}$) этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [8]: для ^{137}Cs $ДОА_{НАС.}$ – 27 Бк/м^3, для ^{90}Sr – 2,7 Бк/м^3.

Регистрация радиоактивного йода в приземном слое атмосферы г. Обнинска, скорее всего, обусловлена местным источником – АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». Количество случаев регистрации ^{131}I в центре города в 2023 г. (107) практически не изменилось по сравнению с 2022 г. (108 случаев). Среднегодовая объёмная активность ^{131}I в воздухе Обнинска в 2023 г. снизилась в 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составила $9{,}7\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, что на пять порядков ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I. В течение последних лет в приземном слое атмосферы г. Обнинска регулярно регистрируется 100–130 случаев выявления радиойода в год.

Максимальное содержание ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска в 2023 г. наблюдалось 16 марта 2023 г. и составляло $2{,}0\cdot10^{-3}$ Бк/м^3 (за сутки), что на три порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I ($ДОА_{НАС.}$ = 7,3 Бк/м^3 в соответствии с НРБ99/2009 [8]). За весь период наблюдений самые высокие зафиксированные среднесуточные объёмные активности ^{131}I

в г. Обнинске составляли $7{,}36\cdot10^{-3}$–$6{,}3\cdot10^{-2}$ Бк/м^3. Все наблюдавшиеся в этот период среднесуточные объёмные активности были на два-три порядка ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ^{131}I для населения в соответствии с НРБ-99/2009. Исключение составляет случай, зарегистрированный в ноябре 2015 г., когда содержание ^{131}I составляло 0,11 Бк/м^3, и в октябре 2018 г. – 0,25 Бк/м^3, что всего на один порядок ниже норматива [8].

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска регулярно определялись ^{7}Be и ^{40}K. Среднегодовая объёмная активность ^{7}Be в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2023 г. составляла $230\cdot10^{-5}$ Бк/м^3. Объёмная активность ^{40}K в 2023 г. изменялась в диапазоне $(0{,}47–1{,}6)\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 со среднегодовым значением $0{,}9\cdot10^{-5}$ Бк/м^3.

В табл. 2.1.17 приведены данные о выпадениях ^{137}Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трём пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ^{137}Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области.

Таблица 2.1.17

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		
	2023	2022	2021	2023	2022	2021	2023	2022	2021
Январь	0,035	0,028	нпо						нпо
Февраль	нпо	нпо	нпо	0,04	нпо	< 0,1	нпо	нпо	нпо
Март	нпо	нпо	нпо						нпо
Апрель	нпо	нпо	нпо						нпо
Май	нпо	нпо	нпо	0,09	0,15	0,16	0,34	0,32	0,15
Июнь	нпо	нпо	нпо						0,16
Июль	нпо	нпо	нпо						0,20
Август	нпо	нпо	нпо	0,13	нпо	0,10	0,51	0,37	0,16
Сентябрь	0,15	нпо	нпо						0,13
Октябрь	0,055	0,063	нпо						0,14
Ноябрь	0,52	нпо	нпо	нпо	нпо	0,09	0,32	0,042	нпо
Декабрь	нпо	нпо	нпо						нпо
Сумма за год, Бк/м^2·год	0,83	< 0,19	< 1,20	0,27	0,18	0,36	1,30	0,74	0,90

Примечания: * – среднее по трём пунктам: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец;
нпо – ниже предела обнаружения, < 0,01 Бк/м^2.

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (табл. 2.1.17) в 2023 г. увеличились в 1,5 раза по сравнению с прошлым годом и составили 0,27 Бк/м^2·год. В Обнинске годовые выпадения ^{137}Cs в 2023 г. составили 0,83 Бк/м^2·год. В табл. 2.1.17 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в п. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязнённом в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений ^{137}Cs в п. Жиздра в 2023 г. (1,30 Бк/м^2·год) увеличилась в 1,8 раза по сравнению с 2022 г. и была в 4,8 раза выше фоновых выпадений по Калужской области.

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2023 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида ^{7}Be в 2023 г. изменялись в диапазоне 19–151 Бк/м^2·месяц, составив за год 790 Бк/м^2. Выпадения природного ^{40}K составили 55 Бк/м^2, изменяясь от 1 до 13 Бк/м^2·месяц.

Наблюдавшиеся в 2023 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами в ближней 10-км зоне РОО Обнинска были значительно ниже существующих нормативов. Однако местные РОО оказывают влияние на загрязнение атмосферы Обнинска ^{131}I, отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона.

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль загрязнения подземных вод на территории АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», осуществляемый службой внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», в 2023 г. показал, что объёмная Σβ в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,2 до 670 Бк/л. Объёмные Σα и Σβ в воде р. Протвы составляли < 0,2 и не превышали контрольных уровней для питьевой воды 0,2 Бк/л для Σα и 1,0 Бк/л для Σβ 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 твёрдых РАО АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» [11]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населённых пунктах (Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) ФГБУ «НПО «Тайфун» периодически проводило отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Анализ питьевой воды, отобранной на территории ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2023 г., показал, что содержание трития в питьевой воде в течение года варьировало в пределах от 1,90 до 12,50 Бк/л при среднем значении 6,19 Бк/л (табл. 2.1.18), что примерно на три порядка ниже УВ [8] и в 4,6 раза выше среднего содержания трития в пресных водах рек ЕТР (1,35 Бк/л) [6].

Таблица 2.1.18

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

2023 г.		2022 г.	
Месяц	Объёмная активность	Месяц	Объёмная активность
Январь	3,56	Январь	1,33
Февраль	9,69	Февраль	2,94
Март	5,18	Март	3,97
Апрель	7,54	Апрель	4,82
Май	8,19	Май	5,22
Июнь	12,50	Июнь	2,09
Июль	6,31	Июль	-
Август	4,34	Август	-
Сентябрь	7,68	Сентябрь	-
Октябрь	6,59	Октябрь	-
Ноябрь	1,9	Ноябрь	3,15
Декабрь	4,03	Декабрь	-
Среднее	6,19	Среднее	3,36

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Динамика изменения среднегодового содержания трития в питьевой воде на территории ФГБУ «НПО «Тайфун» с 1997 г. представлена на рис. 2.1.7 [5, 6].

Из рисунка видно, что содержание трития в воде постепенно снижается. За указанный период оно уменьшилось примерно в 30 раз. Максимальное измеренное разовое содержание трития было зарегистрировано в 1999 г. и составляло 150 Бк/л, минимальное – 0,86 Бк/л – зарегистрировано в 2017 году.

Содержание Σβ в почве в СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», по данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», составило 551 и 576 Бк/кг соответственно, а Σα в СЗЗ и ЗН – 311 и 1080 Бк/кг соответственно. Содержание Σβ в растительности в СЗЗ составило 1060 Бк/кг, а в ЗН – 992 Бк/кг. Содержание Σα в растительности в СЗЗ составило 38,4 Бк/кг, а в ЗН – 57,3 Бк/кг.

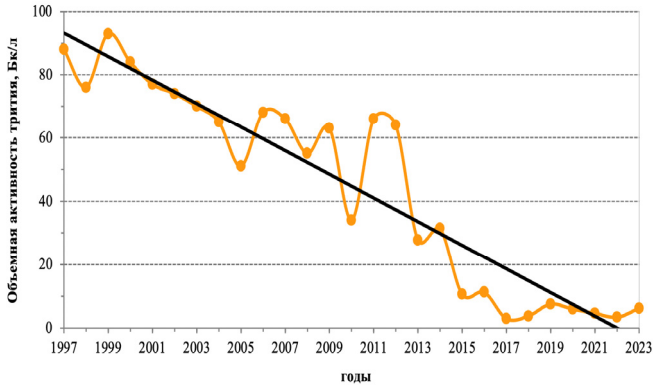


Рис. 2.1.7. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории ФГБУ «НПО «Тайфун»

Среднегодовые значения МАЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.6) в 2023 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ-фона и составляли: Малоярославец — 0,10 мкЗв/ч, Ново-Иерусалим – 0,11 мкЗв/ч, Можайск, Наро-Фоминск, Москва, Подмосковная, Серпухов, Немчиновка – 0,12 мкЗв/ч, Калуга – 0,13 мкЗв/ч. Максимальные среднесуточные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

Повышенное, по сравнению с фоновым, содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» [12, 13] требуют организации постоянного радиоэкологического мониторинга (ежегодное обследование) водных объектов, поскольку по результатам исследований, проведённых НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 20 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» продолжается.

Наблюдавшиеся в 2023 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами в ближней 10-км зоне РОО г. Обнинска были ниже существующих нормативов [8]. 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 приведённых данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ЦФО в 2023 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, объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР, но на пять–семь порядков ниже допустимых уровней в соответствии с НРБ-99/2009.

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: Республика Карелия и Республика 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. км^2, население – 13 867,3 тыс. человек [1, 2].

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

Согласно [3], на территории округа расположено 14 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. Семь РОО расположены в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Пять РОО, среди которых преимущественно предприятия МО, обслуживающие ВМФ, расположены на территории г. Мурманска и области и в г. Северодвинске Архангельской области. Кроме того, на территории СЗФО находится центральный полигон РФ (о. Новая Земля).

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Мурманским, Северным и Северо-Западным УГМС Росгидромета (рис. 2.2.1).

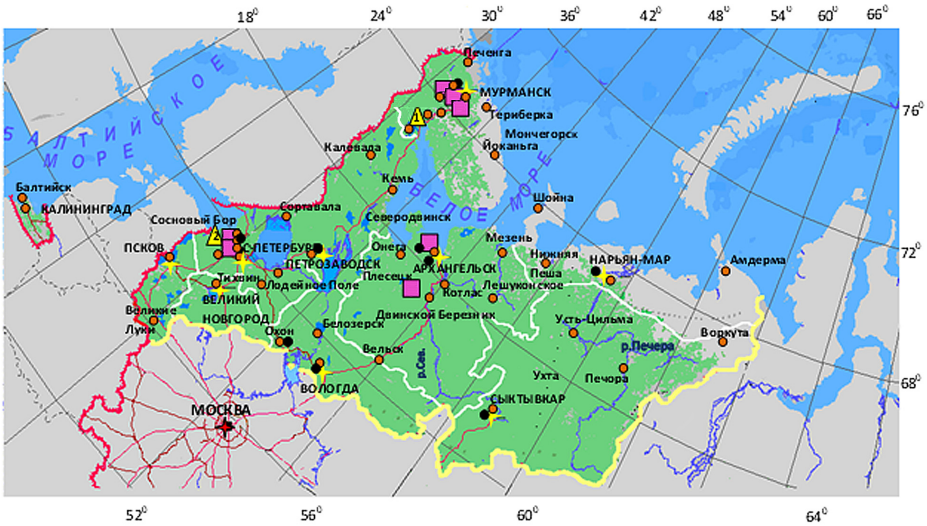


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

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

В составе СРМ на территории округа действуют 166 пунктов наблюдений по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы (ежедневно); 35 пунктов 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; 6 пунктов 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 Σβ 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 2023 г. на территории СЗФО МАЭД находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от < 0,06 до 0,22 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МАЭД в 2023 г. на территории СЗФО варьировали от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные суточные значения МАЭД в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.1.

Таблица 2.2.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах СЗФО в 2023 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Республика Карелия	20	0,09	0,16 (Паданы)
Республика Коми	18	0,09	0,16 (Якша)
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	40	0,09	0,16 (Няндома)
Вологодская область	14	0,10	0,15 (Чушевицы)
Калининградская область	7	0,13	0,17 (Железнодорожный, Советск, Низовье)
Ленинградская область, Санкт-Петербург	23	0,12	0,24 (Гогланд)
Мурманская область	30	0,11	0,27 (Териберка)
Новгородская область	7	0,12	0,20 (Холм)
Псковская область	7	0,11	0,15 (Струги Красные, Опочка)
СЗФО	**166**	**0,11**	**0,27**

Примечание: в скобках указаны пункты в субъектах СЗФО, в которых было измерено максимальное значение МАЭД.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны Ленинградской АЭС изменялись от 0,10 до 0,19 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МАЭД по СЗФО в 2023 г. составило 0,11 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 объёмной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно.

В табл. 2.2.2 приведены среднегодовые значения объёмной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пунктах наблюдения СЗФО в 2021–2023 гг. [5, 6].

Таблица 2.2.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах СЗФО, 10^{-7} Бк/м^3

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Мурманская область						
Мурманск	1,0	1,2	1,0	0,09	0,16	0,15
Кандалакша	1,2	1,0	1,1	0,15	0,52	0,15
Зашеек	0,9	0,8	1,1	0,09	0,13	0,10
Республика Коми						
Сыктывкар	0,9	3,1	1,4	0,41	0,30	0,43
Ленинградская область и г. Санкт-Петербург						
Санкт-Петербург	2,7	2,5	3,1	0,96	0,61	0,56
Карелия						
Петрозаводск	5,1	1,8	3,1	1,10	0,40	1,17
Вологодская область						
Вологда	0,8	5,6*	0,7	0,16	0,16	0,59
Архангельская область						
Архангельск	1,3	2,1	0,7	0,38	0,51	0,41
Северодвинск	1,3	1,2	1,6	0,38	0,43	1,1 1
НАО						
Нарьян-Мар	0,7	4,3*	0,8	0,08	0,10	0,09
Новгородская область						
Охоны	1,1	1,2	н/р	0,24	0,20	н/р
Среднее по округу	**1,5**	**2,3**	**1,5**	**0,37**	**0,32**	**0,46**

Примечания: н/р – станция не работала;
* данные ФГБУ «Северное УГМС»

Увеличение среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs в 2023 г., по сравнению с 2022 г., произошло в Петрозаводске в 3 раза, уменьшение – в Сыктывкаре в 3,4 раза, в Вологде – в 7 раз, в Архангельске – в 1,6 раза, в Нарьян-Маре – в 6 раз, в пунктах Мурманск, Кандалакша, Зашеек, Северодвинск, Санкт-Петербург и Охоны уровень среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs остался таким же, как и в 2022 году. Максимальная среднегодовая объёмная активность наблюдалась в г. Петрозаводске ($5{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

На рис. 2.2.2 представлена динамика среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2011–2023 годах. Пик (рис. 2.2.2) связан с аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году.

Среднегодовое значение объёмной активности ^{137}Cs по всей территории СЗФО уменьшилось в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составило $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. (табл. 2.2.2) увеличилась по сравнению с 2022 г. в пунктах: Сыктывкаре – в 1,4 раза, в Санкт-Петербурге – в 1,6 раза и в Петрозаводске – в 2,8 раза. В Вологде, Северодвинске, Охоны и Нарьян-Маре среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в 2023 г. остались на уровне предыдущего года. В остальных пунктах СЗФО объёмная активность ^{90}Sr уменьшилась в 1,3–3,5 раза. Осреднённые по всей территории СЗФО объёмные активности ^{90}Sr в 2023 г. увеличились, по сравнению с 2022 г., в 1,2 раза.

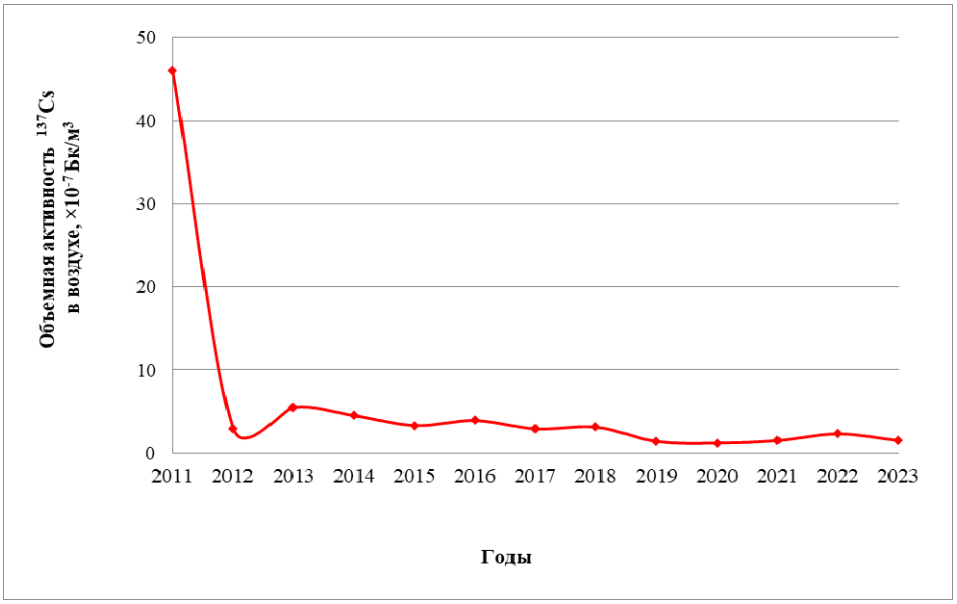


Рис. 2.2.2. Динамика объёмной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2011–2023 гг.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2023 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения (<0,1 Бк/м^2·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 2023 г., Бк/м^2·год

Субъекты Федерации	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Республика Карелия	0,39	0,37	<0,32
Республика Коми	0,06	0,09	0,08
Архангельская область	0,06	0,09	0,08
Ненецкий автономный округ*	0,06	0,09	0,08
Вологодская область	0,06	0,09	0,08
Калининградская область	<0,04	<0,04	<0,35
Ленинградская область	0,39	0,37	<0,32
Мурманская область*	0,18	0,17	0,18
Новгородская область	0,39	0,37	<0,32
Псковская область	0,39	0,37	<0,32
Санкт-Петербург	0,39	0,37	<0,32
Среднее для СЗФО	**<0,22**	**<0,22**	**<0,22**
Средневзвешенное для Севера ЕТР	**0,17**	**0,16**	**0,15**
Средневзвешенное для Заполярья	**0,06**	**0,09**	**0,06**

Примечание: * – субъекты, расположенные в Заполярье.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, в 2023 г. значения годовых атмосферных выпадений ^{137}Cs выше средневзвешенного значения для Заполярья (0,06 Бк/м^2·год): на территории Мурманской области (0,18 Бк/м^2·год) – в 3 раза, на территории Ненецкого автономного округа – значение на уровне средневзвешенного значения. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях годовые выпадения ^{137}Cs составили 0,06 Бк/м^2·год, в Республике Карелия, Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г. Санкт-Петербурге – 0,39 Бк/м^2·год.

Средние выпадения ^{137}Cs за год на территории СЗФО в 2023 г. (<0,22 Бк/м^2·год) находились на уровне предыдущих трёх лет.

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений ^{137}Cs на территории округа в период с 2013 по 2023 год.

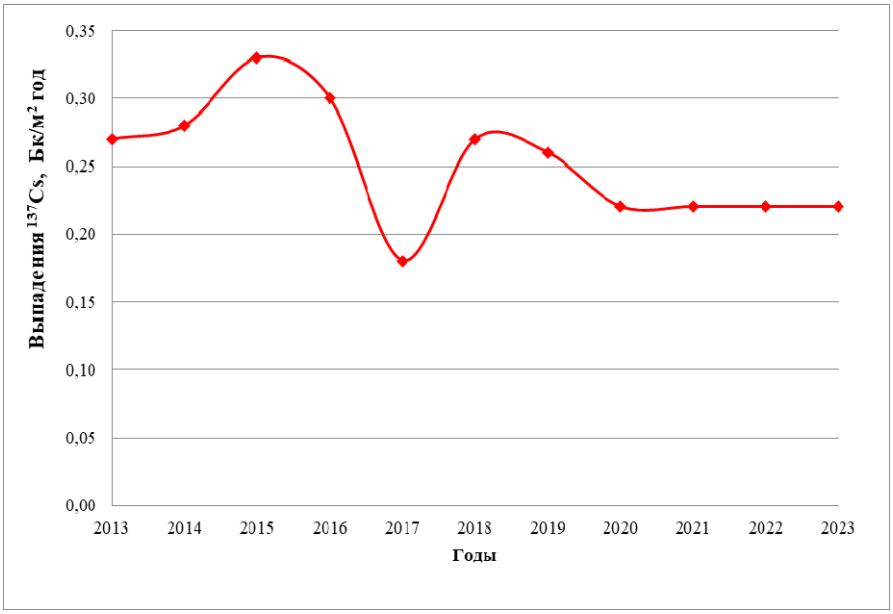


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений ^{137}Cs на территории СЗФО в 2013–2023 гг.

Поверхностные воды

На территории СЗФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в речных, озёрных и морских водах, содержанием ^{137}Cs – в морских грунтах, а также 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 областей, 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 озёрах, расположенных в субъектах СЗФО, в 2021–2023 годах.

Таблица 2.2.4

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках и озёрах СЗФО, мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2023	2022	2021
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа (2 точки отбора)	1,4	2,4	1,3
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	1,5	1,4	1,3
	оз. Имандра	Зашеек	1,4	1,3	1,4
Архангельская область	р. Северная Двина	Архангельск (п. Соломбала)	2,8	2,7	3,0
	р. Мезень	Дорогорское	2,4	2,1	2,3
	р. Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	2,2	3,0	3,5
Ненецкий автономный округ	р. Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор. порт)	1,2	1,6	1,6
Ленинградская область	р. Нева	Новосаратовка	1,9	3,0	3,1
Среднее по рекам ЕТР			**3,8**	**6,2**	**4,5**
Среднее по рекам и озёрам ЕТР			**2,6**	**4,0**	**3,3**

Из табл. 2.2.4 видно, что среднегодовые значения объёмной активности ^{90}Sr в оз. Имандра (Губа Молочная, Зашеек), в р. Северной Двине, р. Мезень в 2023 г. остались на уровне 2022 года.

Уменьшение среднегодовой объёмной активности наблюдалось для р. Онега в 1,4 раза, оз. Онежское – в 1,7 раза, р. Печора – в 1,3 раза и р. Нева – в 1,6 раза.

Значения среднегодовых объёмных активностей ^{90}Sr в озёрах и реках СЗФО не превышали среднее значение по рекам и озёрам ЕТР (2,6 мБк/л) и среднее значение по рекам ЕТР (3,8 мБк/л).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2023 г. составила 1,9 мБк/л. Аналогичный параметр в 2006–2022 гг. для Баренцева моря изменялся от 1,8 до 3,6 мБк/л, а для Белого моря – от 2,5 до 4,4 мБк/л. Таким образом, содержание ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2023 г. находилось в пределах колебаний уровней предшествующих лет.

Среднегодовая объёмная активность трития в р. Печоре на территории Ненецкого автономного округа и в р. Северной Двине в Архангельской области в 2023 г. составила 1,8 и 1,5 Бк/л соответственно, что ниже среднегодового значения для основных рек России – 2,1 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по содержанию трития в указанных реках в 2023 г. и в предыдущие годы (2006–2022) также указывает на стабильную ситуацию с содержанием трития в реках СЗФО.

Среднегодовые значения трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Архангельске, Калининграде и Нарьян-Маре, в 2023 г. составили 2,0, 1,5 и 1,7 Бк/л соответственно и были ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2023 г. (2,4 Бк/л). В Мурманске среднегодовое значение трития в атмосферных осадках составило 2,9 Бк/л, что в 1,2 раза превысило среднегодовое содержание трития в атмосферных осадках для всей территории РФ. Суммарные годовые выпадения трития на территорию СЗФО в 2023 г. составили 4815 Бк/м^2.

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях, имеются территории, загрязнённые в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2024 г. [4] в Ленинградской области один пункт имеет плотность загрязнения территории ^{137}Cs более 1 Ки/км^2. В Новгородской области населённых пунктов с уровнями выше 1 Ки/км^2 на 1 января 2024 г. нет.

Обзор и анализ радиационной обстановки в районах расположения Кольской и Ленинградской АЭС представлены в разделе 3. Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка вокруг РОО городов Мурманск, Северодвинск и филиалов ФГУП «ФЭО» (ранее – СЗЦ «СевРАО»).

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 АО «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие» (далее – «Севмаш») и АО «Центр судоремонта «Звёздочка» (далее – ЦС «Звёздочка»). На этих РОО осуществляются строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся РАО (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 2023 г. Северным УГМС проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды (рис. 2.2.4):

– объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на двух станциях (в Архангельске и Северодвинске), пробы отбирались с помощью ВФУ с суточной экспозицией;

– радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях (в Архангельске и Онеге);

– содержания трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (в/п Соломбала);

– содержания ^{90}Sr в поверхностных водах в устьях рек Онеги (п. Порог) и Северной Двины (в/п Соломбала), а также в Белом море – в пяти точках;

– содержания гамма-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 в 6 пунктах в летний период в 100-км зоне вокруг РОО;

– содержания радионуклидов в пробах растительности и снежного покрова, отобранных в 25 населённых пунктах;

– МАЭД гамма-излучения ежедневно на 6 стационарных пунктах;

– ежедневного контроля за радиационной обстановкой с использованием АТ АСКРО.

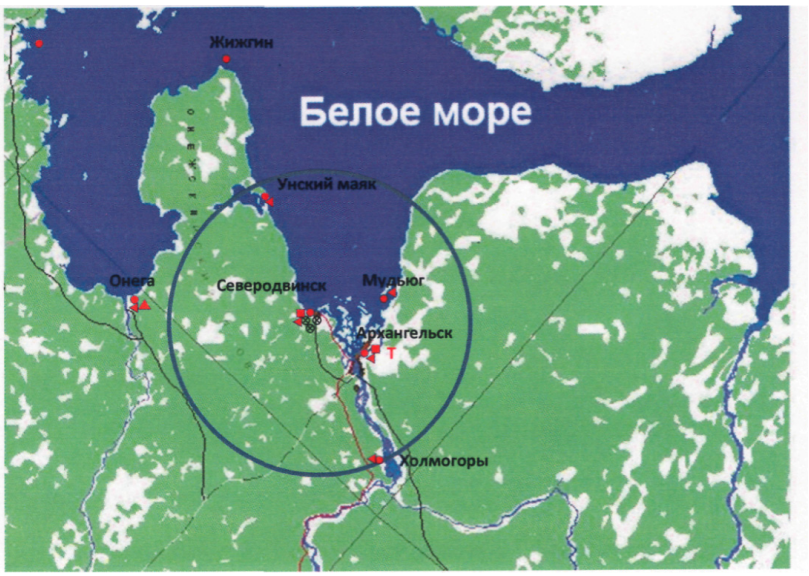


Рис. 2.2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

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

В 2023 г. в зимний и летний периоды проводились маршрутные обследования радиоактивного загрязнения окружающей среды в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска (рис. 2.2.5), включая район хранения твёрдых РАО «Миронова гора». Отобрано и проанализировано 25 проб почвы, 25 проб растительности и 21 проба снега. В 10 точках Двинского залива осуществлялся контроль за содержанием ^{137}Cs в морских грунтах.



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.

Измерение Σβ активности в пробах проводилось Северным УГМС на радиометрах типов РУБ-01П и УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном и полупроводниковом γ-спектрометре в Северном УГМС и на гамма-спектрометре фирмы Ortec с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в ФГБУ «НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра Quantulus-1220. Для измерения МАЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т1, ДБГ-01Н, ДКГ-02У, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д.

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объёмной Σβ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2023 г., а также средние величины объёмных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 2.2.5.

Из табл. 2.2.5 видно, что в 2023 г. среднемесячная объёмная Σβ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(1,6–9,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в г. Северодвинске – $(2,5–14,6) \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 при среднегодовом значении в Архангельске $4,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 и в Северодвинске – $6,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. В Северодвинске среднегодовая объёмная активность превышала среднее значение по Северному УГМС ($3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) в 1,8 раза, в Архангельске значение находилось на уровне среднего значения по Северному УГМС.

В феврале 2023 г. в приземном слое атмосферы в г. Северодвинске и в г. Архангельске наблюдались четыре случая повышенного содержания радионуклидов, превышение над фоновым значением было в 6–13 раз. Объёмная активность техногенного радионуклида ^{137}Cs в пробах, измеренных в лаборатории Северного УГМС, составляла 10,0 – $192,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что на шесть-семь порядков ниже объёмной среднегодовой активности ^{137}Cs во вдыхаемом воздухе для населения $ДОА_{НАС.}$=27 Бк/м^3 по НРБ-99/2009.

Таблица 2.2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (P, Бк/м^2·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м^3) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2023 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		P	q	P	q	P	q
Январь	с	0,90	4,0	1,44	3,9	0,83	3,2
	м	6,62	17,2	6,38	10,2	7,19	17,5
Февраль	с	1,24	9,8	0,74	11,5	0,58	8,3
	м	5,19	52,6	3,90	51,8	5,19	65,6
Март	с	0,68	4,8	0,45	5,2	0,59	4,4
	м	3,98	14,9	3,14	11,3	5,05	20,9
Апрель	с	0,67	4,6	0,55	6,9	0,59	4,2
	м	2,90	11,2	2,43	22,3	4,57	22,3
Май	с	0,52	6,2	0,78	14,6	0,47	5,7
	м	2,33	15,1	2,49	32,5	3,68	32,5
Июнь	с	0,35	3,6	0,33	9,3	0,39	3,6
	м	2,06	7,3	1,38	31,4	3,28	31,4
Июль	с	0,30	2,8	0,34	5,0	0,36	2,8
	м	1,51	7,8	1,09	11,6	3,95	11,6
Август	с	0,18	3,3	0,49	5,4	0,36	2,7
	м	0,90	9,4	1,33	10,9	2,90	10,9
Сентябрь	с	0,31	2,9	0,49	4,7	0,53	2,6
	м	1,75	7,2	3,62	8,4	3,62	8,4
Октябрь	с	0,62	1,9	0,72	2,5	0,64	1,6
	м	2,48	6,8	3,76	5,7	4,76	6,8
Ноябрь	с	0,91	2,2	0,97	3,0	0,72	1,6
	м	3,86	8,7	3,81	29,0	6,36	29,0
Декабрь	с	1,22	1,6	1,01	3,0	0,65	1,9
	м	4,57	4,7	4,86	10,2	5,19	11,8
Среднее:	**2023 г.**	**0,7**	**4,0**	**0,7**	**6,3**	**0,6***	**3,5**
	2022 г.	**0,6**	**4,5**	**0,7**	**6,9**	**0,6***	**3,8**
	2021 г.	0,5	3,1	0,5	5,2	0,4	2,9

Примечание: * – неполные данные (без учёта полярных станций ОГМС Фёдорова и МГ-2 Ушакова).

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2023 г., а также динамика изменения этих величин за период 2021−2023 гг. приведены в табл. 2.2.6.

Таблица 2.2.6

Объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное значение по территории Севера ЕТР
^{137}Cs							
Архангельск	2021	0,1	1,6	0,6	0,5	0,7	1,9
	2022	1,1	2,3	3,1	1,7	2,1	2,7
	2023	**нпо***	**1,7**	**1,4**	**1,0**	**1,3**	**1,7**
Северодвинск	2021	2,6	1,6	1,3	0,8	1,6	1,9
	2022	0,7	1,5	1,9	0,8	1,2	2,7
	2023	**1,0**	**2,2**	**1,4**	**0,8**	**1,3**	**1,7**
^{90}Sr							
Архангельск	2021	0,4		0,4		0,4	0,6
	2022	0,7		0,3		0,5	0,4
	2023	**0,6**		**0,2**		**0,4**	**0,5**
Северодвинск	2021	2,0		0,2		1,1	0,6
	2022	0,5		0,4		0,4	0,4
	2023	**0,5**		**0,2**		**0,4**	**0,5**

Примечание: *нпо – ниже предела обнаружения.

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске – $1{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, в г. Северодвинске – $1{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Повышенная объёмная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске во II квартале ($2{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. в г. Архангельске была в 1,6 раза ниже уровня 2022 г. и ниже средневзвешенного значения по Северу ЕТР ($1{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в Архангельске и в Северодвинске в 2023 г. была на уровне предыдущего года ($0{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и на уровне средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР.

Указанные значения объёмных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs в этих двух пунктах были на шесть-семь порядков ниже допустимой объёмной активности для населения по НРБ-99/2009 [8].

Среднемесячные значения суточных атмосферных выпадений ∑β в 2023 г. (табл. 2.2.5) изменялись в пределах (0,18–1,24) Бк/м^2·сут в Архангельске и (0,33–1,44) Бк/м^2·сут – в Онеге при среднегодовых значениях 0,7 Бк/м^2·сут соответственно, что находится на уровне среднего значения для территории ответственности Северного УГМС. В 2023 г. в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска случаев высокого загрязнения в атмосферных выпадениях не зарегистрировано.

В 2023 г. средние годовые выпадения ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС составляли 0,06 Бк/м^2·год (табл. 2.2.3), что ниже среднего значения по территории СЗФО (<0,22 Бк/м^2·год) и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2023 г. (0,17 Бк/м^2·год).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2023 г. составили 1101,7 Бк/м^2·год при годовом количестве осадков 604,3 мм. Месячные выпадения трития изменялись от 56,5 Бк/м^2·месяц (январь) до 218,2 Бк/м^2·месяц (июль). Среднемесячная объёмная активность трития в осадках в 2023 г. изменялась в диапазоне от 1,1 до 3,5 Бк/л при среднегодовом значении 2,0 Бк/л, что меньше среднего значения по территории России (2,4 Бк/л).

По данным ежедневных измерений, среднемесячные значения МАЭД в 6 пунктах, расположенных в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска, в течение года были на уровне естественного радиационного фона и колебались в пределах 0,08–0,11 мкЗв/ч при среднем значении 0,09 мкЗв/ч. По поступающим с постов автоматического контроля АТ АСКРО данным МАЭД гамма-излучения в течение года не превышала 0,25 мкЗв/ч.

Вода, донные отложения

Содержание ^{90}Sr в воде в устьях р. Северной Двины и Онеги по результатам радиохимического анализа, проведённого в ФГБУ «НПО «Тайфун», представлено в табл. 2.2.7.

Там же для сравнения дано среднее значение объёмной активности ^{90}Sr в реках ЕТР. Из приведённых данных видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в р. Северная Двина в 2023 г. находилась на уровне предыдущего года, а в р. Онеге – ниже в 1,4 раза. В Северной Двине и Онеге среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr составила 2,8 и 2,2 мБк/л соответственно, что в 1,4–1,7 раза ниже среднего значения для рек ЕТР (3,8 мБк/л) и на три порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения (^{90}Sr = 4,9 Бк/л).

Таблица 2.2.7

Объёмная активность ^{90}Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2023 г., мБк/л (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы		Дата отбора пробы	Объёмная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)		21.03	4,2
		17.05	1,5
		02.08	2,4
		10.10	3,2
Среднее	**2023 г.**		**2,8**
	2022 г.		2,7
	2021 г.		3,0
р. Онега (п. Порог)		13.02	3,0
		06.05	1,6
		21.08	3,3
		26.10	1,0
Среднее	**2023 г.**		**2,2**
	2022 г.		3,0
	2021 г.		2,3
Среднее по ЕТР	**2023 г.**		**3,8**
	2022 г.		6,2
	2021 г.		4,7

Объёмная активность трития в 2023 г. в р. Северная Двина составляла 1,5 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,4 раза ниже средней величины для рек России (2,1 Бк/л). Из табл. 2.2.8 видно, что содержание трития в р. Северная Двина в последние пять лет колеблется от 1,1 до 1,5 Бк/л.

Таблица 2.2.8

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

Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
^{3}H	2,3	1,6	1,6	1,6	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,5

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ^{90}Sr в 2023 г. проводился Северным УГМС на шести гидрологических станциях. Результаты приведены в табл. 2.2.9.

Таблица 2.2.9

Объёмная активность ^{90}Sr в водах Белого моря (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Дата отбора	**Место отбора**	**Объёмная активность ^{90}Sr, мБк/л**
25.06	Горло	2,3
24.06	Бассейн, поверхн.	2,2
24.06	Бассейн, дно	2,2
14.04	Двинской залив	1,9
22.06	Онежский залив	2,3
Среднее: 2023 г.		**2,2**
2022 г.		2,1

Из табл. 2.2.9 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в Белом море составляла 2,2 мБк/л и находилась на уровне предыдущего года [6].

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 ^{137}Cs в различных точках отбора изменяется от менее МДА до 3,3 Бк/кг воздушно-сухой массы проб при среднем значении 2,2 Бк/кг.

Таблица 2.2.10

Удельная активность ^{137}Cs 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°39 05 с.ш.; 39 35 06 в.д.	14.07.2023	12	3,29 ± 0,62
2	64°41 04 с.ш.; 39 38 05 в.д.	14.07.2023	11	1,87 ± 0,40
3	64°42 53 с.ш.; 39 40 99 в.д.	14.07.2023	13	1,65 ± 0,37
4	64°42 54 с.ш.; 39 40 97 в.д.	14.07.2023	10	0,93 ± 0,32
5	64°40 46 с.ш.; 39 36 50 в.д.	14.07.2023	12	3,95 ± 0,58
6	64°39 63 с.ш.; 39 35 62 в.д.	14.07.2023	11	3,15 ± 0,52
7	64°39 14 с.ш.; 39 35 13 в.д.	14.07.2023	13	3,23 ± 0,44
8	64°37 98 с.ш.; 39 33 93 в.д.	14.07.2023	9	0,94 ± 0,21
9	64°38 03 с.ш.; 39 33 86 в.д.	14.07.2023	10	< МДА
10	64°37 99 с.ш.; 39 33 93 в.д.	14.07.2023	12	0,60 ± 0,20
Среднее				2,17

В табл. 2.2.11 представлены многолетние данные загрязнения морских грунтов в этом районе, из которых следует, что загрязнение морского дна ^{137}Cs постепенно уменьшается. С 2003 г. оно уменьшилось в 1,4 раза и было ниже значения предыдущего года.

Таблица 2.2.11

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

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
^{137}Cs	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	2,0	2,2	2,6	< 1,4	< 1,3	3,1	2,2

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Почва, растительность

В 2023 г. Северным УГМС проводились маршрутные обследования в 30-км зоне вокруг РОО (рис. 2.2.5). Были отобраны пробы растительности, почвы в летний период и пробы снега в период перед снеготаянием. Всего в 30-км зоне РОО в летний период было отобрано по 25 проб почвы и растительности. Отбор проб проведён в точках, совпадающих с точками отбора проб снега. Фоновые пробы почвы и растительности были отобраны в г. Архангельске. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs и природных ^{232}Th, ^{226}Ra и ^{40}K. При отборе проб измерялась МАЭД на высоте 1 м и 10 см от поверхности почвы. Точки отбора проб почвы, растительности и данные измерений представлены в табл. 2.2.12.

Из табл. 2.2.12 видно, что значение удельной активности ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения в почве находилось на фоновом уровне и составило 2,7–22,1 Бк/кг. Удельная активность природных радионуклидов ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K в пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от 3,2 до 17,1 Бк/кг для ^{226}Ra и от 2,5 до 19,6 Бк/кг – для ^{232}Th. Наибольшие значения удельной активности природного радионуклида ^{40}K наблюдались в т. 4 «Рикасиха» – 506 Бк/кг. В остальных пробах содержание ^{40}K было в пределах от 163 до 445 Бк/кг. Максимальное значение эффективной удельной активности $A_{эфф}$ в 2023 г. рассчитано в пробе почвы т. 21 «о. Тиноватик» и составило 75,3 Бк/кг, что в пять раз ниже безопасного уровня, равного 370 Бк/кг согласно НРБ-99/2009.

Таблица 2.2.12

Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2023 г., Бк/кг (данные Северного УГМС)

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МАЭД, мкЗв/ч на высоте		Почва						Растительность				
	1 м	10 см	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	$A_{эфф}$, Бк/кг	плотность загрязнения по ^{137}Cs, Бк/м^2	МАЭД, мкЗв/ч на высоте 1 м	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
т. 1 – Малое Тайнокурье	0,10	0,06	2,7	7,9	11,8	275	47,9	12,4	0,10	-	-	-	435
т. 2 – Цигломень	0,07	0,07	-	9,1	9,9	260	45,4	-	0,07	-	-	-	710
т. 3 – Лайский Док	0,10	0,09	-	7,4	9,0	263	42,8	-	0,10	-	-	-	595
т. 4 – Рикасиха	0,09	0,09	-	10,6	18,0	506	79,6	-	0,09	-	2,6	-	645
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,07	0,08	-	5,0	3,6	229	30,3	-	0,07	-	-	-	576
т. 6 – база отдыха	0,06	0,09	-	7,1	6,7	341	46,4	-	0,06	-	-	-	786
т. 7 – Урочище Конецбор	0,08	0,10	-	4,7	5,7	301	39,2	-	0,08	-	-	5,9	777
т. 8 – Миронова гора	0,08	0,09	-	7,5	3,1	163	26,2	-	0,08	-	-	3,8	576
т. 9 – р. Солза	0,08	0,07	3,4	8,6	12,0	421	62,1	27,8	0,08	2,7	-	-	618
т. 10 – волость	0,06	0,11	-	5,1	4,2	317	39,1	-	0,06	-	-	-	541
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,05	0,07	-	7,5	5,1	306	41,6	-	0,05	-	3,1	5,2	590
т. 12 – после Мироновой горы	0,10	0,08	-	7,5	6,3	409	52,5	-	0,10	-	-	2,1	683
т. 13 – переезд у д. Солза	0,06	0,07	-	3,2	-	202	23,5	-	0,06	31,3	-	5,2	632
т. 14 – дачи	0,04	0,05	-	10,9	8,8	374	56,0	-	0,04	-	-	-	739
т. 15 – садовые участки	0,06	0,09	-	4,9	2,8	176	24,4	-	0,06	2,2	-	-	589
т. 16 – заправка	0,10	0,08	-	9,0	7,9	302	46,4	-	0,10	2,7	-	-	740
т. 17 – гаражи	0,08	0,07	-	10,3	5,0	334	46,9	-	0,08	-	-	-	643
т. 18 – обелиск	0,06	0,08	-	5,7	2,5	177	24,9	-	0,06	-	-	-	557
т. 19 – военная часть	0,07	0,08	2,8	9,9	4,2	240	37,0	21,2	0,07	5,2	-	5,0	877
т. 20 – о. Андрианов	0,08	0,09	14,5	17,1	9,1	380	63,3	44,4	0,08	-	-	-	633
т. 21 – о. Тиноватик	0,07	0,09	22,1	12,4	17,5	445	75,3	43,0	0,07	-	-	2,6	553
т. 22 – о. Кего	0,07	0,08	-	8,5	6,2	271	40,9	-	0,07	-	-	2,1	567
т. 23 – о. Никольский	0,06	0,08	13,4	9,8	19,6	244	57,2	52,0	0,06	6,3	4,0	-	470
т. 24 – (фон) М2 Архангельск	0,10	0,10	10,0	15,6	17,0	246	68,9	27,5	0,10	-	-	3,0	794
т. 25 – Аэрологическая станция	0,09	0,09	-	5,3	4,2	181	27,0	-	0,09	-	-	2,1	910

Примечание: - – значение удельной активности ниже предела обнаружения прибора.

Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что удельная активность ^{226}Ra (88 %) и ^{232}Th (60 %) большинства отобранных и измеренных проб растительности была ниже чувствительности прибора. Максимальное значение удельной активности ^{226}Ra было зафиксировано в т. 23 «о.Никольский» и составила 4,0 Бк/кг, максимальная удельная активность ^{232}Th была зарегистрирована в т. 7 «Урочище Конецбор» и составила 5,9 Бк/кг. Удельная активность ^{40}K по всей зоне наблюдения изменялась в пределах 435–910 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности ^{40}K было зафиксировано в т. 25 «Аэрологическая станция» и составило 910 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs зафиксировано в пункте «переезд у д. Солза» и составило 31,3 Бк/кг.

Значения МАЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,05 до 0,10 мкЗв/ч, что соответствует уровням естественного гамма-фона.

Пробы растительности также анализировались на содержание в них долгоживущих β-активных радионуклидов. Значение удельной суммарной бета-активности радионуклидов в пробах растительности в 2023 г. варьировалось от 11,2 Бк/кг (т. 14 «Дачи») до 231,6 Бк/кг (т. 18 «Обелиск»). Максимальное значение удельной суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов в 2023 г. было зафиксировано в точке «Садовые участки» (241,7 Бк/кг). Среднее по зоне наблюдения значение составило 130,3 Бк/кг.

Отбор проб снежного покрова в 2023 г. проводился в зимний период перед началом весеннего снеготаяния в точках с устойчивым снежным покровом. Была отобрана 21 проба снега. Средние значения МАЭД, измеренные в точках отбора проб, достигали 0,11 мкЗв/ч. Объёмная Σβ талой воды изменялась от 2,0 Бк/м^3 (т. 18) до 30,5 Бк/м^3 (т. 19). Минимальная плотность загрязнения снега Σβ наблюдалась в т. 5, 7, 18 и составила 0,1 Бк/м^2, максимальная – в т. 19 «Военная часть» (1,0 Бк/м^2). Среднее значение объёмной Σβ составило 13,4 Бк/м^3.

В 2023 г. на 6 станциях (Архангельск, Северодвинск, Онега, Холмогоры, Мудьюг, Унский Маяк), 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 максимальные значения удельной активности ^{40}К (460 Бк/кг) в почве зарегистрированы в МГ-2 Онега, ^{226}Ra (15,6 Бк/кг), ^{232}Th (17,0 Бк/кг) и ^{137}Cs (10,0 Бк/кг) в М-2 Архангельск.

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

Информация по радиационной обстановке в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения АО «ПО «Севмаш» за 2023 г. не предоставлялась.

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

В 2023 г. ОЯРБ ЦС «Звёздочка» проводился радиационный контроль окружающей среды в ЗН путём измерений:

– объёмной 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 радионуклидов в донных отложениях в ЗН (район Мемориала);

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

– содержания радионуклидов в гидробионтах;

– содержания радионуклидов в грунтовых водах;

– содержания радионуклидов в почве в трёх точках;

– измерения МАЭД.

В ЗН контролировались пешеходные магистрали. Мощность дозы γ-излучения в местах контроля составила 0,10–0,11 мкЗв/ч, поверхностное загрязнение – 6,0 β-част/(см^{2}мин).

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

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объёмная Σβ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звёздочка» в 2023 г. составляла 22,5·10^{-5} Бк/м^3, что находится на уровне предыдущего года и в 3,6 раза выше среднегодовой объёмной активности в г. Северодвинске (табл. 2.2.5). Из техногенных радионуклидов в воздухе на территории ЗН ЦС «Звёздочка» определялись ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{60}Co, ^{144}Ce, ^{106}Ru, ^{134}Cs. Объёмная активность ^{137}Cs составляла <2,9·10^{-7} Бк/м^3, среднегодовая объёмная активность в Северодвинске – 1,3·10^{-7} Бк/м^3). Содержание ^{90}Sr было менее 1,4·10^{-7} Бк/м^3, а ^{60}Co,

отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее $0{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что на четыре порядка ниже контрольного уровня для предприятия.

Таблица 2.2.14

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звёздочка» в 2023 г. (данные ОЯРБ ЦС « Звёздочка»)

Место отбора проб	∑β	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	^{40}K	^{3}H	^{144}Ce	^{106}Ru	^{134}Cs
Атмосферные аэрозоли 10^{-5} Бк/м^3									
ЗН	22,5	<0,029	<0,014	<0,0022	-	-	<0,030	<0,01	<0,0024
Атмосферные выпадения, Бк/м^2·год									
ЗН	11,0	<0,21	<1,13	<0,19	-	-	-	-	-
Почва, Бк/кг									
пр. Бутомы	430,0	14,0	<0,69	<0,11	310	-	-	-	-
ул. Макаренко	500,0	29,0	<0,69	<0,27	340		-	-	-
Мемориальный комплекс на о. Ягры	380,0	9,6	<0,58	<0,10	260		-	-	-
Донные отложения, Бк/кг									
ЗН, акватория Никольского устья	340	0,26	<0,71	<0,21	280	-	-	-	-
ЗН, Никольское устье, у моста	430	1,6	<0,82	<0,15	380	-			
Морская вода, Бк/кг									
ЗН, у моста	6,4	<0,0037	<0,0028	<0,002	6,8	<22	-	-	-
ЗН, район мемориала	8,0	<0,004	<0,0028	<0,0023	8,3	<22			
Гидробионты (рыба), Бк/кг									
Акватория Никольского устья	120	<0,34	<1,5	<0,12	110	-	<0,59	-	-

Примечание: - – данные отсутствуют.

В выпадениях определялись ^{137}Cs, ^{90}Sr и ^{60}Co, годовые выпадения которых составляли менее 0,21 Бк/м^2·год для ^{137}Cs; менее 1,13 Бк/м^2·год – для ^{90}Sr и менее 0,19 Бк/м^2·год – для ^{60}Co.

Содержание ^{137}Cs, ^{90}Sr в почве не превышало уровней глобального фона, а содержание ^{60}Co, отсутствующего в составе глобального фона, было менее 0,27 Бк/кг.

Содержание ^{137}Cs в донных отложениях составляло 0,3 и 1,6 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 0,82 Бк/кг и не превышало уровней глобального фона, а содержание ^{60}Co было менее 0,21 Бк/кг.

Суммарная Σβ воды, отобранной в двух точках ЗН (районе мемориала), составляла 7,2 Бк/кг, объёмная активность ^{137}Cs была менее 0,008 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 0,0028 Бк/кг и ^{60}Co – менее 0,002 Бк/кг, что на два–пять порядков ниже УВ по НРБ-99/2009 [8].

В рыбе, выловленной в акватории Никольского устья, содержание суммарной бета-активности составило 115 Бк/кг, ^{137}Cs – менее 0,34 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 1,5 Бк/кг, ^{144}Ce – менее 0,59 Бк/кг, а ^{60}Co, отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее 0,12 Бк/кг.

В жилом микрорайоне о. Ягры осуществлялся отбор водопроводной воды на водонапорной станции ВНС-5. Измеренная суммарная объёмная активность бета-излучающих радионуклидов составила 0,04 Бк/л, что почти в 25 раз ниже контрольного уровня, суммарная объёмная активность альфа-излучающих радионуклидов была ниже 0,011 Бк/л и ниже контрольного уровня (0,2 Бк/л). Было измерено также содержание радионуклидов ^{14}C, ^{131}I, ^{3}H, объёмные активности данных радионуклидов составили менее 0,74, менее 0,16, менее 22,0 Бк/л соответственно.

Из приведённых данных можно сделать вывод, что РОО г. Северодвинска оказывают влияние на загрязнение акватории предприятий и объектов окружающей среды (ЗН) техногенными радионуклидами, в том числе отсутствующим в составе глобального фона ^{60}Co. Однако полученные данные на два–пять порядков ниже УВ по НРБ-99/2009 [8].

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:

– Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная станция» (в эксплуатации 4 реактора);

– Федеральное государственное унитарное предприятие «Атомфлот» (далее – ФГУП «Атомфлот»), в эксплуатации 11 реакторов атомных ледоколов ледокольного флота и суда атомно-технологического обслуживания – обеспечивает весь жизненный цикл эксплуатации гражданских атомных судов, включая безопасное базирование атомных судов и судов атомного технологического обслуживания (АТО) в межрейсовый период, проведение ремонтных работ на данных судах для поддержания их надлежащего технического состояния, включая перезарядку ядерных реакторов и ремонт реакторного оборудования, выполнение всех видов технологического обслуживания указанных судов, включая обращение с отходами, в том числе и с радиоактивными, а также свежим и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ). Объекты береговой инфраструктуры, участвующие в обращении с ОЯТ и РАО, соответствующие нормативным требованиям по ядерной и радиационной безопасности: хранилище твёрдых отходов (ХТО), хранилище кондиционированных РАО, хранилище отработавшего ядерного топлива контейнерного типа (ХОЯТ КТ), береговой пост загрузки ОЯТ, накопительная площадка ОЯТ, спецпрачечная;

– Филиал «35-й судоремонтный завод» АО «ЦС «Звёздочка» – судоремонтное предприятие, выполняющее комплексные ремонты кораблей и судов Военно-морского флота;

– Акционерное общество «10 ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод» (АО «10 СРЗ») – ремонт и сервисное обслуживание кораблей и судов (АТО) и их утилизация;

– Филиал «СРЗ «Нерпа» АО «ЦС «Звёздочка», на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации; сбор, временное хранение твёрдых и жидких РАО;

– Северо-Западный центр по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» – филиал ФГУП «ФЭО» имеет три отделения – Сайда-Губа, Губа Андреева, Гремиха.

Северное, 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 ОЯТ (в настоящее время здесь хранится около 22 тыс. отработавших высокоактивных сборок ядерного топлива), поэтому одной из основных экологических проблем Мурманской области является организация безопасного обращения с накопившимися РАО и ОЯТ.

ФГУП «Атомфлот» является высокотехнологичным предприятием по техническому обслуживанию и ремонту атомных ледоколов и судов вспомогательного флота, ледокольному обеспечению

задач ВМФ и национальных арктических проектов. Промышленная площадка ФГУП «Атомфлот» расположена на восточном берегу Кольского залива, на выходе из его южного колена. Территория предприятия занимает прибрежную акваторию залива, нижнюю морскую террасу и часть склона возвышенности, примыкающей к заливу. ФГУП «Атомфлот» как эксплуатирующая организация, осуществляя свою деятельность в области использования атомной энергии на морском транспорте, направленную на коммерческую эксплуатацию судов с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ) и судов АТО и удовлетворение потребностей заказчиков, тем не менее, первоочередным приоритетом устанавливает обеспечение всех видов безопасности. В табл. 2.2.15 и 2.2.16 приводится информация о сбросах радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую сеть и атмосферу. В 2023 г. в открытую гидрографическую сеть сбросы ФГУП «Атомфлот» ^{134}Cs и ^{137}Cs увеличились по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.2.15), но были ниже на один-два порядка допустимых сбросов.

Таблица 2.2.15

Сброс радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть ФГУП «Атомфлот», Бк (данные ФГУП «НО РАО»)

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2022 г.	2023 г.	
^{60}Co	$1{,}39\cdot10^{6}$	$1{,}12\cdot10^{6}$	$3{,}91\cdot10^{4}$	$-1{,}08\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$5{,}45\cdot10^{7}$	$7{,}63\cdot10^{4}$	$1{,}58\cdot10^{5}$	$+8{,}17\cdot10^{4}$
^{137}Cs	$5{,}71\cdot10^{7}$	$5{,}26\cdot10^{6}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$+7{,}64\cdot10^{6}$
^{90}Sr	$1{,}22\cdot10^{9}$	$1{,}17\cdot10^{7}$	$2{,}44\cdot10^{6}$	$-9{,}26\cdot10^{6}$
^{3}H	$8{,}56\cdot10^{10}$	$5{,}76\cdot10^{10}$	-	$-5{,}76\cdot10^{10}$

В 2023 г. выбросы радионуклидов ФГУП «Атомфлот» в атмосферу увеличились для суммы нуклидов Eu и суммы инертных радиоактивных газов, но были на несколько порядков ниже допустимого выброса. Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2023 г. не превышают значений установленных нормативов выбросов радиоактивных веществ в атмосферу (см. табл. 2.2.16).

Таблица 2.2.16

Выброс радионуклидов в атмосферу ФГУП «Атомфлот», Бк (данные ФГУП «НО РАО»)

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2022 г.	2023 г.	
^{60}Co	$9{,}37\cdot10^{9}$	$5{,}29\cdot10^{5}$	$1{,}10\cdot10^{5}$	$-4{,}19\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$2{,}14\cdot10^{11}$	$1{,}14\cdot10^{8}$	$1{,}23\cdot10^{7}$	$-1{,}02\cdot10^{8}$
Σ нуклидов Eu	$1{,}79\cdot10^{9}$	$2{,}06\cdot10^{5}$	$9{,}81\cdot10^{5}$	$+7{,}75\cdot10^{5}$
Сумма ИРГ	$6{,}73\cdot10^{14}$	$6{,}25\cdot10^{10}$	$3{,}11\cdot10^{11}$	$+2{,}49\cdot10^{11}$

Примечание: - – данные отсутствуют.

В 2023 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС на 32 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (рис. 2.2.6):

– 3 пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью ВФУ с экспозицией фильтров 5 суток;

– 7 пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета с суточной экспозицией;

– 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;
– 29 пунктов измерения МАЭД, помимо основных пунктов наблюдения, МАЭД контролировалась с помощью 35 дополнительных постов.

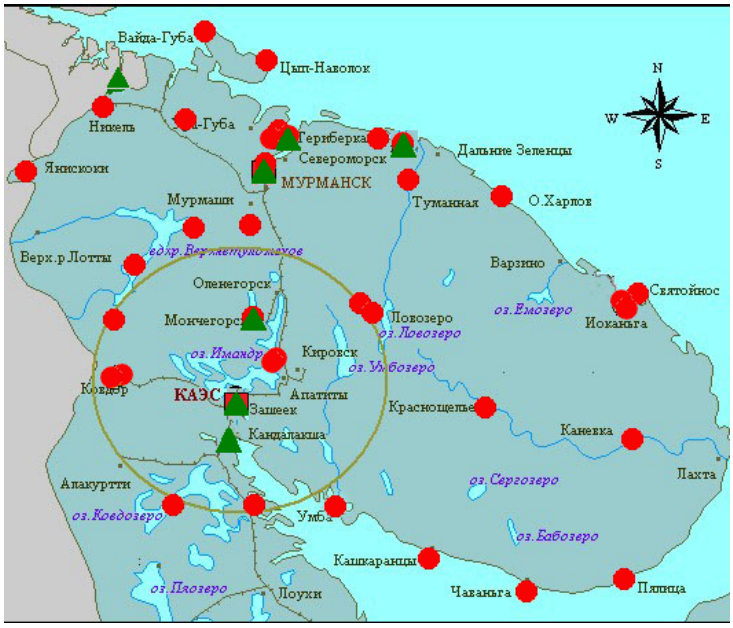


Рис. 2.2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:
● – наблюдения за гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями.

Ежедневные измерения МАЭД на основных пунктах контроля проводились с помощью дозиметров ДРГ-01Т, ДРГБ-01-ЭКО-1, ДКГ-03Д «Грач». На основных и дополнительных пунктах контроля радиационной обстановки, входящих в систему АСКРО, для измерения МАЭД использовались автоматические датчики непрерывного измерения радиационного фона УДРГ-50 (НТЦ «РИОН»), БДМГ (НПП «ДОЗА»), данные с которых передаются ежечасно.

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объёмной Σβ в воздухе в районе РОО на северном и северо-восточном побережьях Кольского полуострова представлены в табл. 2.2.17. Среднемесячная объёмная Σβ в Мурманске колебалась от $5{,}1 \cdot 10^{-5}$ до $11{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 при среднегодовом значении $8{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Случаев превышения суточных значений объёмной Σβ над фоновыми уровнями в 5 и более раз за время работы станции не наблюдалось.

Среднегодовые значения Σβ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова не превышали значения 2022 г. (табл. 2.2.17). Выпадения Σβ в п. Печенга в 2023 г. были выше значения Σβ в г. Мурманске в 1,4 раза и превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья (0,9 Бк/м^2·сут) в 1,6 раза. Выпадения Σβ в п. Полярное находились на уровне значения Σβ в г. Мурманске. Среднемесячные значения Σβ выпадений в этих пунктах находились в пределах от

0,78 Бк/м^2·сут (в августе в п. Печенга) до 2,17 Бк/м^2·сут (в октябре в п. Печенга). Максимальное среднесуточное значение Σβ выпадений (10,61 Бк/м^2·сут) в 2023 г. наблюдалось в феврале в п. Печенга. Случаев повышенных значений Σβ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2023 г. в этих пунктах не отмечалось.

Таблица 2.2.17

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м^{2}сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м^3) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережьях Кольского полуострова в 2023 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	0,84	1,24	1,10	6,0
	м	1,43	4,68	3,16	10,0
Февраль	с	1,47	2,15	0,97	11,7
	м	4,81	10,61	1,90	29,1
Март	с	0,84	0,85	1,64	6,8
	м	1,59	2,01	8,14	9,9
Апрель	с	0,97	0,82	0,95	9,3
	м	1,65	1,34	2,03	13,3
Май	с	0,87	1,21	1,14	12,0
	м	1,86	3,58	3,03	26,0
Июнь	с	1,00	1,19	1,21	9,1
	м	2,08	2,86	2,85	19,3
Июль	с	0,82	н	0,78	7,3
	м	2,21	н	1,56	15,1
Август	с	0,85	0,78	0,79	7,6
	м	2,03	1,34	1,73	12,4
Сентябрь	с	0,79	1,47	0,84	7,1
	м	1,52	4,20	3,25	7,8
Октябрь	с	1,19	2,17	0,81	5,1
	м	3,37	6,50	1,65	8,2
Ноябрь	с	1,02	1,54	1,07	7,3
	м	1,64	3,33	2,52	10,0
Декабрь	с	1,62	2,05	1,14	11,4
	м	3,81	7,75	2,99	24,0
Среднее: **2023 г.**		**1,02**	**1,41**	**1,04**	**8,4**
2022 г.		1,31	1,30	1,13	8,2
2021 г.		1,51	1,48	1,18	7,5

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объёмных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2019–2023 гг. представлена в табл. 2.2.18.

Таблица 2.2.18

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Мурманского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
^{137}Cs							
Мурманск	2019	1,2	1,1	1,1	нпо	1,1	0,7
	2020	не работала			1,5		0,9
	2021	1,1	0,9	1,4	0,9	1,0	1,0
	2022	0,8	1,9	1,6	0,5	1,2	1,3
	2023	1,3	0,9	нпо	0,7	1,0	1,3
^{90}Sr							
Мурманск	2019	0,54		0,22		0,38	0,24
	2020	не работала		0,10*			0,25
	2021	0,14		0,15		0,15	0,26
	2022	0,27		0,05		0,16	0,20
	2023	0,10		0,07		0,09	0,32

Примечания: * – данные за 4 месяца;
нпо – ниже предела обнаружения.

Выпадения ^{137}Cs в 2023 г. в пунктах г. Мурманск, п. Печенга, п. Полярное, п. Териберка составили 0,18 Бк/м^2·год.

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2023 г. проводился Мурманским УГМС в п. Териберка. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 2.2.19. Из табл. 2.2.19 видно, что объёмная активность ^{90}Sr в пробах воды Баренцева моря в 2023 г. колебалась от 1,1 до 2,1 Бк/м^3 при среднем значении 1,64 Бк/м^3 и ниже значения предыдущего года в 1,3 раза [6].

Таблица 2.2.19

Объёмная активность ^{90}Sr в морских водах Мурманской области, мБк/л (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Баренцево море	
Дата отбора	Координаты пункта отбора 68°37' с.ш., 33°03' в.д.
15.03.2023	1,14
24.05.2023	2,10
20.07.2023	1,63
15.11.2023	1,68
Среднее: **2023 г**.	**1,64**
2022 г.	2,08

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2023 г. среднемесячная объёмная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 1,8 Бк/л (в январе) до 3,9 Бк/л (в июле). Среднегодовое значение объёмной активности трития в 2023 г. было выше в 2,1 раза, чем в 2022 г., и в 1,2 раза выше среднего значения объёмной активности трития в осадках на территории РФ в 2023 г. (2,4 Бк/л).

В 2023 г. специалистами радиометрической лаборатории ФГБУ «Мурманское УГМС» проведены маршрутные обследования в 20-км зоне ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск) с использованием автомобильной лаборатории радиационной разведки: гамма-съёмка местности дозиметром ДКГ-01 «Сталкер» и отбор 10 проб почвы для последующего анализа по определению радионуклидного состава в радиометрической лаборатории. Радионуклидный состав проб почвы проводился на спектрометре энергии гамма-излучения ГАММА-1П, данные представлены в табл. 2.2.20. В отобранных пробах почвы были обнаружены радионуклиды ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{212}Pb, ^{137}Cs.

Таблица 2.2.20

Результаты измерений проб почвы в 20-км зоне ФГУП «Атомфлот» в 2023 г.

Точка отбора	МАЭД, мкЗв/ч	Почва, удельная активность, Бк/кг			
		^{137}Cs	^{212}Pb	^{232}Th	^{226}Ra
т.1	0,11	-	5,0	13,1	6,2
т.2	0,10	-	9,0	17,7	22,4
т.3	0,09	5,1	-	5,1	5,9
т.4	0,12	3,4	-	3,5	5,6
т.5	0,11	-	2,5	7,9	3,1
т.6	0,13	-	6,9	12,8	13,1
т.7	0,09	-	7,5	13,1	8,6
т.8	0,10	6,2	-	4,2	5,3
т.9	0,12	0,94	12,0	10,0	13,4
т.10	0,10	-	-	19,3	7,9

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом, в 2023 г. МАЭД на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МАЭД в районах расположения РОО не отличались от уровней естественного гамма-фона и изменялись от 0,07 мкЗв/ч (Мурманск АЭ) до 0,21 мкЗв/ч (Териберка), максимальные значения МАЭД не превышали 0,24 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2023 г. практически не изменилась по сравнению с 2022 годом.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СЗФО в 2023 г. была стабильной. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов [8] и не представляют опасности для здоровья населения. Наблюдаемые значения техногенных радионуклидов не превышают установленных нормативов [8].

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 восемь субъектов Федерации: Республика Адыгея и Республика Калмыкия, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, Республика Крым, г. Севастополь (данные по Крыму и Севастополю см. раздел 2.3.3).

Данные по ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской области представлены в разделе 2.3.4.

Площадь территории ЮФО составляет 447,8 тыс. км^2, население – 16 642 тыс. человек [1, 2].

Согласно [3], на территории округа расположены следующие РОО: Ростовская АЭС и два отделения филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (г. Ростов и г. Волгоград). Ещё одно отделение филиала – Грозненское – находится на территории СКФО (см. раздел 2.4).

В Еланском районе Волгоградской области есть один пункт (с. Дубовое) с плотностью загрязнения территории ^{137}Cs в результате чернобыльской аварии более 1 Ки/км^2 [4].

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС (рис. 2.3.1).

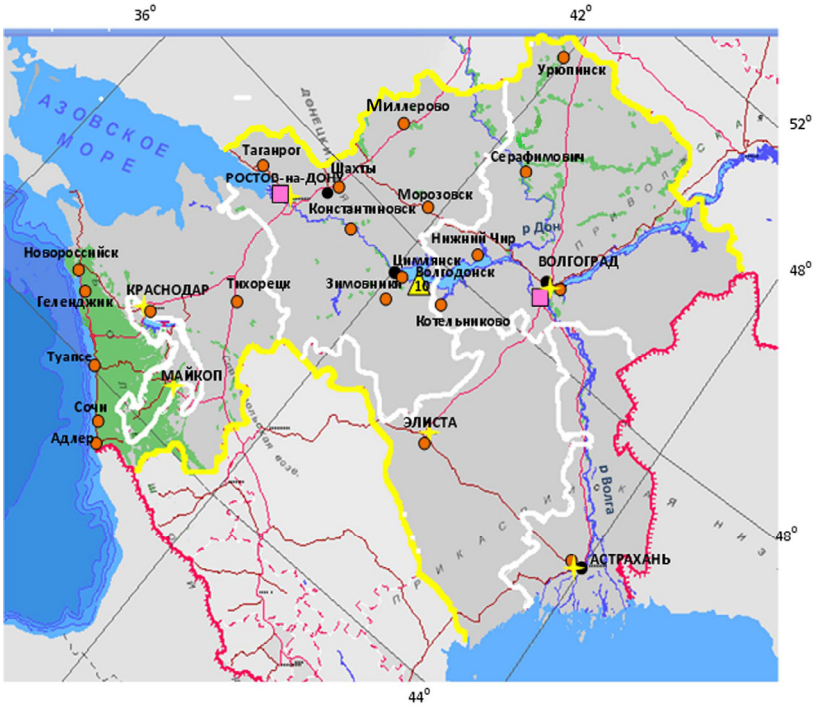


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

– 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.

В составе СРМ на территории округа действуют: 89 пунктов наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 22 пункта 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 – пять суток); 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 область и п. Аксай, р. Дон, Ростовская область) 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 (Каспийское море – пробы в 2023 г. отбирались и Азовское море; Таганрогский залив – пробы в 2022–2023 гг. не отбирались из-за проведения спецоперации на Украине) по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr.

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание Σβ и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС и в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун». В лаборатории ФГБУ «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 МАЭД на территории ЮФО в 2023 г. изменялись от 0,07 (Досанг, Лабинск) до 0,14 мкЗв/ч (Краснодар). Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах округа приведены в табл. 2.3.1. Усреднённый по всей территории округа радиационный фон в 2023г. составлял 0,13 мкЗв/ч, что соответствует уровням, наблюдаемым на территории ЮФО (и на территории РФ) в предыдущие годы.

Из табл. 2.3.1 следует, что среднегодовое значение МАЭД в степных районах ниже, чем в горных: в большинстве субъектов – 0,11–0,13 мкЗв/ч, а в Республике Адыгея – 0,14 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МАЭД 0,24 мкЗв/ч наблюдалось в г. Краснодар.

Таблица 2.3.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах ЮФО в 2023 г., мкЗв/ч (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Ростовская область*	22+4	0,13	0,22 (Миллерово)
Астраханская область	7	0,13	0,19 (Харабали)
Волгоградская область	17	0,11	0,18 (Ольховка и Эльтон)
Краснодарский край	28	0,13	0,24 (Краснодар)
Сочи и Красная Поляна	3	0,11	0,15 (Сочи М-2 и др.)
Республика Адыгея	2	0,14	0,22 (Даховская)
Республика Калмыкия	10	0,13	0,19 (Малые Дербеты)
ЮФО	89	0,13	0,24

Примечания: в скобках указаны пункты наблюдения, в которых были измерены максимальные по каждому субъекту значения МАЭД;
* – кроме 89 пунктов, 4 ПНЗ в Ростове-на-Дону.

Приземная атмосфера

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

Таблица 2.3.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах ЮФО, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Северо-Кавказского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Ростовская область						
Ростов-на-Дону	2,9	2,7	2,0	0,66	0,75	0,73
Цимлянск	2,2	3,6	2,5	0,42	0,48	0,91
Волгоградская область						
Волгоград	1,9	2,2	2,2	0,67	0,45	1,2
Астраханская область						
Астрахань	4,5	3,8	7,5	0,82	0,64	1,35
Средневзвешенное по югу ЕТР (ЮФО)	**2,6**	**2,8**	**3,6**	**0,65**	**0,57**	**1,07**
Средневзвешенное по ЕТР	**1,8**	**2,1**	**1,9**	**0,42**	**0,51**	**0,46**

Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в сравнении с 2022 г. в Цимлянске и Волгограде снизилась в 1,6 и 1,2 раза соответственно, а в Астрахани и в Ростове-на-Дону незначительно выросла (в 1,2 и 1,1 раза соответственно), и, как и в предыдущие годы, незначительно превышала средневзвешенную объёмную активность ^{137}Cs по ЕТР ($1{,}8\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). Объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г.

в Астрахани и Волгограде была выше значений предыдущего года в 1,4-1,5 раза, и во всех пунктах наблюдения выше средневзвешенного значения по ЕТР ($0{,}42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Наблюдавшиеся объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности этих радионуклидов по НРБ99/2009 [8].

На рис. 2.3.2 представлена динамика изменения средневзвешенного значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО с 2006 года. Объёмная активность ^{137}Cs в рассматриваемый период (без учёта данных 2011 г.) находится примерно на одном уровне.

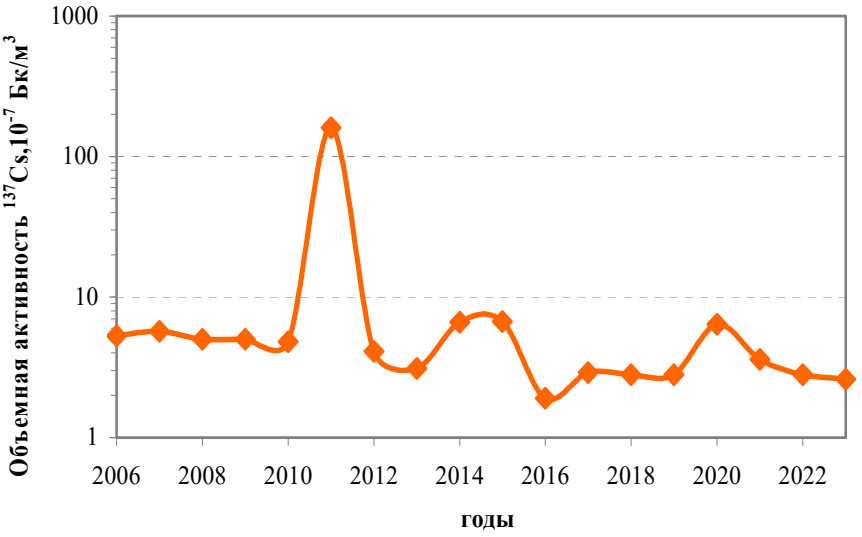


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Радиоактивные выпадения

В 2023 г. среднегодовые суточные выпадения Σβ радионуклидов на территории ЮФО соответствуют уровням 2022 г., изменяясь от 0,55 Бк/м^2·сут (в Краснодаре) до 2,04 Бк/м^2·сут (в Астрахани), при среднем значении для территории округа 0,73 Бк/м^2·сут. Наиболее высокие среднемесячные выпадения Σβ наблюдались в 2023 г. также в Астрахани в январе (9,02 Бк/м^2·сут).

Годовые выпадения ^{137}Cs на территории ЮФО составляли в 2023 г. 0,15 Бк/м^2·год, что ниже значений пяти предыдущих лет (0,2–0,4 Бк/м^2·год). Динамика изменения годовых выпадений ^{137}Cs 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 ^{137}Cs на территории ЮФО имеют тенденцию к уменьшению и практически находятся на пределе обнаружения.

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2023 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2023 г. на территории ЮФО в отобранных пробах было зарегистрировано три случая (Астрахань, Цимлянск) повышенных значений Σβ атмосферных выпадений (максимальное значение – 82,6 Бк/м^2·сут – наблюдалось в январе в Астрахани). По всем случаям проводился гамма-спектрометрический анализ, техногенные радионуклиды в суточных пробах не обнаружены или находились на пределе обнаружения.

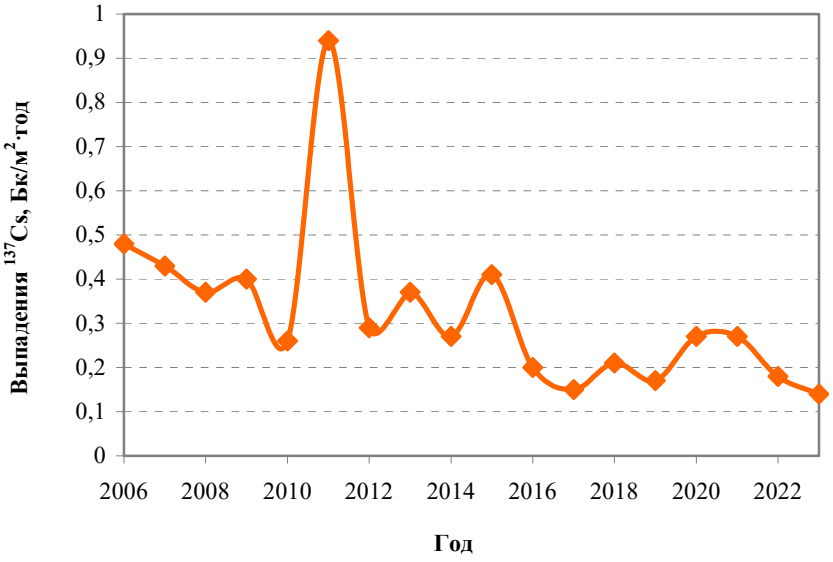


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Поверхностные и морские воды

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

Объёмная активность трития в осадках в 2023 г. в Астрахани и Цимлянске составляла 2,54 и 2,20 Бк/л соответственно, что на уровне среднего значения по территории РФ (2,39 Бк/л).

Объёмная активность трития в воде р. Волги (п. В. Лебяжье) и р. Дон (п. Аксай) в 2023 г. составляла 1,57 и 2,21 Бк/л соответственно, что незначительно отличается от среднего значения по территории РФ (2,10 Бк/л).

Объёмная активность ^{90}Sr составляла: 2,5 мБк/л в р. Дон (Ростовская область), 2,5 мБк/л – в р. Кубани (Краснодарский край), 2,2 мБк/л в – р. Волге (Астраханская область), что ниже среднего значения для рек ЕТР (4,0 мБк/л).

Объёмная активность ^{90}Sr в Каспийском море составляла 4,59 мБк/л, (в 2007–2022 гг. объёмная активность ^{90}Sr варьировалась от 3,3 до 8,9 мБк/л).

2.3.1. Филиал «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО», г. Ростов

Комплекс сооружений филиала «Южный территориальный округ» располагается на трёх территориально разрозненных площадках (см. разделы 2.3.2 и 2.4.1).

Пункт хранения радиоактивных отходов (ПХРО) расположен на стыке трёх районов Ростовской области: Аксайского, Мясницкого и Родионо-Несветайского. Река Тузлов (приток р. Дон) протекает на расстоянии 2,5 км севернее ПХРО. Территория ПХРО представляет собой участок, имеющий прямоугольную форму. Площадь промплощадки, огороженной забором, составляет 5 га. Границы СЗЗ совпадают с границами ПХРО. ПХРО осуществляет сбор, транспортирование и хранение твёрдых радиоактивных отходов (ТРО) и источников ионизирующего излучения (ИИИ). ПХРО принимает на хранение медицинские отходы, ампульные источники геофизического, медицинского

и технологического оборудования от предприятий и учреждений Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краёв. Переработка РАО не производится.

В 100-км зоне ПХРО действуют один 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 МАЭД (включая ПНЗ, расположенные в Ростове-на-Дону). Данные по объёмной 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 2023 г. объёмные активности ^{137}Cs ($2{,}9\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и ^{90}Sr ($0{,}66\cdot10^{7}$ Бк/м^3) превышали в 1,6 раза соответствующие средневзвешенные значения по ЕТР ($1{,}8\cdot10^{-7}$ и $0{,}42\cdot10^{-7}$ Бк/м^3).

Годовые выпадения ^{137}Cs (0,12 Бк/м^2) по 4 пунктам наблюдений в 2023 г. не превышали выпадений ^{137}Cs (0,15 Бк/м^2) по всей территории ЮФО.

В 2023 г. среднемесячные суточные выпадения Σβ радионуклидов в 100-км зоне ПХРО изменялись от 0,42 до 3,2 Бк/м^2·сут, среднегодовые суточные выпадения Σβ радионуклидов – от 0,58 до 1,75 Бк/м^2·сут (при среднем значении 0,94 Бк/м^2·сут).

Мощность дозы варьировалась в 100-км зоне ПХРО в течение года от 0,10 до 0,20 мкЗв/ч, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

2.3.2. Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» является правопреемником Волгоградского специализированного комбината «Радон», с июля 2008 года функционирует в качестве структурного подразделения ФГУП «ФЭО» (бывший ФГУП «РосРАО»).

ПХРО находится на территории Кузьмичёвского сельского поселения Городищенского муниципального района Волгоградской области, в 5 км от хутора Грачи и примерно в 20 км от г. Волгограда. Границы СЗЗ совпадают с границами ПХРО.

Территория ПХРО вместе с СЗЗ составляет 78 га. В 200 м от ПХРО проходит канал Городищенской оросительной системы. ПХРО принимает на хранение медицинские отходы, источники ионизирующего излучения геофизического, медицинского и технологического оборудования от предприятий и учреждений Волгоградской, Астраханской областей и Республики Калмыкия. Переработку РАО ПХРО не производит.

В 100-км зоне ПХРО действует один пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей и выпадений и измерению МАЭД в г. Волгограде и четыре пункта по измерению МАЭД.

По данным табл. 2.3.2, в 2023 г. в г. Волгограде объёмная активность ^{137}Cs ($1{,}9\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) находилась на уровне, а ^{90}Sr ($0{,}67\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) была выше в 1,6 раза, соответствующих средневзвешенных значений по ЕТР ($1{,}8\cdot10^{-7}$ и $0{,}42\cdot10^{-7}$ Бк/м^3).

Годовые выпадения ^{137}Cs (1,32 Бк/м^2) в г. Волгограде в 2023 г. почти в 9 раз превышали уровень выпадений ^{137}Cs (0,15 Бк/м^2) по всей территории ЮФО и выпадения ^{137}Cs в г. Волгограде за 2022 г.

Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне ПХРО в течение года от 0,08 до 0,19 мкЗв/ч, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зоне Ростовской АЭС приведён в разделе 3.

2.3.3. Республика Крым

Общая информация

Республика Крым входит в ЮФО, расположена на Крымском полуострове (рис. 2.3.4). Площадь территории региона составляет 26,1 тыс. км^2.

РОО на территории Республики Крым нет. Ближайшие РОО: 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 – в г. Ростове-на-Дону, в 460 км северо-восточнее Симферополя.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории Республики Крым в 2023 г. проводило Крымское УГМС. Наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями осуществлялись в 5 пунктах (Керчь, Севастополь, Симферополь (2 точки отбора), Феодосия, Черноморское), в 16 пунктах проводились наблюдения за МАЭД внешнего гамма-излучения. Отбор проб аэрозолей не проводился.

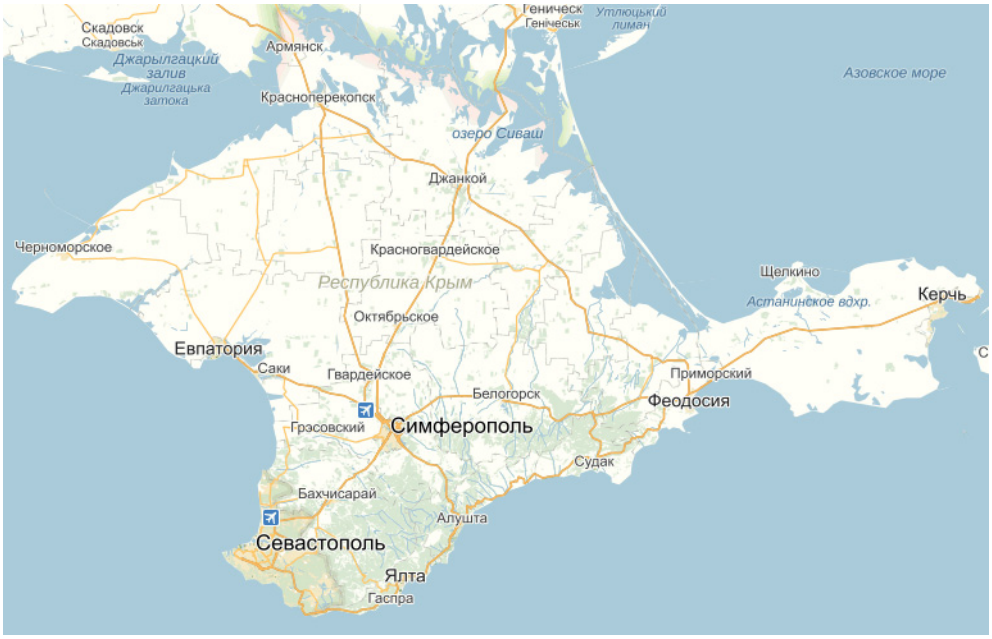


Рис. 2.3.4. Карта Республики Крым

Анализ отобранных проб выпадений на содержание Σβ проводился радиометрической группой в г. Красноперекопске, анализ объединённых месячных проб на содержание гамма-излучающих радионуклидов – в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун».

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МАЭД на территории Республики Крым в 2023 г. изменялись от 0,08 (Мысовое) до 0,13 (Нижнегорский) мкЗв/ч, среднегодовые – от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МАЭД (0,17 мкЗв/ч) наблюдалось в мае на АМЦ Симферополь. Усреднённое по всей территории Крыма значение МАЭД в 2023 г. составляло 0,10 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на остальной территории РФ.

Радиоактивные выпадения

В 2023 г. среднегодовые суточные выпадения Σβ радионуклидов на территории Республики Крым (табл. 2.3.3) незначительно превышали значения восьми предыдущих лет (0,38–0,73 Бк/м^2·сут) и составили 0,79 Бк/м^2·сут, что также незначительно отличается от средневзвешенного значения по югу ЕТР (0,81 Бк/м^2·сут). Наиболее высокие среднемесячные выпадения Σβ наблюдались в 2023 г. на Симферополь М в январе (1,7 Бк/м^2·сут).

Динамика изменения годовых выпадений ^{137}Cs (данные 2008–2014 гг. по [14]) представлена на рис. 2.3.5.

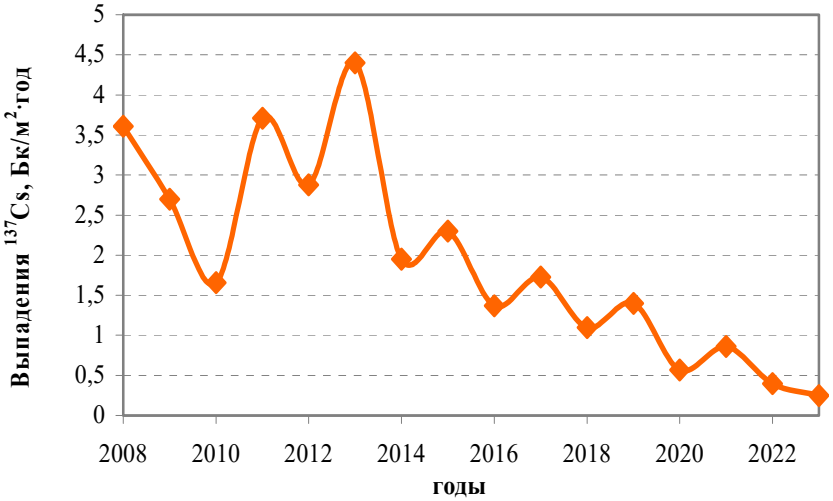


Рис. 2.3.5. Динамика изменения выпадений ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Крыма

Выпадения ^{137}Cs на территории Республики Крым в 2023 г., как и в предыдущие пять лет, имеют тенденцию к уменьшению и составили 0,25 Бк/м^2·год, что, однако, в 1,6 раза превышает выпадения этого радионуклида по территории ЕТР (0,15 Бк/м^2·год). Повышенные по сравнению с ЕТР выпадения ^{137}Cs на территории Республики Крым, по-видимому, связаны с более ранним вторичным ветровым переносом этого радионуклида из загрязнённых после чернобыльской аварии зон.

Таблица 2.3.3

Среднемесячные выпадения Σβ на территории Республики Крым в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Крымского УГМС, измерялись объединённые месячные пробы)

	Месяц												Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.
Керчь	0,7	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6	1,0	0,8	0,8
Феодосия	0,9	1,3	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
Симферополь АМЦ	0,8	0,8	0,7	0,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	0,7	0,7
Симферополь М	1,7	1,0	0,7	1,1	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	1,3	1,0	0,9
Севастополь	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,9	0,8	1,1	1,0	0,9	0,7
Черноморское	0,8	1,2	1,0	1,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8
Среднее, Бк/м^2·сут:													
- по Республике Крым	**0,92**	**1,02**	**0,78**	**0,98**	**0,70**	**0,65**	**0,60**	**0,60**	**0,70**	**0,78**	**0,97**	**0,80**	**0,79**
- по Югу ЕТР	1,03	0,91	0,78	0,83	0,73	0,70	0,66	0,74	0,78	0,77	0,87	0,89	0,81

Динамика изменения годовых выпадений ^{137}Cs (данные 2008–2014 гг. по [14]) представлена на рис. 2.3.5.

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории Республики Крым в 2023 г. были ниже предела обнаружения.

2.3.4. Донецкая Народная Республика, Луганская Народная Республика, Запорожская область и Херсонская область

Общая информация

Радиационный мониторинг в 2023 году на территории ДНР И ЛНР проводился ФГБУ «УГМС по ДНР» и ФГБУ «УГМС по ЛНР».

Радиационный мониторинг на территории Запорожской и Херсонской областей проводится ФГБУ «УГМС по Херсонской и Запорожской областям», в 2023 г. наблюдения не проводились из-за отсутствия необходимого оборудования на метеостанциях (систематические наблюдения начаты с января 2024 г.).

Ближайшие РОО: Донецкий спецкомбинат «Радон» (находится в стадии ликвидации с 18.01.2024); Запорожская и Ростовская АЭС.

Радиационная обстановка

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МАЭД на территории ДНР (6 пунктов наблюдения) в 2023 г. изменялись от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ. Среднемесячные значения МАЭД на территории ЛНР (6 пунктов наблюдения) в 2023 г. изменялись от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные значения МАЭД по пунктам наблюдения ДНР и ЛНР приведены в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3

ДНР		
Пункт наблюдения	Средгодовые значения МАЭД, мкЗВ/ч	Максимальные значения МАЭД, мкЗВ/ч
М-II Амвросиевка	0,10	0,14
М-II Дебальцево	0,14	0,19
М-II Донецк	0,13	0,17
М-II Волноваха	0,11	0,16
М-II Мариуполь	0,10	0,19
МГ-II Седово	0,09	0,12
Среднее (ДНР)	**0,11**	
ЛНР		
М-I Луганск	0,13	0,16
М-II Троицкое	0,11	0,13
М-II Новопсков	0,12	0,19
М-II Сватово	0,12	0,16
М-II Беловодск	0,12	0,15
М-II Дарьевка	0,12	0,16
Среднее (ЛНР)	**0,12**	

Выводы

Радиационная обстановка на территории ЮФО, ДНР и ЛНР в 2023 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МАЭД 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 были на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ99/2009 нормативов [8].

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: Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика и Ставропольский край. Площадь территории региона составляет 170,4 тыс. км^2, население – 10 205,7 тыс. человек [1, 2].

Согласно [3], на территории округа расположено одно РОО – ПХРО Грозненского отделения филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (ранее – Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»). ФГУП «Гидрометаллургический завод», расположенный в г. Лермонтов Ставропольского края, был ликвидирован.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС и НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.4.1): 44 пункта наблюдения (ежедневно) по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (станция М-II Нальчик из состава Кабардино-Балкарского ЦГМС в 2022 г. перешла в состав ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»); 9 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки) и два пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr: Каспийское море (разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, Астраханская область) – три точки отбора; и Таганрогский залив Азовского моря (где в 2022–2023 гг. пробы не отбирались из-за проведения спецоперации на Украине).

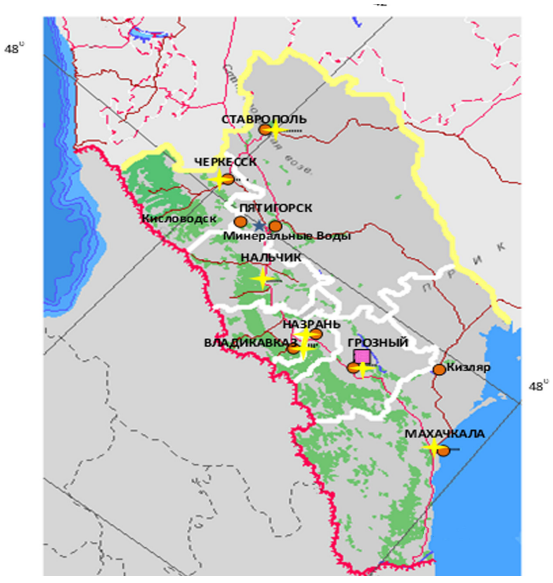


Рис. 2.4.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

– 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.

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах СКФО приведены в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД (мкЗв/ч) в субъектах СКФО в 2023 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Дагестан	14	0,11	0,22 (Касумкент)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,16	0,21 (Владикавказ)
Республика Ингушетия	1	0,11	0,15 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,13	0,19 (Нальчик)
Карачаево-Черкесская Республика	3	0,16	0,25 (Теберда)
Чеченская Республика	5	0,12	0,19 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,12	0,19 (Будённовск)
СКФО	44	0,12	0,25

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

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МАЭД на территории СКФО в 2023 г. изменялись от 0,07 (Сергокала и др.) до 0,20 (Теберда) мкЗв/ч. Усреднённый по всей территории округа радиационный фон в 2023 г. составлял 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории СКФО в предыдущие годы.

Радиоактивные выпадения

В 2023 г. среднегодовые суточные выпадения Σβ радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2022 г., изменяясь от 0,66 в Махачкале до 0,89 Бк/м^2·сут в Назрани (при среднем значении для территории округа 0,78 Бк/м^2·сут).

Динамика изменения годовых выпадений ^{137}Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3. Годовые выпадения ^{137}Cs на территории СКФО составляли в 2023 г. 0,15 Бк/м^2·год, что ниже значений пяти предыдущих лет (0,2–0,4 Бк/м^2·год), имеют тенденцию к уменьшению и практически находятся на пределе обнаружения. Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории СКФО в 2023 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2023 г. на территории СКФО случаи 10-кратного превышения Σβ атмосферных выпадений над фоновыми уровнями не были зарегистрированы.

2.4.1. Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

ПХРО Грозненского отделения филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (далее – ПХРО) расположен в с. Толстой-Юрт Грозненского района у подножья горы Карах.

ПХРО предназначался для временного хранения РАО от предприятий Северо-Кавказского региона. С 2002 г. приём РАО на временное хранение прекращён, хранилища РАО законсервированы. В 2020 г. все РАО с территории ПХРО Грозненского отделения удалены.

В 100-км зоне ПХРО действуют 3 пункта по отбору проб радиоактивных выпадений и 8 пунктов по измерению МАЭД.

В 2023 г. годовые выпадения ^{137}Cs (0,25 Бк/м^2) по 3 пунктам наблюдений в 100-км зоне ПХРО незначительно превышали уровень выпадений ^{137}Cs (0,15 Бк/м^2) по всей территории ЮФО.

Среднемесячные суточные выпадения Σβ радионуклидов в 100-км зоне ПХРО изменялись от 0,46 до 1,2 Бк/м^2·сут, среднегодовые – от 0,67 до 0,89 Бк/м^2·сут (при среднем значении 0,8 Бк/м^2·сут), что соответствует значениям предыдущих лет.

Мощность дозы в 100-км зоне ПХРО в течение года изменялась от 0,09 до 0,20 мкЗв/ч, что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2023 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МАЭД 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 [8] 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: Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика 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 тыс. км^2, население – 28 683,2 тыс. человек [1, 2].

Согласно [3], на территории округа расположено 13 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, Кирово-Чепецкое отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «ФЭО», АО «ОКБМ Африкантов» (г. Нижний Новгород), ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров, Нижегородская область), АО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов, Удмуртская Республика), АО «ГНЦ НИИАР» (г. Димитровград Ульяновской области).

По состоянию на 1 января 2023 г. на территории ПФО в 5 населённых пунктах Пензенской области, загрязнённых в результате аварии на ЧАЭС, наблюдаются уровни загрязнения ^{137}Cs более 1 Ки/км^2 [4]. В населённых пунктах остальных субъектов ПФО загрязнение почвы ^{137}Cs снизилось до уровней менее 1 Ки/км^2.

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Верхне-Волжским, Приволжским, Башкирским, Республики Татарстан, Уральским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.5.1): 189 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.

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

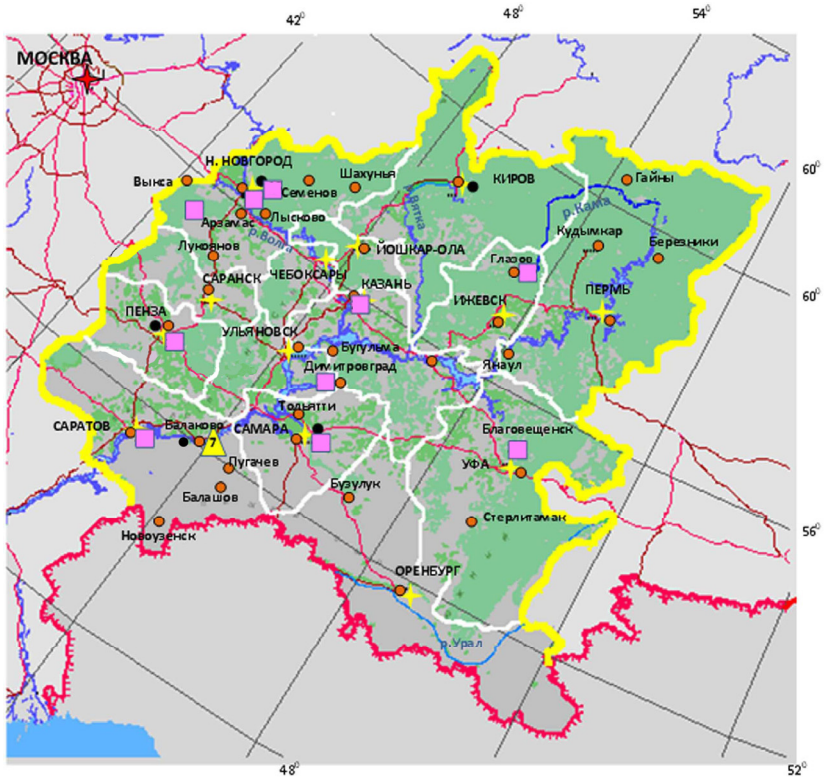


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные значения МАЭД в субъектах ПФО представлены в табл. 2.5.1.

Таблица 2.5.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД (мкЗв/ч) в субъектах ПФО в 2023 г. (данные УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Башкортостан	34	0,12	0,23 (Зилаир, Кушнаренково)
Республика Марий Эл	4	0,11	0,17 (Козьмодемьянск)
Республика Мордовия	6	0,10	0,17 (Краснослободск)
Удмуртская Республика	8	0,11	0,16 (Ижевск)
Чувашская Республика	5	0,12	0,17 (Чебоксары)
Кировская область	20	0,10	0,14 (Вятские Поляны, Киров и др.)
Нижегородская область	18	0,12	0,20 (Арзамас)
Республика Татарстан	17	0,11	0,18 (Мензелинск)
Оренбургская область	16	0,12	0,19 (Оренбург, Айдырля)
Пензенская область	8	0,13	0,19 (Каменка Белинская)
Самарская область	12	0,11	0,19 (Клявино)
Саратовская область	19	0,13	0,20 (Перелюб)
Ульяновская область	7	0,12	0,17 (Дмитровоград)
Пермский край	15	0,11	0,19 (Кудымкар)
ПФО	189	0,11	0,23

По данным ежедневных измерений на 189 пункте в течение 2023г. на территории ПФО мощность амбиентного эквивалента дозы γ-излучения (МАЭД) на местности находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона. Значения МАЭД изменялись в диапазоне от 0,10 до 0,23 мкЗв/ч. Усреднённый по всей территории округа радиационный фон в 2023 г. составлял 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ПФО в предыдущие годы.

Приземная атмосфера

Шесть пунктов наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ на территории ПФО расположены в городах 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 объёмной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдений отдельно.

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

В 2023г. средняя объёмная активность ^{137}Cs (по 6 пунктам наблюдения) была на уровне предыдущих лет (без учёта данных 2011 г.) и составила $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Объёмная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения ПФО была несколько ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Динамика усреднённых по территории округа объёмных активностей ^{137}Cs в 2011–2023 гг. представлена на рис. 2.5.2.

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr на территории ПФО в 2023 г. составила $0{,}39 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что близко к среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr предыдущего года и

незначительно ниже уровня средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($0{,}45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Однако в г. Кирове объёмная активность ^{90}Sr в 1,4 раза превысило средневзвешенное значение по Центру ЕТР.

Таблица 2.5.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах ПФО, 10^{-7} Бк/м^3 (данные УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Республика Татарстан						
Казань	0,7	0,8	0,8	0,15	0,20	0,19
Нижегородская область						
Нижний Новгород	2,6	2,7	3,1	0,6	0,45	0,55
Кировская область						
Киров	1,9	2,0	2,2	0,64	0,82	0,56
Пензенская область						
Пенза	0,9	0,9	1,8	0,12	0,24	0,28
Самарская область						
Самара	1,3	2,3	2,5	0,43	0,41	0,58
Балаково	1,7	2,2	3,2	0,42	0,45	0,65
Среднее по ПФО	**1,5**	**1,8**	**1,9**	**0,39**	**0,42**	**0,45**
Средневзвешенное по Центру ЕТР	**1,8**	**2,1**	**1,9**	**0.45**	**0,32**	**0,46**

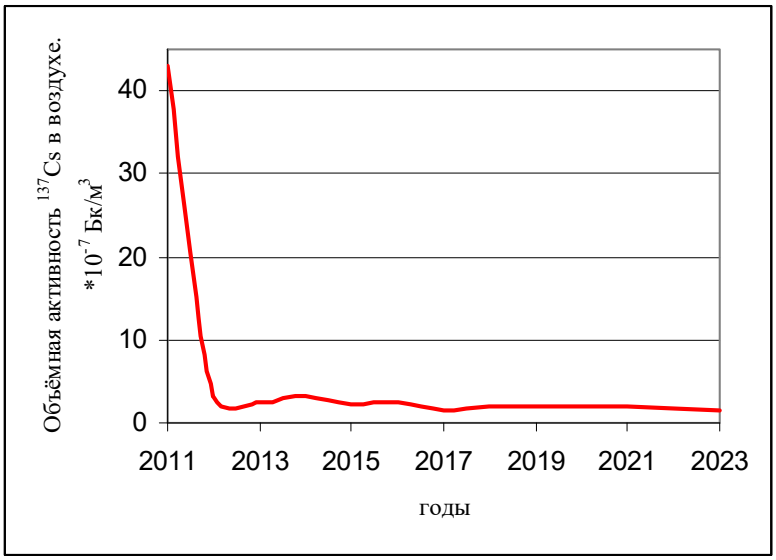


Рис. 2.5.2. Динамика средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ПФО

Радиоактивные выпадения

В табл. 2.5.3 представлены данные годовых выпадений ^{137}Cs на территории ПФО в 2016–2023 гг.

В 2023 г. уровень выпадений ^{137}Cs, усреднённый по территории округа, составил 0,14 Бк/м^2·год, что меньше значений пяти последних лет наблюдений (0,24–0,39 Бк/м^2·год).

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы, усреднённые по субъектам ПФО в 2011–2023 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 учёта

данных 2011 г., годовые выпадения ^{137}Cs на территории ПФО последние 10 лет находятся примерно на одном уровне.

Таблица 2.5.3

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов ПФО в 2016–2023 гг., Бк/м^2·год

Субъекты Федерации	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Республика Башкортостан	0,2	0,78	0,37	0,72	0,85	0,72	0,11	0,20
Республика Марий Эл	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Республика Мордовия	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Удмуртская Республика	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Чувашская Республика	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Кировская область	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Нижегородская область	0,08	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12
Республика Татарстан	0,13	0,16	0,36	0,15	0,28	0,15	0,08	0,22
Оренбургская область	0,19	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14
Пензенская область	0,19	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14
Самарская область	0,19	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14
Саратовская область	0,19	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14
Ульяновская область	0,19	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14
Пермский край	0,2	0,78	1,92	0,72	0,85	0,72	0,11	0,20
Среднее по округу	**0,14**	**0,26**	**0,39**	**0,24**	**0,39**	**0,24**	**0,13**	**0,16**

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ПФО в 2023 г., как и в предшествующие годы, были ниже предела обнаружения.

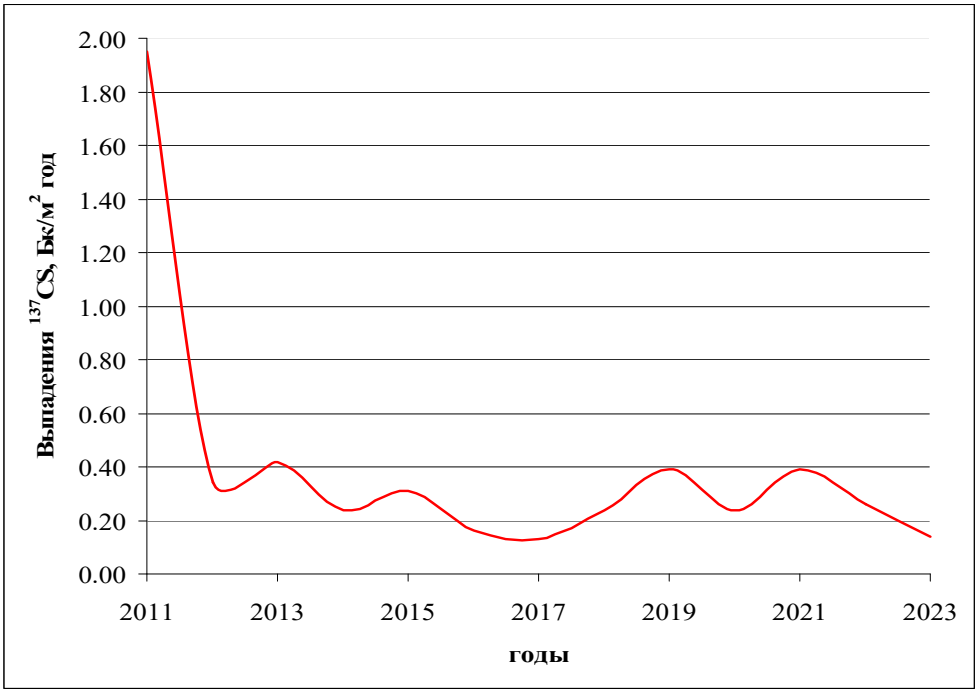


Рис. 2.5.3. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории ПФО

Поверхностные воды

На территории ПФО осуществляются наблюдения за содержанием ^{90}Sr в речных водах, а также наблюдения за содержанием трития в атмосферных осадках и 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 2023 году.

Таблица 2.5.4

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках ПФО в 2023 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2019	2020	2021	2022	2023
Оренбургская область	р. Урал	Оренбург	5,4	3,1	2,6	2,6	2,0
Пермский край	р. Вишера	Рябинино	9,0	12,3	10,5	15,3	9,0
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	7,5	17,7	13,0	17,8	8,3
Пермский край	р. Колва	Чердынь	14,3	20,0	15,5	20,0	9,8
Среднее по рекам ЕТР			**4,3**	**4,5**	**4,5**	**4,3**	**3,8**

Наблюдения за содержанием ^{90}Sr в реках Вишера, Колва и Кама вызвано необходимостью мониторинга влияния выноса радиоактивных продуктов с территории проведённого в 1971 г. взрыва трёх ядерных зарядов 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 2023 г. объёмная активность ^{90}Sr в реках Вишера, Колва и Кама в 2,2–2,6 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (3,8 мБк/л).

Среднегодовая объёмная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2023 г. варьировала от 1,60 до 1,96 Бк/л и в среднем составила 1,77 Бк/л, что ниже среднего значения за год для основных рек России (2,01 Бк/л).

Среднегодовые значения объёмной 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 2023г. составили 2,01; 1,89; 1,86; 2,14; 2,72 Бк/л соответственно, что незначительно превышает среднегодовое значение объёмной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2023 г. (2,39 Бк/л).

Обзор и анализ радиационной обстановки в районе 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. Димитровград

АО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (далее – НИИАР), организация АО «Наука и Инновации»» Госкорпорации «Росатом» – расположен в 7 км к юго-западу от г. Димитровграда Ульяновской области, в бассейне среднего течения р. Волги на правом берегу Черемшанского залива Куйбышевского водохранилища, на равнине, покрытой смешанным лесом.

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

- 6 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 и комплекс по обращению с радиоактивными отходами.

Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2023 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 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2022	2023	
^{139}Ba	$2{,}09\cdot10^{11}$	$2{,}55\cdot10^{9}$	4,66•109	$+2{,}11\cdot10^{9}$
Σ Eu	$1{,}51\cdot10^{11}$	$6{,}59\cdot10^{4}$	$6{,}04\cdot10^{5}$	$+5{,}38\cdot10^{5}$
^{59}Fe	$1{,}35\cdot10^{11}$	$1{,}40\bullet10^{7}$	$9{,}66\bullet10^{6}$	$-4{,}34\cdot10^{6}$
^{131}I	$1{,}79\cdot10^{12}$	$6{,}05\cdot10^{9}$	$6{,}53\cdot10^{9}$	$+4{,}80\cdot10^{8}$
^{132}I	$9{,}83\cdot10^{11}$	$1{,}40\bullet10^{9}$	$8{,}54\bullet10^{8}$	$-5{,}46\cdot10^{8}$
^{133}I	$8{,}12\cdot10^{11}$	$3{,}45\bullet10^{9}$	$2{,}27\bullet10^{9}$	$-1{,}18\cdot10^{9}$
^{134}I	$4{,}49\cdot10^{10}$	$1{,}38\bullet10^{8}$	$1{,}38\bullet10^{8}$	$+0{,}00\cdot10^{8}$
^{135}I	$2{,}14\cdot10^{11}$	$1{,}15\bullet10^{9}$	$9{,}06\bullet10^{8}$	$-2{,}44\cdot10^{9}$
^{58}Co	$1{,}30\cdot10^{11}$	$2{,}91\bullet10^{7}$	$3{,}28\bullet10^{7}$	$+3{,}70\cdot10^{6}$
^{242}Cm	$8{,}73\cdot10^{7}$	$8{,}75\bullet10^{5}$	$6{,}73\cdot10^{5}$	$-8{,}64\cdot10^{5}$
^{244}Cm	$6{,}75\cdot10^{9}$	$1{,}70\bullet10^{7}$	$1{,}11\bullet10^{7}$	$-5{,}90\cdot10^{6}$
^{54}Mn	$2{,}13\cdot10^{11}$	$7{,}87\bullet10^{7}$	$5{,}22\bullet10^{7}$	$-2{,}65\cdot10^{7}$
^{95}Nb	$3{,}87\cdot10^{10}$	$8{,}26\bullet10^{7}$	$6{,}17\cdot10^{7}$	$-2{,}09\cdot10^{7}$
^{76}As	$6{,}97\cdot10^{8}$	$2{,}98\bullet10^{7}$	$1{,}42\bullet10^{8}$	$+1{,}12\cdot10^{7}$
^{238}Pu	$1{,}07\cdot10^{10}$	$2{,}33\cdot10^{7}$	$2{,}75\cdot10^{7}$	$+4{,}20\cdot10^{6}$
^{239}Pu	$4{,}39\cdot10^{9}$	$2{,}48\bullet10^{7}$	$2{,}86\bullet10^{7}$	$+3{,}80\cdot10^{6}$
^{88}Rb	$7{,}44\cdot10^{13}$	$5{,}23\bullet10^{11}$	$4{,}60\bullet10^{11}$	$-6{,}30\cdot10^{10}$
^{89}Rb	$5{,}89\cdot10^{13}$	$2{,}01\bullet10^{10}$	$7{,}19\bullet10^{9}$	$-1{,}88\cdot10^{10}$
^{103}Ru	$2{,}27\cdot10^{9}$	$7{,}77\bullet10^{6}$	$3{,}45\bullet10^{6}$	$-4{,}32\cdot10^{6}$
^{106}Ru	$5{,}90\cdot10^{9}$	$1{,}70\bullet10^{7}$	$6{,}24\cdot10^{4}$	-
^{75}Se	$6{,}08\cdot10^{12}$	$1{,}93\bullet10^{9}$	$7{,}13\cdot10^{4}$	$-1{,}91\cdot10^{9}$
^{89}Sr	$2{,}73\cdot10^{10}$	$1{,}54\bullet10^{7}$	$1{,}54\bullet10^{7}$	$+0{,}00\cdot10^{6}$
^{90}Sr	$2{,}30\cdot10^{11}$	$2{,}02\bullet10^{6}$	$3{,}08\bullet10^{6}$	$+1{,}06\cdot10^{6}$
Сумма ИРГ	$3{,}13\cdot10^{17}$	$3{,}07\cdot10^{15}$	$3{,}48\cdot10^{15}$	$+4{,}10\cdot10^{16}$
^{124}Sb	$1{,}12\cdot10^{10}$	$9{,}30\bullet10^{5}$	$2{,}11\bullet10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
^{125}Sb	$1{,}20\cdot10^{11}$	$2{,}88\bullet10^{7}$	$3{,}45\bullet10^{7}$	$+1{,}32\cdot10^{8}$
^{99m}Tc	$1{,}53\cdot10^{11}$	$4{,}46\bullet10^{8}$	$5{,}56\bullet10^{8}$	$+1{,}10\cdot10^{8}$
^{3}H	$7{,}14\cdot10^{14}$	$5{,}36\bullet10^{12}$	$4{,}68\bullet10^{12}$	$-6{,}80\cdot10^{11}$
Σ U	$6.9\cdot10^{10}$	$4{,}76\cdot10^{7}$	$4{,}86\cdot10^{7}$	$+1{,}00\cdot10^{8}$
^{51}Cr	$4{,}96\cdot10^{10}$	$4{,}74\bullet10^{7}$	$1{,}17\bullet10^{8}$	$+6{,}96\cdot10^{7}$
^{134}Cs	$2{,}82\cdot10^{11}$	$2{,}65\cdot10^{8}$	$1{,}52\cdot10^{8}$	$-1{,}13\cdot10^{8}$
^{137}Cs	$7{,}69\cdot10^{11}$	$1{,}10\cdot10^{9}$	$8{,}76\cdot10^{8}$	$-2{,}24\cdot10^{8}$
^{138}Cs	$1{,}13\cdot10^{13}$	$1{,}48\bullet10^{11}$	-	
^{141}Ce	$1{,}13\cdot10^{13}$	$6{,}43\bullet10^{6}$	-	
^{144}Ce	$6{,}33\cdot10^{9}$	$3{,}53\bullet10^{7}$	$1{,}17\bullet10^{8}$	$+8{,}17\cdot10^{7}$
^{65}Zn	$2{,}34\cdot10^{8}$	$4{,}18\bullet10^{7}$	$4{,}58\bullet10^{7}$	$+4{,}00\cdot10^{6}$
^{95}Zr	$1{,}28\cdot10^{10}$	$2{,}36\bullet10^{7}$	$2{,}40\bullet10^{7}$	$+4{,}00\cdot10^{5}$

Примечание: - означает, что активность поступлений данного радионуклида в атмосферный воздух находилась ниже минимально измеряемой активности средства измерения, применяемого для контроля.

Основным источником поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду для объектов АО «ГНЦ НИИАР» является высотная труба вентиляционного центра, через которую осуществляется централизованное поступление газо-аэрозольной смеси радионуклидов в атмосферу в соответствии с требованиями «Разрешения на выбросы радиоактивных веществ Р-СВ-ВУ-02-0010», выданного Волжским МТУ по надзору за ЯРБ Ростехнадзора. Сбросы радиоактивных веществ в водные объекты отсутствуют, так как не предусмотрены действующими технологиями АО «ГНЦ НИИАР».

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (ЦМС и Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2023 г. в 100-км зоне НИИАР проводились следующие систематические наблюдения (рис. 2.5.4):

– за объёмной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ с суточной экспозицией на одном пункте (в г. Самаре);

– за радиоактивностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на 4 пунктах Приволжского УГМС и на 2 пунктах УГМС РТ;

– за объёмной активностью трития в атмосферных осадках в п. Тетюши;

– за МАЭД γ-излучения – 8 раз в сутки (дозиметрами ДРГ-01Т, ДКГ-02У «Арбитр», ДБГ-06Т, ДКГ-07Д «Дрозд», ДКГ-01 «Сталкер») на 6 пунктах Приволжского УГМС и 2 пунктах УГМС РТ.

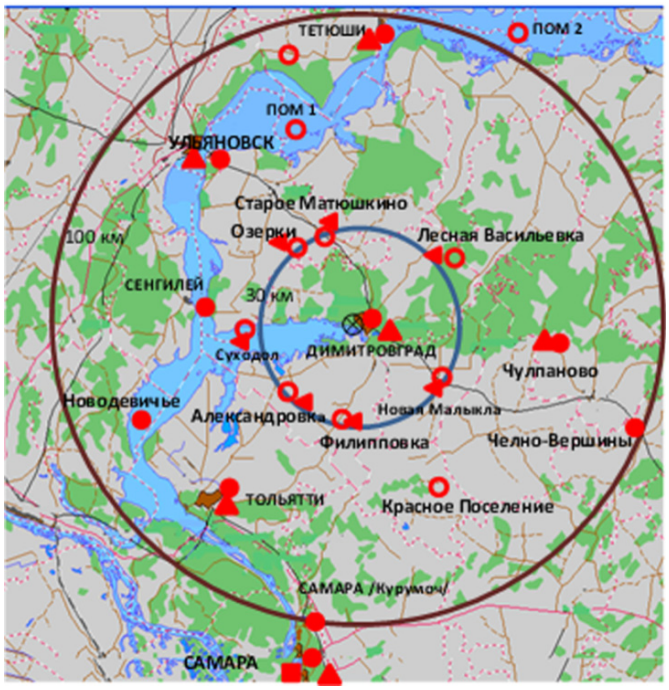


Рис. 2.5.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Измерение Σβ в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС Республики Татарстан на радиометрах РУБ-01П6 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», Гамма 1С. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220».

Данные о выпадениях Σβ и объёмной Σβ радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 2.5.6.

Таблица 2.5.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м^2·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м^3) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2022 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	1,26	17,8	0,34	2,02	0,30
	м	4,16	47,9	0,92	9,05	0,86
Февраль	с	1,5	29,3	0,29	2,27	0,29
	м	4,48	88,7	0,79	15,14	1,05
Март	с	2,09	12,3	0,37	0,82	0,22
	м	10,67	47,4	0,79	2,96	0,54
Апрель	с	0,87	22,5		1,01	
	м	3,74	45,9		2,54	
Май	с	1,63	17,4	0,44	1,7	0,38
	м	8,00	37,7	1,20	7,95	1,03
Июнь	с	1,02	13,3	0,39	1,94	0,34
	м	5,73	35,7	0,88	6,76	0,85
Июль	с	0,91	16,4	0,34	0,94	0,28
	м	2,48	40,4	1,87	2,48	0,78
Август	с	0,76	16,0	0,39	1,37	0,30
	м	2,24	30,4	0,88	4,46	0,95
Сентябрь	с	0,50	16,0	0,44	0,96	0,39
	м	1,49	28,4	0,79	6,54	2,44
Октябрь	с	0,89	10,7	0,58	0,73	0,36
	м	3,70	24,0	2,48	1,85	0,88
Ноябрь	с	1,48	14,3	0,60	0,88	0,45
	м	3,67	49,1	1,78	2,89	1,71
Декабрь	с	0,9	16,3	0,43	0,92	0,33
	м	2,57	58,8	1,21	2,96	0,67
Среднее: **2023 г.**		**1,12**	**16,86**	**0,42**	**1,30**	**0,33**
2022 г.		1,12	16.84	0.49	1,28	0,41
2021 г.		1,30	20,6	1,26	1,61	0,35
2020 г.		1,61	21,1	0,39	1,61	0,33
2019 г.		1,95	18,7	0,43	1,51	0,45
Сумма, Бк/м^2·год: **2023 г.**		**409**		**153**	**474**	**120**
2022 г.		409		179	467	150
2021 г.		475		460	588	128
2020 г.		588		157	588	120
2019 г.		712		194	774	164

Из табл. 2.5.6 видно, что среднегодовая объёмная Σβ в воздухе в г. Самаре в 2023 г. составляла $16{,}86 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что было близко к уровню предыдущего года и была в 1,9 раза выше средневзвешенной объёмной активности для Центра ЕТР ($8{,}84 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3). Среднемесячная объёмная Σβ колебалась в пределах от $10{,}7 \cdot 10^{-5}$ до $29{,}3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Максимальное среднесуточное значение объёмной Σβ в воздухе наблюдалось в феврале и составило $88{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что в 10 раз превышает средневзвешенную объёмную активность для Центра ЕТР. В 2023 г. был зафиксирован один случай превышения суточного значения объёмной Σβ над фоновым значением более чем в 5 раз в г. Самара в феврале (88,7).

Среднемесячные значения Σβ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения Приволжского УГМС, в 100-км зоне НИИАР (табл. 2.5.6), в 2023 г. колебались от 0,29 до 2,27 Бк/м^2·сут, а среднегодовые суточные значения Σβ выпадений остались примерно на уровне 2019–2022 гг. и изменялись от 0,29 Бк/м^2·сут (Ульяновск, Дмитровград) до 2,27 Бк/м^2·сут (Тольятти). Максимальная суточная Σβ выпадений в 2023 г. наблюдалась в декабре в г. Тольятти – 15,14 Бк/м^2·сут, что превышало над фоновые суточные значения Σβ выпадений более чем в 10 раз.

Данные о среднегодовых объёмных активностях ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2019–2023 гг. представлены в табл. 2.5.7. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. составила $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что в 0,7 раза ниже средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР ($1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr составила $0{,}43 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что соответствует средневзвешенной объёмной активности ^{90}Sr по территории Центра ЕТР ($0{,}42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Таблица 2.5.7

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НИИАР, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное По Центру ЕТР
^{137}Cs							
	2019	2,6	2,0	3,2	2,2	2,5	3,4
	2020	2,8	7,1	2,2	3,2	3,8	2,4
	2021	2,2	3,0	2,5	2,4	2,5	1,9
	2022	1,7	1,5	3,5	2,3	2,3	2,1
	2023	**0,77**	**2,0**	**1,3**	**1,1**	**1,3**	**1,8**
^{90}Sr							
		I полугодие		II полугодие			
	2019	0,21		0,34		0,28	0,45
	2020	0,50		0,41		0,46	0,57
	2021	0,74		0,42		0,58	0,46
	2022	0,2		0,61		0,41	0,32
	2023	**0,5**		**0,36**		**0,43**	**0,42**

Среднегодовая объёмная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2023 г. изменялась в диапазоне от 1,06 Бк/л в ноябре до 4,13 Бк/л – в августе при среднегодовом значении 2,14 Бк/л, что близко к среднему значению для всей территории РФ (2,33 Бк/л).

По данным ежедневных измерений МАЭД на пунктах стационарной сети в 100-км зоне НИИАР, в 2023 г. среднегодовые значения МАЭД находились в пределах от 0,10 до 0,16 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч (г. Ульяновск, МС Канадей неоднократно).

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 территорий, расположенных около предприятия, не оказывали.

2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО:

− АО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова» (ОКБМ), образовано в 1947 г. в г. Нижний 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 ФЛ «ПТО» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон», Нижегородская область) – пункт захоронения радиоактивных отходов. Осуществляет приём радиоактивных отходов от предприятий и учреждений ряда областей (Нижегородской, Ивановской, Кировской), а также из Республики Мордовия и Республики Коми;

– Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский исследовательский институт экспериментальной физики» (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;

– АО «Чепецкий механический завод» (ЧМЗ) образован в 1946 г. в г. Глазове Удмуртской Республики. Это предприятие атомной промышленности по производству металлического циркония, сплавов и изделий на его основе, химических соединений циркония для атомной, химической, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности, производству металлического кальция, сплавов, изделий и химических соединений на его основе, производству металлического ниобия, гафния, производству проката из титана, производству сверхпроводящих материалов (СПМ). Предприятие также выпускает технологические каналы для российских АЭС с реакторами РБМК.

Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2023 г. на территории РФЯЦ- ВНИИЭФ и ЧМЗ представлены в табл. 2.5.8. В 2023 году выбросы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» не превышали допустимых значений. Выбросы радионуклидов ^{239}Pu уменьшились в 1,9 раза, ^{3}H – близки к уровням прошлого года, сумма нуклидов U увеличилась в 1,45 раза, а выбросы ^{210}Po сократились в 1,16 раза. Выбросы АО «ЧМЗ» в 2023 г. были на три-четыре порядка ниже допустимых значений, а ^{226}Ra и ^{230}Th наблюдается увеличение в 1,48 раза. Следует также отметить появление новых радионуклидов в выбросах это ^{210}Po и ^{210}Pb.

Таблица 2.5.8

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

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2022 г.	2023 г.	
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»				
^{210}Po	$2{,}39\cdot10^{5}$	$3{,}09\cdot10^{3}$	$2{,}66\cdot10^{3}$	**$-0{,}43\cdot10^{3}$**
^{239}Pu	$5{,}56\cdot10^{6}$	$3{,}45\cdot10^{4}$	$1{,}85\cdot10^{4}$	**$-2{,}40\cdot10^{4}$**
^{3}H	$1{,}06\cdot10^{15}$	$1{,}19\cdot10^{14}$	$1{,}19\cdot10^{14}$	**0,00**
Сумма нуклидов U	$6{,}66\cdot10^{10}$	$2{,}44\cdot10^{9}$	$3{,}54\cdot10^{9}$	**$+1{,}08\cdot10^{9}$**
АО «ЧМЗ»				
^{210}Po	$9{,}87\cdot10^{8}$		$2{,}13\cdot10^{4}$	
^{226}Ra	$1{,}11\cdot10^{9}$	$4{,}07\cdot10^{6}$	$6{,}05\cdot10^{6}$	**$+1{,}98\cdot10^{6}$**
^{210}Pb	$9{,}87\cdot10^{8}$		$2{,}13\cdot10^{4}$	
^{230}Th	$1{,}03\cdot10^{9}$	$4{,}00\cdot10^{6}$	$6{,}01\cdot10^{6}$	**$+2{,}01\cdot10^{6}$**
^{232}Th	$2{,}05\cdot10^{8}$	$1{,}23\cdot10^{6}$	$1{,}84\cdot10^{6}$	**$-2{,}49\cdot10^{6}$**
^{234}Th	$1{,}29\cdot10^{7}$	$8{,}75\cdot10^{5}$	$7{,}05\cdot10^{5}$	**$+1{,}70\cdot10^{5}$**
Сумма нуклидов U	$1{,}03\cdot10^{10}$	$2{,}08\cdot10^{7}$	$2{,}16\cdot10^{7}$	**$+0{,}08\cdot10^{7}$**

Нижегородское отделение ФЛ «ПТО» ФГУП «РосРАО» переработку РАО не производит, поэтому сбросы и выбросы в окружающую среду отсутствуют.

В 2023 г. радиационный мониторинг в 100-км зоне РОО Верхне-Волжского УГМС осуществлялся на 20 станциях. Измерения МАЭД проводились на 19 станциях сети Верхне-Волжского УГМС и одной станции (АМЦ Нижний Новгород) «Авиаметтелеком Росгидромета». На семи станциях вёлся 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

трёх пунктах (Лысково, Семёнов, Нижний Новгород); за МАЭД – в девяти пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Ройка, Лысково, Павлово, Семёнов, Нижний Новгород, АМЦ Нижний Новгород); за содержанием трития в осадках – в одном пункте (Городец). В 2023 г. маршрутные обследования в 100-км зоне РОО ОКБ машиностроения не проводились.

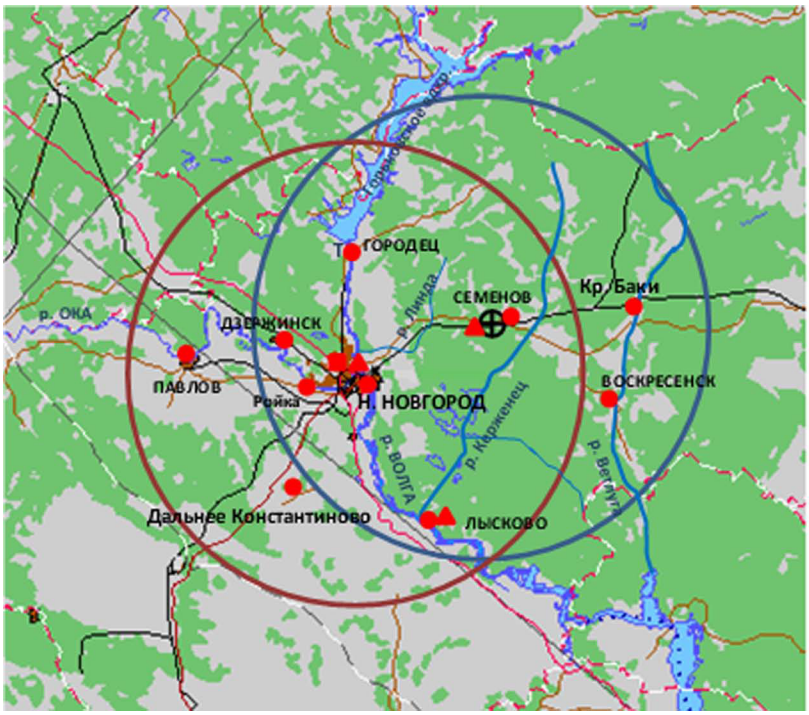


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ОКБМ и ПТО:

- ● – наблюдения за γ-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- **Т** – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊕ – Нижегородское отделение ФЛ «ПТО» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон»).

В 100-км зоне ПТО проводились наблюдения (рис. 2.5.5): за атмосферными радиоактивными аэрозолями – в одном пункте (Нижний Новгород), за радиоактивными выпадениями – в трёх пунктах (Лысково, Семёнов, Нижний Новгород), за МАЭД – на девяти станциях (Лысково, Семёнов, Нижний 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 зоне Нижегородское отделение ФЛ «ПТО» ФГУП «РосРАО» и ОКБМ совпадают.

В 100-км зоне РОО г. Сарова действуют 5 станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), на которых в течение всего 2023 г. велись наблюдения за МАЭД, на трёх из них (Арзамас, Выкса, Лукоянов) – за радиоактивными выпадениями.

В 100-км зоне ЧМЗ расположено четыре станции (Глазов, Дебессы, Селты, Фалёнки), где проводились измерения МАЭД. 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. 2.5.9.

Таблица 2.5.9

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне РОО Верхне-Волжского региона в 2023 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семёнов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	С	1,0	24,10	0,9	1,1	0,9	1,1	1,3	1,2
	М	5,3	62,8	0,7	1,3	2,1	2,7	2,3	2,3
Февраль	С	1,1	26,2	0,9	1,1	1,0	1,2	0,9	1,4
	М	2,5	60,6	3,7	1,7	1,8	2,8	2,0	2,9
Март	С	1,1	19,3	1,1	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1
	М	3,1	52,8	4,3	2,4	2,2	2,6	2,1	2,4
Апрель	С	1,2	41,3	0,9	1,2	1,3	1,1	1,3	1,0
	М	2,7	90,6	2,6	2,2	3,8	2,2	2,5	2,2
Май	С	1,3	24,1	0,9	1,4	1,0	1,1	0,9	1,5
	М	3,0	63,5	3,7	1,9	2,8	2,8	2,1	2,5
Июнь	С	1,4	25,3	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5
	М	2,6	59,8	4,4	2,6	3,4	3,6	3,5	4,1
Июль	С	1,5	26,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,4
	М	2,3	64,6	2,4	2,6	2,1	2,4	2,1	5,6
Август	С	1,2	23,9	1,2	1,0	0,8	0,9	1,0	1,2
	М	2,6	63,2	4,1	3,1	1,4	1,8	1,7	3,7
Сентябрь	С	1,6	42,5	1,0	1,3	1,1	1,3	1,0	1,1
	М	3,3	88,9	1,9	2,8	2,8	2,4	1,8	2,1
Октябрь	С	1,2	13,8	0,9	1,1	0,8	1,2	1,1	1,4
	М	5,2	51,0	2,2	1,8	1,4	2,8	2,2	2,9
Ноябрь	С	1,1	23,2	1,1	1,4	1,2	1,2	1,2	1,1
	М	3,3	51,2	1,9	2,4	1,9	2,0	2,0	2,5
Декабрь	С	1,4	18,8	1,2	1,2	0,9	1,1	1,0	1,2
	М	3,3	43,3	1,9	2,0	1,5	2,4	1,6	2,6
Среднее:	**2023г.**	**1,3**	**25.9**	**1,1**	**1,2**	**1,1**	**1,1**	**1,1**	**1,1**
	2022г.	1,3	29,1	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4
	2021 г.	1,9	29,6	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7	1,8
Сумма, Бк/м²·год:	**2023 г.**	**458**		**393**	**429**	**385**	**421**	**404**	**402**
	2022 г.	462		498	507	486	518	505	499
	2021 г.	702		680	671	641	684	615	615

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объёмная Σβ в воздухе г. Нижний Новгород в 2023 г. (табл. 2.5.9) изменялась от $13{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в октябре) до $42{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в сентябре) при среднегодовом значении $25{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и была выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($8{,}84 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 3,9 раза. В 2023 г. в г. Нижний Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объёмной Σβ над фоновым уровнем предыдущего месяца в 5 и более раз.

Среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы Нижнего Новгорода в 2017–2023 гг. представлены в табл. 2.5.10.

Из табл. 2.5.10 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе Нижнего Новгорода в 2023 г. составляла $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что близко к уровню среднегодовой объёмной активности 2022 г. и в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая

объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. составляла $0{,}60 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что выше значения 2022 г. и в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0{,}42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Среднемесячные значения Σβ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2023 г. (табл. 2.5.9) варьировали в диапазоне от 0,9 до 1,6 Бк/м^2·сут. Среднегодовые значения ∑β выпадений составили 1,1–1,3 Бк/м^2·сут, что находится на уровне фоновых выпадений по региону. Максимальное суточное значение составило 5,3 Бк/м^2·сутки в январе в Нижнем Новгороде.

Таблица 2.5.10

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Нижний Новгород, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Нижний Новгород	2018	2,4	2,3	2,8	4,2	2,9	3,4
	2019	3,2	4,0	2,2	3,1	3,1	3,4
	2020	3,4	12,0	3,0	4,2	5,7	2,4
	2021	3,0	3,6	2,6	3,8	3,3	1,9
	2022	2,4	2,9	4,8	1,7	2,7	2,1
	2023	**3,1**	**2,2**	**2,6**	**2,3**	**2,6**	**1,8**
^{90}Sr							
Нижний Новгород		I плугодие		II полугодие			
	2018	0,94		0,60		0,77	0,58
	2019	0,67		0,63		0,65	0,45
	2020	1,53		1,1		1,32	0,52
	2021	0,63		0,47		0,55	0,46
	2022	0,50		0,40		0,45	0,32
	2023	**0,64**		**0,56**		**0,60**	**0,42**

Случаев превышения суточных значений Σβ выпадений над фоновым уровнем предыдущего месяца в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2023 г. не наблюдалось.

Объёмная активность трития в осадках (г. Городец) в 2023 г. составляла 1,89 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 1,16 Бк/л (декабрь) до 2,74 Бк/л (июль). В 2023 г. содержание трития в осадках увеличилось по сравнению с 2022 г. (табл. 2.5.11) и ниже среднего значения по стране (2,4 Бк/л).

Таблица 2.5.11

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

Год	2018	2019	2020	2021	2022	**2023**
^3H	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	**1,9**

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОКБМ в 2023 г. колебались в диапазоне от 0,08 до 0,15 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ-фона. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

Нижегородское отделение ФЛ «ПТО» ФГУП «РосРАО»

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

Средне значение мощности дозы гамма-излучения в зоне наблюдения в 100-км зоне ПЗРО в 2023 году составило 0,08 мкЗв/ч, максимальное – 0,15 мкЗв/ч.

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

РОО г. Сарова

Среднемесячные значения ∑β выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова изменялись в пределах 0,8–1,4 Бк/м^2·сут. Среднегодовые суточные значения ∑β выпадений в 2023 г. составило 1,1 Бк/м^2·сут, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение за 2023 г. составило 3,8 Бк/м^2·сут в апреле (МС Лукоянов).

Случаев превышения суточных значений Σβ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2023 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2023 г. составляли 0,09–0,13 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,09–0,15 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям природного γ-фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

АО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная Σβ атмосферных выпадений в 2023 г. колебалось в диапазоне 0,9–1,6 Бк/м^2·сут при этом среднегодовые значения изменялись в диапазоне 1,1–1,3 Бк/м^2·сут, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение суммарной β-активности выпадений составило 5,3 Бк/м^2·сут в январе в Нижнем Новгороде. Превышения суточных значений Σβ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2023 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны АО «ЧМЗ» в 2023 г. составляли 0,09–0,15 кЗв/ч, среднегодовые – 0,11–0,14 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ-фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

Годовые выпадения ^{137}Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2023 г. составляли 0,19 Бк/м^2·год, что выше уровня 2023 г. (0,10 Бк/м^2·год) и в 1,4 раза выше средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,14 Бк/м^2·год).

Содержание в приземной атмосфере Σβ, ^{137}Cs, ^{90}Sr и трития в осадках в 2023 г. в 100-км зоне РОО (табл. 2.5.10–2.5.12) было близко к уровню фоновых значений для Центра ЕТР. Можно сделать вывод, что влияния РОО, расположенных в Верхне-Волжском регионе, на окружающую среду не выявлено.

Выводы

Радиационная обстановка на территории ПФО в 2023 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 представляют 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 азиатской частями. В него входят шесть субъектов Федерации: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Свердловская, Челябинская, Курганская и Тюменская области. Площадь территории региона составляет 1818,5 тыс. км^2 [1], население – более 12 259,1 тыс. человек [2]. Административный центр региона – г. Екатеринбург.

Согласно [3], на территории округа расположено 10 РОО: четыре из них, включая крупнейший химкомбинат ПО «Маяк», расположены на территории Челябинской области, шесть – на территории Свердловской области. На территории УФО в Челябинской, Свердловской и Курганской областях есть территории, загрязнённые 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 (рис. 2.6.1).

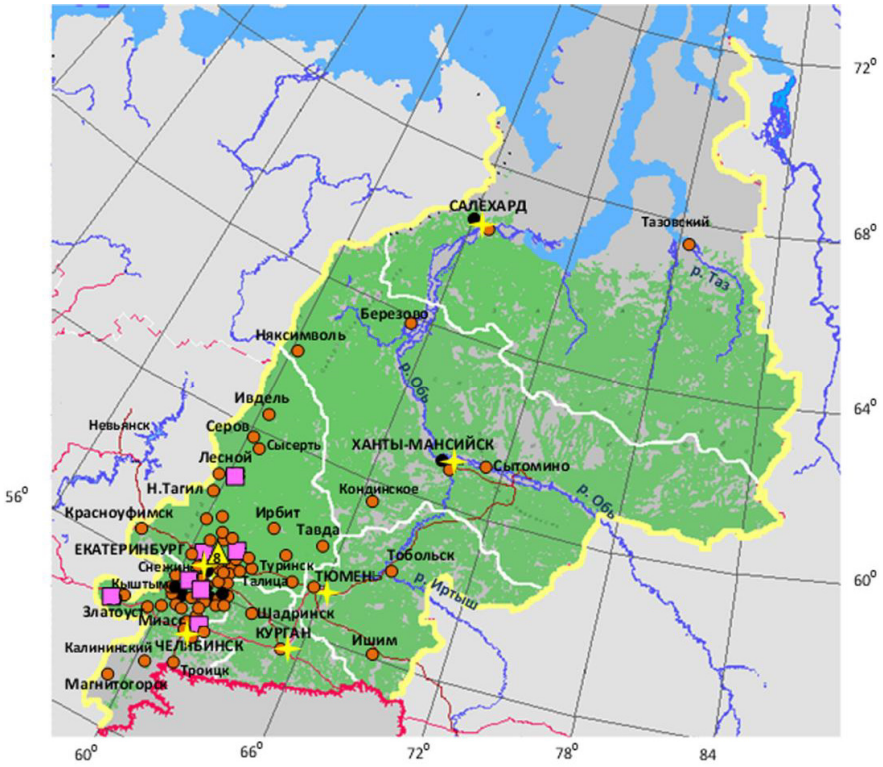


Рис. 2.6.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

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

В составе СРМ на территории округа действуют: 134 пункта наблюдений за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно); 57 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); шесть пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (экспозиция проб – одни сутки (Салехард, Ханты-Мансийск) и пять суток (Новогорный, Аргаяш, Кыштым, Верхнее Дуброво)), 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 (девять рек и одно водохранилище) на содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs. Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание Σβ проводятся в трёх радиометрических лабораториях: Челябинского ЦГМС, Уральского (г. Екатеринбург) и Западно-Сибирского УГМС, в радиометрической группе Обь-Иртышского УГМС. В радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС и Челябинского ЦГМС дополнительно проводится гамма-спектрометрический и радиохимический анализы проб ^{90}Sr. В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб воды (осадков и рек) на содержание трития, а также сравнительный гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных аэрозолей Верхнего Дуброво.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, ежесуточно измеряемые МАЭД на территории УФО, изменялись от < 0,1 до 0,21 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязнённые территории. Среднегодовые значения МАЭД на территории УФО в 2023 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,10–0,11 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч. Эти значения не отличаются от многолетних уровней, наблюдаемых на территории Уральского региона.

Таблица 2.6.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах УФО в 2023 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	57	0,10	0,18 (Артёмовский)
Челябинская область	32	0,11	0,19 (Троицк)
Курганская область	16	0,10	0,18 (Курган)
Тюменская область*	13	0,11	0,21 (Сладково)
Ямало-Ненецкий АО	5	0,11	0,20 (Салехард, Мужи)
Ханты-Мансийский АО	11	0,10	0,17 (Ханты-Мансийск, Няксимволь, Октябрьское)
УФО	134	0,11	0,21

Примечание: * – включая два пункта Северного УГМС.

Приземная атмосфера

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

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 зоне этих предприятий представлен в разделе 3.

Таблица 2.6.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах УФО, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Уральского, Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Свердловская область						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	9,9*	6,6*	5,5*	7,5*	2,0*	1,2*
Челябинская область						
Новогорный (ПО «Маяк»)	32	40	114	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	7,0	9,1	18	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	12	6,7	11	-	-	-
Средневзвешенное по Западной Сибири**	**3,1**	**2,6**	**2,0**	**2,3**	**0,68**	**1,4**
Ямало-Ненецкий АО						
Салехард	1,4	нпо	нпо	1,1	0,20	0,15
Ханты-Мансийский АО						
Ханты-Мансийск	2,8	нпо	нпо	0,60	0,55	0,45
Средневзвешенное по Заполярью	**1,3**	**1,3**	**1,0**	**0,32**	**0,20**	**0,20**

Примечания: в скобках указаны РОО, в 100-км зоне которых расположены указанные пункты наблюдения;
- – измерения не проводились;
* – данные ФГБУ «НПО «Тайфун»;
** – без учёта пп. Новогорный, Аргаяш, Кыштым;
нпо – ниже предела обнаружения ($1{,}0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. была в 1,4 и 2,8 раза выше уровня предыдущих лет и в Ханты-Мансийском АО превысила в два раза уровень средневзвешенного значения по Заполярью. В Свердловской области объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. увеличилась в 1,5 раза по сравнению с уровнем 2022 года. В Челябинской области наблюдалось уменьшение объёмной активности ^{137}Cs в Новогорном и Аргаяше в 1,3 раза, в Кыштыме произошло увеличение в 1,8 раза по сравнению с 2022 годом. Как и в предыдущие годы, объёмная активность ^{137}Cs в пунктах Свердловской и Челябинской областей превышает средневзвешенное значение по Западной Сибири в 2,3–10 раз.

В Свердловской области в Верхнем Дуброво объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. увеличилась в 3,8 раза по сравнению с 2022 г. и превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири в 3,3 раза. В Ямало-Ненецком АО объёмная активность ^{90}Sr увеличилась в 5,5 раз по сравнению с 2023 г. и была в 3,4 раза выше средневзвешенного значения по Заполярью. В Ханты-Мансийском АО объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. осталась на уровне 2022 г., но была в два раза выше средневзвешенного значения по Заполярью. Вероятнее всего, это можно объяснить влиянием ветрового переноса ^{90}Sr с территории Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа. Наблюдаемые активности радионуклидов на семь порядков ниже нормативных уровней по НРБ-99/2009 [8].

Радиоактивные выпадения

На территории УФО наблюдаются выпадения ^{90}Sr, в отличие от других территорий РФ, на которых эта величина ниже предела обнаружения. Это объясняется влиянием ветрового выноса радионуклидов с территории ВУРС. На территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей вне загрязнённых зон и вне 100-км зон РОО (фоновые территории) выпадения ^{90}Sr в 2023 г. составляли 0,73 Бк/м^2·год, что в 1,8 раза ниже уровня 2022 года. Выпадения ^{137}Cs на этих территориях

(0,2 Бк/м^2·год) были в 3,9 раза ниже значений 2022 г. и в 1,8 раза выше средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири (0,11 Бк/м^2·год).

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения ^{137}Cs в 2023 г. были < 0,1 Бк/м^2·год. Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2023 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения (< 0,2 Бк/м^2·год).

Поверхностные воды

На территории УФО наблюдения за содержанием трития в осадках и поверхностных водах проводятся в Ямало-Ненецком АО в Салехарде, где объёмная активность трития в осадках в 2023 г. колебалась от 1,2 до 3,3 Бк/л при среднегодовом значении на уровне среднего значения для территории РФ (2,4 Бк/л). Объёмная активность трития в 2023 г. в р. Обь (Салехард) колебалась от 1,7 до 2,3 Бк/л, составив в среднем 1,9 Бк/л, что находится на уровне предыдущих лет и среднего значения содержания трития в реках РФ (2,1 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. разделы 3 и 4). Два оставшихся пункта находятся на р. Обь (Салехард) и на р. Пур (Уренгой) в Ямало-Ненецком АО. Объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в р. Обь колебалась от 3,0 до 5,4 мБк/л при среднем значении 4,1 мБк/л (5,9 мБк/л в 2022 г., 6,7 мБк/л в 2021 г.). Объёмная активность ^{90}Sr в р. Пур в 2023 г. колебалась от 2,3 до 9,6 мБк/л при среднем значении 5,2 мБк/л, что несколько выше уровня последних пяти лет (3,8-5,0 мБк/л в 2020–2022 гг.). Наблюдаемое содержание трития и ^{90}Sr в поверхностных водах на три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) по НРБ-99/2009 [8].

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 населённых пунктов, на территории которых расположены предприятия, работающие с радиоактивными веществами, а именно:

– пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен ПАО «Ключевской завод ферросплавов» (КЗФ) и ООО «Ключевская обогатительная фабрика»;

– г. Новоуральск, где находится АО «Уральский электрохимический комбинат» (УЭХК);

– г. Лесной с расположенным на его территории комбинатом ФГУП «Электрохимприбор» (ЭХП).

Посёлок Двуреченск

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в пос. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится хранение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. За 73 года работы КЗФ накопил более 2 млн тонн отвальных шлаков. Хранение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землёй и с последующим одерновыванием поверхности кургана. Источником загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид ^{232}Th и его дочерние продукты распада. Пункт хранения радиоактивных отходов расположен в 3 км

от пос. Двуреченск. В настоящее время в Двуреченске работает обогатительная фабрика по переработке шлаков для выделения из них цветных металлов. Вокруг шлакоотвалов возведён 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, Двуреченск расположен в 100-км зоне влияния Белоярской АЭС.

С 1991 г. в Двуреченске действует пост Уральского УГМС, на котором проводятся регулярные наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью марлевого планшета с суточной экспозицией и измерения МАЭД. Результаты наблюдений за Σβ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в Двуреченске в 2023 г., а также для сравнения – данные 2021, 2022 гг. представлены в табл. 2.6.3.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов показал, что годовые значения Σβ выпадений в Двуреченске превысили уровень значений 2022 г. в 1,5 раза, но не превысили региональных фоновых значений по Уральскому региону. Максимальное суточное значение Σβ выпадений в 2023 г. было зарегистрировано в августе и составило 2,1 Бк/м^2·сут. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в 2023 г. в Двуреченске были на уровне значений 2022 г. и составили 1,1 Бк/м^2·год, что в 5,5 раза выше уровня регионального фона (0,2 Бк/м^2·год). Годовые выпадения ^{90}Sr в 2023 г. были в 1,2 раза ниже значений 2022 г., составляли 1,9 Бк/м^2·год и превысили уровень регионального фона (0,7 Бк/м^2·год) в 2,7 раза. Среднегодовое значение МАЭД в Двуреченске в 2023 г. составило 0,12 мкЗв/ч и было на уровне радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч).

Загрязнение приземной атмосферы (Двуреченска) ^{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 высокообогащённого 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 (введён в эксплуатацию в 1949 г.), который производит обогащённый гексафторид урана. Также Новоуральск входит в 100-км зону Белоярской АЭС.

Радиационный мониторинг окружающей среды в Новоуральске проводится Уральским УГМС с 1992 года. В городе организованы наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и за МАЭД. Результаты наблюдений за 2023 г. приведены в табл. 2.6.3.

Годовые значения Σβ выпадений в Новоуральске в 2023 г. составляли 226 Бк/м^2·г, что в 1,2 раза выше уровня 2022 г. (193 Бк/м^2·год) и находятся на уровне региональных фоновых значений по Уральскому региону (237 Бк/м^2·год). Максимальные суточные значения Σβ выпадений в 2023 г. были зарегистрированы в январе и составили 2,8 Бк/м^2·сут. В 2023 г. годовые выпадения ^{137}Cs в Новоуральске (1,3 Бк/м^2·год) остались на уровне значений 2023 г. (1,4 Бк/м^2·год) и в 6,5 раза выше регионального фонового уровня (0,2 Бк/м^2·год). Годовые выпадения ^{90}Sr в Новоуральске в 2023 г. (1,6 Бк/м^2·год) незначительно уменьшились по сравнению с уровнем 2022 г. (1,7 Бк/м^2·год) и

были в 2,3 раза выше фонового уровня Уральского региона. Среднее за год значение МАЭД в Новоуральске составило 0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО.

Как и в случае с Двуреченском, источником загрязнения приземной атмосферы города ^{137}Cs и ^{90}Sr не является УЭХК, поскольку в выбросах предприятия присутствуют только изотопы урана. Наблюдаемые выпадения этих радионуклидов, вероятно, вызваны ветровым выносом с территории ВУРС.

Таблица 2.6.3

Выпадения из атмосферы ∑β (Бк/м²·сут), ^{137}Cs (Бк/м²·месяц) и ^{90}Sr (Бк/м²·квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2023 г. (данные Уральского УГМС)

Месяц	пос. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	∑β	^{137}Cs	^{90}Sr	∑β	^{137}Cs	^{90}Sr	∑β	^{137}Cs	^{90}Sr
Январь	0,26	нпо		0,43	нпо		0,41	нпо	
Февраль	0,74	нпо	0,15	0,43	нпо	0,12	0,27	нпо	0,15
Март	0,71	0,19		0,45	нпо		0,37	0,21	
Апрель	0,71	нпо		0,62	0,16		0,60	нпо	
Май	0,29	0,26	0,13	0,74	0,16	0,11	0,70	0,16	011
Июнь	0,49	0,11		0,49	0,20		0,72	0,14	
Июль	0,47	нпо		0,48	0,20		0,61	0,10	
Август	0,62	0,32	0,22	0,78	нпо	0,15	0,94	0,22	0,11
Сентябрь	0,89	нпо		0,76	0,27		0,63	0,11	
Октябрь	0,91	0,17		0,68	0,11		0,89	0,01	
Ноябрь	0,71	0,03	0,14	0,92	0,24	0,14	0,86	0,07	0,12
Декабрь	0,64	0,05		0,65	0,03		0,62	0,15	
Сумма, Бк/м²·год:									
2023 г.	**226**	**1,1**	**1,9**	**226**	**1,3**	**1,6**	**234**	**1,2**	**1,4**
2022 г.	150	1,1	2,3	193	1,4	1,7	193	0,7	1,6
2021 г.	172	2,8	1,1	183	2,2	1,5	183	1,9	1,4
Фон для Уральского региона, Бк/м² · год:									
2023 г.	**237**	**0,2**	**0,7**	**237**	**0,2**	**0,7**	**237**	**0,2**	**0,7**
2022 г.	215	0,7	1,3	215	0,7	1,3	215	0,7	1,3
2021 г.	215	1,9	1,3	215	1,9	1,3	215	1,9	1,3

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

Город Лесной

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

Годовые значения ∑β выпадений в Лесном в 2023 г. (234 Бк/м²·год) были выше значений 2022 г. (193 Бк/м²·год) и на уровне фоновых значений для Уральского региона (237 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение Σβ выпадений в 2023 г. было зарегистрировано в июле и составило 3,0 Бк/м²·сут.

В 2023 г. годовые выпадения ^{137}Cs в Лесном составляли 1,2 Бк/м²·год, что в 1,7 раза выше, чем в 2022 г. (0,7 Бк/м²·год), и в 3,5 раза выше уровня фоновых выпадений по Уральскому региону (0,2 Бк/м²·год).

Годовые выпадения ^{90}Sr в 2023 г. (1,4 Бк/м²·год) остались на уровне 2022 г., но в два раза превышали уровень регионального фона (0,7 Бк/м²·год).

Среднегодовое значение МАЭД в Лесном в 2023 г. составляло 0,11 мкЗв/ч, что соответствует уровню среднего по УФО значения (0,11 мкЗв/ч). Поскольку ^{137}Cs и ^{90}Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, повышенные значения этих радионуклидов, по сравнению с фоновыми, вызваны ветровым выносом этих радионуклидов с загрязнённых территорий.

Таким образом, из приведённых данных радиационного мониторинга бета- и гамма-излучающих радионуклидов в пунктах расположения трёх РОО Свердловской области следует, что в 2023 г. выпадения из атмосферы ^{137}Cs и ^{90}Sr за год в рассматриваемых населённых пунктах незначительно превышали уровень фоновых выпадений по Уральскому региону.

2.6.2. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (ПХРО) расположено в 20 км к северу от г. Екатеринбурга на территории ГО Верхняя Пышма вблизи п. Крутой. ПХРО обслуживает Свердловскую, Тюменскую области и Пермский край. На территории ПХРО имеются хранилища для твёрдых, жидких радиоактивных отходов и источников ионизирующих излучений.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне ПХРО осуществляется Уральским УГМС. Поскольку 100-км зона ПХРО 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, посвящённом Белоярской АЭС, где на рис. 4.2.2 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне ПХРО. Здесь рассматриваются данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10- и 30-км зонах вокруг ПХРО.

В 30-км зоне ПХРО находятся два пункта наблюдения (Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МАЭД, за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Кроме этого, в Екатеринбурге дополнительно на шести постах измеряется МАЭД.

Среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в 30-км зоне ПХРО в 2023 г. (табл. 2.6.4) были в 1,2 раза выше уровня фоновых значений, характерных для Уральского региона (0,65 Бк/м^2·сут). Максимальные суточные выпадения наблюдались в Екатеринбурге – в январе (3,4 Бк/м^2·сут), в Сарапулке – в сентябре (3,2 Бк/м^2·сут).

Таблица 2.6.4

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения Σβ выпадений в 30-км зоне вокруг Свердловского отделения филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО», Бк/м^2·сут (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднегодовое	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Екатеринбург	с	0,86	0,77	0,98	0,63	0,49	0,99	0,95	0,94	0,85	0,90	0,92	0,86	**0,85**	0,58
	м	3,4	2,5	3,8	2.0	1,1	3,1	2,6	2,1	1,9	1,4	1,9	1,6		
Сарапулка	с	0,55	0,58	0,59	0,89	0,41	0,81	0,87	0,91	0,93	0,89	0,59	0,60	**0,72**	0,59
	м	2,1	1,7	2,0	2,4	1,7	1,8	3,1	2,9	3,2	2,7	1,3	1,7		
Среднее:	**2023 г.**	0,78	0,68	0,79	0,76	0,45	0,90	0,91	0,93	0,89	0,90	0,76	0,73	**0,78**	
	2022 г.	0,40	0,65	0,46	0,62	0,69	0,67	0,46	0,34	0,67	0,87	0,60	0,62		0,58
Фон для Уральского региона:	**2023 г.**	**0,60**	**0,63**	**0,64**	**0,67**	**0,59**	**0,65**	**0,65**	**0,78**	**0,76**	**0,69**	**0,76**	**0,67**	**0,65**	
	2022 г.	0,58	0,59	0,52	0,59	0,64	0,54	0,69	0,65	0,65	0,55	0,50	0,62		0,59

МАЭД в пяти пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Новоберезовский, Монетный) в 2023 г. колебалась в диапазоне 0,10–0,13 мкЗ/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч, что соответствует фоновому уровню по Уральскому региону (0,11 мкЗв/ч).

2.6.3. Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГБУ «РАДОН» (ПХРО) расположено в 55 км на север от г. Челябинска и в 6 км от деревни Чишма. ПХРО производит хранение твёрдых РАО и отработавших ИИИ. Выбросов и сбросов в окружающую среду ПХРО не производит.

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

Значения выпадений Σβ в пункте наблюдения, характеризующем радиационную обстановку в зоне ПХРО, отражены в табл. 2.6.5. Там же приведены среднемесячные и среднегодовые значения по 30-км зоне наблюдения вокруг ПХРО и значения регионального фона.

Таблица 2.6.5

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения Σβ выпадений в 30-км зоне Челябинского отделения филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО», Бк/м^2 ·сут (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднегодовое	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Аргаяш	с	0,56	0,62	0,59	0,72	0,49	0,57	0,64	0,79	0,68	0,69	0,74	0,63	**0,64**	0,65
	м	1,0	0,9	1,0	1,7	1,0	1,4	1,7	2,9	1,6	1,3	1,2	1,4		
Фон для Уральского региона:	**2023 г.**	**0,60**	**0,63**	**0,64**	**0,67**	**0,59**	**0,65**	**0,65**	**0,78**	**0,76**	**0,69**	**0,76**	**0,67**	**0,65**	
	2022 г.	0,51	0,45	0,48	0,67	0,66	0,61	0,52	0,60	0,73	0,62	0,62	0,64		0,59

В 2023 г. среднегодовое значение Σβ выпадений в зоне влияния ПХРО (0,64 Бк/м^2·сут) находилось на уровне 2022 г. и не превысило уровень регионального фона (0,65 Бк/м^2·сут).

Выводы

Радиационная обстановка в 2023 г. на территории УФО вне 100-км зон ПО «Маяк», Белоярской АЭС и территорий, загрязнённых вследствие радиационных аварий, была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы ^{90}Sr и ^{137}Cs 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 ^{90}Sr. На фоне влияния ВУРС выделить влияние РОО второй и третьей категорий практически невозможно, но радиационная обстановка в этих районах по-прежнему требует пристального внимания и постоянного контроля.

2.7. Сибирский федеральный округ

Общая информация по округу

Сибирский федеральный округ (СФО) – федеральный округ в сибирской части Российской Федерации. Административный центр и крупнейший город округа – Новосибирск – является также крупнейшим городом в азиатской части России.

Указом Президента России № 632 от 3 ноября 2018 года из состава федерального округа исключены Республика Бурятия и Забайкальский край, данные территории переданы в Дальневосточный федеральный округ [1].

В состав СФО входят 10 субъектов РФ: Республика Алтай, Республика Тыва, Республика Хакасия, Алтайский край, Красноярский край, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области.

Общая территория округа – 4361,7 тыс. км^2 (25,5 % территории России), в СФО проживают 16645,8 тыс. человек [1, 2].

Протяжённость государственной границы – 4348 км, в том числе: с Республикой Казахстан – 2690 км, с Монголией – 1603 км, с Китайской Народной Республикой – 55 км.

СФО граничит: на севере – с Ямало-Ненецким автономным округом; на западе – с Тюменской областью, Ямало-Ненецким автономным округом, Ханты-Мансийским автономным округом; на востоке – с Республикой Саха (Якутия), Забайкальским краем, Республикой Бурятия; на юге – с Республикой Казахстан, Монголией, Китайской Народной Республикой, Республикой Бурятия.

Согласно [3], на территории СФО размещены следующие РОО: АО «Ангарский электролизный химический комбинат» (г. Ангарск Иркутской области), АО «Опытно-демонстрационный центр вывода из эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов» (г. Северск Томской области), АО «Производственное объединение «Электрохимический завод» (г. Зеленогорск Красноярского края), АО «Сибирский химический комбинат» (г. Северск Томской области), ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск), ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск Красноярского края), ФГУП «Производственное объединение «Север» (г. Новосибирск). Также работают ПХРО в г. Иркутск и г. Новосибирск, являющиеся отделениями филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО».

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории СФО осуществляют Северное (по п. Диксон), Западно-Сибирское, Обь-Иртышское (по Омской области), Среднесибирское, Иркутское УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». В составе СФО на территории округа действуют 219 пунктов по измерению МАЭД, 66 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки), 14 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ, 6 пунктов по отбору проб осадков и два пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития, три пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr (рис. 2.7.1).



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

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

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной β-активности проводится в трёх радиометрических группах и четырёх радиометрических лабораториях (в лабораториях также проводится гамма-спектрометрический анализ проб). В лаборатории Западно-Сибирского УГМС (ЛКРЗ, г. Новосибирск) дополнительно проводится радиохимический анализ проб (^{90}Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание ^{90}Sr в пресных и морских водах и трития.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные суточные величины МАЭД, измеренные СРМ в 2023 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1.

Измеренные значения МАЭД в 2023 году в целом соответствовали аналогичным уровням МАЭД на территории СФО за 2022 год.

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в СФО в 2023 г., мкЗв/ч

Расположение пунктов наблюдения	Общее количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Алтайский край	25	0,16	0,21
Красноярский край	50	0,1	0.21
Республика Алтай	9	0,15	0,23
Республика Тыва	11	0,12	0,23
Республика Хакасия	5	0,12	0,17
Иркутская область	44	0,14	0,23
Кемеровская область	14	0,12	0,22
Омская область	19	0,13	0,23
Томская область	13	0,10	0,25
Новосибирская область	28	0,13	0,22
Диксон	1	0,08	0,11
СФО	219	0,12 (по 11 субъектам)	0,25 (по 11 субъектам)

Приземная атмосфера

Наблюдения за объёмной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводятся в шести из 10 субъектов Федерации округа на 14 пунктах наблюдения (рис. 2.7.1). В табл. 2.7.2 приведены данные СРМ о среднегодовой объёмной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в населённых пунктах СФО.

Таблица 2.7.3

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в отдельных населённых пунктах СФО, 10^{-7} Бк/м^3

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023	2022	2021
Красноярский край						
Большая Мурта	1,4	<1,4	нпо	0,55	0,45	0,70
Красноярск	нпо	нпо	нпо	0,8	0,85	0,50
Сухобузимское	2,3	<3,3	нпо	0,55	0,4	4,20
Уяр	0,7	0,8	1,1	0,54	0,42	0,90
Туруханск	нпо	нпо	нпо	0,40	0,3*	0,35
Норильск (Таймырский АО)	нпо	нпо	-	0,35	0,35	-
Диксон	нпо	нпо	нпо	0,08	0,06	0,10
Алтайский край						
Барнаул	нпо	<2,4	нпо	0,95	0,4*	0,60
Томская область						
Колпашево	нпо	нпо	нпо	0,60	0,7	0,20
Томск	нпо	нпо	нпо	3,2	0,6	1,05
Омская область						
Омск	нпо	3,4	нпо	0,40	0,35	2,80
Иркутская область						
Иркутск	3,7	нпо	нпо	0,3	0,3	3,30
Ангарск	1,2	нпо	нпо	1,50	0,5	2,20
Республика Тыва						
Кызыл	нпо	нпо	нпо	0,45	0,4	0,80

Примечания: нпо – консервативная оценка нижнего предела обнаружения для соответствующего пункта принята равной $1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3;
* – данные за 1-е полугодие

Как видно из таблицы, на большей части пунктов объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. была ниже предела обнаружения и сопоставима с результатами 2022 г., а также ниже средневзвешенного значения для территории РФ в 2023 г. – $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наиболее высокие уровни объёмной активности ^{137}Cs в 2023 г. наблюдались в 1-м квартале в Иркутске ($12 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) при среднегодовом значении $3{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в атмосферном воздухе на территории СФО в 2023 г. варьировала в пределах от $0{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (Иркутск) до $3{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (Томск) (табл. 2.7.3).

В большинстве населённых пунктов, в которых проводятся наблюдения, среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr отличалась от значений, зафиксированных в 2022 г., незначительно. Средняя по округу объёмная активность ^{90}Sr, по сравнению с 2022 г., осталась примерно на том же уровне.

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

Радиоактивные выпадения

Значения суммарной плотности выпадений ^{137}Cs по территориям СФО в 2023 г. составили: для района Заполярья – не более 0,06 Бк/м^2·год, для Западной Сибири – 0,11 Бк/м^2·год, для юга Восточной Сибири – 0,05 Бк/м^2·год. Такие показатели в целом соответствуют уровням 2022 г. на этих территориях.

Средневзвешенные значения суммарной β-активности выпадений по Западной Сибири в 2023 г. находились на уровне 0,68 Бк/м^2·сут и соответствовали значениям 2022 года (0,67 Бк/м^2·сут). Средневзвешенные значения суммарной β-активности выпадений по России составляло 1,04 Бк/м^2·сут.

Поверхностные воды и атмосферные осадки

Объёмные активности трития в водах рек Енисей (пункт отбора – Игарка) и Нижняя Тунгуска (пункт отбора – Тура) в 2023 г. находились в течение года на уровне 2,17 и 2,46 Бк/л соответственно и были примерно в 1,5 раза выше уровня 2022 года.

Объёмная активность трития в осадках на территории СФО в 2023 г. определялась в 6 пунктах (табл. 2.7.4). Из табл. 2.7.4 видно, что среднегодовая объёмная активность трития в осадках в субъектах Федерации на территории СФО изменялась в пределах от 2,1 Бк/л (Диксон) до 2,9 Бк/л (Омск). Среднее содержание трития в осадках на территории СФО – 2,3 Бк/л, это практически соответствует среднему значению по АТР (2,0 Бк/л).

Таблица 2.7.4

Объёмная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2023 г. (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	Осадки	Реки	
	^{3}H, Бк/л	**^{3}H, Бк/л**	**^{90}Sr, мБк/л**
Красноярский край			
Диксон	2,1 (1,5)		
Енисейск	2,45 (2,2)		
Тура (Нижняя Тунгуска)	2,6 (2,0)	2,46 (1,4)	
Игарка (Енисей)		2,17 (1,4)	5,6
Иркутская область			
Иркутск	2,8 (2,4)		2,7
Исток Ангары (р. Ангара)			5,5
Новосибирская область			
Новосибирск (Огурцово)	2,5 (2,0)		
Омская область			
Омск	2,9 (2,0)		
Республика Алтай			
СФМ Яйлю (р. Кокша)			3,6
Среднее по СФО	**2,6 (1,9)**	**2,3 (1,4)**	**3,7 (5,8)**
Среднее по АТР	2,2	2,0	**4,1 (4,8)**

Примечание: в скобках приведены данные за 2022 год.

Усреднённая объёмная активность ^{90}Sr в реках на территории СФО в 2023 г. (табл. 2.7.4) в целом находилась на уровне 2022 г. и составила 3,7 мБк/л, что в целом близко к среднему значению для рек АТР – 4,1 мБк/л. Содержание ^{90}Sr в реках СФО изменялась от 2,7 мБк/л в р. Енисей до 5,6 мБк/л в р. Игарка, 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 зоне основных РОО, расположенных на территории СФО.

2.7.1. ПАО «НЗХК»

Предприятие ядерного топливного цикла ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (далее – НЗХК) расположено в Калининском районе г. Новосибирска (северная часть города). НЗХК представляет собой комплекс химических и машиностроительных производств по выпуску топлива для энергетических и исследовательских реакторов, лития и его соединений. В 3–4 км к северо-востоку от НЗХК расположено хранилище РАО (хвостохранилище), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 года. Объём хвостохранилища составляет 384 000 м^3. Ежегодное количество образующихся РАО в НЗХК составляет примерно 380 тонн. Отходы в основном в виде низкоактивной суспензии (пульпы) гидротранспортом доставляются по пульпопроводу в пруд-отстойник (вторая секция хвостохранилища) непосредственно с территории НЗХК. Пруд-отстойник предназначен для разделения РАО на твёрдую и жидкую фазы и является частью технологического процесса их обезвреживания и дезактивации. Граница единой санитарно-защитной зоны промышленного узла НЗХК (г. Новосибирск, ул. Богдана Хмельницкого, 94) установлена на основании влияния источников химического и физического воздействия на атмосферный воздух по границе земельного участка во всех направлениях.

Граница санитарно-защитной зоны хвостохранилища и пульпопровода НЗХК установлена:

– по границе территории хвостохранилища, с включением в территорию санитарно-защитной зоны участка аномального радиоактивного загрязнения территории в пойме ручья Пашенка (аномалия в тальвеге Пашинского болота);

– на расстоянии 20 м в каждую сторону от пульпопровода, с включением в территорию санитарно-защитной зоны рекультивированного участка радиоактивного загрязнения территории вдоль железнодорожной магистрали и ложбины к югу от неё.

С территории и 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 обогащённый уран и продукты его распада (радий, радон и т. д.)). Поступление ^{222}Rn в атмосферу происходит в основном с поверхностной части хвостохранилища. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4.

Источником технической и хозпитьевой воды на НЗХК является р. Обь. До 01.02.2006 г. р. Обь являлась также и приёмником сточных вод НЗХК. В настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производит. Однако в верховье ручья Пашенский расположено хвостохранилище, предназначенное для приёма и хранения отходов производства

и постепенного накопления жидкой фазы технологической воды, остающейся в секции из-за превышения приходной части водного баланса над расходной.

Хвостохранилище состоит из выведенной из эксплуатации и законсервированной секции № 1, действующей секции № 2 и не введённой в эксплуатацию секции № 3. Секцию № 1 хвостохранилища (площадь 12 га) эксплуатировали с 1954 по 1964 год. В 1990 г. было начато осушение и засыпка 1-й секции. Работы по реабилитации закончены в 2003 году. Секция № 2 хвостохранилища устроена ниже 1-й секции в естественном овраге – главной развивающейся вершине Пашинского лога, перегороженном дамбой в пониженной его части. Эксплуатация 2-й секции начата в 1964 г. и продолжается в настоящее время. Инженерные гидроизолирующие барьеры отсутствуют. Часть жидкой фазы испаряется, часть фильтруется через дамбу и борта секции. Вода, профильтровавшаяся через дамбу, собирается специально устроенной дренажной системой и перекачивается обратно во 2-ю секцию автоматической насосной станцией. Фильтрация через борта подпитывает грунтовые воды, частично выклинивающиеся в лог. 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 2023 г. силами Западно-Сибирского УГМС был организован следующим образом:

– на метеостанциях Огурцово (15 км от НЗХК, рис. 2.7.2) и Болотное (100-км зона наблюдения НЗХК и АО «Сибирский химический комбинат») проводились наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений путём ежесуточного отбора проб с помощью марлевого горизонтального планшета без бортиков;

– производится измерение МАЭД в рабочие дни с использованием дозиметрического оборудования автомобильной лаборатории радиационной разведки (АЛРР);

– на 5 станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Колывань, Коченёво, Чулым, Огурцово) и дополнительно на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки) измерялась МАЭД гамма-излучения;

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

– в трёх населённых пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.7.3) для анализа на содержание контролируемых радионуклидов;

– в контрольных точках ближней 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК ежемесячно проводились маршрутные гамма-съёмки (рис. 2.7.3);

– в двух точках в марте были отобраны пробы снега;

– один раз в год проводилась маршрутная гамма-съёмка с интервалом 40 м вдоль пульпопровода на расстоянии 3–5 м от трубы с обеих сторон пульпопровода (рис. 2.7.4).



Рис. 2.7.2. Схема радиационного контроля 100-км зоны НЗХК:

– территория г. Новосибирска;
– пульпопровод от НЗХК к хвостохранилищу;
■ – хвостохранилище;
▲ – воздухофильтрующая установка;
П – горизонтальный планшет;
• – отбор воды из р. Обь в с. Дубровино на радиоактивное загрязнение Sr-90.



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

● – отбор проб снега и ежемесячный контроль МАЭД;
● – отбор проб воды и донных отложений;
▲ – отбор проб питьевой воды.

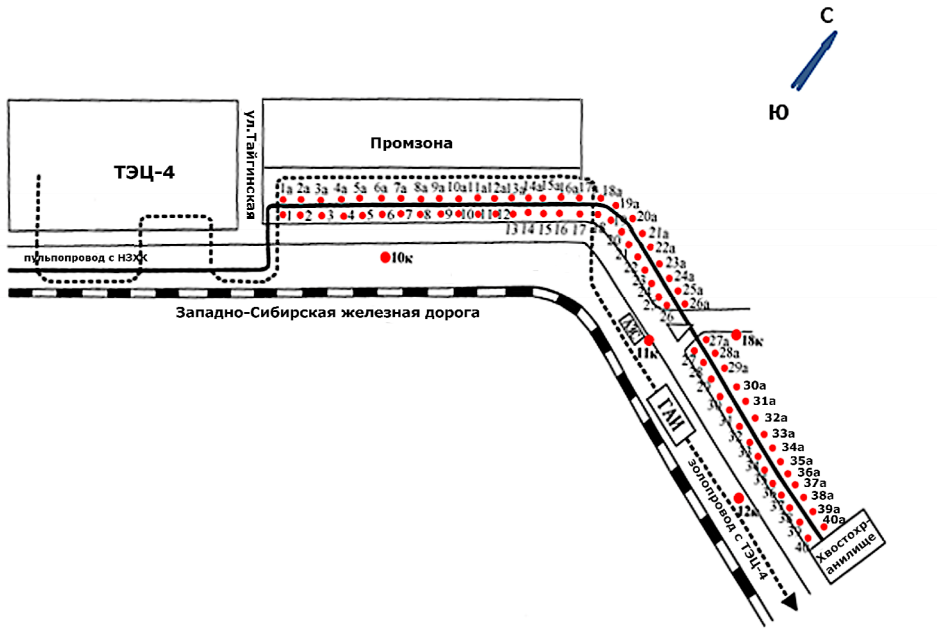


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

▭ – дорога с асфальтовым покрытием;

10к; 11к; 12к; 18к – точки отбора проб почвы и ежемесячного контроля МАЭД в контролируемой зоне НЗХК;

1 – 40, 1а – 40а – точки измерения гамма-фона вдоль пульпопровода НЗХК.

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за радиоактивностью атмосферных выпадений в п. Огурцово за 2023 и 2022 годы приведены в табл. 2.7.5.

Таблица 2.7.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения суммарной β-активности выпадений (Бк/м^2·сут) в приземном слое атмосферы в п. Огурцово (данные Западно-Сибирского УГМС)

Месяц		2023	2022
Январь	с	0,71	0,60
	м	1,58	1,79
Февраль	с	0,73	0,73
	м	1,77	1,98
Март	с	0,74	0,83
	м	1,55	2,50
Апрель	с	0,80	0,86
	м	1,98	2,40
Май	с	0,80	0,77
	м	2,21	2,43
Июнь	с	0,76	0,82
	м	1,96	1,67
Июль	с	0,79	0,79
	м	2,53	1,56
Август	с	0,56	0,77
	м	1,40	1,51
Сентябрь	с	0,75	0,71
	м	1,68	2,36
Октябрь	с	0,86	0,86
	м	2,61	2,06
Ноябрь	с	0,99	0,90
	м	2,45	2,35
Декабрь	с	0,86	0,71
	м	1,89	1,58
Усреднённое за год (Бк/м^2·сут)		0,78	0,78

Из табл. 2.7.5 видно, что среднегодовые значения выпадений □-активности в п. Огурцово в 2023 г. сравнимы с 2022 годом.

В 100-км зоне вокруг НЗКХ наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений также велись в п. Болотное. Среднемесячные и максимальные суточные значения для этого пункта в целом соответствовали значениям, фиксируемым в п. Огурцово. Максимальные суточные значения суммарной β-активности выпадений зафиксированы в п. Болотное в июне 2023 г. (3,11 (Бк/м^2·сут) и сентябре (3,19 Бк/м^2·сут).

Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2023 г. зафиксировано не было.

Радиационный фон на местности

В 100-км ЗН НЗХК в 2023 г. среднегодовая мощность дозы гамма-фона была равна 0,13 мкЗв/ч, максимальное значение МАЭД составляло 0,22 мкЗв/ч (Коченёво, июль). Эти значения соответствуют данным 2022 г. (соответственно 0,12 и 0,21 мкЗв/ч).

В п. Болотное Новосибирской области (100-км ЗН СХК, Томская область) максимальные значения МАЭД не превышали (как и в 2022 г.) 0,11 мкЗв/ч.

В г. Новосибирске (по данным постов наблюдения) среднегодовая МАЭД была равна 0,12 мкЗв/ч, максимальное значение МАЭД было зафиксировано на ПНЗ в Советском районе в июне и составило 0,19 мкЗв/ч.

Западно-Сибирским УГМС в ближней зоне наблюдения НЗХК в 2023 г. было проведено 12 маршрутных гамма-съёмок. Среднегодовые значения МАЭД варьировали по 18 контрольным точкам в пределах 0,06–0,11 мкЗв/ч.

В октябре 2023 г. была проведена плановая маршрутная гамма-съёмка вдоль пульпопровода НЗХК. Измерения МАЭД проводились по контрольным 40 точкам через каждые 40 м на расстоянии 3–5 м от трубы с правой стороны пульпопровода, а с левой – до точки 40а. В 2018 г. было срезано защитное ограждение пульпопровода от точки 30а до точки 40а и в результате доступ к точкам стал открытым. Признаков протекания радиоактивных отходов из труб пульпопровода при визуальном осмотре не обнаружено, но на некоторых участках трубы были выявлены дефекты теплоизоляции. В 2016-2019 гг. на протяжении всего пульпопровода производилась замена фрагментов старой изоляции на новую. В ходе обследования территории пульпопровода в 2023 г. наблюдался небольшой ремонт теплоизоляции.

Также в 2023 г. были измерены в 5-км зоне наблюдения НЗХК средние значения мощности дозы гамма–излучения на высотах 3–4 см и 1 м от уровня снега, которые варьировались в пределах от 0,09 до 0,11 мкЗв/ч.

Вода, донные отложения и почва

В период весеннего паводка на хвостохранилище НЗХК возможен стихийный сброс загрязнённых радионуклидами вод из водоёма-отстойника на рельеф местности. Кроме того, возможно просачивание этих вод сквозь дамбу. Через ручей Пашинский 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 2023 г. отбор проб воды в ручье Пашинский (т. 2р и т. 3р, рис. 2.7.3) и в оз. Круглое (тт. 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 2023 г. представлены в табл. 2.7.6.

Удельная активность проб донных отложений на Цезий-137 в оз. Круглое в 023 г. была в 2 раза выше, чем в 2022г. Удельная активность проб на Радий-226 донных отложений в ручье Пашинский в 2023г. была в 2,4 раза выше, чем в 2022г.

Таблица 2.7.6

Удельная активность донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое и ручье Пашинский, а также МАЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб (данные Западно-Сибирского УГМС)

Точки отбора проб	МАЭД, мкЗв/ч		**Удельная активность в донных отложениях, Бк/кг**			
	1м	4 см	Торий-232	Радий-226	Цезий-137	Калий-40
оз. Круглое (май)						
1	0,11	0,11	не возможен подъезд к точке отбора пробы			
2	0,14	0,15				
3	0,13	0,13				
оз. Круглое (июль)						
1	0,14	0,13	не возможен подъезд к точке отбора пробы			
2	0,13	0,10				
3	0,17	0,14				
оз. Круглое (сентябрь)						
1	0,11	0,13	22,85	38,0	7,23	344,8
2	0,13	0,13	23,8	38,4	11,9	406,0
3	0,12	0,13	31,20	25,94	4,61	439,7
Ср. / макс. в 2023 г.			**25,95/31,20**	**34,11/38,4**	**7,91/11,9**	**396,83/439,7**
Ср. / макс. в 2022 г.			**27,46/35,14**	**37,18/47,94**	**3,96/6,23**	**408,43/496,50**
Ручей Пашинский (май)						
1	-	-	не возможен подъезд к точке отбора пробы			
2	0,40	0,55				
3	0,13	0,13				
Ручей Пашинский (июль)						
1	-	-	не возможен подъезд к точке отбора пробы			
2	0,26	0,23				
3	0,10	0,16				
Ручей Пашинский (сентябрь)						
1	-	-	-	-	-	-
2	0,13	0,14	14,9	161,0	миа	408,8
3	0,11	0,14	22,6	18,0	миа	420,90
Ср. / макс. в 2023 г.			**18,75/22,6**	**89,5/161,0**	**миа**	**356,0/420,9**
Ср. / макс. в 2022 г.			**13,04/16,25**	**37,39/63,68**	миа	414,85/420,0

Примечание: миа – меньше измеряемой активности.

Результаты анализа проб пресной воды, отобранных в мае, июле и сентябре 2023 г. в контрольных точках оз. Круглое и р. Пашинский, показали, что относительно 2022 г. величины объёмной α- и β-активности не увеличились.

Величины объёмной β-активности в оз. Круглое находились в диапазоне от 0,14 до 0,86 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в июле в т. 3.

Величины объёмной α-активности в оз. Круглое находились в диапазоне от 0,02 до 0, 08 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в сентябре в т. 3 – 0,2 Бк/л.

В ручье Пашинский пробы пресной воды отбирались в контрольных точках 2р и 3р. Величины объёмной β-активности в ручье Пашинский находились в диапазоне от 0,06 до 1,26 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в сентябре в т. 2р. Величины объёмной α-активности в ручье Пашинский – в диапазоне от 0,03 до 0,12 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в сентябре в т. 3р. Колебания Σ α-β-активности в пробах пресной воды ручья Пашенский и оз. Круглое могут быть связаны с поступлением радионуклидов в водоём и со смывом воды из водоотстойников хвостохранилища НЗХК и с береговой линии во время паводка.

Из табл. 2.7.6. видно, что в пробах донных отложений в 2023 г. удельная активность цезия-137 в ручье Пашенский минимальная. В оз. Круглое максимальная удельная бета-активность цезия-137 составила (11,9 Бк/кг), что является также незначительным. В настоящее время наблюдается заиливание и зарастание озера камышом, практически нет подхода к его традиционным контрольным точкам.

Также в мае, июле и сентябре 2023 г. из скважин, находящихся в трёх населённых пунктах – пос. Садовый, ж/д. ст. Мочище и с/о «Голубые озёра», составляющих контролируемую зону НЗХК, были взяты пробы питьевой воды для радиометрического анализа на объёмную α- и β-активность и спектрометрического – на наличие контролируемых радионуклидов.

Измеренные значения объёмной α- и β-активности не превысили контрольную величину для питьевой воды по НРБ-99/2009. Наибольшее значение было зафиксировано в мае в пункте ж/д. ст. Мочище: объёмной α-активности – 0,03Бк/л, объёмной β-активности в пункте п. Садовый и с/о «Голубые озёра» – 0,1 Бк/л. Гамма-спектрометрический анализ, проведённый в 2023 г., показал, что в пробах питьевой воды из скважин населённых пунктов ж/д. ст. Мочище, п. Садовый, с/о «Голубые озёра» отсутствуют контролируемые радионуклиды. Таким образом, пробы питьевой воды, отобранные в районах ж/д ст. Мочище, п. Садовый, с/о «Голубые озёра», подтверждают безопасность питьевой воды для населения согласно НРБ-99/2009 г. (0,2 Бк/л – для альфа-излучения и 1,0 Бк/л – для бета-излучения).

Вывод: в 2023 г. деятельность РОО ПАО «НЗХК» не оказала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения в окрестностях 5–7-км зоны г. Новосибирска.

2.7.2. Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (бывший Новосибирский СК «Радон», далее – ПХРО) является пунктом хранения радиоактивных веществ и расположен в Коченёвском районе Новосибирской области в 25 км к западу от г. Новосибирска на правом берегу р. Чик на расстоянии 850–1000 м на восток от её русла. Ближайшие населённые пункты: с. Буньково – 1,5 км, с. Прокудское – 3 км, ст. Чик Западно-Сибирской железной дороги – 6 км. ПХРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО на ПХРО не производится. Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, сбросы и сливы их в окружающую среду отсутствуют. Принципиально возможна лишь утечка радиоактивных веществ из ёмкостей 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 ПХРО осуществляется подразделениями Западно-Сибирского УГМС. 30-км зона наблюдения вокруг ПХРО представлена на рис. 2.7.5.



Рис. 2.7.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПХРО:

- наблюдения за гамма-фоном;
- отбор проб атмосферных выпадений;
- отбор проб атмосферных аэрозолей;
- отбор проб подземных вод из скважин;
- ПХРО.

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

– содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) в двух контрольных точках (рис. 2.7.6);

– содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПХРО (рис. 2.7.7), а также в питьевой воде в трёх населённых пунктах;

– ежемесячные измерения МАЭД в восьми точках, а также при отборе проб снега и воды.

В 2023 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МАЭД в 4 контрольных точках – 1, 6, 7, 8 (рис. 2.7.6). Среднегодовое значение МАЭД, измеренное на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг ПХРО, в 2023 г. составило 0,1 мкЗв/ч и практически не отличалось от среднегодового значения 2022 г. (0,11 мкЗв/ч), что находится на уровне естественного γ-фона. Максимальное значение МАЭД в течение 2023 г. наблюдалось в январе в т. 6 и составило 0,15 мкЗв/ч.

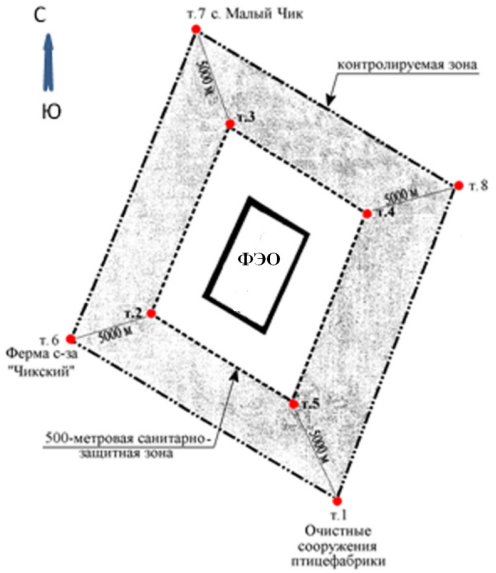


Рис. 2.7.6. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПХРО.

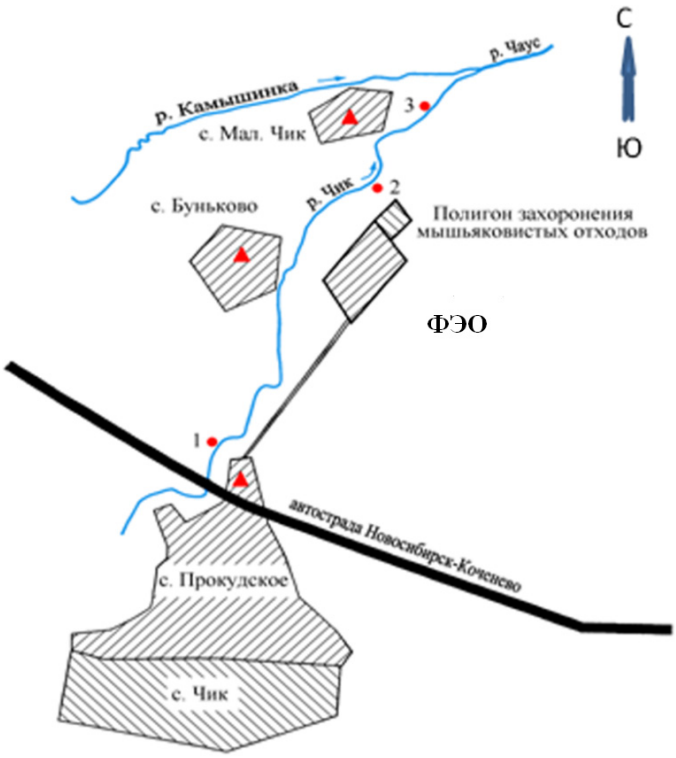


Рис. 2.7.7. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПХРО:
● – отбор проб воды и донных отложений;
▲ – точки отбора проб питьевой воды.

В середине марта 2023 г. перед началом снеготаяния одновременно с маршрутным обследованием мощности дозы гамма-излучения в контрольных точках вокруг ПХРО – т. 6 и т. 7 (рис. 2.7.6) – Западно-Сибирским УГМС были отобраны пробы снега на всю глубину снежного покрова.

Анализ проб снега вокруг ПХРО показал, что средняя α-активность в 2023 г. (0,81 Бк/м^3) оказалась меньше чем в 2022 г. (7,02 Бк/м3). Средняя β-активность в тех же пробах снега в 2023 г.

(73,2 Бк/м^3) также оказалась значительно ниже чем в 2022 г. (1197 Бк/м^3). По результатам проведённых анализов проб снега (на ∑α и β-активность) можно отметить, что уровень радиоактивности снежного покрова в зоне наблюдения ПХРО меняется в широких пределах. Техногенных радионуклидов в пробах снега обнаружено не было.

Для оценки влияния деятельности ПХРО в 2023 г. также был выполнен отбор пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 2.7.7) – выше и ниже по течению от ПХРО. 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 2023 г. по удельной активности ^{137}Cs, ^{226}Ra, ^{232}Th и ^{40}K в донных отложениях в 5-км зоне вокруг ПХРО, а также значения МАЭД, измеренные на высоте 1 м и 3–4 см от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 2.7.7.

Таблица 2.7.7

Удельная активность донных отложений (Бк/кг), а также МАЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб в зоне контроля вокруг ПХРО в 2023 г. (данные Западно-Сибирского УГМС)

Точка отбора	Мощность дозы, мкЗв/ч		Суммарная альфа-бета-активность, Бк /л		Донные отложения, радионуклиды, Бк /кг			
	3–4 см	1 м	Альфа	Бета	Радий-226	Торий-232	Калий-40	Цезий-137
Май								
1	0,14	0,11	0,01	0,04	Отбор проб не проводится			
2	0,12	0,12	0,02	0,11				
3	0,12	0,13	0,04	0,09				
Июль								
1	0,12	0,12	0,11	0,22	Отбор проб не проводится			
2	0,13	0,13	0,02	0,13				
3	0,14	0,13	0,02	0,04				
Сентябрь								
1	0,14	0,14	0,01	миа	10,01	4,90	307,30	миа
2	0,14	0,14	миа	0,04	17,60	24,90	432,0	миа
3	0,11	0,12	миа	миа	9,26	6,15	402,20	миа
Среднее/ макс. в 2023 г.	**0,13/0,14**	**0,13/0,14**	**0,02/0,11**	**0,07/0,22**	**12,29/17,60**	**11,98/24,90**	**380,50/432,0**	**миа**
Среднее/ макс. в 2023 г.	0,12/0,13	0,11/0,15	0,02/0,04	0,05/0,11	14,63/16,11	12,74/15,54	450,7/460,8	миа

Примечание: миа – меньше измеряемой активности.

Как видно из таблицы, мощность дозы гамма-излучения в 2023 г., как и в предыдущие годы, находится на уровне естественного γ-фона. Гамма-спектрометрический анализ донных отложений за 2023 г. показал отсутствие техногенного радионуклида ^{137}Cs. Следов радиоактивного загрязнения р. Чик не выявлено.

Объёмная α- и β-активность в питьевой воде из скважин в трёх населённых пунктах 5-км зоны наблюдения ПХРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик) не превышала допустимых нормативов для здоровья населения согласно НРБ-99/2009 года.

В течение 2023 г. в 5-км зоне ПХРО были также отобраны пробы почвы. Результаты гамма-спектрометрического анализа на содержание естественных радионуклидов (торий-232, радий-226, калий-40) превышений не выявили. Техногенный радионуклид цезий-137 не обнаружен.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПХРО позволяют сделать вывод, что свежих продуктов радиоактивного загрязнения в ближней зоне наблюдения

вокруг ПХРО в 2023 г. не обнаружено. Деятельность предприятия ПХРО существенного влияния на радиационную обстановку на территории Новосибирской области не оказала.

2.7.3. АО «АЭХК» и ПХРО филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»»

Мониторинг за состоянием окружающей среды в районе пункта хранения радиоактивных отходов филиала «Сибирский территориальный округ» (далее – ПХРО) и АО «Ангарский электролизный химический комбинат» г. Ангарск (далее – АЭХК) проводит Иркутское УГМС.

АЭХК является составной частью ЯТЦ Госкорпорации «Росатом» и представляет собой комплекс технологически связанных производств. Основными направлениями деятельности комбината являются обогащение урана, производство природного и обогащённого гексафторида урана, химическое производство (производство газообразного фтора, безводного фтористого водорода, а также озонобезопасных хладонов, трифлатов и других фторсодержащих продуктов).

ПХРО является полигоном хранения радиоактивных веществ и находится в 35 км на север от г. Иркутска по Александровскому тракту. Ближайшие населённые пункты находятся на расстоянии 6–9 км: п. Усть-Балей с населением ~ 250 человек и п. Московщина с населением ~ 220 человек. ПХРО обслуживает Иркутскую область, Забайкальский край, Республику Бурятия, Республику Тыва и Республику Саха (Якутия).

Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРО показано на рис. 2.7.8.



Рис. 2.7.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРО:

- ● — наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- ■ — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T — отбор проб атмосферных осадков;
- ♦ — отбор проб воды;
- ⊕ — ПХРО;
- □ — АЭХК.

Ежемесячно группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС вдоль дорог в окрестностях ПХРО и АЭХК в радиусе 20 км от каждого объекта проводились измерения МАЭД. Измерения в 20-км зоне ПХРО осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги дозиметрами ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д, ДРБП-03 на высоте 3–4 см и 1 м от поверхности почвы.

Средние значения МАЭД в 20-км зоне вокруг ПХРО колебались в пределах 0,13–0,18 мкЗв/ч. Максимальное значение (0,30 мкЗв/ч) было зарегистрировано 22 июня на 21 км Александровского тракта.

Результаты измерений плотности загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2023 г. в 20-км зоне вокруг ПХРО приведены в табл. 2.7.8. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Таблица 2.7.8

Плотности загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг ПХРО, Бк/м² (данные Иркутского УГМС за 2022–2023 гг.)

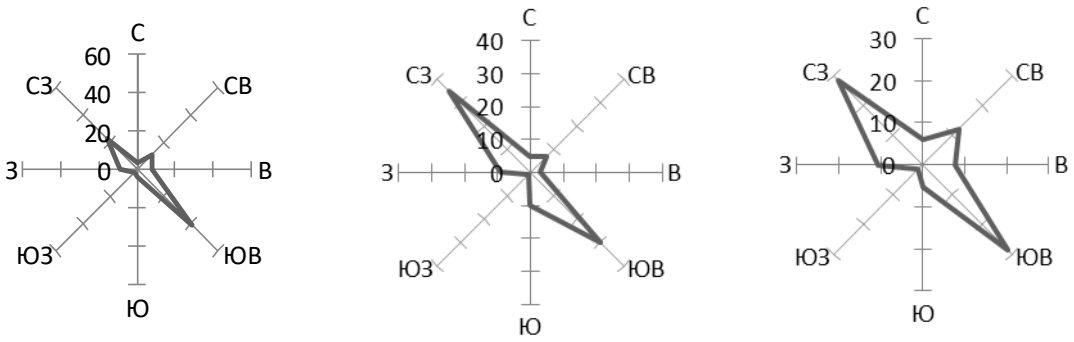
Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	21.02.2023	25.02.2022	29.08.2023	24.05.2022	29.08.2023	24.08.2022
14-й км Александровского тракта	5,33	3,5	113,83	226	8,48	13,4
19-й км – " –	2,44	6,25	97,70	395	21,37	16,2
25-й км – " – , д. Московщина	4,28	1,15	277,49	95	8,43	4,9
33-й км – " –	3,77	4,8	125,72	200	4,83	4,6
35-й км – " – , ПХРО	2,27	14,7	107,38	317	29,43	9,6
36-й км – " –	7,91	2,4	155,55	321	12,18	7,1
П/л «Солнечный»	18,57	5,5	359,80	121	9,58	1,6
д. Усть-Балей	19,24	3,0	158,89	210	11,45	7,2
с. Урик	42,60	0,7	270,11	99	27,12	16,1
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	6,34	2,9	153,45	190	26,81	20,7
8-й км – " –	8,54	4,6	331,53	156	7,75	13,2
12-й км – " –	28,26	3,3	130,68	253	25,72	9,5
16-й км – " –	5,00	6,0	245,63	384	11,81	14,5
д. Тихонова Падь	9,21	1,8	203,82	158	29,93	21,0
Среднее в 20-км зоне	11,70	4,4	195	223	16,8	11,4
Фоновая точка	14,33	3,8	74	101	8,7	17,6

Из табл. 2.7.8 видно, что в 2023 г. плотность загрязнения по суммарной β-активности снежного покрова по 20-км зоне в среднем оказалась в 2,7 раза выше уровня 2022 г., а в фоновой точке в 4,3 раза выше уровня 2022 г. По сравнению с предыдущим годом среднее значение суммарной бета-активности в снеге в отчётном году увеличилось в 2,7 раза. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался у с. Урик (42,6 Бк/м^2), что в 3 раз выше значения в фоновой точке.

29 августа 2023 г. в 15 точках были отобраны пробы почвы и растительности. Максимальная плотность загрязнения суммой бета-активных продуктов отмечалась в точке возле п/л Солнечный (в 4,8 раза выше фона). Значение суммарной бета-активности в почве в отчётном году (195 Бк/м^2) незначительно уменьшилось по сравнению с предыдущим годом.

Максимальная плотность радиационного загрязнения травяного покрова зарегистрирована в д. Тихонова Падь и составила 16, 8 Бк/м^2, что в 1,9 раза выше фона. Средний уровень загрязнения растительности в отчётном году увеличился в 1,5 раза в сравнении с 2022 годом и составил 16,78 Бк/м^2.

В 2023 году преобладающие направления в годовой розе ветров г. Иркутска (рис. 2.7.9): юго-восточные – 29 % , северо-западные – 28 %.



I II Год

Рис. 2.7.9. Роза ветров г. Иркутска

Следующим РОО в указанной на рис. 2.7.8 области является АЭХК. Измерения МАЭД в 20-км зоне АЭХК проводились в 10 м от дороги на высоте 3–4 см и 1 м над поверхностью почвы. Средние значения МАЭД в 20-км зоне АЭХК варьируют в пределах от 0,15 до 0,20 мкЗв/ч. Максимальное зарегистрированное значение 0,23 мкЗв/ч было зарегистрировано 18.12.2023 г. в г. Ангарск (район автостанции).

Результаты измерений плотности загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2023 г. в 20-км зоне вокруг АЭХК приведены в табл. 2.7.9. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Таблица 2.7.9

Плотности загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг АЭХК, Бк/м² (данные Иркутского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	03.03.23	02.03.22	16.05.23	23.05.22	28.08.23	04.08.2022
8 км дороги на д. Б. Елань	5,23	11,0	115,56	304	33,68	40,2
д. Б. Елань	8,64	15,7	179,90	58	19,94	11,6
1-й км дороги на г. Усолье-Сибирское	21,18	12,4	44,21	49	25,51	25,7
1-й км дороги на д. Савватеевка	9,33	4,3	37,04	138		10,3
д. Савватеевка	5,39	5,6	23,74	28	14,91	16,5
1-й км дороги на д. Одинск	18,32	4,9	166,73	193	13,50	4,2
2-й км Московского тракта	10,39	8,1	139,18	82	17,93	20,3
4-й км дороги на г. Иркутск, ТЭЦ-10	15,29	4, 7	120,72	179	38,42	30,1
п. Мегет	4,82	17,3	124,25	216	13,07	48,6
г. Ангарск, 4 пост ГМО (Фон)	7,59	7,3	121,17	82	35,93	29,6
Среднее значение	10,95	**9,3**	105,70	**138**	14,07	**27,5**

Усреднённое за 2023 г. значение загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов снежного покрова в районе АЭХК стало в 1,2 раза выше уровня 2022 года. Максимальный уровень загрязнения снежного покрова (21,2 Бк/м^2) был отмечен на г. Усолье.

Усреднённое за 2023 г. значение загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в растительности уменьшилось в 1,2 раза по сравнению с 2022 годом. Максимальный уровень загрязнения травяного покрова (179,9 Бк/м^2) был отмечен у д. Б. Елань.

Усреднённое за 2023 г. значение загрязнения по суммарной β-активности радионуклидов в почве по сравнению с 2022 годом уменьшилось в 1,3 раза. Максимальный уровень загрязнения в почве был зафиксирован на 2 км Московского тракта (38,4 Бк/м^2).

В годовой розе ветров г. Ангарска (рис. 2.7.10) в 2023 году преобладающими направлениями являлись: восточное – 22 %, северо-западное – 20 %.

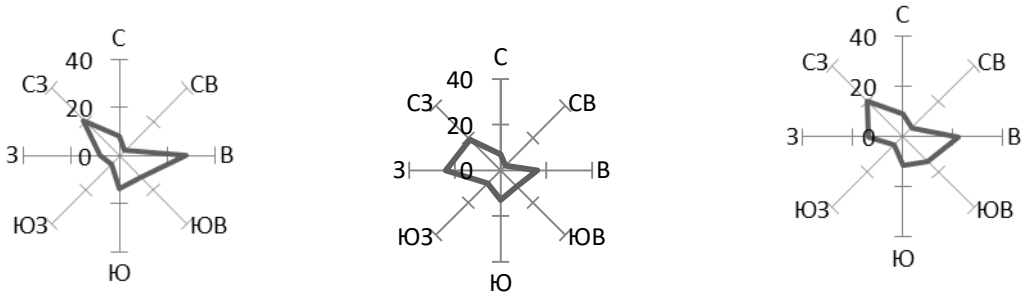


Рис. 2.7.10. Роза ветров г. Ангарска

Результаты измерения значений МАЭД в 100-км зоне АЭХК в 2023 г. (по 13 пунктам) показали, что значения МАЭД находятся в пределах 0,12–0,24 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД – 0,24 мкЗв/ч – зафиксировано в Ангарске в феврале. Анализ результатов наблюдений позволяет сделать вывод, что уровни МАЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2023 г. не достигали критических значений.

За радиоактивностью атмосферных выпадений в 100-км зоне АЭХК наблюдения производились на 6 станциях (Ангарск, Бохан, Иркутск, Усолье-Сибирское, Усть-Ордынский, Хомутово). Средняя за год величина плотности выпадений из атмосферы долгоживущей бета-активности в 2023 г. колебалась от 4,0 до 5,7 Бк/м²·сут, в среднем составила 4,6 Бк/м²·сут, оставаясь на уровне 2022 года. Максимальное значение долгоживущей бета-активности наблюдалось на юге области в г. Усолье-Сибирское в феврале и составило 10,9 Бк/м²·сут.

Контроль за объёмной активностью радиоактивных аэрозолей приземного слоя атмосферы в 100-км зоне АЭКХ осуществлялся на ст. Иркутск и Ангарск. Среднемесячные значения объёмной активности аэрозолей на ст. Иркутск колебались в пределах 21,1–51,8·10^{-5} Бк/м^3. Максимальное загрязнение было отмечено в Иркутске 17 июня и составило 166,9·10^{-5} Бк/м^3. На ст. Ангарск среднемесячные значения объёмной активности аэрозолей находились в пределах 15,6–34,6·10^{-5} Бк/м^3. Максимальное значение зафиксировано 11 марта – 105,1·10^{-5} Бк/м^3

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб аэрозолей и выпадений, отобранных в районах РОО, свидетельствуют, что обстановка в 100-км зоне наблюдений в 2023 г. оставалась стабильной, а активность проб в основном определена естественными радионуклидами. Среднегодовые концентрации составляют для ^{7}Be – 147 Бк/м^2, ^{40}K – 11,6 Бк/м^2. Техногенный радионуклид ^{137}Cs не обнаружен. Радиационная обстановка в районе расположения РОО в течение года оставалась спокойной, радиоактивное загрязнение находилось в диапазонах значений, характерных для природных сред.

Выводы

Таким образом, в целом в 2023 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. Выбросы техногенных радионуклидов в атмосферу предприятиями РОО, расположенными на территории Сибирского региона, способные значительно повлиять на радиационную обстановку, отсутствовали.

2.8. Дальневосточный федеральный округ

Дальневосточный федеральный округ (ДВФО) расположен в Восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение (рис. 2.8.1). В ДВФО входят 11 субъектов Федерации: Приморский, Хабаровский, Камчатский, Забайкальский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Республика Саха (Якутия) и Республика Бурятия, Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Площадь территории региона составляет 6952,6 тыс. км^2 [1], население – 7903,9 тыс. человек [2], административный центр округа – г. Владивосток.

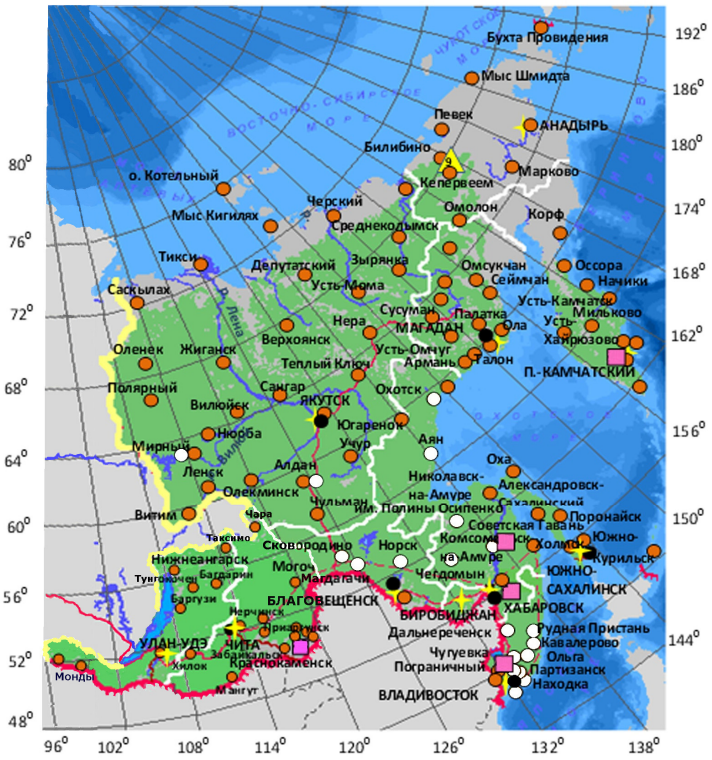


Рис. 2.8.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Дальневосточного федерального округа:

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

Согласно [3], на территории округа расположено 8 РОО: Билибинская АЭС (г. Билибино Чукотского автономного округа), АО «Северо-Восточный ремонтный центр» (г. Вилючинск Камчатского края), АО «30-й судоремонтный завод» (г. Фокино Приморского края), АО «Дальневосточный завод «Звезда»» (г. Большой Камень Приморского края), АО «Хиагда» (с. Багдарин, Баунтовский эвенкийский муниципальный район, Республика Бурятия), ПАО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край), ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (г. Краснокаменск, Забайкальский край). Также в 2020 г. введена в промышленную эксплуатацию уникальная плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС, проект АО «Концерн Росэнергоатом», входящего в состав Госкорпорации «Росатом»).

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории Дальневосточного региона осуществляется сетью станций радиационного мониторинга восьми территориальных УМЗА: Дальневосточного (г. Хабаровск), Забайкальского (г. Чита), Камчатского (г. Петропавловск-Камчатский), Колымского (г. Магадан), Приморского (г. Владивосток), Сахалинского (г. Южно-Сахалинск), Чукотского (г. Певек) и Якутского (г. Якутск).

В составе СРМ на территории округа действуют: 262 пункта по измерению МАЭД (ручными дозиметрами и с помощью автоматических комплексов); 85 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); семь пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (два – с экспозицией проб пять суток, пять – с экспозицией проб одни сутки) 12 пунктов по отбору проб осадков и шесть пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития; девять пунктов по отбору проб поверхностных вод и три пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr.

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание Σβ проводятся в пяти радиометрических группах и двух радиометрических лабораториях. В радиометрических лабораториях Приморского (отбор проб по территории всего региона) и Сахалинского (Сахалинская область) УГМС 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 на содержание трития в осадках и поверхностных водах и на содержание ^{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 остаётся без изменений. Среднегодовые значения МАЭД в субъектах ДВФО в 2023 г. изменялись от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч и находились в пределах естественного радиационного фона Дальневосточного региона (табл. 2.8.1). В 2023 г. среднегодовое значение МАЭД на территории ДВФО составило 0,12 мкЗв/ч, а максимальное суточное (0,28 мкЗв/ч) отмечено на территории Приморского края (п. Астраханка).

Таблица 2.8.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах РФ ДВФО в 2023 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	30	0,13	0,28 (Астраханка)
Хабаровский край	25	0,11	0,24 (Георгиевка)
Камчатский край	17	0,09	0,15 (Ключи)
Амурская область	25	0,12	0,23 (Стойба)
Магаданская область	14	0,12	0,24 (Талая)
Сахалинская область	18	0,12	0,18 (Южно-Сахалинск)
Республика Саха (Якутия)	45	0,10	0,21 (Усть-Мая)
Чукотский автономный округ	15	0,12	0,19 (Певек и Провидения)
Еврейская автономная область	5	0,12	0,24 (Никольское)
Забайкальский край	34	0,14	0,26 (Менза)
Республика Бурятия	24	0,14	0,25 (Орлик)
ДВФО	**252 (262)***	**0,12**	**0,28**

Примечание: * – с учётом станции, где МАЭД измеряется только автоматическими комплексами.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ДВФО проводятся в семи субъектах Российской Федерации. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.8.2.

Таблица 2.8.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах ДВФО, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Приморского УГМС)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Приморский край						
Владивосток	нпо	нпо	0,7	1,0	0,9	0,8
Хабаровский край						
Хабаровск	нпо	нпо	нпо	0,8	0,7	0,8
Амурская область						
Благовещенск	нпо	нпо	нпо	1,9	2,0	1,9
Магаданская область						
Магадан	нпо	нпо	нпо	0,6	0,6	0,5
Сахалинская область						
Южно-Сахалинск	нпо	нпо	нпо	0,8	0,8	0,8
Республика Саха (Якутия)						
Якутск	0,9	нпо	нпо	0,8	1,8	1,8
Забайкальский край						
Чита	нпо	нпо	нпо	0,7	0,5	0,6
Среднее по ДВФО	**нпо**	**нпо**	**нпо**	**0,9**	**1,0**	**1,0**
Средневзвешенное по АТР	**1,5**	**1,4**	**1,2**	**1,0**	**1,0**	**1,2**

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ($1\cdot10^{-7}$ Бк/м^3).

Как видно из таблицы, объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2023 г. на территории ДВФО регистрировалась на уровне предела обнаружения. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы ДВФО в 2023 г. составила ~$1{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в отдельных пунктах региона в 2023 г. изменялись в пределах $(0{,}6–1{,}9)\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. Минимальная среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr отмечалась на станции Магадан, максимальная – в Благовещенске.

Среднее значение объёмной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на территории ДВФО в настоящее время определяется на уровнях, близких к пределу обнаружения, и соответствует уровням

10 предыдущих лет. Наблюдаемое содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99.

Среднегодовая объёмная активность Σβ в атмосферном воздухе в 2023 г. на территории ДВФО незначительно уменьшилась по сравнению с 2022 г. ($24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) и составила $19 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

Радиоактивные выпадения

Средневзвешенное значение выпадений Σβ в 2023 г. (0,96 Бк/м^2 ·сут) осталось на уровне 2022 г. (0,88 Бк/м^2 ·сут).

Значения квартальных выпадений ^{137}Cs на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2023 г. в целом, как и в 2022 году, были ниже предела обнаружения (0,01 Бк/м^2).

Поверхностные и морские воды

Объёмная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2023 г. составила 2,7 Бк/л, что сравнимо со средним значением по территории РФ (табл. 2.8.3). В отдельных субъектах региона содержание трития в осадках варьировалось от 1,7 Бк/л (Петропавловск-Камчатский) до 4,2 Бк/л (Благовещенск, Амурская область).

Таблица 2.8.3

Объёмная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах ДВФО в 2023 г. (данные Приморского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	Осадки	Реки и озёра		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)	1,7			2,4
Ключи, р. Камчатка			4,0	
Амурская область				
Благовещенск (р. Амур)		2,8		
Сковородино	4,2			
Хабаровский край				
Хабаровск (р. Амур)	2,2	2,2		
Комсомольск-на-Амуре (р. Амур)		2,2	5,0	
Магаданская область				
Магадан	2,7			
Сахалинская область				
Холмск (Японское море)	1,7			1,7
Корсаков (залив Анива, Охотское море)				1,9
Чукотский автономный округ				
Певек	2,5			
Анадырь	2,1			
Республика Саха (Якутия)				
Тикси	3,0			
Якутск	2,7			
Индигирский (р. Индигирка)		2,7	3,9	
Черский (р. Колыма)		2,3		
Среднеколымск (р. Колыма)			4,0	
Хабарово (р. Лена)		2,3		
Кюсюр (р. Лена)			1,8	
Тюмети (р. Оленёк)			2,7	
Верхоянск (р. Яна)	4,1		3,9	
Среднее по ДВФО	**2,7**	**2,4**	**3,6**	**2,0**
Среднее по РФ	**2,4**	**2,1**	**3,9**	
Приморский край				
Астраханка (оз. Ханка)			5,5	

В 2023 г. усреднённая объёмная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.3) была в 1,3 раза выше чем за 2022 г. и составила 2,4 Бк/л, что немного выше среднего значения по рекам на территории РФ (2,1 Бк/л).

Усреднённая объёмная активность ^{90}Sr в реках на территории ДВФО (табл. 2.8.3) в целом находилась на уровне 2022 г. и составила 3,6 мБк/л, что близко к среднему значению для рек РФ – 3,9 мБк/л. Содержание ^{90}Sr в реках ДВФО изменялось от 1,8 мБк/л в р. Лена (пункт наблюдения Кюсюр) до 5,0 мБк/л – в р. Амур (пункт наблюдения Комсомольск-на-Амуре), что на три порядка ниже норматива для питьевой воды по НРБ-99/2009 (для ^{90}Sr УВ = 5 Бк/л). Усреднённая объёмная активность ^{90}Sr в морях на территории ДВФО в 2023 году составила 2,0 мБк/л, что близко к значению 2022 г. – 1,7 мБк/л.

2.8.1. РОО на территории Камчатской области

В Камчатской области в районе г. Вилючинска расположено АО «Дальневосточный завод «Звезда». Это предприятие является ведущим по ремонту подводных лодок Тихоокеанского флота и единственным на Дальнем Востоке специализирующимся на ремонте, переоборудовании и модернизации атомных подводных лодок и кораблей с ядерной энергетической установкой.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне этого РОО за пределами ЗАТО Вилючинск осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 2.8.2.



Рис. 2.8.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:
● – наблюдения за гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
Т – отбор проб атмосферных осадков;
⊗ – радиационно опасные объекты.

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО организован Камчатским УГМС следующим образом:

– отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность проводился в четырёх пунктах с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией;

– измерения МАЭД проводились ежедневно в четырёх пунктах и ежемесячно при проведении маршрутных обследований (14 точек измерений);

– отбор проб атмосферных осадков для последующего определения трития осуществлялся в двух пунктах радиометрической сети – в Петропавловске-Камчатском и в посёлке Каменское;

– отбор проб морской воды на содержание ^{90}Sr проводился ежемесячно в прибрежной части акватории Авачинской губы;

– отбор поверхностных проб воды на содержание ^{90}Sr проводился в одном пункте (Ключи, р. Камчатка).

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные значения атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2023 г. представлены в табл. 2.8.4.

Таблица 2.8.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатского края в 2023 г., Бк/м²·сут (данные Камчатского УГМС)

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне			Среднее по Камчатскому краю		
						2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Январь	с	0,38	0,38	0,35	0,34	0,4	0,4	0,4	0,39	0,43	0,38
	м	0,54	0,70	0,50	0,48						
Февраль	с	0,38	0,38	0,39	0,42	0,4	0,3	0,4	0,43	0,41	0,38
	м	0,56	0,54	0,52	0,75						
Март	с	0,39	0,42	0,42	0,45	0,4	0,4	0,4	0,43	0,43	0,42
	м	0,54	0,93	0,70	1,18						
Апрель	с	0,49	0,59	0,54	0,54	0,5	0,5	0,5	0,50	0,45	0,43
	м	0,79	2,38	1,84	1,52						
Май	с	0,52	0,65	0,54	0,56	0,6	0,4	0,4	0,57	0,49	0,44
	м	1,00	2,10	1,88	2,06						
Июнь	с	0,46	0,82	0,58	0,60	0,6	0,5	0,5	0,69	0,53	0,54
	м	0,76	2,53	1,93	2,19						
Июль	с	0,51	0,65	0,82	0,53	0,6	0,7	0,6	0,51	0,63	0,72
	м	0,75	1,59	1,88	1,15						
Август	с	0,47	0,53	0,73	0,55	0,6	0,6	0,7	0,63	0,58	0,8
	м	0,84	0,97	1,71	1,93						
Сентябрь	с	0,56	0,83	1,03	0,86	0,8	0,5	0,6	0,79	0,53	0,63
	м	0,82	2,45	2,29	1,97						
Октябрь	с	0,46	0,48	0,57	0,62	0,5	0,4	0,6	0,54	0,41	0,53
	м	0,91	1,66	1,59	1,86						
Ноябрь	с	0,48	0,41	0,53	0,53	0,5	0,4	0,5	0,50	0,43	0,43
	м	1,47	0,84	1,59	2,65						
Декабрь	с	0,47	0,42	0,47	0,41	0,4	0,4	0,4	0,44	0,40	0,46
	м	0,79	0,76	1,05	0,89						
Среднее, Бк/м²·сут:											
2023 г.		**0,46**	**0,55**	**0,58**	**0,53**	**0,5**			**0,5**		
2022 г.		0,41	0,45	0,46	0,47		0,4			0,48	
2021 г.		0,45	0,55	0,49	0,5			0,5			0,50
Сумма, Бк/м²·год:											
2023 г.		**168**	**201**	**212**	**193**	**183**			**183**		
2022 г.		149	164	168	172		146			175	
2021 г.		154	200	179	183			180			188

Из табл. 2.8.4 видно, что среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2023 г. изменялись от 0,4 до 0,8 Бк/м^2·сут. Самое высокое суточное значение выпадений наблюдалось в п. Усть-Хайрюзово в сентябре (3,38 Бк/м^2·сут).

Поверхностные и морские воды

Объёмная активность ^{90}Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2023 г. изменялась в диапазоне от 1,8 мБк/л (в августе) до 2,9 мБк/л (в ноябре). С учётом данных наблюдений по заливу Анива (Охотское море) и Холмск (Японское море) среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в морской воде по ДВФО составила 2,0 мБк/л.

Объёмная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском и п. Каменском, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2023 г. изменялась в диапазоне от 0,85 Бк/л (февраль, г. Петропавловск-Камчатский) до 3,38 (июнь п. Каменское). Среднегодовое содержание трития в осадках в 100-км зоне РОО составило 1,9 Бк/л, что ниже среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ (2,4 Бк/л).

Радиационный фон

В 100-км зоне РОО значения МАЭД регистрировали четыре метеостанции. Среднемесячные значения МАЭД в 2023 г. колебались в пределах от 0,08 до 0,10 мкЗв/ч, а максимальные суточные значения не превышали 0,11 мкЗв/ч.

Специалистами Камчатского УГМС ежемесячно проводились автомобильные гамма-съёмки территории в 100-км зоне РОО. Значений МАЭД, соответствующих высокому и экстремально высокому радиоактивному загрязнению, не обнаружено (значения не превышали 0,11 мкЗв/ч).

Как показывают приведённые 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.

2.8.2. ПАО «ППГХО»

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е.П. Славского» (далее – ППГХО) – российское уранодобывающее предприятие, входящее в Урановый холдинг АРМЗ. ППГХО является крупнейшим горнорудным предприятием Забайкальского края, включающим подземные урановые рудники и разрез бурого угля «Уртуйский», обеспечивающий топливом Краснокаменскую ТЭЦ и других потребителей восточного региона. Предприятие осуществляет добычу и переработку урановой руды и выпуск концентрата природного урана. Добыча урана ведётся подземным способом на базе действующих подземных рудников № 1, № 8, «Глубокий». Переработка руды осуществляется на гидрометаллургическом заводе и площадке кучного выщелачивания. Готовой продукцией является закись-окись урана U_3O_8.

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 г. 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, гидрометаллургический завод (ГМЗ) с сернокислотным цехом (СКЦ) и урановые рудники (№ 1, № 8, «Глубокий»).

Выбросы радионуклидов в атмосферный воздух

ППГХО расположено в юго-восточной части Забайкальского края в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. Посёлок Октябрьский, ранее располагавшийся в районе основной площадки ППГХО, ликвидирован, население посёлка переселено в Краснокаменск. 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 2023 г. (и для сравнения в 2021–2022 гг.) представлены в табл. 2.8.5 (данные ППГХО).

Таблица 2.8.5

Выбросы радионуклидов от ППГХО в атмосферу в 2021–2023 гг.

Наименование радионуклида	Допустимый выброс, Бк/год	Фактический выброс, Бк/год			% от норматива
		2023 г.	2022 г.	2021 г.	
ДЖН	$1{,}11\cdot10^{11}$	$1{,}47\cdot10^{10}$	$1{,}32\cdot10^{10}$	$2{,}06\cdot10^{10}$	13,2
^{222}Rn	$4{,}62\cdot10^{15}$	$7{,}75\cdot10^{14}$	$7{,}07\cdot10^{14}$	$5{,}41\cdot10^{14}$	16,8
^{218}Po	$7{,}70\cdot10^{14}$	$2{,}1\cdot10^{13}$	$1{,}8\cdot10^{13}$	$2{,}12\cdot10^{13}$	2,8
^{214}Pb	$5{,}11\cdot10^{14}$	$1{,}10\cdot10^{13}$	$9{,}47\cdot10^{13}$	$1{,}10\cdot10^{14}$	2,2
^{214}Bi	$3{,}07\cdot10^{14}$	$8{,}10\cdot10^{13}$	$6{,}34\cdot10^{13}$	$8{,}05\cdot10^{13}$	26,4
^{232}Th	$8{,}46\cdot10^{9}$	$8{,}03\cdot10^{8}$	$9{,}09\cdot10^{8}$	$2{,}02\cdot10^{9}$	1,0
^{40}K	$3{,}62\cdot10^{10}$	$2{,}54\cdot10^{9}$	$2{,}31\cdot10^{9}$	$4{,}35\cdot10^{9}$	7,0
Сумма	$6{,}208\cdot10^{15}$	$8{,}88\cdot10^{14}$	$8{,}83\cdot10^{14}$	$7{,}53\cdot10^{14}$	14,3

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

Смесь радионуклидов урана, ^{226}Ra, ^{230}Th, ^{210}Po выбрасывается из ГМЗ, 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.

В 2023 г. от объектов ПАО «ППГХО» выброшено в атмосферу нормируемых радионуклидов с суммарной активностью $8{,}88 \cdot 10^{14}$ Бк.

Из табл. 2.8.5 видно, что в 2023 г. выбросы на ППГХО для нормируемых радионуклидов не превышали установленных нормативов.

Поддержание уровней, не превышающих нормативы, достигается прежде всего проведением технических мероприятий, таких как:

– закладка отработанных горных выработок твердеющей закладкой для снижения эманирования;

– подводное складирование твёрдых отходов ГМЗ, ТЭЦ;

– контроль содержания радионуклидов в добываемом угле разрезоуправления «Уртуйский».

Состояние водных объектов, расположенных вблизи ППГХО

Сброс радиоактивных элементов техногенного характера из объектов ППГХО в природные или искусственные водоёмы и реки общего назначения не осуществляется.

Загрязнённые радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в полном объёме поступают на ГМЗ, перерабатывающий урановые руды. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях и сбрасываются в озёра-накопители – в систему Умыкейских озёр. Взаимное проникновение шахтных вод и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются раздельные коммуникационные системы транспортировки. Объём сбросных вод в систему Умыкейских озёр в 2023 г. составил $10{,}8 \cdot 10^6$ м^3/год. Активность годовых сбросов радионуклидов со смесью хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в 2022–2023 гг. представлена в табл. 2.8.6.

Таблица 2.8.6

Сбросы радионуклидов со смесью хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в систему Умыкейских озёр и средняя за год объёмная активность радионуклидов (A_v) в сбросных водах

Наименование радионуклида	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк/год		A_v в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ в питьевой воде, Бк/л
		2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
U ест.	$1{,}86 \cdot 10^{10}$	$1{,}31 \cdot 10^{10}$	$1{,}43 \cdot 10^{10}$	1,210	1,341	3,0
^{226}Ra	нн	$3{,}47 \cdot 10^{8}$	$2{,}83 \cdot 10^{8}$	0,032	0,026	0,49
^{230}Th	нн	$4{,}98 \cdot 10^{9}$	$6{,}53 \cdot 10^{9}$	0,461	0,613	0,65
^{210}Po	нн	$1{,}14 \cdot 10^{9}$	$1{,}25 \cdot 10^{9}$	0,105	0,117	0,11
^{210}Pb	нн	$1{,}75 \cdot 10^{9}$	$1{,}74 \cdot 10^{9}$	0,162	0,163	0,20

Примечание: нн – без утверждённых нормативов допустимых сбросов.

По данным табл. 2.8.6, в 2023 г. фактическая активность ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{230}Th, ^{226}Ra, находящихся в сбросах ППГХО в систему Умыкейских озёр, практически не изменилась по сравнению с 2022 г. Радионуклиды ^{210}Pb, ^{210}Po, ^{226}Ra и ^{230}Th сбрасываются ППГХО без утверждённых нормативов допустимых сбросов, а суммарная активность от естественных изотопов урана («U ест.») не превысила величину разрешённого сброса. Объёмная активность всех нуклидов в сбрасываемой

смеси стоков, по данным ППГХО, в 2023 г. была ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009.

В табл. 2.8.7 приводятся данные ППГХО по среднегодовой сумме отношений объёмной активности i-го радионуклида A_i в воде к соответствующему для данного радионуклида уровню вмешательства – $УВ_i$ в питьевой воде (далее – «$\sum (A_i/УВ_i)$») в 2022–2023 гг. в воде открытых водоёмов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуй и в примыкающих к ней падях в районе ППГХО. $УВ_i$ в питьевой воде принимаются в соответствии с Приложением 2а НРБ-99/2009. Перечисленные в табл. 2.8.7 водоёмы предназначены для технологических целей.

Из табл. 2.8.7 видно, что в 2023 г. $\sum (A_i/УВ_i)$ для всех водоёмов больше 1, но меньше 10. Использование перечисленных выше водоёмов в целях питьевого водоснабжения запрещено. Так как вода из этих водоёмов используется исключительно для технических целей и классифицируется как техническая, то в проведении мероприятий по снижению содержания радионуклидов в воде нет необходимости.

Таблица 2.8.7

Среднегодовая сумма отношений объёмной активности радионуклида в воде открытых водоёмов (A_i) в районе ППГХО к соответствующему уровню вмешательства (УВi) для данного радионуклида (данные ППГХО)

Место отбора проб	$\sum (A_i/УВ_i)$	
	2023 г.	2022 г.
Система Умыкейских озёр	2,63	3,65
Резервное водохранилище	2,60	2,33
Карьер ПГС-2	2,87	3,34

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

$\sum (A_i/УВ_i)$ в 2023 г., по сравнению с 2022 г., согласно приведённым в табл. 2.8.7 данным, в резервном водохранилище и в карьере ПГС-2 практически не изменилась, в системе Умыкейских озёр уменьшилась в 1,4 раза.

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 показало, что объёмная активность U-ест. в пробах подземных вод, отобранных в скважине 2, составляет 19,7 Бк/л. Ареал активного загрязнения в районе расположения 2-й скважины дальнейшего распространения не имеет. Наличие повышенной активности ^{210}Pb (от 0,28 до 0,72 Бк/л), ^{210}Po (от 0,16 до 0,30 Бк/л) и ^{230}Th (от 0,67 до 0,82 Бк/л) в других обследуемых скважинах связано как с повышенным фоновым содержанием данных радионуклидов ряда природного урана в подземной воде, характерной для данной местности, так и с влиянием хвостохранилищ ГМЗ на подземные воды пади Широндукуй.

Содержание естественного урана в скважинах, расположенных в районе хвостохранилищ ГМЗ и огаркохранилища сернокислотного цеха (СКЦ), ниже уровня вмешательства для питьевой воды (меньше 3,0 Бк/л по НРБ-99/2009).

Характеристика радиоактивных отходов ППГХО

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

в чаше хвостохранилища имеется противофильтрационный экран из двух слоёв специальной полиэтиленовой плёнки, суглинка и каменной наброски. Контроль утечек дамбовых вод из хвостохранилищ ГМЗ осуществляется посредством периодического отбора проб из наблюдательных скважин. Перехват загрязнённых грунтовых вод производится сетью скважин, расположенных в нижнем створе пади Широндукуй. Загрязнённая вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств.

Согласно п. 4 статьи 12 Федерального закона № 190-ФЗ и документу «Перечень РАО, образующихся в результате деятельности ППГХО» от 2020 г., все РАО являются очень низкоактивными, и передача РАО от ППГХО для захоронения в ФГУП «Национальный оператор по обращению с РАО» не предусматривается.

Место временного хранения переведённых в категорию РАО закрытых источников ионизирующего излучения – центральное хранилище, находящееся в ЦЛ КИПиА.

Контроль радиационной обстановки ППГХО

Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ППГХО осуществляется силами ППГХО. В СЗЗ и ЗН предприятия контролируют содержание радионуклидов в приземной атмосфере, в воде открытых водоёмов, в грунтовых и сбросных водах, в почве, а также мощность дозы гамма-излучения на местности. По результатам радиационного мониторинга получены следующие результаты:

– объединённая СЗЗ промышленной площадки (контрольные точки) – МАЭД составляет 0,14–0,46 мкЗв/ч при среднем значении 0,22 мкЗв/ч, ЭРОА Rn – < 22,0 Бк/м^3;

– хвостохранилища (верхний, средний створ) ГМЗ – МАЭД составляет 0,14–0,46 мкЗв/ч при среднем значении 0,29 мкЗв/ч, ЭРОА – 59±11 Бк/м^3;

– огаркохранилище СКЦ – МАЭД составляет 0,33–1,51 мкЗв/ч, при среднем значении 0,82 мкЗв/ч, ЭРОА – < 23,0 Бк/м^3;

– золоотвал ТЭЦ – МАЭД составляет 0,27–0,51 мкЗв/ч при среднем значении 0,29 мкЗв/ч, ЭРОА – < 25,0 Бк/м^3;

– озёра-накопители (Умыкейская система озёр) – МАЭД составляет 0,14–0,21 мкЗв/ч при среднем значении 0,16 мкЗв/ч, ЭРОА – < 10,0 Бк/м^3.

Радиационный контроль г. Краснокаменска осуществляется на 19 пикетах, расположенных в разных микрорайонах города. По результатам мониторинга, величина МАЭД составляет в среднем по городу 0,19 мкЗв/ч, ЭРОА – < 10,0 Бк/м^3, запылённость – 0,270 мг/м^3.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС путём ежедневных наблюдений на пяти станциях за МАЭД и атмосферными радиоактивными выпадениями, расположение которых показано на рис. 2.8.3. Кроме того, станция наблюдений за МАЭД находилась вблизи 100-км зоны в п. Борзя. Данные по Σβ в выпадениях, а также среднегодовые и максимальные значения МАЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.8.8.



Рис. 2.8.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:
● – наблюдения за гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
⊗ – ППГХО.

Таблица 2.8.8

Среднемесячные (с) и максимальные среднесуточные (м) значения Σβ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2023 г., Бк/м²·сут (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений и соответствующие Σβ в выпадениях, Бк/м²·сут					Среднее по 100-км зоне вокруг ППГХО	
		п. Ал. Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	п. Краснокаменск	п. Приаргунск	2022 г.	2023 г.
Январь	с	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
	м	2,1	2,6	1,8	2,8	3,2		
Февраль	с	1,2	0,7	0,7	1,1	0,8	0,7	0,9
	м	3,6	1,6	1,2	3,1	2,1		
Март	с	0,9	0,7	1,3	1,2	1,2	0,7	1,0
	м	2,5	1,3	3,9	2,5	2,8		
Апрель	с	0,9	0,9	1,3	1,1	1,3	0,7	1,0
	м	2,1	2,6	3,7	5,3	6,6		
Май	с	1,2	0,8	1,1	1,3	0,9	0,8	1,0
	м	5,3	2,9	2,7	5,7	3,4		
Июнь	с	0,7	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9
	м	1,5	1,7	1,3	2,5	1,9		
Июль	с	0,8	0,7	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9
	м	2,4	2,2	3,4	3,4	2,0		
Август	с	1,4	1,1	1,4	1,1	1,2	0,9	1,2
	м	3,9	3,4	4,5	2,0	3,1		
Сентябрь	с	1,4	0,9	0,8	1,8	0,9	1,1	1,3
	м	9,9	3,6	2,0	7,4	2,8		
Октябрь	с	1,0	0,9	1,6	2,0	1,4	1,0	1,2
	м	2,6	2,3	7,2	6,7	6,4		
Ноябрь	с	1,4	1,1	0,8	1,3	1,0	0,8	1,1
	м	4,9	4,8	1,5	4,0	2,7		
Декабрь	с	0,8	1,8	1,2	1,1	1,3	0,9	1,1
	м	1,5	4,0	2,3	1,8	6,4		
Средняя Σβ, Бк/м²·сут		1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,2	1,0
Σβ за год, Бк/м²·год:								
2023 г.		**402**	**328**	**402**	**438**	**365**	**438**	**365**
2022 г.		328	329	292	365	292	438	329
МАЭД за 2023 г., мкЗв/ч	с	0,14	0,13	0,13	0,15	0,13		0,14
	м	0,18	0,17	0,17	0,19	0,15		0,19

Усреднённая по 100-км зоне ППГХО ∑β выпадений за 2023 г. (1,0 Бк/м^2·сут) была на уровне среднего значения по Забайкальскому краю (1,0 Бк/м^2·сут). По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МАЭД в пяти пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2023 г. колебались в диапазоне 0,13–0,15 мкЗв/ч. Максимальные значения МАЭД составили 0,19 мкЗв/ч и наблюдались в г. Краснокаменск. Среднегодовое значение МАЭД в 100-км зоне ППГХО в 2023 г. составило 0,14 мкЗв/ч, что соответствует среднему значению для территории Забайкалья.

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 2023 г. среднегодовая объёмная β-активность в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.8.9) была ниже предела обнаружения (1·10^{-7} Бк/м^3) и сохранилась на уровне 2022 года.

Таблица 2.8.9

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите, Бк/м^3 (данные Забайкальского УГМС, Приморского УГМС, НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
^{137}Cs, 10^{-7} Бк/м^3							
Чита	2021	нпо	нпо	1,0	нпо	нпо	1,1
	2022	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0,3
	2023	**нпо**	**нпо**	**нпо**	**нпо**	**нпо**	**1,3**
^{90}Sr, 10^{-7} Бк/м^3							
Чита	2021	0,6		0,5		0,6	1,0
	2022	0,5		0,5		0,5	1,0
	2023	**0,7**		**0,7**		**0,7**	**1,0**
∑β, 10^{-5} Бк/м^3							
Чита	2021	5,6	7,4	5,9	7,6	6,6	28,7
	2022	6,7	6,3	5,5	6,5	6,3	24,3
	2023	**5,1**	**4,6**	**5,4**	**5,3**	**6,1**	**22,4**

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения.

В 2023 г. среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в г. Чите были на уровнях, близких к пределам обнаружения, и ниже средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири.

Из приведённых данных следует, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО в 2023 г. остаётся стабильной.

Выводы

Анализ приведённых данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ДВФО в 2023 г. была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в воздухе, осадках, морских и поверхностных водах было на уровне средних значений для территории РФ. Необходимо отметить, что производственная деятельность ППГХО сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоёмы в окрестностях предприятия, вода из которых из-за превышения нормативов по НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

Список литературы к разделу 2

1. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2021 (в разрезе субъектов Российской Федерации). Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]. URL: https://rosreestr.gov.ru/activity/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-ispolzovaniya-i-okhrany-zemel/gosudarstvennyy-monitoring-zemel/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/
2. Бюллетень «Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям» [Электронный ресурс]. М.: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2023. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/BUL_MO_2023.xlsx
3. Распоряжение Правительства РФ от 14 сентября 2009 г. № 1311-р (в ред. распоряжения Правительства РФ от 14 апреля 2018 г. № 674-р) «Об утверждении перечня организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты (с изменениями на 24 июня 2022 г.)».
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населённых пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием (239+240) / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2024. 224 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2021 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, С.М. Вакуловского и др. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2022. 342 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2022 году. Ежегодник / Под ред. В.С. Косых, В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, и др. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2023. 346 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. 297 с.
8. СанПиН 2.6.1.2523–9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
9. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 264 с.
10. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под. ред. У.С. Хэнсона. М.: Энергоатомиздат, 1985.
11. Старков О.В., Моисеева О.В. Пространственно-временная миграция трития на территории промплощадки ГНЦ РФ – ФЭИ и её окрестностях. Информационный бюллетень. Ядерная и радиационная безопасность России. М.: ЦНИИатоминформ, 2002. С. 64–75.
12. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 225 с.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 274 с.
14. Звіт «Радіоактивне забруднення території України в 2014 році»: Щорічник / Під ред. О.О. Косовця. Киев: ЦГО, 2015.
15. Указ Президента РФ от 03.11.2018 № 632 «О внесении изменений в Перечень федеральных округов, утверждённый Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849».

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

3.1. Балаковская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция» (далее – Балаковская АЭС) расположен на левом берегу Саратовского водохранилища р. Волги в 10,5 км на северо-восток от г. Балаково Саратовской области и в 170 км от г. Саратова.

В 2023 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС находились четыре однотипных энергоблока с реакторами ВВЭР-1 000 общей мощностью 4 000 МВт.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) Балаковской АЭС ограничивается пределами промплощадки, которая представляет собой многоугольник общей площадью 3,75 км^2, площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет около 660 км^2, радиус ЗН – 14 км. Окружность ЗН отсчитывается от геометрического центра венттруб реакторных отделений энергоблоков № 1–4 и включает населённые пункты г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также посёлки 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 сёл Натальино и Матвеевка, а также водоём-охладитель.

Радиационный контроль за объектами окружающей среды охватывает территорию вокруг АЭС радиусом 30 км. Река Волга пересекает эту зону в направлении с северо-востока на юго-запад и в её 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.

Рельеф левобережной части контролируемого района ровный, ландшафт – сухая степь. Правый берег холмистый, представлен зоной лесостепи. В регионе расположения Балаковской АЭС представлены почвы трёх типов: серые и тёмно-серые лесные почвы; чернозёмы (обыкновенные, южные, карбонатные, выщелоченные, солонцеватые) и лугово-чернозёмные почвы степей (каштановые, тёмно-каштановые, каштановые с солонцами, лугово-каштановые).

В 30-км зону Балаковской АЭС входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачёвского), в которых располагаются 43 населённых пункта (рис. 3.1.1) с населением примерно 230 тыс. человек, из них в г. Балаково проживают около 185 тыс. жителей.

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся раздельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2022–2023 гг. представлены в табл. 3.1.1.

Суммарные выбросы радионуклидов ^{60}Co, ^{134}Cs уменьшились в 2023 году по сравнению с 2022 годом. Выбросы всех контролируемых радионуклидов были значительно ниже допустимых.

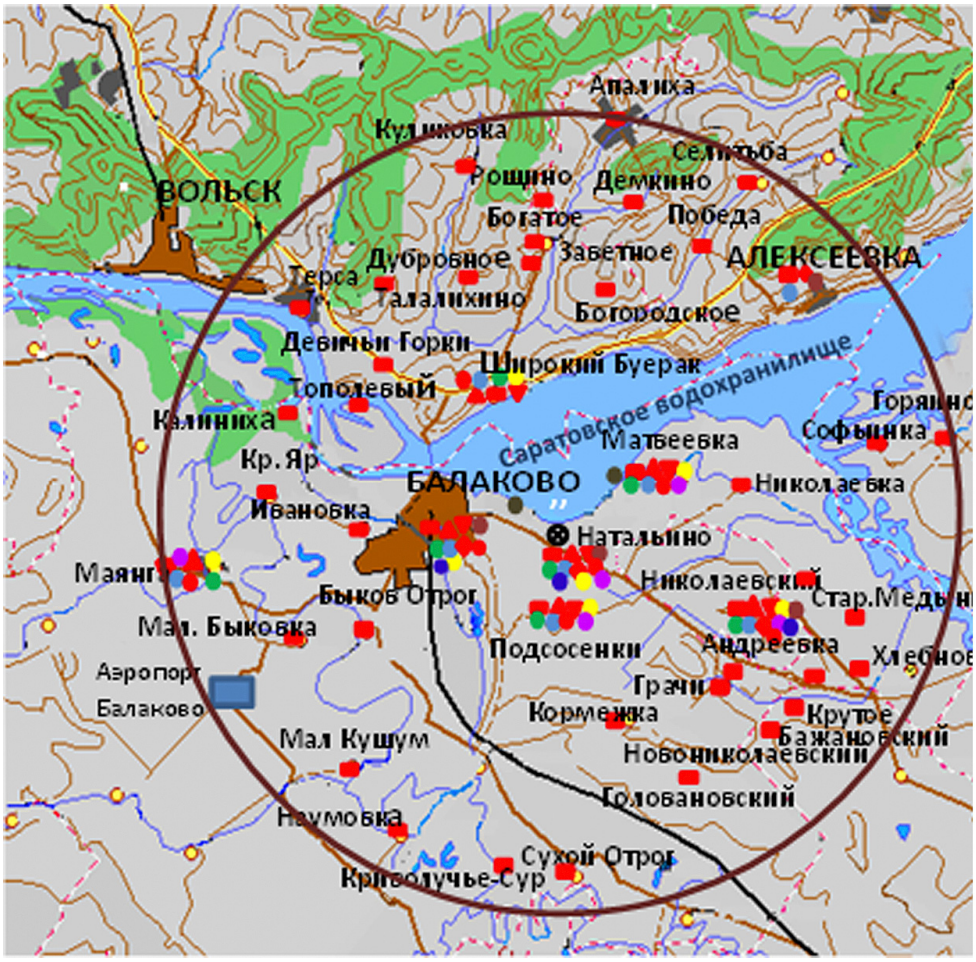


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга
в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- – наблюдения за МАЭД;
- – измерение накопленной дозы гамма-излучения;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб снега;
- – отбор проб почвы;
- – отбор проб луговой растительности;
- – отбор проб воды поверхностных водоёмов;
- – отбор проб продуктов питания местного производства;
- – отбор проб донных отложений;
- – отбор проб водной растительности;
- – отбор проб рыбы;
- – Балаковская АЭС.

Таблица 3.1.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$6{,}56\cdot10^{16}$	$1{,}80\cdot10^{12}$	$9{,}67\cdot10^{11}$	$+8{,}3\cdot10^{11}$
^{14}C	$7{,}45\cdot10^{14}$	$9{,}77\cdot10^{7}$	$8{,}10\cdot10^{7}$	$+1{,}7\cdot10^{7}$
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{11}$	$1{,}54\cdot10^{5}$	$1{,}62\cdot10^{5}$	$-8{,}0\cdot10^{3}$
^{131}I	$1{,}80\cdot10^{12}$	$1{,}59\cdot10^{5}$	$1{,}10\cdot10^{5}$	$+4{,}9\cdot10^{4}$
^{134}Cs	$9{,}00\cdot10^{10}$	$7{,}98\cdot10^{4}$	$1{,}04\cdot10^{5}$	$-2{,}4\cdot10^{4}$
^{137}Cs	$2{,}00\cdot10^{11}$	$2{,}01\cdot10^{5}$	$1{,}39\cdot10^{5}$	$+6{,}2\cdot10^{4}$
^{54}Mn	$8{,}20\cdot10^{12}$	$9{,}72\cdot10^{3}$	-	-

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоём-охладитель. Водоём-охладитель используется на Балаковской АЭС для организации технического оборотного водоснабжения.

Он представляет отгороженное дамбой водохранилище длиной 6,8 км, шириной 2,6 км и средней глубиной 5,75 м. Вода водоёма-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоёма-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой. Длина дамбы – 5,5 км. Брызгальные бассейны относятся к системе оборотного технического водоснабжения, изолированной от внешних водоёмов, 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].

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами в водоём-охладитель на Балаковской АЭС в 2022–2023 гг. представлены в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

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

Источник сбросов, № выпуска	Носитель сбросов (характер сточных вод)	Приёмник (водоём, река)	Радио-нуклид	Допустимый сброс за год,	Сброс за 2023 год,	Сброс за 2022 год,
№ 19	ПЛК стройбазы в отводящий канал	Водоём-охладитель	^{54}Mn	$2{,}00\cdot10^{9}$	-	$3{,}62\cdot10^{5}$
			^{58}Co	$1{,}80\cdot10^{10}$	-	$3{,}55\cdot10^{5}$
			^{60}Co	$3{,}80\cdot10^{8}$	-	$3{,}68\cdot10^{5}$
			^{65}Zn	$9{,}30\cdot10^{9}$	-	$4{,}52\cdot10^{5}$
			^{106}Ru	$6{,}40\cdot10^{9}$	-	$2{,}09\cdot10^{6}$
			^{134}Cs	$8{,}70\cdot10^{8}$	-	$4{,}01\cdot10^{5}$
			^{137}Cs	$1{,}20\cdot10^{9}$	-	$4{,}01\cdot10^{5}$
			^{144}Ce	$8{,}40\cdot10^{9}$	-	$2{,}04\cdot10^{6}$
№ 5, 7, 9, 11	Выпуск в подводящий канал с автодороги БНС-1, БНС-4	Водоём-охладитель	^{54}Mn	$2{,}00\cdot10^{9}$	$4{,}48\cdot10^{4}$	$5{,}36\cdot10^{4}$
			^{58}Co	$8{,}10\cdot10^{9}$	$4{,}40\cdot10^{4}$	$5{,}26\cdot10^{4}$
			^{60}Co	$3{,}80\cdot10^{8}$	$4{,}56\cdot10^{4}$	$5{,}45\cdot10^{4}$
			^{65}Zn	$2{,}80\cdot10^{9}$	$5{,}60\cdot10^{4}$	$6{,}69\cdot10^{4}$
			^{106}Ru	$1{,}60\cdot10^{9}$	$2{,}59\cdot10^{5}$	$3{,}10\cdot10^{5}$
			^{134}Cs	$5{,}80\cdot10^{8}$	$4{,}96\cdot10^{4}$	$5{,}93\cdot10^{4}$
			^{137}Cs	$8{,}90\cdot10^{8}$	$4{,}96\cdot10^{4}$	$5{,}93\cdot10^{4}$
			^{144}Ce	$2{,}10\cdot10^{9}$	$2{,}53\cdot10^{5}$	$3{,}02\cdot10^{5}$
№3	Выпуск в подводящий канал от зданий территории ОГК, ОВК	Водоём-охладитель	^{3}H	$9{,}40\cdot10^{12}$	$2{,}66\cdot10^{11}$	$2{,}18\cdot10^{11}$
			^{54}Mn	$2{,}0\cdot10^{9}$	$2{,}19\cdot10^{5}$	$2{,}02\cdot10^{5}$
			^{58}Co	$1{,}80\cdot10^{10}$	$2{,}15\cdot10^{5}$	$1{,}99\cdot10^{5}$
			^{60}Co	$3{,}80\cdot10^{8}$	$2{,}23\cdot10^{5}$	$2{,}06\cdot10^{5}$
			^{65}Zn	$9{,}30\cdot10^{9}$	$2{,}74\cdot10^{5}$	$2{,}53\cdot10^{5}$
			^{106}Ru	$7{,}10\cdot10^{9}$	$1{,}27\cdot10^{6}$	$1{,}17\cdot10^{6}$
			^{134}Cs	$8{,}70\cdot10^{8}$	$2{,}42\cdot10^{5}$	$2{,}24\cdot10^{5}$
			^{137}Cs	$1{,}20\cdot10^{9}$	$2{,}42\cdot10^{5}$	$2{,}24\cdot10^{5}$

Примечание: прочерк означает отсутствие сбросов радиоактивных веществ по выпуску 19.

В соответствии с требованиями Изменения № 1 в «Положении о годовых отчётах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143–2015) в случае, если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса. В этой связи в табл. 3.1.2 в основном представлены расчётные оценки сбросов техногенных радионуклидов.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) 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 2023 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путём измерений:

– МАЭД (мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения) в 30-км зоне Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 22 датчиков автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) и прямой съёмки гамма-фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;

– годовой поглощённой дозы во всех населённых пунктах, входящих в 30-км зону, с помощью дозиметров с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К;

– суммарной β-активности радионуклидов (Σβ) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных водоёмов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых водах, почве, растительности, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде), активности трития в воде поверхностных водоёмов.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2023 г. контролировалась ОРБ Балаковской АЭС на стационарных постах радиационного мониторинга, расположенных в населённых 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 объёмов воздуха воздухофильтрующими установками УВФ-1 через фильтр ФПП-15 с экспозицией 30±2 суток. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные метеорологические кюветы из нержавеющей стали размерами 50×50 см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2−3 м от поверхности земли.

Для измерения содержания в пробах ∑β использовалась малофоновая установка УМФ-2000Д и бета-спектрометр «Прогресс». Радионуклидный состав и содержание радионуклидов в объектах окружающей среды определялись на полупроводниковом γ-спектрометре с детектором из особо чистого германия (20 %). Активность трития в воде определялась с помощью спектрометрического комплекса СКС-07П-Б11 с минимально детектируемой активностью (МДА) 25 Бк/л при времени измерения 600 минут.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 3.1.2. В 2023 г. в этой зоне действовали 10 стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 часа) наблюдений за МАЭД, два пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы, один пункт – за содержанием Σβ в аэрозолях приземного слоя 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).

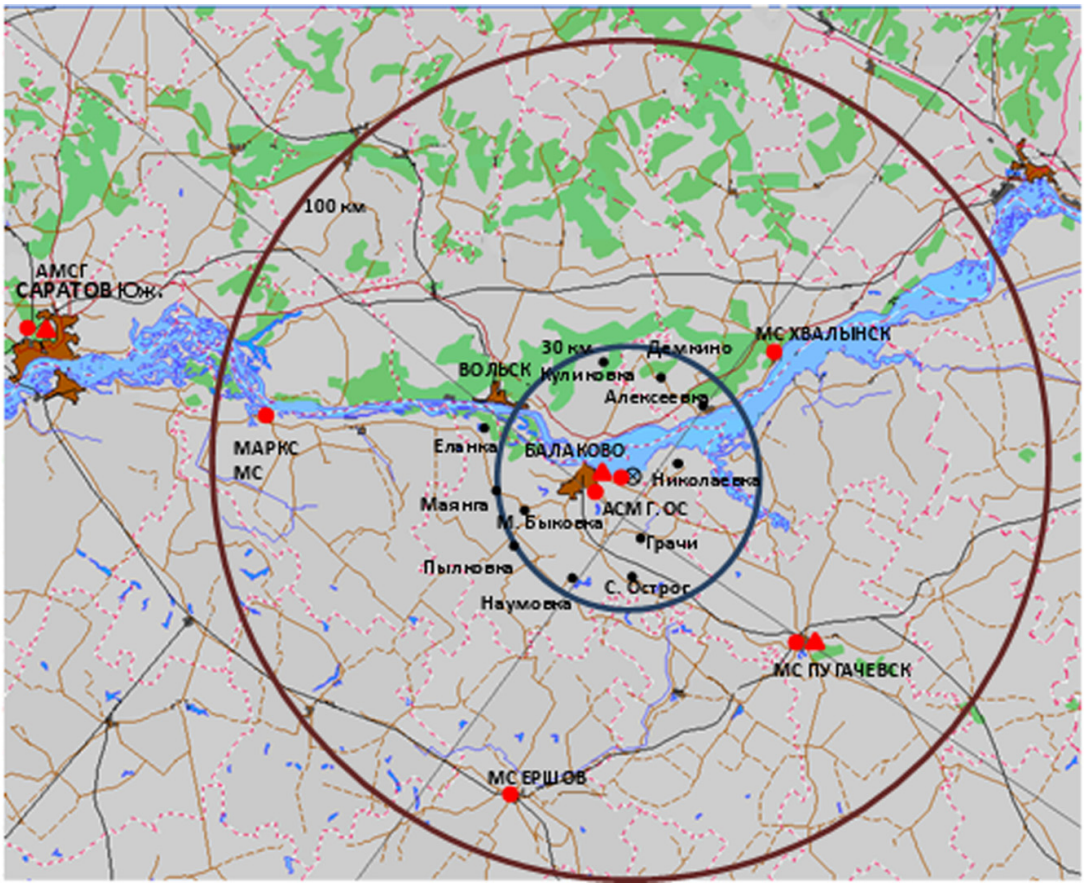


Рис. 3.1.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга
в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:
⊗ – АЭС;
● – наблюдения за гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений.

Измерения МАЭД проводились Приволжским УГМС дозиметрами ДБГ-06Т и дозиметрами-радиометрами ДРБП-03, для измерения содержания Σβ в пробах атмосферных выпадений использовался спектрометр-радиометр МКГБ-01 «РАДЕК». Гамма-спектрометрический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмной Σβ и ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад от АЭС, по данным ОРБ представлены в табл. 3.1.3. В таблице также представлены данные ФГБУ «НПО «Тайфун» о средневзвешенных объёмных активностях в Центре ЕТР за 2022 и 2023 годы.

Таблица 3.1.3

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в районе наблюдения Балаковской АЭС, Бк/м^3 (данные ОРБ Балаковской АЭС и НПО «Тайфун»)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт		Центр ЕТР*		ДОА$_{НАС.}$, Бк/м^3
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{137}Cs, 10^{-7}	< 2	2,35	2,09	2,11	2,25	2,00	1,8	2,1	27
^{134}Cs, 10^{-7}	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	-	-	19
^{60}Co, 10^{-7}	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	-	-	11
Σβ, 10^{-5}	-	-	-	-	-	-	8,8	20,1	-

Примечания: * – данные ФГБУ «НПО «Тайфун»;
- – нет данных.

Из табл. 3.1.3 видно, что в 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе ЗН уменьшилась на $0{,}02 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 по сравнению с 2022 годом, а в воздухе контрольного пункта увеличилась на $0{,}25 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе во всех пунктах наблюдений была на восемь порядков ниже допустимой объёмной активности для населения $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2]. В 2023 г. в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта объёмная активность ^{60}Co и ^{134}Cs была менее $2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Данные Центрально-Черноземного УГМС за 2023 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объёмных Σβ в воздухе приземной атмосферы в 30-км зоне Балаковской АЭС (МС Балаково) приведены в табл. 3.1.4.

Таблица 3.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объёмной Σβ в воздухе в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Балаково	с	41,3	45,5	60,6	129,8	164,9	108,3	127,4	97,5	91,1	63,8	68,0	44,7	86,9	40,4
	м	91,0	99,5	197,2	231,6	344,2	204,5	262,1	271,7	230,2	171,2	164,2	81,1	344,2	213,6

Из табл. 3.1.4 видно, что в 2023 г. среднегодовая объёмная активность Σβ в приземном слое воздуха в г. Балаково увеличилась в 2,1 раза по сравнению с 2022 г. и была в 2,2 раза выше средневзвешенного значения объёмной активности Σβ в воздухе по Центру ЕТР ($39{,}0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

Результаты измерений Σβ атмосферных выпадений в 2023 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 3.1.5.

Таблица 3.1.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Пугачёв	с	2,19	2,22	2,27	1,98	1,85	1,74	1,76	1,80	1,74	1,58	1,50	1,42	1,84	2,74
	м	3,32	3,21	3,09	3,24	2,93	3,24	2,36	3,34	2,31	2,53	2,14	2,14	3,34	
Саратов	с	2,22	2,23	2,31	1,99	1,84	2,00	1,77	1,87	1,75	1,41	1,47	1,48	1,86	2,75
	м	3,25	3,30	3,17	2,87	2,44	3,20	3,20	3,16	2,44	2,23	2,27	2,14	3,30	
Среднее по Приволжскому УГМС	с	2,21	2,23	2,29	1,99	1,85	1,87	1,77	1,84	1,75	1,50	1,49	1,45	1,85	1,98

Из табл. 3.1.5 видно, что в городах Пугачёв и Саратов, расположенных в 100-км зоне АЭС, среднегодовые значения Σβ выпадений по сравнению с 2022 г. уменьшились в 1,5 раза соответственно. Максимальные суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Пугачёв в августе и составляли 3,34 Бк/м^2·сут. По данным ОРБ Балаковской АЭС, среднегодовые выпадения радионуклидов в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте были ниже МДА.

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 поверхностного слоя почвы пробоотборником грунта ПГ-400 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.

Таблица 3.1.6

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

Пункты контроля	Σβ			^{137}Cs			^{60}Co		
	2023 г.	2022 г.	Среднее за 5 лет	2023 г.	2022 г.	Среднее за 5 лет	2023 г.	2022 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м^2									
СЗЗ (Натальино, промплощадка)	-	-	-	< 0,1	< 0,1	-	< 0,1	< 0,1	-
ЗН	-	-	-	0,17	0,14	-	< 0,1	< 0,1	-
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	< 0,1	0,32	-	< 0,1	< 0,1	-
Вода открытых водоёмов, Бк/м^3									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (акватория)	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Р. Волга, напротив Балаковской АЭС	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Р. Волга, выше по течению от АЭС (контр. пункт)	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	-	-	-	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоём-охладитель – заборный канал	-	-	-	< 1,0	4,99	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоём-охладитель – сбросной канал	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоём-охладитель – акватория	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 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	-	-	-	-

Примечания: допустимая удельная активность для ^{137}Cs по СанПиН-01 [3] для мяса составляет 200 Бк/кг, для молока – 100 Бк/кг, для рыбы – 130 Бк/кг, для зерновых – 60 Бк/кг, для овощей – 80 Бк/кг;
- – нет данных.

Из табл. 3.1.6 видно, что в 2023 г. содержание ^{137}Cs в СЗЗ и контрольном пункте (КП) было меньше МДА, в почве ЗН составляло 0,17 кБк/м^2. Содержание ^{60}Co и ^{134}Cs в почве СЗЗ, ЗН и КП меньше МДА.

Вода, донные отложения

Отбор проб воды для определения объёмной активности радионуклидов производился: в р. Волге напротив Балаковской АЭС, выше и ниже по течению относительно места расположения АЭС; в водоёме-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. Объём пробы воды составлял 20 литров. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

Пробы донных отложений отбирались один раз в год (осенью) в тех же точках, что и пробы воды.

Содержание гамма-активных радионуклидов в воде открытых водоёмов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 3.1.6. Содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в воде открытых водоёмов было ниже МДА. С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоёмов, кроме техногенных γ-активных радионуклидов и Σβ, контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объёмная активность трития в обследованных водоёмах в 2023 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [2] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе объёмная активность трития составляла 150 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объёмная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 97 раз выше среднего значения для рек России (1,55 Бк/л).

По данным ФГБУ «НПО «Тайфун», объёмная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) увеличилась в 1,4 раза по сравнению с 2022 г. и составила 1,77 Бк/л, что ниже среднего значения для рек России (2,10 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоёме-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 водоёме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co во всех точках отбора проб была ниже МДА (1,0 Бк/кг сырой массы).

Контроль радионуклидного состава водной растительности (водорослей) водохранилища-охладителя и в р. Волге производился в тех же контрольных точках, что и отбор воды. Содержимое водной растительности сортировали, воду отфильтровывали, посторонние включения удаляли. Масса отобранной пробы после удаления из неё воды и посторонних включений составляла около одного килограмма. Отбор производился один раз в год осенью. Среднегодовая удельная активность ^{137}Cs, ^{134}Cs и ^{60}Co в водной растительности была < 1 Бк/кг.

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 [3].

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 2023 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01 [3].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2023 г. среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 0,12 до 0,13 мкЗв/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 0,16 до 0,19 мкЗв/ч. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МАЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,11−0,14 мкЗв/ч, что находится в пределах

колебаний глобального гамма-фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

По данным АСКРО Балаковской АЭС и измерений МАЭД на регламентных маршрутах, средние значения МАЭД колебались от 0,09 до 0,17 мкЗв/ч при среднегодовом значении в ЗН 0,09 мкЗв/ч.

Контроль годовой поглощённой дозы на местности в районе расположения Балаковской АЭС проводился с помощью дозиметров с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К. Значимого отличия годовой поглощённой дозы на местности в контрольном пункте с. Маянга от годовой поглощённой дозы в населённых пунктах района расположения АЭС не зафиксировано.

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения БаАЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ) (табл. 3.1.7), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012) [5] и природоохранным / экологическим (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021) [6–8] критериям.

Таблица 3.1.7

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы БаАЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Годы наблюдений	Участок территории	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, %				
Почва				^{137}Cs		^{60}Co		
	2022	ЗН	$1{,}36\cdot10^{-4}$	74		26		
	2023		$1{,}57\cdot10^{-4}$	77		23		
	2022	Контрольный пункт	$2{,}64\cdot10^{-4}$	86		14		
	2023		$7{,}14\cdot10^{-5}$	50		50		
Вода				^{137}Cs	^{3}H	^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs
	2022	СЗЗ	$2{,}99\cdot10^{-3}$	13	<1	55	<1	31
	2023		$2{,}99\cdot10^{-3}$	13	<1	55	<1	31
	2022	Контрольный водоём	$2{,}98\cdot10^{-3}$	13	<1	56	<1	31
	2023		$2{,}98\cdot10^{-3}$	13	<1	56	<1	31
Донные отложения				^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co
	2022	СЗЗ	$1{,}01\cdot10^{-3}$	81		12		7
	2023		$2{,}78\cdot10^{-4}$	29		45		26
	2022	ЗН	$2{,}77\cdot10^{-4}$	29		45		26
	2023		$2{,}77\cdot10^{-4}$	29		45		26
	2022	Контрольный водоём	$2{,}77\cdot10^{-4}$	29		45		26
	2023		$2{,}77\cdot10^{-4}$	29		45		26

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже 1, что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному

радиационному воздействию объекта использования атомной энергии Балаковской АЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС рекомендуется продолжить мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения.

3.2. Белоярская АЭС и АО «ИРМ»

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция» (Белоярская АЭС, далее – БАЭС) расположен в 42 км к востоку от г. Екатеринбурга на восточном берегу Белоярского водохранилища, созданного на р. Пышме в качестве водоёма-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 (введён в эксплуатацию в апреле 1980 г.) и энергоблок № 4 с реактором БН-800 (третья очередь), который введён в промышленную эксплуатацию 31 октября 2016 года. Энергоблоки № 1 и № 2 первой очереди с реакторами на тепловых нейтронах типа АМБ остановлены в 1981 и 1989 гг. соответственно.

В качестве границы СЗЗ (радиусом 3–5 км) приняты границы землеотводов под промплощадки всех трёх очередей Белоярской АЭС и территория Ольховской болотно-речной системы (Ольховское болото и р. Ольховка) (рис. 3.2.1). ЗН установлена радиусом 13 км, считая от вентиляционной трубы энергоблока № 3, а также включает посёлки Гагарский и Белоярский. В ЗН в 3–5 км к югу от Белоярской АЭС находится г. Заречный с численностью населения 31,2 тыс. человек, а также посёлки Гагарский и Белоярский. Посёлок Белоярский – второй по размеру населённый пункт зоны наблюдения, численность населения – 14,8 тыс. человек.

В г. Заречном расположен АО «Институт реакторных материалов» (ИРМ) – бывший СФ НИКИЭТ. ИРМ – один из научных ядерных центров, располагающий экспериментальной базой для исследований в области реакторного материаловедения, имеет исследовательский реактор бассейнового типа ИВВ-2М мощностью 15 МВт (эксплуатируется с 1966 г.), производит радионуклиды медицинского и промышленного назначения для внутренних и зарубежных поставок. Территории ИРМ и БАЭС примыкают друг к другу.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдувки, воздух из помещений зоны контролируемого доступа) после прохождения необходимой очистки производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков № 3 и № 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 2023 г. и для сравнения – в 2022 году.

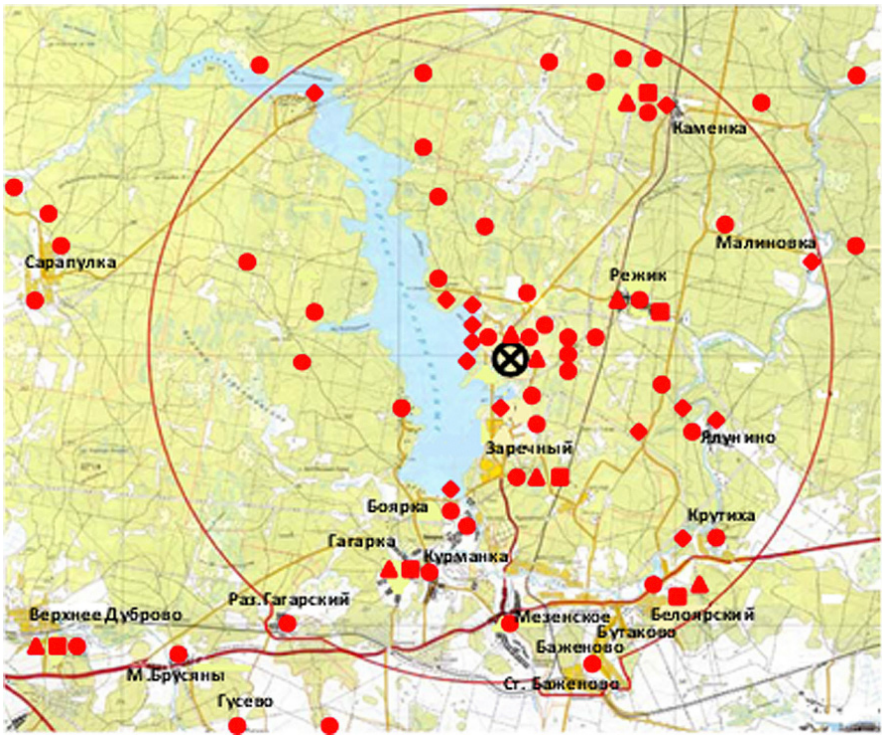


Рис. 3.2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

Таблица 3.2.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}98\cdot10^{14}$	$2{,}68\cdot10^{10}$	$2{,}96\cdot10^{10}$	$-2{,}8\cdot10^{9}$
^{14}C	$2{,}72\cdot10^{12}$	$1{,}04\cdot10^{9}$	$1{,}11\cdot10^{9}$	$-7{,}0\cdot10^{7}$
^{41}Ar	$4{,}62\cdot10^{14}$	$1{,}54\cdot10^{10}$	$< 8{,}36\cdot10^{9}$	-
^{54}Mn	$1{,}23\cdot10^{11}$	$2{,}19\cdot10^{6}$	$2{,}05\cdot10^{6}$	$+1{,}4\cdot10^{5}$
^{59}Fe	$5{,}31\cdot10^{11}$	$< 1{,}03\cdot10^{5}$	$< 9{,}26\cdot10^{4}$	-
^{58}Co	$5{,}23\cdot10^{11}$	$< 6{,}45\cdot10^{5}$	$< 7{,}82\cdot10^{5}$	-
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{9}$	$< 9{,}69\cdot10^{5}$	$1{,}13\cdot10^{6}$	-
^{85}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$< 9{,}94\cdot10^{11}$	$< 1{,}09\cdot10^{12}$	-
^{85m}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$< 4{,}66\cdot10^{9}$	$< 5{,}13\cdot10^{9}$	-
^{87}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$< 8{,}59\cdot10^{9}$	$< 9{,}51\cdot10^{9}$	-
^{88}Kr	$2{,}91\cdot10^{14}$	$< 1{,}21\cdot10^{10}$	$< 1{,}32\cdot10^{10}$	-
^{95}Zr	$1{,}82\cdot10^{11}$	$< 1{,}03\cdot10^{5}$	$< 9{,}26\cdot10^{4}$	-
^{131}I	$1{,}80\cdot10^{10}$	$< 1{,}13\cdot10^{7}$	$< 1{,}24\cdot10^{7}$	-
^{134}Cs	$9{,}00\cdot10^{8}$	$< 9{,}69\cdot10^{5}$	$1{,}22\cdot10^{6}$	-
^{137}Cs	$2{,}00\cdot10^{9}$	$4{,}44\cdot10^{8}$	$8{,}53\cdot10^{6}$	$+4{,}4\cdot10^{8}$
^{133}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$2{,}30\cdot10^{10}$	$2{,}92\cdot10^{10}$	$-6{,}2\cdot10^{9}$
^{133m}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$< 1{,}77\cdot10^{10}$	$< 2{,}04\cdot10^{10}$	-
^{135}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$2{,}91\cdot10^{9}$	$< 2{,}95\cdot10^{9}$	-
^{135m}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$< 1{,}61\cdot10^{10}$	$< 1{,}79\cdot10^{10}$	-
^{138}Xe	$5{,}17\cdot10^{14}$	$< 2{,}23\cdot10^{10}$	$< 2{,}40\cdot10^{10}$	-

Примечание: со знаком «<» приведены расчётные значения выброса, равные произведению ½ НПИ на суммарный объём выброса.

Из приведённых в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2023 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ^{54}Mn и ^{137}Cs увеличились на 7 % и в 52 раза соответственно по сравнению с 2022 г., а выбросы ^{3}H, ^{14}C и ^{133}Xe – уменьшились на 10, 7 и 27 % соответственно. Выбросы составляли от $4{,}2\cdot10^{-4}$ % до 22 % допустимых выбросов.

По данным [13], выбросы нормируемых радионуклидов, таких как ^{60}Co, ^{137}Cs и ИРГ, в ИРМ выше, чем на БАЭС. Поскольку предприятия расположены рядом, разделить влияние их выбросов на радиоактивное загрязнение окружающей среды прилегающих территорий не представляется возможным. Поэтому все приведённые далее данные о радиоактивном загрязнении, обусловленном выбросами радионуклидов, следует рассматривать как результат совместного влияния БАЭС и ИРМ.

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. путём зарегулирования русла р. Пышмы в 75 км от её истока, которое пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяжённость – 20 км, ширина на уровне БАЭС – около 3 км. Полный объём водохранилища составляет $2{,}65\cdot10^{8}$ м^3, площадь зеркала – 38,6 км^2, средняя глубина – 7 метров. Плотина расположена в 7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышмы в створе БАЭС равна 2,8 м^3/с. Хозпитьевые нужды БАЭС обеспечиваются из артезианских скважин п. Каменка.

Хозбытовые стоки, очищенные дебалансные воды, воды спецпрачечной и воды душевых санпропускников после радиационного контроля на промплощадке 1-й и 2-й очередей направляются на самостоятельные очистные сооружения и далее сбрасываются в Ольховское болото, которое является отчуждённой территорией, входящей в СЗЗ (расположено в 5 км к юго-востоку от станции). Из Ольховского болота через р. Ольховку сбросные воды БАЭС попадают в р. Пышму. Ливневые и паводковые воды с промплощадок 1-й, 2-й и 3-й очередей удаляются через системы промливневой канализации в водоём-охладитель (Белоярское водохранилище).

Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2023 г. не превышали установленных нормативов. В 2023 г. объём сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял 76 249 м^3 (в 2022 г. – 75 507 м^3) с суммарной активностью $1{,}30\cdot10^{11}$ Бк (в 2022 г. – $1{,}30\cdot10^{11}$ Бк). 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 – $1{,}3\cdot10^{11}$ Бк.

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 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{54}Mn	$1{,}9\cdot10^{9}$	$1{,}0\cdot10^{7}$	$8{,}8\cdot10^{6}$	$+1{,}2\cdot10^{6}$
^{60}Co	$4{,}8\cdot10^{8}$	$1{,}8\cdot10^{6}$	$2{,}3\cdot10^{6}$	$-5{,}0\cdot10^{5}$
^{65}Zn	$2{,}7\cdot10^{9}$	$< 5{,}8\cdot10^{6}$	$< 5{,}3\cdot10^{6}$	-
^{90}Sr	$3{,}1\cdot10^{9}$	$2{,}7\cdot10^{7}$	$5{,}4\cdot10^{7}$	$-2{,}7\cdot10^{7}$
^{106}Ru	$4{,}6\cdot10^{9}$	$< 2{,}8\cdot10^{6}$	$< 2{,}4\cdot10^{6}$	-
^{134}Cs	$5{,}1\cdot10^{8}$	$< 3{,}4\cdot10^{6}$	$< 3{,}0\cdot10^{6}$	-
^{137}Cs	$7{,}5\cdot10^{8}$	$6{,}0\cdot10^{7}$	$6{,}5\cdot10^{7}$	$-5{,}0\cdot10^{6}$
^{3}H	$6{,}3\cdot10^{12}$	$1{,}3\cdot10^{11}$	$1{,}3\cdot10^{11}$	0

Из табл. 3.2.2 видно, что в 2023 г. сбросы ^{54}Mn увеличились в 1,1 раза по сравнению с 2022 годом, а сбросы ^{60}Co, ^{90}Sr и ^{137}Cs уменьшились в 1,3; 2 и 1,1 раза соответственно. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на один–три порядка ниже допустимых величин.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 30-км зоне вокруг БАЭС проводит группа внешнего радиационного контроля, входящая в состав отдела радиационной безопасности 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 2023 г. ОРБ БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 3.2.1):

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась два раза в месяц одновременно в шести пунктах постоянного наблюдения с экспозицией семь суток. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15 с помощью воздуходувок УВФ-1 «Тайфун-6» производительностью 1500 м^3/ч;

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в восьми пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью 0,25 м^2 и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;

– содержание радионуклидов в почве определялось в восьми 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;

– МАЭД в семи пунктах постоянного наблюдения ежемесячно с помощью переносных дозиметров ДКС-АТ1121 и ДКС-АТ1123 (точки контроля были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;

– накопленная за год доза с помощью автоматизированной термолюминесцентной системы Harshaw с дозиметрами типа 0110/8814, установленными на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 60 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. Замена дозиметров производится в октябре-ноябре, время экспозиции – один год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой гамма-спектрометрической установки Ortec, жидкостного сцинтилляционного счётчика Guardian, α-β-радиометров УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и гамма-спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределённостью ±(20–45) %.

Уральское УГМС в 2023 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 объёмной активностью радионуклидов в приземном слое воздуха в п. Верхнее Дуброво путём отбора 5-суточных проб с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5;

– за радиоактивностью атмосферных выпадений в 100-км зоне в 22 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 покровах в 10 пунктах, расположенных в 10–15-км зоне РОО;

– за МАЭД каждые 3 часа в 100-км зоне в 22 стационарных пунктах, восемь из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на шести 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).

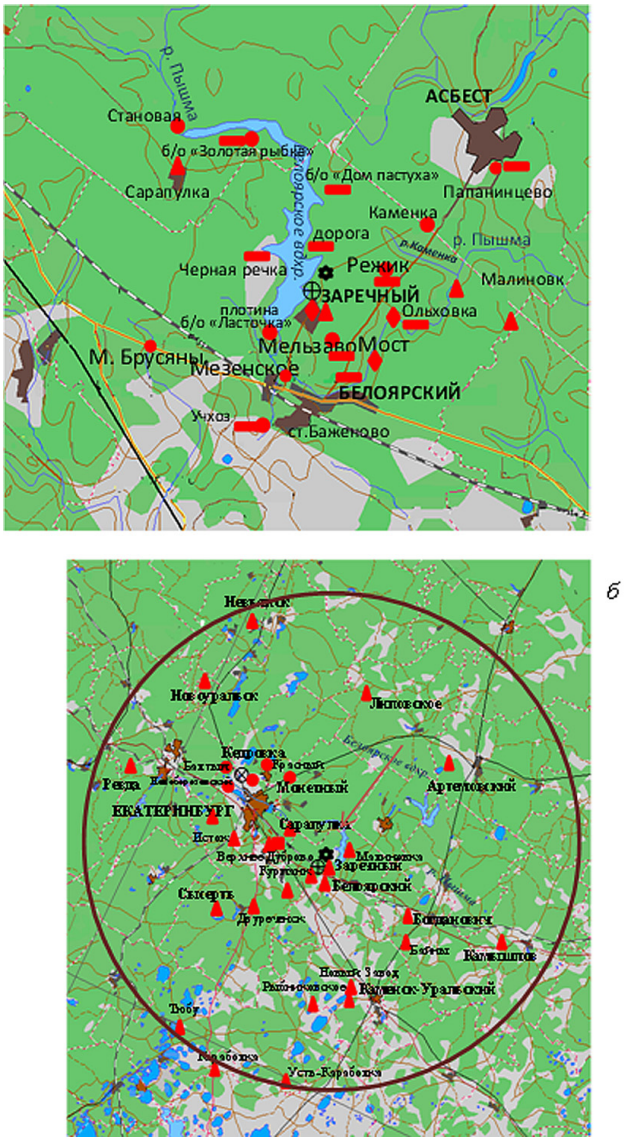


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (*а*) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПХРО (*б*):

■ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за гамма-фоном;
▬ – отбор проб снега и травы;
♦ – отбор проб воды;
● – измерение МАЭД во время проведения маршрутных обследований;
✿ – БАЭС;
⊕ – ИРМ.

Следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг РОО от 50 до 100 км является частью Восточно-Уральского радиоактивного следа, образовавшегося в 1957 г. в результате взрыва ёмкости 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 счёт ветрового переноса радиоактивной пыли с загрязнённых территорий.

Приземная атмосфера

Данные ОРБ БАЭС за 2023 г. о среднегодовых объёмных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3.

Таблица 3.2.3

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС, Бк/м^3 (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs, $\cdot 10^{-7}$	
	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	32	< 18
ЗН	18	< 19
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	17	< 10

Согласно данным табл. 3.2.3, среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs в 2023 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте увеличились по сравнению с 2022 г. и были на семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м^3).

Объёмные активности ^{134}Cs и ^{60}Co в пунктах наблюдения СЗЗ и ЗН были ниже соответствующих МДА.

В табл. 3.2.4 приведены среднемесячные объёмные активности Σβ, ^{90}Sr и ^{137}Cs в воздухе п. В. Дуброво, расположенного в 18 км на юго-запад от БАЭС (рис. 3.2.2), по данным Уральского УГМС.

Таблица 3.2.4

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг РОО) (данные Уральского УГМС)

Месяц	Σβ, 10^{-5} Бк/м^3		^{137}Cs, 10^{-7} Бк/м^3		^{90}Sr, 10^{-7} Бк/м^3	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Январь	58,0	67,0	5	5		
Февраль	49,3	104,4	10	7	1,7	1,4
Март	60,6	52,5	8	2		
Апрель	46,7	42,3	7	3		
Май	43,3	25,9	6	6	1,7	1,9
Июнь	20,6	28,6	6	2		
Июль	67,9	21,3	6	3		
Август	60,9	43,6	6	6	3,1	3,5
Сентябрь	55,3	34,7	7	30		
Октябрь	46,9	44,5	8	6		
Ноябрь	47,4	40,3	5	2	2,8	2,6
Декабрь	37,8	59,3	25	11		
Среднее	49,6	47,0	8,0	6,6	2,3	2,4

Среднемесячная объёмная Σβ в п. Верхнее Дуброво в 2023 г. колебалась в пределах от $20{,}6\cdot10^{-5}$ до $67{,}9\cdot10^{-5}$ Бк/м^3. Среднегодовая объёмная Σβ в п. В. Дуброво в 2023 г. ($49{,}6\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) увеличилась в 1,1 раза по сравнению с 2022 г. и в 2,6 раза превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири ($18{,}9\cdot10^{-5}$ Бк/м^3). В 2023 г. не было зарегистрировано случаев превышения фонового значения для данного населённого пункта за предыдущий месяц в пять и более раз.

Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво увеличилась в 1,2 раза по сравнению с уровнем 2022 г. и составляет $8{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (табл. 3.2.4), что в 2,6 раза выше средневзвешенного значения по Западной Сибири ($3{,}1\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). Среднегодовая объёмная

активность ^{90}Sr в этом пункте незначительно изменилась по сравнению с уровнем 2022 г. и составляла $2{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что находится на уровне средневзвешенного значения по территории Западной Сибири ($2{,}27 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Данные наблюдений Уральского УГМС за Σβ атмосферных выпадений в 30-км и 100-км зонах РОО приведены в табл. 3.2.5.

Таблица 3.2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ выпадений в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС, Бк/м²·сут (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30-км зона														
Белоярский	с	0,50	0,70	0,47	0,54	0,54	0,70	0,75	0,80	0,94	0,85	0,65	0,78	0,69
	м	1,61	1,69	1,80	1,26	3,54	2,21	2,38	1,96	2,59	3,02	1,47	1,59	
Верхнее Дуброво	с	0,43	0,56	0,81	0,69	0,36	0,81	0,65	0,65	0,70	0,85	0,97	0,72	0,68
	м	1,65	1,64	3,64	2,49	1,43	3,02	1,90	2,80	2,42	2,08	2,28	2,16	
Двуреченск	с	0,26	0,74	0,71	0,71	0,29	0,49	0,47	0,62	0,89	0,91	0,71	0,64	0,62
	м	1,59	1,99	1,59	1,82	1,00	1,75	1,38	2,12	1,73	1,80	1,71	1,29	
Заречный	с	0,53	0,98	0,62	0,59	0,55	0,81	0,69	0,73	0,75	0,77	0,81	0,71	0,71
	м	3,29	3,12	2,03	3,38	1,86	2,22	1,43	1,47	2,60	1,43	1,82	1,80	
Исток	с	0,40	0,46	0,35	0,61	0,40	0,59	0,73	0,93	0,85	0,70	0,68	0,51	0,60
	м	1,03	1,31	1,17	2,10	1,01	2,77	2,70	2,86	3,44	2,28	1,87	2,10	
Курманка	с	0,52	0,82	0,47	0,63	0,38	0,78	0,92	0,66	0,87	0,89	0,61	0,70	0,69
	м	2,86	1,90	1,31	1,64	2,85	2,47	1,87	1,55	1,53	1,86	1,99	1,11	
Сарапулка	с	0,55	0,58	0,59	0,89	0,41	0,81	0,87	0,91	0,93	0,89	0,59	0,60	0,72
	м	2,07	1,69	1,99	2,38	1,67	1,80	3,12	2,86	3,17	2,70	1,30	1,65	
Ялунина	с	0,27	0,35	0,34	0,58	0,48	0,85	0,67	0,80	0,55	0,62	0,81	0,64	0,58
	м	1,11	1,03	1,30	1,56	1,60	2,60	2,06	2,22	3,42	2,49	3,54	1,16	
Среднее:	**2023 г.**	**0,43**	**0,65**	**0,55**	**0,66**	**0,43**	**0,73**	**0,72**	**0,76**	**0,81**	**0,81**	**0,73**	**0,66**	**0,66**
	2022 г.	0,52	0,45	0,46	0,52	0,67	0,61	0,38	0,45	0,59	0,55	0,66	0,66	0,54
100-км зона														
Артёмовский	с	0,88	0,29	0,46	0,48	0,29	0,77	0,90	0,47	0,80	0,81	0,84	0,67	0,64
	м	3,42	1,52	1,79	1,23	1,50	1,90	2,80	1,52	1,95	2,81	2,60	1,92	
Байны	с	0,45	0,37	0,48	0,58	0,31	0,79	0,93	0,91	0,65	0,71	0,84	0,51	0,63
	м	1,69	1,26	2,16	1,75	1,00	1,86	2,70	2,80	2,43	2,51	2,26	2,91	
Богданович	с	0,50	0,29	0,54	0,61	0,34	0,64	0,71	0,35	0,47	0,48	0,80	0,68	0,53
	м	1,32	1,16	1,24	1,53	0,95	2,02	2,19	1,26	1,65	2,73	1,90	1,69	
Екатеринбург	с	0,86	0,77	0,98	0,63	0,49	0,99	0,95	0,94	0,85	0,90	0,92	0,86	0,85
	м	3,37	2,46	3,76	1,96	1,10	3,07	2,60	2,10	1,86	1,39	1,94	1,59	
Каменск-	с	0,57	0,54	0,47	0,55	0,30	0,71	0,88	0,72	0,69	0,73	0,82	0,78	0,65
Уральский	м	1,47	1,16	1,90	1,62	1,00	1,99	2,33	2,42	1,69	2,86	2,03	2,17	
Камышлов	с	0,52	0,58	0,44	0,71	0,56	0,87	0,95	0,72	0,51	0,62	0,86	0,66	0,67
	м	1,32	1,60	1,90	1,69	1,96	2,76	4,55	1,90	1,56	1,95	1,26	1,31	
Караболка	с	0,61	0,61	0,70	0,81	0,66	0,55	0,65	0,99	0,79	0,74	0,89	0,63	0,72
	м	1,07	1,03	1,35	2,17	2,01	1,33	1,54	4,51	2,06	1,73	2,77	1,31	
Липовское	с	0,67	0,95	0,61	0,74	0,30	0,86	0,74	0,53	0,60	0,80	0,47	0,66	0,66
	м	1,86	2,43	1,47	1,83	1,39	2,80	1,64	1,34	1,96	3,07	1,04	1,83	
Невьянск	с	0,48	0,47	0,42	0,51	0,42	0,66	0,76	0,44	0,63	0,80	0,79	0,73	0,59
	м	1,94	1,64	1,06	3,45	1,19	2,01	2,68	1,38	2,12	1,37	1,48	1,69	
Новоуральск	с	0,43	0,43	0,45	0,62	0,74	0,49	0,48	0,78	0,76	0,68	0,92	0,65	0,62
	м	2,81	1,06	1,95	2,57	1,65	1,53	1,82	1,64	1,47	1,48	1,82	1,43	
Ревда	с	0,60	0,54	0,62	0,90	0,59	0,79	0,65	0,85	0,68	0,82	0,74	0,68	0,71
	м	2,86	1,64	1,86	3,20	1,89	1,45	1,60	2,06	1,30	2,63	1,54	2,06	
Рыбниковское	с	0,35	0,26	0,53	0,64	0,29	0,73	0,91	0,80	0,89	0,84	0,92	0,68	0,65
	м	1,01	0,95	2,16	1,90	1,13	2,38	2,38	1,96	2,81	3,49	2,62	1,64	
Сысерть	с	0,35	0,42	0,46	0,75	0,59	0,74	0,49	0,55	0,63	0,91	0,85	0,65	0,62
	м	1,72	1,17	2,12	2,80	1,55	2,76	1,69	2,08	2,22	1,85	2,80	1,81	
Тюбук	с	0,65	0,64	0,59	0,68	0,61	0,64	0,65	0,91	0,66	0,72	0,86	0,86	0,71
	м	1,09	1,15	1,30	1,82	1,29	1,99	1,22	3,73	1,16	1,90	2,15	4,80	
Среднее:	**2023 г.**	**0,52**	**0,56**	**0,55**	**0,66**	**0,45**	**0,73**	**0,75**	**0,73**	**0,73**	**0,77**	**0,79**	**0,68**	**0,66**
	2022 г.	0,48	0,46	0,47	0,64	0,71	0,60	0,42	0,52	0,69	0,59	0,62	0,59	0,57
Фон для Уральского региона:	**2023 г.**	**0,56**	**0,57**	**0,61**	**0,63**	**0,53**	**0,69**	**0,67**	**0,70**	**0,71**	**0,77**	**0,75**	**0,67**	**0,65**
	2022 г.	0,51	0,45	0,48	0,67	0,66	0,61	0,52	0,60	0,73	0,62	0,62	0,64	0,59

По сравнению с 2022 г., Σβ выпадений в 30-км зоне увеличилась в 1,2 раза (0,66 Бк/м^2·сут), в 100-км зоне увеличилась в 1,2 раза (0,66 Бк/м^2·сут) и была на уровне фоновых значений для Уральского региона (0,65 Бк/м^2·сут). Среднегодовые значения Σβ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне 0,53–0,85 Бк/м^2·сут. Максимальное суточное значение Σβ выпадений в 2023 г. было зарегистрировано в декабре в с. Тюбук и составило 4,80 Бк/м^2·сут, что в 7,4 раза выше фона по Уральскому региону.

В целом можно сказать, что среднегодовые значения Σβ 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 0,8 Бк/м^2·сут.

В табл. 3.2.6 приведены величины выпадений из атмосферы ^{137}Cs и ^{90}Sr 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 ^{137}Cs и ^{90}Sr для Уральского региона.

Таблица 3.2.6

Выпадения из атмосферы ^{137}Cs и ^{90}Sr в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2023 г., Бк/м^2·год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	^{137}Cs	^{90}Sr
30-км зона		
Белоярский	1,2	0,7
Верхнее Дуброво	2,3	1,2
Двуреченск	1,1	0,6
Заречный	1,1	0,7
Исток	1,7	0,8
Курманка	1,2	0,6
Ялунина	1,3	0,6
Сарапулка	1,5	0,5
Среднее: **2023 г.**	**1,5**	**0,7**
2022 г.	1,3	2,0
100-км зона		
Байны	1,7	0,6
Богданович	1,6	0,7
Каменск-Уральский	1,3	0,7
Камышлов	1,2	0,5
Караболка	1,5	0,8
Новоуральск	1,4	0,5
Рыбниковское	1,1	0,5
Тюбук	н	0,6
Среднее: **2023 г.**	**1,3**	**0,6**
2022 г.	1,3	2,0
Фон для Уральского региона: **2023 г.**	**0,2**	**0,2**
2022 г.	0,7	1,3

Из данных табл. 3.2.6 следует, что в 2023 г. средняя величина годовых выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 30-км зоне АЭС увеличилась в 1,2 раза, а в 100-км зоне АЭС не изменилась, по сравнению с 2022 годом. Максимальные годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в п. Верхнее Дуброво (2,3 Бк/м^2·год).

Среднегодовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.6) в 2023 г. уменьшились в 2,9 раза, по сравнению с 2022 г. и составляли 0,7 Бк/м^2·год, что находится на уровне фоновых выпадений для Уральского региона (0,7 Бк/м^2·год). Средняя величина годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2023 г. составляла 0,6 Бк/м^2·год. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Верхнее Дуброво (1,2 Бк/м^2·год).

Выпадения ^{137}Cs в СЗЗ БАЭС в 2023 г., по данным ОРБ БАЭС, составляли 0,11 Бк/м^2·сут, в ЗН – 0,08 Бк/м^2·сут, а в КП – 0,13 Бк/м^2·сут. Сравнение этих данных с данными 2022 г. показывает, что годовые выпадения ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН БАЭС увеличились по сравнению с предыдущим годом.

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 3.2.7. По данным ОРБ БАЭС, в 2023 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ БАЭС уменьшилось в 1,1 раза и составило 0,51 кБк/м^2, в почве ЗН БАЭС – увеличилось в 1,6 раза и составило 1,11 кБк/м^2, в почве контрольного пункта увеличилось в 1,6 раза, по сравнению с 2022 годом, и составило 1,06 кБк/м^2.

Таблица 3.2.7

Плотность загрязнения почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м^2 (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		
	2023 г.	2022 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	0,51	0,57	0,75
ЗН БАЭС	1,11	0,69	0,90
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	1,06	0,65	0,85

В табл. 3.2.8 приведены данные Уральского УГМС о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 30-км зоне БАЭС (рис. 3.2.2а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода. Из табл. 3.2.8 видно, что в 2023 г. максимальная удельная Σβ в растительности наблюдалась в п. Дорога (1 км к северу от БАЭС) (953,7 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – в Чёрной Речке (0,415 Бк/кг в.-с.). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале 0,009–0,223 Бк/кг в.-с.

Таблица 3.2.8

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	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	2,74	1,38	0,030	0,017	684,4	383,7	0,079	0,019
«Дом пастуха»	4,16	1,45	0,244	0,025	813,1	658,8	0,215	0,015
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	1,49	1,40	0,183	0,022	953,7	461,8	0,179	0,028
Мост (пересечение тракта с р. Пышма)	2,21	0,36	0,091	0,014	747,5	657,8	0,136	0,052
Ольховка (под высоковольтной линией)	2,17	1,86	0,317	0,025	584,6	376,0	0,223	0,013
Папанинцев	4,21	1,12	0,123	0,162	538,0	963,5	0,114	0,015
Режик	3,74	0,60	0,172	0,010	651,6	664,6	0,219	0,004
Мельзавод	1,95	3,64	0,099	0,071	302,7	302,7	0,095	0,026
Учхоз	3,42	3,22	0,077	0,099	737,2	609,5	0,009	0,015
Чёрная Речка	2,65	1,70	0,062	0,084	838,1	429,8	0,415	0,003

В 2023 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах. Σβ снега изменялась в диапазоне от 1,49 до 4,21 Бк/м^2. Плотность загрязнения снега ^{137}Cs в 2023 г. находилась в пределах 0,030–0,317 Бк/м^2. Максимальное значение плотности загрязнения снега ^{137}Cs наблюдалось в п. Ольховка (под высоковольтной линией).

В 2023 г. ОРБ БАЭС проводился контроль радионуклидов в растительности. Содержание ^{137}Cs в растительности было < 2,1 Бк/кг в СЗЗ, 3,4 Бк/кг в ЗН и 2,3 Бк/кг в контрольном пункте.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианских скважин, которые обеспечивают хозпитьевые нужды промплощадки и г. Заречного, проводится ОРБ БАЭС ежемесячно. Отбор пробы воды в объёме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Объёмная Σβ в питьевой воде в 2023 г. составила 0,04 Бк/кг, что 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 2023 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС и Уральским УГМС. Данные мониторинга приведены в табл. 3.2.9 и 3.2.10.

Таблица 3.2.9

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л (данные Уральского УГМС)

Пункты отбора проб	^{90}Sr		^{137}Cs	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	12	11	5	4
р. Ольховка	34	61	34	8
р. Пышма (ниже впадения р. Ольховки)	10	11	7	5
р. Кама, с. Тюлькино	8	18	3	7
р. Вишера, с. Рябинино	9	15	1	6
р. Колва, г. Чердынь	9	20	2	11

Таблица 3.2.10

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr и ^{3}H в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	^{90}Sr, мБк/л		^{3}H, Бк/л	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
База отдыха «Дельфин»	22	14	27,8	28,8
Залив Худыш	28	15	<20	17,8
Белоярское вдхр. (заборный канал)	22	17	33,7	26,8
Белоярское вдхр. (заборный канал блока № 4)	24	15	28,7	18,8
Нагорная канава	30	25	502	477
Нагорная канава блока № 4	17	19	539	397
р. Ольховка	45	40	96	126
р. Пышма (Белоярский)	24	15	32	15,3
р. Пышма (Малиновка)	24	21	30,3	18,0
р. Пышма в 1 км ниже сброса (Шеелит)	23	20	23,5	19,5
Промливневый канал	40	18	28,5	31,5
Сбросной канал	18	18	30,7	18,8
Сбросной канал блока № 4	27	18	27,3	24,8
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	25	19	<20	10,5

Согласно данным, представленным в табл. 3.2.9, в 2023 г. содержание ^{90}Sr в воде р. Ольховка уменьшилось в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальная объёмная активность ^{90}Sr, как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховка и составила 34 мБк/л, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] (4,9 Бк/л), но в 8,5 раз выше фонового уровня содержания ^{90}Sr в реках АТР (4,0 мБк/л). Объёмная активность ^{90}Sr в воде Белоярского водохранилища составила 12 мБк/л, а в р. Пышма – 10 мБк/л.

Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.9) в 2023 г. в воде р. Ольховка увеличилась в 4,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальное значение наблюдалось в р. Ольховка и составляло 34 мБк/л. В указанных пунктах объёмные

активности ^{137}Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [2]. Объёмная активность ^{137}Cs в воде Белоярского водохранилища составила 5 мБк/л, а в р. Пышма – 7 мБк/л.

Среднегодовая объёмная активность трития в воде контролируемых водоёмов, по данным ОРБ БАЭС (табл. 3.2.10), в 2023 г. составляла < 20–33,7 Бк/л в Белоярском водохранилище и 23,5–32 Бк/л – в р. Пышма, что в 11,2–15,2 раза выше среднегодовой объёмной активности трития для рек РФ (2,10 Бк/л), но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. составляла 18–40 мБк/л в Белоярском водохранилище и 23–24 мБк/л – в р. Пышма, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] (4,9 Бк/л). В р. Ольховка был обнаружен ^{137}Cs с активностью 39 мБк/л.

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 водоёма тритием указывает динамика изменений объёмной активности трития в зависимости от функционирования энергоблоков БАЭС. Так, в период совместной работы энергоблоков № 1 и № 2 БАЭС (до 1981 г.) объёмная активность трития в водоёме на разных расстояниях от места сброса составляла 40–75 Бк/л [14]. После остановки энергоблока № 1 в период с 1981 по 1989 г. при совместной работе блоков № 2 и № 3 средний показатель объёмной активности трития составил 35–55 Бк/л. В последующее время, когда работал только энергоблок № 3, объёмная активность трития в воде снизилась в 2 раза (16–22 Бк/л).

В 2023 г. ОРБ БАЭС проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в донных отложениях водоёмов в районе БАЭС. Пробы отбирались на глубоких местах дночерпателем, затем высушивались и озолялись. 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. 3.2.11.

Таблица 3.2.11

Удельная активность донных отложений, Бк/кг сырого веса (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co		^{134}Cs	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	407	467	<5,2	<5,3	<5,2	<5,3
Белоярское вдхр. (заборный канал)	11,6	12,2	<5,0	<5,2	<5,0	<5,2
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	47,1	14	<5,1	<4,6	<5,1	<4,6
Залив Худыш	20,6	8,8	<5,2	<4,5	<5,2	<4,5
Р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	17,8	<5,4	<5,1	<5,4	<5,1	<5,4
Р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховка)	33,7	27,5	<3,7	<4,1	<3,7	<4,1
Р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховка)	363	224	<4,1	<5,0	<4,1	<5,0
Середина канала	77	71	<7,6	<6,1	<7,6	<6,1
Ольховское болото:						
начало*	2690	2186	<5,7	<5,9	<5,7	<5,9
середина*	1878	1492	<9,9	<10,2	<9,9	<10,2
конец*	2856	2507	<7,5	9,9	<7,5	<7,4
Р. Ольховка	522	659	<5,2	<4,7	<5,2	<4,7
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	21	40	<5,2	<5,1	<5,2	<5,1

Примечание: * – отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усреднённые 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 промливневой канализации (ПЛК), в Ольховском болоте, в р. Ольховка, а также в р. Пышма ниже впадения р. Ольховка. В 2023 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,41 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,9–2,9 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,52 и 0,36 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание ^{60}Co и ^{134}Cs в донных отложениях обследованных экосистем на два-три порядка ниже содержания ^{137}Cs.

В 2023 г. ОРБ БАЭС проводился контроль радионуклидов в водной растительности. Пробы водорослей отбирались в р. Пышма, Белоярском водохранилище и каналах. Содержание ^{137}Cs в водной растительности в зоне наблюдения БАЭС в 2023 г. составляло от 4,7 до 21,2 Бк/кг.

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 объёмные активности ^{90}Sr – 5,2–64,7 Бк/кг, превышающие УВ (4,9 Бк/кг [2]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Объёмная активность ^{90}Sr в большинстве этих скважин в 2023 г., по сравнению с предыдущим годом, осталась примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs – 11,7–297 Бк/кг, 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 объёмные активности ^{60}Co, превышающие УВ (40 Бк/кг), зарегистрированы не были. Среднегодовые объёмные активности ^{3}H, превышающие УВ (7600 Бк/кг), также 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 13,2 раза превышающее УВ) – в 2023 г. наблюдалось в скважине П-3.

В 2023 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 картофеля, овощей и фруктов весом по 3 кг каждая отбирались перед уборкой урожая из коллективных садов г. Заречный. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений (табл. 3.2.12) видно, что в 2023 г. удельная активность ^{137}Cs увеличилась в молоке, а в корнеплодах, ягодрах и грибах – уменьшилась. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01 [3].

Среднегодовые значения МАЭД на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30-км и 100-км зонах вокруг РОО, по данным Уральского УГМС, в 2023 г. изменялись в пределах 0,09–0,13 мкЗв/ч. Усреднённые по зоне наблюдения значения МАЭД (0,11 мкЗв/ч) соответствовали гамма-фону Уральского региона.

По данным АСКРО БАЭС, МАЭД в 2023 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 0,06–0,12 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06–0,10 мкЗв/ч. При регламентных маршрутных обследованиях среднее значение МАЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляло 0,070 мкЗв/ч.

Годовая доза внешнего гамма-облучения на местности, измеряемая в 40-км зоне БАЭС, в 2023 г. в среднем в СЗЗ БАЭС составила 0,53 мЗв, изменяясь в диапазоне 0,43–0,62 мЗв; в ЗН – 0,52 мЗв с диапазоном изменения 0,48–0,58 мЗв; в контрольном пункте (В Дуброво) – 0,49 мЗв.

Таблица 3.2.12

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства в окрестностях РОО, Бк/кг сырой массы (данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России г. Заречный и ОРБ БАЭС)

Место отбора и вид пробы	^{137}Cs	
	2023 г.	2022 г.
Пшеница*	<1,1	<2,0
Допустимая уд. акт.	**60**	
Овощи	0,08	0,08
Корнеплоды	0,08	0,10
Допустимая уд. акт.	**80**	
Молоко	0,16	0,14
Допустимая уд. акт.	**100**	
Ягоды	0,062	0,069
Допустимая уд. акт.	**160**	
Грибы	2,35	2,67
Допустимая уд. акт.	**500**	
Мясо	0,48	0,46
Допустимая уд. акт.	**200**	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	0,38	0,37
Допустимая уд. акт.	**130**	
Картофель	0,13	0,13
Допустимая уд. акт.	**80**	

Примечание: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России.

В соответствии с рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016 [6] для Белоярской АЭС по данным радиационного мониторинга были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ) почвы, поверхностных вод и атмосферного воздуха по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.2.13).

Таблица 3.2.13

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод и почвы БАЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2022 2023	$2{,}1\cdot10^{-4}$ $1{,}9\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$2{,}5\cdot10^{-4}$ $4{,}1\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$2{,}4\cdot10^{-4}$ $3{,}9\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
Вода	СЗЗ	2022 2023	$2{,}5\cdot10^{-3}$ $7{,}1\cdot10^{-3}$	^{3}H
	ЗН	2022 2023	$2{,}6\cdot10^{-3}$ $6{,}2\cdot10^{-3}$	^{3}H
	Контрольный водоём	2022 2023	$1{,}4\cdot10^{-3}$ $6{,}6\cdot10^{-4}$	^{3}H
Атмосфера	СЗЗ	2022 2023	$1{,}0\cdot10^{-6}$ $3{,}7\cdot10^{-6}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$1{,}2\cdot10^{-6}$ $2{,}1\cdot10^{-6}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$5{,}8\cdot10^{-7}$ $2{,}0\cdot10^{-6}$	^{137}Cs

Во всех случаях ИПЗ значительно меньше единицы, что свидетельствует о радиационной безопасности окружающей среды по природоохранному критерию.

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС в 2023 г. осталось на уровне предшествующих лет. Влияние БАЭС на радиационную обстановку проявляется в загрязнении водных объектов техногенными радионуклидами, накопленными ранее в результате прошлой деятельности АЭС. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

3.3. Билибинская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Билибинская атомная станция» (Билибинская АЭС, далее – БиАЭС) находится на крайнем северо-востоке России за полярным кругом в зоне вечной мерзлоты на территории Чукотского автономного округа.

Билибинская АЭС (БиАЭС) включает в себя четыре однотипных энергоблока ЭГП-6 мощностью по 12 МВт каждый. Блок № 1 был введён в промышленную эксплуатацию 12 января 1974 года. Остальные три блока вводились последовательно с интервалом один год. Блок № 1 остановлен 23 марта 2018 года.

Жидкие радиоактивные отходы размещаются в хранилище жидких радиоактивных отходов. Средне- и высокоактивные сухие радиоактивные отходы размещаются в хранилище радиоактивных отходов, низкоактивные сухие радиоактивные отходы – в приповерхностном хранилище траншейного типа.

Промплощадка БиАЭС расположена в долине ручья Большой Поннеурген, в 3,5 км к востоку от г. Билибино. Ручей Большой Поннеурген течёт 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 км^2. Размер СЗЗ вокруг АЭС составляет 0,5 км, ЗН – 5 км.

В зоне наблюдения находится один населённый пункт – г. Билибино (численность населения составляет около 5,4 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.

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через две вентиляционные трубы с отметкой устья 50 м, 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 2022−2023 гг. представлены в табл. 3.3.1. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Билибинской АЭС в атмосферу в 2023 г. не превышали допустимых выбросов.

Содержание ИРГ и долгоживущих радионуклидов в выбросах Билибинской АЭС менее МДА измерительной аппаратуры учитывается расчётным методом (1/2МДА·V (объём выброса по каждому нормируемому радионуклиду)).

Таблица 3.3.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}99\cdot10^{14}$	$4{,}99\cdot10^{8}$	$5{,}32\cdot10^{8}$	$-3{,}3\cdot10^{7}$
^{14}C	$2{,}76\cdot10^{12}$	$5{,}04\cdot10^{8}$	$5{,}22\cdot10^{8}$	$-1{,}8\cdot10^{7}$
Сумма ИРГ	$1{,}24\cdot10^{15}$	$3{,}56\cdot10^{14}$	$3{,}35\cdot10^{14}$	$+1{,}6\cdot10^{13}$
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{9}$	$2{,}61\cdot10^{7}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$+1{,}3\cdot10^{6}$
^{131}I	$1{,}80\cdot10^{10}$	$1{,}55\cdot10^{8}$	$1{,}53\cdot10^{8}$	$+2{,}00\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$9{,}00\cdot10^{8}$	$2{,}06\cdot10^{4}$	$2{,}03\cdot10^{4}$	$+3{,}00\cdot10^{2}$
^{137}Cs	$2{,}00\cdot10^{9}$	$2{,}06\cdot10^{4}$	$2{,}08\cdot10^{4}$	$-2{,}00\cdot10^{2}$

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного цирконтура, 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 ПЛК в ручей Большой Поннеургин. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов станционного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. Вклад вод хозяйственно-фекальной канализации (ХФК) в поступление радионуклидов в окружающую среду незначителен.

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС 2022−2023 гг. приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2023 г. на БиАЭС не было. Содержание контролируемых радионуклидов в сбросах было меньше ДС на два–шесть порядков. Представленные в табл. 3.3.2 значения получены расчётным путём.

Таблица 3.3.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на БиАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс, расчёт		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}35\cdot10^{13}$	$6{,}35\cdot10^{10}$	$1{,}20\cdot10^{11}$	$-5{,}65\cdot10^{11}$
^{54}Mn	$2{,}90\cdot10^{9}$	$2{,}76\cdot10^{7}$	$3{,}89\cdot10^{7}$	$-1{,}13\cdot10^{7}$
^{59}Fe	$3{,}90\cdot10^{10}$	$3{,}67\cdot10^{6}$	$2{,}81\cdot10^{6}$	$+8{,}60\cdot10^{7}$
^{60}Co	$1{,}67\cdot10^{10}$	$2{,}11\cdot10^{8}$	$2{,}05\cdot10^{8}$	$+6{,}00\cdot10^{10}$
^{65}Zn	$2{,}37\cdot10^{10}$	$1{,}98\cdot10^{4}$	$1{,}98\cdot10^{4}$	-
^{134}Cs	$6{,}47\cdot10^{9}$	$8{,}88\cdot10^{3}$	$8{,}89\cdot10^{3}$	$-1{,}00\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$9{,}92\cdot10^{9}$	$1{,}36\cdot10^{4}$	$1{,}37\cdot10^{4}$	$-1{,}00\cdot10^{6}$
^{144}Ce	$9{,}81\cdot10^{10}$	$1{,}27\cdot10^{5}$	$1{,}26\cdot10^{5}$	$+1{,}00\cdot10^{7}$

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в радиусе 5 км от БиАЭС осуществляет группа внешнего радиационного контроля отдела радиационной безопасности БиАЭС. В течение года группа внешнего радиационного контроля проводит регулярный мониторинг радиационной обстановки на промплощадке, в СЗЗ и ЗН.

Район радиационного мониторинга объектов окружающей среды вокруг БиАЭС условно разделён 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 разделён на четыре сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии 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 2023 г. ГВРК БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН;

– радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения с экспозицией в один месяц, объёмная активность радионуклидов в воде открытых водоёмов, удельная активность источников питьевой воды;

– удельная активность радионуклидов в почве, донных отложениях и растительности;

– мощность дозы гамма-излучения на местности и годовая поглощённая доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторная гамма-спектрометрическая система Ortec, спектрометрический комплекс СКС-07П-Б11 «Кондор».

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС. В 2023 г. отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений в двух пунктах (Билибино, Кепервеем) с помощью горизонтального планшета без бортиков с экспозицией в одни сутки и в трёх пунктах (рис. 3.3.1) велись наблюдения за МАЭД.

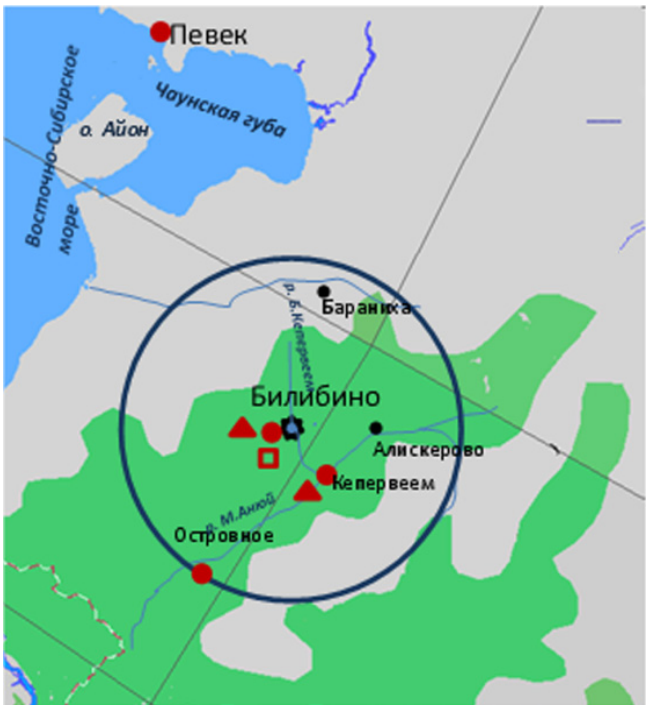


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-фоном;
– отбор проб атмосферных выпадений;
– планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2023 г., по данным ГВРК БиАЭС, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ГВРК БиАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
^{60}Co	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
^{134}Cs	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
^{137}Cs	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2023 г. в СЗЗ и ЗН в приземном слое атмосферы объёмные активности ^{134}Cs и ^{137}Cs были ниже МДА.

Значения Σβ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4.

Таблица 3.3.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023
Билибино	с	0,19	0,22	0,22	0,23	0,28	0,23	0,23	0,19	0,20	-	-	-	0,20
	м	0,35	0,42	0,37	0,38	0,44	0,39	0,33	0,28	0,32	-	-	-	0,44
Кепервеем	с	0,20	0,25	0,23	0,20	0,24	0,28	0,25	0,18	0,21	-	-	-	0,20
	м	0,36	0,47	0,51	0,29	0,42	0,42	0,38	0,26	0,26	-	-	-	0,51

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в г. Билибино и г. Кепервеем составляли 0,20 Бк/м^2·сут, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,18 до 0,28 Бк/м^2·сут. Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в марте в г. Кепервеем (0,51 Бк/м^2·сут) и в мае в г. Билибино (0,44 Бк/м^2·сут). В среднем Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2023 г. была ниже среднего значения Σβ выпадений по территории севера Восточной Сибири в 2023 г. (0,59 Бк/м^2·сут).

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоёмов в 2023 г., по данным ГВРК, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2022 год. Как видно из табл. 3.3.5, содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2023 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

В 2023 г. в воде контролируемых водных объектов содержание ^{60}Co и ^{137}Cs было также ниже пределов обнаружения.

Донные отложения для анализа отбирались ГВРК в местах отбора проб воды (табл. 3.3.5). В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался ^{60}Co, удельная активность которого в 2023 г. в 1,5 раза ниже по сравнению с 2022 г. и на три порядка ниже минимально значимой удельной активности для ^{60}Co, равной $1 \cdot 10^4$ Бк/кг по НРБ-99/2009 [2] и ОСПОРБ-99 [4]. Накопление ^{60}Co в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (5 Бк/кг в.-с.).

Таблица 3.3.5

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС (данные ГВРК БиАЭС)

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	^{137}Cs		^{60}Co	
		2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Вода, мБк/л					
Водохранилище	3,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
руч. Б. Поннеургеи, ниже сброса ПЛК	1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
руч. Б. Поннеургеи, устье	4,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоём	10,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Донные отложения, Бк/кг в.-с.					
Водохранилище	3,2	< 5	< 5	< 5	< 5
руч. Б. Поннеургеи, ниже сброса ПЛК	1,5	< 5	< 5	49,8	75,3
руч. Б. Поннеургеи, устье	4,0	< 5	< 5	< 5	< 5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоём	10,0	< 5	< 5	< 5	< 5
Почва, Бк/м^2					
СЗЗ	0,3	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
СЗЗ	0,5				
ЗН	3,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
ЗН	3,8				
Контрольная точка	5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Ягода (голубика), Бк/кг, сырой вес					
СЗЗ	0,3 – 0,5	< 1,0	< 1,0	-	-
ЗН	1,5 – 3,5	< 1,0	< 1,0	-	-
Контрольная точка	5,0	< 1,0	< 1,0	-	-
Грибы, Бк/кг					
ЗН, север	1,2	1,92	< 1	-	-
ЗН, восток	2,0	1,62	1,78	-	-
ЗН, юг	1,0	3,53	3,49	-	-
ЗН, запад	5,0	3,54	2,91	-	-

Примечание: - – измерения не проводились.

Почва, растительность

Пробы почвы отбирались ГВРК 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 которых нет смыва почвы с соседних участков. На выбранном участке намечался равносторонний треугольник со стороной 10 метров. В каждой вершине треугольника отбиралась проба почвы площадью 100 см^2 и глубиной 5 см. Из трёх индивидуальных проб приготавливалась одна усреднённая. 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 2023 г. содержание ^{137}Cs, ^{60}Co и ^{134}Cs было ниже МДА.

В 2023 г. содержание ^{137}Cs в ягодах во всех точках отбора было ниже МДА и нулевого фона (2,6 Бк/кг сырого веса). В пробах грибов в ЗН был зарегистрирован ^{137}Cs, все значения находились на уровне фона. В ягеле, хвое кедрового стланика и осоковых травах всей ЗН содержание ^{137}Cs и ^{60}Co было ниже МДА (1,0 Бк/кг).

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МАЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2023 г. изменялись от 0,10 до 0,13 мкЗв/ч, максимальные значения МАЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона.

Контроль МАЭД на местности на БиАЭС проводился в 2023 г. при маршрутных обследованиях, а также на стационарных постах АСКРО. По данным ГВРК БиАЭС, среднегодовая

МАЭД в СЗЗ и ЗН варьировалась от 0,11 до 0,12 мкЗв/ч (данные АСКРО), в контрольной точке (5 км от АЭС) – 0,12 мкЗв/ч (данные регламентных маршрутов). Максимальные измеренные значения МАЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,15 и 0,14 мкЗв/ч соответственно (данные АСКРО), в контрольной точке – 0,19 мкЗв/ч (данные регламентных маршрутов).

Поглощённые за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в СЗЗ и ЗН АЭС, варьировали от 0,56 до 0,82 мГр, а в контрольном пункте (5 км от АЭС) – 0,50 мГр.

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения БиАЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ) (табл. 3.3.6), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

Таблица 3.3.6

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы БиАЭС за 2022– 2023 гг.

Компонент	Годы наблюдений	Участок территории	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, %	
Почва	2022	СЗЗ	$3{,}57\cdot10^{-5}$	^{137}Cs	^{60}Co
				50	50
	2023		$3{,}57\cdot10^{-5}$	50	50
	2022	ЗН	$3{,}57\cdot10^{-5}$	50	50
	2023		$3{,}57\cdot10^{-5}$	50	50
	2022	Контрольный пункт	$3{,}57\cdot10^{-5}$	50	50
	2023		$3{,}57\cdot10^{-5}$	50	50
Вода	2022	СЗЗ	$1{,}51\cdot10^{-4}$	^{137}Cs	^{60}Co
				21	79
	2023		$1{,}51\cdot10^{-4}$	21	79
	2022	КП	$1{,}51\cdot10^{-4}$	21	79
	2023		$1{,}51\cdot10^{-4}$	21	79
Донные отложения	2022	СЗЗ	$1{,}02\cdot10^{-2}$	^{137}Cs	^{60}Co
				1	99
	2023		$6{,}73\cdot10^{-3}$	1	99
	2022	КП	$7{,}42\cdot10^{-5}$	55	45
	2023		$7{,}42\cdot10^{-5}$	55	45

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012) [5] и природоохранным / экологическим (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021) [6–8] критериям.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже 1, что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию объекта использования атомной энергии Билибинской АЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС рекомендуется продолжить мониторинг радиационной обстановки в районе его расположения.

3.4. Калининская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция» (Калининская АЭС, далее – КлнАЭС) расположен в северной части Тверской области в 150 км от г. Тверь и в 5 км к северу от г. Удомля, в котором проживают 25,5 тыс. человек. Промплощадка АЭС примыкает к южному берегу оз. Удомля. СЗЗ КлнАЭС установлена радиусом 1,2 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб энергоблоков №№ 1, 2, 3 и 4 с примыканием к нему с запада, северо-запада и северо-северо-востока территорий землеотвода под сбросной канал и градирни 3-го блока. ЗН установлена радиусом 11 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб энергоблоков №№ 1, 2, 3 и 4. В ЗН размещаются около 52 населённых пунктов и г. Удомля.

В 2023 г. в составе КлнАЭС находились четыре действующих энергоблока с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР-1000) мощностью 1000 МВт каждый. Энергетический пуск блока № 1 состоялся в 1984 г., в 1986 г. был включён в сеть энергоблок № 2, энергоблок № 3 введён в эксплуатацию в 2004 г., в 2011 г. состоялся пуск энергоблока № 4.

Гидрографическая сеть района КлнАЭС развита хорошо благодаря равнинному рельефу. Наиболее крупные озёра – Удомля, Песьво, Наволок, Кезадра и Кубыча. Озёра Удомля и Песьво, соединённые естественной протокой, используются в качестве водоёмов-охладителей АЭС. Регулирование стока и горизонта озёр Песьво и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на р. Съеже, вытекающей из оз. Удомля.

Обращение с радиоактивными отходами на КлнАЭС подробно описано в [15].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КлнАЭС осуществляются через четыре вентиляционные трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдувки и воздух из помещений блоков № 1 и № 2. Во вторую трубу поступает воздух из помещений спецкорпуса и здания переработки ТРО, в третью и четвёртую – из помещений реакторных отделений блоков № 3 и № 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 КлнАЭС в 2023 г. и для сравнения в 2022 г. приведены в табл. 3.4.1.

Таблица 3.4.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КлнАЭС, Бк (данные КлнАЭС)

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$4{,}23\cdot10^{14}$	$6{,}48\cdot10^{10}$	$1{,}04\cdot10^{11}$	$-3{,}92\cdot10^{10}$
^{14}C	$5{,}91\cdot10^{12}$	$9{,}47\cdot10^{8}$	$3{,}41\cdot10^{10}$	$-3{,}32\cdot10^{10}$
^{41}Ar	$6{,}90\cdot10^{12}$	$1{,}17\cdot10^{12}$	$6{,}11\cdot10^{10}$	$+1{,}11\cdot10^{12}$
^{87}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$1{,}74\cdot10^{11}$	$9{,}80\cdot10^{10}$	$+7{,}60\cdot10^{10}$
^{88}Kr	$5{,}95\cdot10^{14}$	$2{,}10\cdot10^{12}$	$9{,}72\cdot10^{10}$	$+2{,}00\cdot10^{12}$
^{131}I	$1{,}80\cdot10^{10}$	$1{,}45\cdot10^{8}$	$2{,}37\cdot10^{7}$	$+1{,}21\cdot10^{8}$
^{54}Mn	$3{,}10\cdot10^{11}$	$3{,}43\cdot10^{6}$	$3{,}35\cdot10^{6}$	$+8{,}00\cdot10^{4}$
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}43\cdot10^{7}$	$1{,}23\cdot10^{7}$	$+2{,}00\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$9{,}00\cdot10^{8}$	$1{,}18\cdot10^{7}$	$1{,}04\cdot10^{7}$	$+1{,}40\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$2{,}00\cdot10^{9}$	$1{,}84\cdot10^{7}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$+5{,}50\cdot10^{6}$

Примечание: * – значения выбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса).

Из табл. 3.4.1 видно, что в 2023 г. годовые выбросы ^{3}H и ^{14}C уменьшились в 1,6 и 36 раз соответственно, выбросы остальных радионуклидов выросли, оставаясь на два порядка ниже допустимых. Величины выбросов всех контролируемых радионуклидов не превышали установленных нормативов. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ^{41}Ar (0,17 % ДВ) и ^{88}Kr (0,35 % ДВ).

Жидкие радиоактивные среды, образующиеся при работе АЭС, проходят очистку на системах спецводоочистки СВО-1÷СВО-7 и повторно используются в технологическом цикле. Дебалансные воды после соответствующей подготовки закачиваются для захоронения в подземный водоносный горизонт на полигоне глубинного захоронения производственных сточных вод, введённом в эксплуатацию в 2007 г. (до 2007 г. их удаление проводилось в озёра Песьво и Удомля).

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2023 г. на КлнАЭС приведены в табл. 3.4.2.

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2023 г. уменьшилась по сравнению с 2022 г. в 2,2 раза. В сбросах с брызгальных бассейнов в 2023 г. фактически определён ^{3}H (97,6 % общей активности сброса), ^{137}Cs и ^{134}Cs. Сбросы ^{3}H уменьшились в 2023 г. в 2,2 раза и составили 0,01 % допустимого. Как видно из табл. 3.4.2, в 2023 г. сбросы всех контролируемых радионуклидов уменьшились за счёт уменьшения объёма сброса воды с брызгального бассейна. В 2023 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было. Сбросы радионуклидов были на два–пять порядков ниже допустимых.

Таблица 3.4.2

Сбросы радионуклидов в озёра Песьво и Удомля со сточными водами на КлнАЭС, Бк (данные КлнАЭС)

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс*		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$8{,}76\cdot10^{12}$	$8{,}65\cdot10^{8}$	$1{,}93\cdot10^{9}$	$-1{,}07\cdot10^{9}$
^{54}Mn	$2{,}34\cdot10^{10}$	$3{,}94\cdot10^{6}$	$6{,}09\cdot10^{6}$	$-2{,}15\cdot10^{6}$
^{58}Co	$2{,}53\cdot10^{11}$	$3{,}72\cdot10^{6}$	$5{,}70\cdot10^{6}$	$-1{,}98\cdot10^{6}$
^{60}Co	$6{,}00\cdot10^{9}$	$3{,}72\cdot10^{6}$	$5{,}83\cdot10^{6}$	-2,11·106
^{65}Zn	$1{,}52\cdot10^{10}$	$8{,}33\cdot10^{6}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	-4,57·106
^{90}Sr	$4{,}29\cdot10^{9}$	$9{,}00\cdot10^{5}$	$1{,}40\cdot10^{6}$	$-5{,}00\cdot10^{5}$
^{106}Ru	$1{,}75\cdot10^{10}$	$3{,}30\cdot10^{7}$	$5{,}12\cdot10^{7}$	$-1{,}82\cdot10^{7}$
^{134}Cs	$6{,}31\cdot10^{9}$	$7{,}23\cdot10^{6}$	$3{,}63\cdot10^{7}$	$-2{,}91\cdot10^{7}$
^{137}Cs	$9{,}64\cdot10^{9}$	$1{,}97\cdot10^{7}$	$7{,}74\cdot10^{7}$	$-5{,}77\cdot10^{7}$
^{144}Ce	$2{,}28\cdot10^{10}$	$2{,}84\cdot10^{7}$	$4{,}40\cdot10^{7}$	$-1{,}56\cdot10^{7}$

Примечание: * – сбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учётом присвоения значения, равного ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на КлнАЭС приборами и методами.

Радиационная обстановка вокруг КлнАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным и Центральным УГМС, а в радиусе до 25 км – лабораторией внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) КлнАЭС. В 2023 г. мониторинг радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КлнАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 3.4.1):

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в восьми пунктах постоянного наблюдения, изготовленных ФГБУ НПО «Тайфун» (семь расположены вблизи АЭС и один – в контрольном пункте г. Вышний Волочёк, 50 км на юго-запад от АЭС). Посты представляют собой модульную конструкцию с установленной в ней воздухофильтрующей установкой УВФ-2 с производительностью 1100 м^3/ч. Время экспозиции фильтров − одна неделя;

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в трёх пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей: в СЗЗ − пост № 1 (промзона, вблизи ХСО), в ЗН − пост № 2 (д. Глиновка) и пост № 3 (д. Ряд). Пробы отбирались с помощью кювет с площадью 0,25 м^2 и высотой бортиков 25 см, время экспозиции проб составляло не более 10 дней. В контрольном пункте – пост № 8 (г. Вышний Волочёк) в связи с невозможностью установки кювет контроль плотности радиоактивных выпадений из атмосферного воздуха проводился по пробе снега. Отбор осуществляется один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи поста;

– определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоёмов, а также в донных отложениях, водной растительности и рыбе;

– определялось содержание радионуклидов в почве, растительности, пищевых продуктах местного производства;

– проводился мониторинг МАЭД и годовой поглощённой дозы на местности.

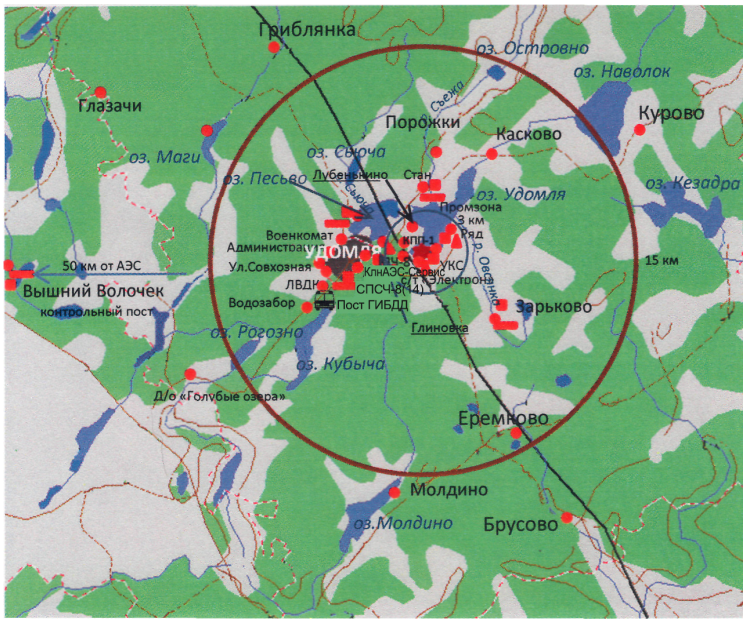


Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КлнАЭС:

- – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – отбор проб снега;
- – передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КлнАЭС.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Северо-Западного УГМС и Центрального УГМС показана на рис. 3.4.2.

В 2023 г. в 100-км зоне КлнАЭС проводились наблюдения следующих параметров окружающей среды:

− радиоактивности атмосферных аэрозолей в одном пункте путём отбора проб на фильтры с помощью ВФУ с пятисуточной экспозицией;

− радиоактивности атмосферных выпадений в двух пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией;

− МАЭД в семи пунктах постоянного наблюдения.

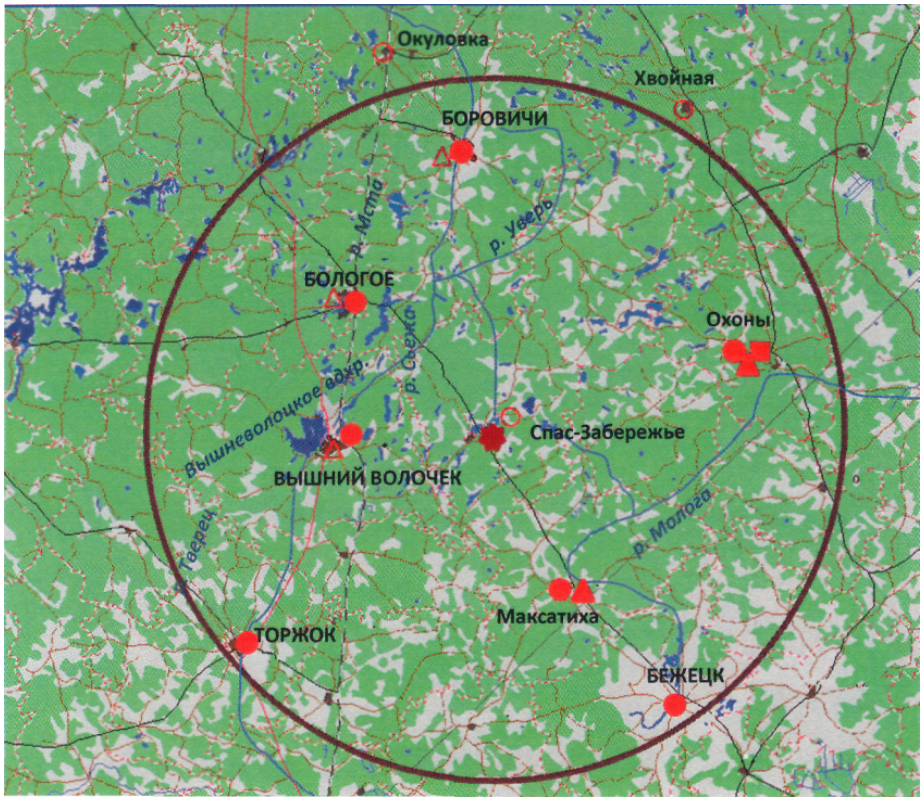


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КлнАЭС:

- – АЭС;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- – планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2023 г., полученные ЛВДК в объединённых и осреднённых пробах для СЗЗ, ЗН и КП, представлены в табл. 3.4.3.

Таблица 3.4.3

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КлнАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ЛВДК КлнАЭС)

Пункт контроля	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	3,30	6,80	<0,72	<0,98	<0,64	<9,60	1,10	<2,60
ЗН	2,98	2,60	< 0,89	< 0,16	< 0,81	< 0,32	<1,00	<0,50
г. Вышний Волочёк (контрольный пункт)	2,70	3,60	< 0,88	< 0,84	< 0,80	< 0,78	<1,20	<3,50
ДОА$_{НАС.}$, Бк/м^3	27		19		11		2,7	

Анализ данных показывает, что в 2023 г. в СЗЗ, ЗН и КП, как и в предыдущие годы, достоверно определялся ^{137}Cs, среднегодовая активность которого уменьшилась, по сравнению с предыдущим годом, в СЗЗ и КП в 2,1, 1,3 раза соответственно, увеличилась – в ЗН в 1,1 раза и была на восемь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2]. В СЗЗ в 2023 г. достоверно определялся также ^{90}Sr. Содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже МДА.

В табл. 3.4.4, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объёмной Σβ радионуклидов в воздухе в п. Охоны, а также значения Σβ атмосферных выпадений за 2023 г. в пп. Охоны и Максатиха, расположенных в 100-км зоне КлнАЭС.

Таблица 3.4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ выпадений (P, Бк/м²·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне КлнАЭС в 2023 г. (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		P	q	P	P	q
Январь	с	0,8	4,7	1,0	0,8	7,3
	м	5,4	7,7	3,4		
Февраль	с	0,8	5,8	0,6	0,6	9,3
	м	2,7	42,2	1,5		
Март	с	0,3	2,5	0,8	0,6	11,3
	м	1,1	3,3	1,6		
Апрель	с	0,7	5,9	0,7	0,6	10,5
	м	1,8	9	1,1		
Май	с	0,6	6,9	0,9	0,6	6,1
	м	1,7	13,7	1,6		
Июнь	с	0,4	5,2	1,0	0,4	9,0
	м	2,2	8,4	3,1		
Июль	с	0,4	4,9	0,7	0,4	6,7
	м	2,7	8	1,9		
Август	с	0,5	3,2	0,9	0,4	7,3
	м	1,9	5	2,3		
Сентябрь	с	0,6	5,4	0,8	0,6	6,4
	м	1,7	11,7	1,8		
Октябрь	с	0,2	1,5	0,9	0,6	3,6
	м	0,6	3,4	1,7		
Ноябрь	с	0,3	1,8	0,8	0,6	3,7
	м	1,1	2,8	2,4		
Декабрь	с	0,3	1,3	0,7	0,6	4,5
	м	1,0	3,8	2,1		
Среднее:	**2023 г.**	**0,5**	**4,1**	**0,8**	**0,6**	**7,1**
	2022 г.	0,6	4,6	1,0	0,6	6,6
Сумма, Бк/м²·год:	**2023 г.**	**183**		**292**	**201**	
	2022 г.	219		365	208	

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2023 г. среднемесячная объёмная Σβ в п. Охоны изменялась от $1{,}3\cdot10^{-5}$ до $6{,}9\cdot10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная Σβ в этом пункте была в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ($7{,}1\cdot10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КлнАЭС, в СЗЗ, ЗН и КП в 2023 г. радионуклиды станционного происхождения в пробах выпадений обнаружены не были (значения контролируемых величин не превышали МДА). В КП в пробах снега обнаружен ^{90}Sr ($1{,}3\cdot10^{-3}$ Бк/м²·сут), в осадках СЗЗ обнаружен ^{3}H с активностью 47 Бк/л, что значительно превышает максимальное среднегодовое значение объёмной активности ^{3}H в атмосферных осадках на территории РФ за последние 20 лет [16].

По данным Северо-Западного и Центрального УГМС, годовые значения Σβ выпадений в 2023 г. уменьшились в п. Максатиха в 1,25 раза, в п. Охоны – в 1,2 раза по сравнению с 2022 годом. Среднемесячные величины Σβ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,2 до 0,9 Бк/м²·сут. Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в ноябре в п. Максатиха и составляли 2,4 Бк/м²·сут. В среднем значение Σβ выпадений в 100-км зоне КлнАЭС в 2023 г. составило 0,65 Бк/м²·сут, что превышает уровень средневзвешенного значения Σβ выпадений для Севера ЕТР в 1,2 раза.

Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоёмов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в полугодие. В табл. 3.4.5 представлены усреднённые данные о содержании радионуклидов в воде водоёмов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля), р. Съежа (вытекающей из водоёмов-охладителей), а также близлежащих водоёмов, не связанных со сбросами КлнАЭС, – оз. Саминец и оз. Кубыча, расположенных в ЗН и выбранных в качестве фоновых.

Таблица 3.4.5

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов, Бк/л (данные ЛВДК КлнАЭС)

Пункт контроля	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{3}H		^{90}Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	< 1,9	< 1,6	< 1,9	< 1,6	< 1,7	< 1,5	< 10	< 10	2,2	3,4
оз. Удомля (водоём-охладитель)	< 1,7	< 1,6	< 1,7	< 1,6	< 1,6	< 1,5	< 10	< 10	2,3	3,7
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,9	< 1,6	< 1,9	< 1,6	< 1,7	< 1,5	< 10	< 10	3	2,5
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	< 1,9	< 1,8	< 1,9	< 1,8	< 1,7	< 1,6	< 10	< 10	2,1	2
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	< 1,9	< 2,0	< 1,8	< 1,9	< 1,6	< 1,8	< 10	< 10	1,9	1,4

Из табл. 3.4.5 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоёмах, объёмные активности ^{137}Cs, ^{60}Co и ^{3}H находятся ниже предела обнаружения используемого метода анализа. Значения среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr ниже соответствующих результатов до пуска АЭС. Объёмная активность ^{3}H в водоёмах-охладителях в 2023 г. на два порядка ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и рекомендованного контрольного уровня (5000 Бк/л по данному нуклиду для водоёмов-охладителей). В 2023 г. значение среднегодовой объёмной активности ^{3}H в водоёмах-охладителях находилось на уровне предыдущего года. Объёмные активности ^{3}H в водоёмах-охладителях достоверно не определяются в рамках используемой методики в оз. Песьво с 2021 г., в оз. Удомля – с 2020 года. Так как нижняя граница диапазона измерений, равная 10 Бк/л, превышает фоновые уровни содержания ^{3}H в поверхностных водах на территории РФ, рекомендуется переход на более чувствительную методику измерений. В контрольных водоёмах (оз. Саминец и оз. Кубыча) и в р. Съежа в 2023 г. данный нуклид не идентифицирован (активность меньше МДА, равной 10 Бк/л).

Донные отложения из водоёмов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. В табл. 3.4.6 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоёмов-охладителей, р. Съежа, р. Хомутовка (впадает в оз. Удомля), протекающей по территории промплощадки АЭС, в нижнее течение которой производится сброс ПЛК и очищенных вод шламоотвала, а также озёр Саминец и Кубыча. По данным КлнАЭС, пересчётный коэффициент (коэффициент высушивания) был определён экспериментально для каждой точки отбора. Оценочное значение коэффициента высушивания в 2023 г. составило от 0,86 до 1,67. Результаты мониторинга в 2023 г. показали, что ^{134}Cs, ^{137}Cs и ^{60}Co в пробах донных отложений во всех местах пробоотбора достоверно не определялись (значения контролируемой величины не превышали МДА). Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведённые в табл. 3.4.5, являются наиболее низкими по каждому из приведённых водоёмов, 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 водоёмах на больших глубинах, что подтверждается проведёнными в 2002–2003 гг. исследованиями мелководных и глубоководных участков водоёмов-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.). В 2023 г. в донных отложениях водоёма-охладителя оз. Песьво был идентифицирован ^{90}Sr с активностью 1,85 Бк/кг. Значения контролируемых величин находятся на уровне средних показателей за пять предыдущих лет наблюдений (в пределах неопределённости измерений) и меньше соответствующих значений нулевого фона, что свидетельствует об отсутствии накопления радионуклидов в донных отложениях.

Таблица 3.4.6

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КлнАЭС (данные ЛВДК КлнАЭС)

Пункт контроля	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Донные отложения водоёмов, Бк/кг с.-м.								
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	< 1,30	< 0,68	< 0,69	< 0,65	< 0,56	< 0,53	1,85	< 0,87
оз. Удомля (водоём-охладитель)	< 1,02	< 0,66	<0,99	<0,63	< 0,80	< 0,51	< 0,68	< 0,89
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	< 0,65	< 0,70	< 0,63	< 0,68	< 0,51	< 0,55	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 0,77	< 0,69	< 0,66	< 0,73	< 0,59	< 0,54	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	< 0,67	< 0,66	< 0,64	< 0,63	< 0,52	< 0,51	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	< 0,69	< 0,70	< 0,66	< 0,67	< 0,53	< 0,54	-	-
Водная растительность, Бк/кг								
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	1,50	3,46	< 0,66	< 0,88	< 0,57	< 0,77	2,16	2,26
оз. Удомля (водоём-охладитель)	2,42	3,37	< 0,72	< 1,32	< 0,74	< 1,15	< 2,74	< 3,95
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	1,69	2,93	< 0,45	< 0,79	< 0,39	< 0,69	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	3,87	5,34	< 1,16	< 0,98	< 0,97	< 0,83	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	3,22	5,44	< 0,67	< 0,87	< 0,57	< 0,75	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	2,62	2,90	< 0,45	< 0,69	< 0,38	< 0,61	-	-
Почва, кБк/м^2								
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
СЗЗ	0,27	0,13	< 0,049	< 0,041	0,22	< 0,035	0,038	< 0,059
ЗН	0,24	0,20	< 0,044	< 0,050	< 0,039	< 0,042	0,086	< 0,113
г. Вышний Волочёк (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,24	0,35	< 0,036	< 0,070	< 0,031	< 0,060	0,039	0,062
Снежный покров, Бк/м^2								
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
ЗН	< 0,072	< 0,046	<0,070	<0,045	<0,064	<0,040	0,47	0,28
г. Вышний Волочёк (50 км от АЭС) – контрольный пункт	< 0,093	< 0,093	<0,091	<0,091	<0,081	<0,081	0,15	0,50
Растительность, Бк/кг								
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{90}Sr	
СЗЗ	<0,11	<0,29	<0,11	<0,28	<0,09	<0,24	0,51	0,61
ЗН	<0,19	<0,32	<0,18	<0,31	<0,15	<0,27	<0,45	0,63
г. Вышний Волочёк (50 км от АЭС) – контрольный пункт	<0,11	<0,23	<0,11	<0,22	<0,09	<0,20	0,39	1,79

Примечание: - – измерения не проводились.

Водная растительность отбиралась один раз в год (в водоёмах-охладителях – два раза в год) в точках отбора донных отложений вблизи береговой линии водных объектов. В водной растительности поверхностных водоёмов достоверно определялся ^{137}Cs и в оз. Песьво – ^{90}Sr, значения активности которых меньше или на уровне соответствующих уровней нулевого фона в пределах неопределённости измерений (табл. 3.4.6).

ЛВДК в районе КлнАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы глубиной 5 см. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – одна точка контроля, в ЗН – шесть точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочёк) – одна точка. В табл. 3.4.5 приведены усреднённые данные о плотности содержания техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2023 году. Из табл. 3.4.6 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения, он достоверно определялся в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2023 г. в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г. (нулевого фона).

В отчётном году отбор проб растительности производился на территории стационарных постов постоянного наблюдения, расположенных в СЗЗ – 1 точка контроля, в ЗН – 6 точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочёк) – 1 точка. Во всех пунктах контроля достоверно определялся только ^{90}Sr с активностью ниже значения нулевого фона (15,9 Бк/кг).

Отбор снежного покрова осуществлялся один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи четырёх стационарных пунктов ЗН и в контрольном пункте (табл. 3.4.6). В 2023 году, как и в 2018–2022 гг., в ЗН и КП в снежном покрове не были обнаружены гамма-излучающие радионуклиды (значения контролируемых величин не превышали МДА). Идентифицируемый в пробах снега ^{90}Sr находится на уровне фоновых значений, обусловленных глобальными атмосферными выпадениями.

Обобщённые данные о содержании радионуклидов в продуктах питания в зоне наблюдения КлнАЭС представлены в табл. 3.4.7.

Таблица 3.4.7

Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции в районе расположения КлнАЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВДК КлнАЭС)

Вид пробы	^{137}Cs		^{90}Sr	
	2023 г.	До пуска АЭС*	2023 г.	До пуска АЭС*
Корнеплоды	< 0,06	0,09	0,10	0,08
Овощи	< 0,04	0,10	< 0,09	0,16
Картофель	< 0,06	0,09	< 0,06	0,08
Допустимая уд. акт.	**80**		**40**	
Ягоды лесные	4,29	4,70**	< 0,12	-
Допустимая уд. акт.	**160**		**не нормируется**	
Грибы лесные	1,72	-	0,07	-
Допустимая уд. акт.	**500**		**не нормируется**	
Молоко	< 0,04	0,27	< 0,04	0,17
Допустимая уд. акт.	**100**		**25**	
Мясо	< 0,08	0,12**	< 0,10	0,11**
Допустимая уд. акт.	**200**		**-**	
Рыба	0,18	0,50	0,38	1,48
Допустимая уд. акт.	**130**		**100**	

Примечания: - – нет данных;
* – в Бк/кг сухой массы;
** – данные по контрольному пункту (г. Вышний Волочёк).

Отбор проб проводился с учётом структуры питания сельского и городского населения района КлнАЭС. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах в 2023 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КлнАЭС. Наибольшее содержание ^{90}Sr в 2023 г. наблюдалось в рыбе (0,38 Бк/кг сырой массы), ^{137}Cs – в ягодах (4,29 Бк/кг сырой массы), что на два-три порядка ниже

допустимых удельных активностей. Содержание ^{131}I в молоке не выявлено – не превышает МДА применяемой методики (< 0,04 Бк/кг). Все значения соответствуют уровням глобального загрязнения указанных пищевых продуктов и не превышают регламентируемых для них допустимых значений в СанПиН 2.3.2.1078-01 [3].

До пуска КлнАЭС уровни гамма-излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 0,07–0,18 мкЗв/ч. В 2023 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения МАЭД в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО составляли 0,09 мкЗв/ч и 0,08 мкЗв/ч соответственно, по регламентным маршрутам – 0,10, 0,08 мкЗв/ч соответственно, и находились на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения МАЭД, по данным регламентных маршрутов и АСКРО, не превышали 0,15 мкЗв/ч. В контрольном пункте, по данным регламентных маршрутов, среднегодовое значение МАЭД составляло 0,07 мкЗв/ч.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного и Центрального УГМС, в 2023 г. среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне вокруг КлнАЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,17 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Среднегодовые значения МАЭД 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 КлнАЭС от дозы в контрольном пункте отсутствует.

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения КлнАЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 [5]) и природоохранному / экологическому (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021 [6–8]) критериям.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже 1 (табл. 3.4.8), что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию КлнАЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать выводы о том, что влияние КлнАЭС на радиоактивность объектов окружающей среды практически отсутствует. Радиационная

обстановка на территории СЗЗ и ЗН КлнАЭС соответствует требованиям действующего санитарно-гигиенического законодательства. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

Таблица 3.4.8

Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды в районе расположения КлнАЭС

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %			
Почва	СЗЗ			^{60}Co	^{90}Sr		^{137}Cs
		2022	$1{,}33\cdot10^{-4}$	-	39		61
		2023	$4{,}01\cdot10^{-4}$	39	13		48
	ЗН	2022	$2{,}18\cdot10^{-4}$	-	30		70
		2023	$3{,}01\cdot10^{-4}$	5	38		57
	Контрольный пункт	2022	$3{,}33\cdot10^{-4}$	-	25		75
		2023	$2{,}34\cdot10^{-4}$	5	22		73
Вода	СЗЗ			^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
		2022	$3{,}64\cdot10^{-4}$	48	3	33	14
		2023	$4{,}00\cdot10^{-4}$	49	2	35	14
	Контрольный водоём – оз. Саминец (ЗН)	2022	$3{,}93\cdot10^{-4}$	51	2	38	15
		2023	$4{,}16\cdot10^{-4}$	48	2	36	15
Атмосфера	СЗЗ			^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
		2022	$1{,}98\cdot10^{-6}$	19	13	1	67
		2023	$6{,}38\cdot10^{-7}$	4	34	2	59
	ЗН	2022	$3{,}64\cdot10^{-7}$	3	14	1	82
		2023	$4{,}91\cdot10^{-7}$	6	20	4	70
	Контрольный пункт- г. Вышний Волочёк	2022	$8{,}11\cdot10^{-7}$	4	43	2	51
		2023	$4{,}79\cdot10^{-7}$	6	25	4	65

3.5. Кольская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная станция» (Кольская АЭС, далее – КоАЭС) расположен за Северным полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра, в 12 км от г. Полярные Зори, на расстоянии 33 км к северу от г. Кандалакша и 60 км к югу от г. Мончегорск. КоАЭС введена в эксплуатацию в период с 1973 по 1984 г. в составе четырёх энергоблоков типа ВВЭР мощностью 440 МВт каждый в две очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и № 2, вторая очередь – энергоблоки № 3 и № 4. В 2023 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока общей мощностью 1760 МВт.

Вокруг Кольской АЭС установлены СЗЗ и ЗН. Площадь СЗЗ составляет 5,3 км^2, ЗН – 701,5 км^2. СЗЗ КоАЭС включает территорию центральной части полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра, до автомобильной дороги 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 СЗЗ также установлены вокруг хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО). СЗЗ ХССО является территория хранилища, ограниченная охранным периметром.

В ЗН Кольской АЭС находятся следующие населённые пункты: г. Полярные Зори, пос. Африканда, н.п. Зашеек. Наиболее крупным является г. Полярные Зори с числом жителей более 14 тыс. человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН, – около 16,4 тыс. человек.

На территории промплощадки КоАЭС расположены ХСО и временные 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 ОЯТ являются прireакторные бассейны выдержки энергоблоков № 1–№ 4. В 2010 г. введено в эксплуатацию хранилище отверждённых радиоактивных отходов (ХОРО).

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очередей энергоблоков. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносит ^{3}H (табл. 3.5.1). Значения газоаэрозольных выбросов радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2023 г. увеличились, по сравнению с 2022 г., по ^{60}Co и ^{137}Cs в 1,2 и 1,3 раза соответственно. Выбросы ^{3}H составили 0,16 %, ^{14}C – 5,13 % допустимых выбросов. Выбросы всех контролируемых радионуклидов оставались ниже допустимых.

Таблица 3.5.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк (данные КоАЭС)

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}28\cdot10^{15}$	$2{,}06\cdot10^{12}$	$2{,}33\cdot10^{12}$	$-2{,}70\cdot10^{11}$
^{14}C	$2{,}24\cdot10^{13}$	$1{,}15\cdot10^{11}$	$1{,}22\cdot10^{11}$	$-7{,}00\cdot10^{9}$
^{131}I	$3{,}60\cdot10^{10}$	$3{,}43\cdot10^{7}$	$4{,}13\cdot10^{7}$	$-7{,}00\cdot10^{6}$
^{60}Co	$1{,}48\cdot10^{10}$	$1{,}91\cdot10^{7}$	$1{,}62\cdot10^{7}$	$+2{,}90\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$3{,}60\cdot10^{9}$	$1{,}61\cdot10^{6}$	$1{,}77\cdot10^{6}$	$-1{,}60\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$4{,}00\cdot10^{9}$	$7{,}61\cdot10^{6}$	$6{,}06\cdot10^{6}$	$+1{,}55\cdot10^{6}$

Примечание: * – значения выбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса).

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская Имандра 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 неё населённых пунктов (г. Полярные Зори, н.п. Зашеек, пос. Африканда). Расстояние между водозабором и устьем сбросного канала АЭС по акватории озера составляет 22 км.

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2023 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 3.5.2.

Таблица 3.5.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на КоАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк (данные КоАЭС)

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс*		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$5{,}61\cdot10^{13}$	$1{,}20\cdot10^{13}$	$1{,}27\cdot10^{13}$	$-7{,}00\cdot10^{11}$
^{60}Co	$6{,}39\cdot10^{10}$	$1{,}15\cdot10^{7}$	$1{,}17\cdot10^{7}$	$-2{,}00\cdot10^{5}$
^{65}Zn	$6{,}70\cdot10^{10}$	$1{,}75\cdot10^{7}$	$1{,}64\cdot10^{7}$	$+1{,}10\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$1{,}18\cdot10^{10}$	$1{,}09\cdot10^{7}$	$1{,}00\cdot10^{7}$	$+9{,}00\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$1{,}27\cdot10^{10}$	$1{,}81\cdot10^{7}$	$1{,}09\cdot10^{7}$	$+7{,}20\cdot10^{6}$

Примечание: * – значения сбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса).

Наибольший вклад в абсолютную величину активности сброса вносит ^{3}H, сбросы которого в 2023 г. фактически не изменились и составили 21,4 % допустимого. Увеличившиеся сбросы ^{65}Zn, ^{134}Cs, ^{137}Cs не превысили 0,15 % соответствующих допустимых сбросов. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2023 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС осуществляет ОРБ КоАЭС. В 2023 г. службами ОРБ контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью шести непрерывно действующих фильтровентиляционных установок на территории СЗЗ, ЗН и контрольном пункте с периодичностью замены фильтров: установок JL-150 Hunter – один раз в месяц, аспирационных установок – один раз в неделю;

– радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения, расположенных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Кандалакша). С 2018 г. пробы отбираются с помощью универсальных баков-сборников атмосферных выпадений увеличенного объёма $(0{,}5 \times 0{,}5 \times 0{,}5)$ м^3, разработанных в НПО «Тайфун». Время экспозиции – один месяц;

– содержание радионуклидов в воде из оз. Имандра в шести точках, три из которых расположены в месте забора питьевой воды;

– радионуклидный состав подпиточной воды, воды тепловой сети и питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН, – периодически;

– содержание радионуклидов в почве и растительности в 16 постоянных пунктах наблюдения (пробы объединялись по постам СЗЗ, ЗН и контрольного пункта);

– содержание радионуклидов в пробах донных отложений в 6 постоянных точках контроля акватории оз. Имандра в пределах ЗН;

– содержание радионуклидов в садковой рыбе, выращиваемой в устье отводящего канала АЭС;

– содержание радионуклидов в грибах и ягодах;

– МАЭД в непрерывном (АСКРО) и периодическом (ежеквартально переносными дозиметрическими приборами по установленным маршрутам, а также с использованием передвижной радиоэкологической лаборатории) режимах.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС, независимо от ОРБ АЭС, осуществляет Мурманское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 3.5.1.

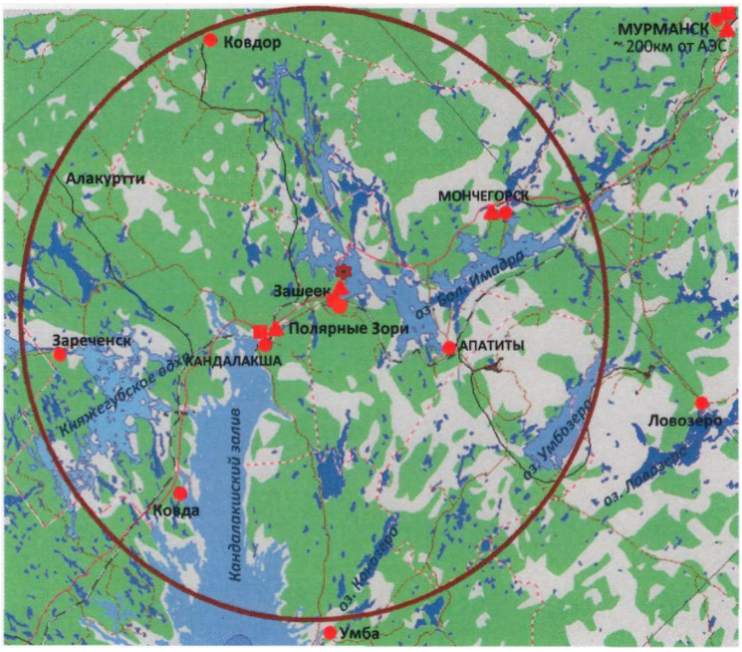


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-фоном;
– отбор проб атмосферных выпадений;
– отбор проб атмосферных аэрозолей.

В 2023 г. радиационный мониторинг, проводимый Мурманским УГМС, включал:

– мониторинг радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха: в трёх пунктах отбора проб атмосферных выпадений и в двух пунктах отбора проб радиоактивных аэрозолей с экспозицией 5 суток на фильтр ФПП-15-1.5. В отобранных пробах атмосферных выпадений и аэрозолей определялось содержание суммы β-активных и отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождений;

– наблюдения за МАЭД на девяти стационарных пунктах;

– маршрутные обследования в ближней зоне КоАЭС с отбором снега, растительности, почвы.

В октябре 2023 г. экспедиционной группой производился отбор донных отложений на створах озера Имандра: н.п. Зашеек и губа Молочная, а также в контрольной точке (р. Вите).

Приземная атмосфера

Атмосферные выпадения и объёмная Σβ в воздухе в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2023 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 3.5.3. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объёмной Σβ по Заполярному региону. Среднегодовые суточные Σβ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2023 г. в н.п. Зашеек, г. Кандалакша и в г. Мончегорске остались примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые суточные Σβ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2023 г. превышали уровень региональных выпадений в 1,2–1,6 раза. Среднемесячная величина Σβ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2023 г. колебалась в пределах от 0,7 до 2,2 Бк/м^2·сут. Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в н.п. Зашеек в феврале и составляли 6,5 Бк/м^2·сут.

Таблица 3.5.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (P, Бк/м^2·сут) и объёмной Σβ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м^3) в 100-км зоне КоАЭС в 2023 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		P	q	P	P	q	P	q
Январь	с	2,0	5,5	1,3	1,9	3,8	0,8	5,9
	м	4,2	8,3	3,7	6,0	5,5		
Февраль	с	1,2	9,0	1,1	2,2	8,1	0,7	8,2
	м	6,5	21,7	2,2	5,4	18,8		
Март	с	1,3	7,3	1,0	1,1	7,0	0,6	5,1
	м	5,2	16,9	2,7	2,0	13,8		
Апрель	с	1,0	6,5	0,7	1,1	5,7	1,0	4,1
	м	2,4	14,0	1,3	3,0	10,2		
Май	с	2,2	5,2	0,9	1,0	6,7	1,0	5,5
	м	6,2	8,8	1,9	2,9	8,6		
Июнь	с	1,1	6,4	1,0	1,2	5,5	1,0	4,3
	м	4,5	9,1	3,0	3,5	8,0		
Июль	с	0,8	4,7	0,8	0,9	4,7	0,4	4,0
	м	1,3	8,0	1,9	1,6	7,2		
Август	с	0,9	6,7	0,8	1,2	6,7	0,9	4,3
	м	3,2	11,3	2,9	6,2	11,4		
Сентябрь	с	1,3	10,0	1,0	1,1	13,5	0,9	4,3
	м	2,4	24,7	4,0	5,7	32,6		
Октябрь	с	1,2	4,6	1,2	0,9	4,5	1,1	4,3
	м	3,2	7,4	2,9	2,3	6,1		
Ноябрь	с	1,2	7,0	1,0	1,4	8,5	0,7	4,7
	м	2,7	13,6	2,2	3,1	12,4		
Декабрь	с	1,3	17,3	1,2	1,2	18,1	0,7	4,6
	м	5,3	25,6	3,7	3,0	41,8		
Среднее:	**2023 г.**	**1,3**	**7,5**	**1,0**	**1,3**	**7,7**	**0,8**	**4,9**
	2022 г.	1,5	6,7	1,1	1,4	7,1	0,8	4,5
Сумма, Бк/м^2·год:	**2023 г.**	**476**		**366**	**476**		**292**	
	2022 г.	551		409	494		292	

Среднемесячная объёмная Σβ в воздухе н.п. Зашеек, расположенном в 20-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, колебалась в 2023 г. в пределах от $4{,}6 \cdot 10^{-5}$ до $17{,}3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в г. Кандалакша – от $3{,}8 \cdot 10^{-5}$ до $18{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объёмная Σβ наблюдалась в феврале в г. Кандалакша и составляла $41{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из н.п. Зашеек (входит в 20-км зону КоАЭС) за 2016–2023 гг. и из г. Кандалакша за 2011–2014 гг. и 2020-2023 г. (с 2015 г. отбор проб в п. Кандалакша прекращён, в сентябре 2020 г. – возобновлён), проводимого Мурманским УГМС и «НПО «Тайфун», приведены в табл. 3.5.4.

Таблица 3.5.4

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КоАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (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	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
	2014	2,7	3,6	1,0	1,2	2,1	1,3
	2020	-	-	2,2[1)]	5,0	4,3[3)]	0,9
	2021	0,7	1,3	1,4	1,2	1,1	1,0
	2022	0,7	0,7	1,5	0,9	1,0	1,3
	2023	**0,7**	**1,7**	**-**	**0,4**	**1,2**	**1,3**
Зашеек	2016	1,9	0,9	2,2	0,7	1,4	1,2
	2017	1,1	0,4	9,2	0,7	2,8	1,2
	2018	1,1	3,2	1,5	0,8	1,7	0,7
	2019	1,4	2,0	1,3	-	1,5	0,7
	2020	-	-	1,8[1)]	< 1,0	1,2[3)]	0,9
	2021	1,0	1,2	1,0	1,3	1,1	1,0
	2022	1,0	0,8	0,9	0,5	0,8	1,3
	2023	**0,5**	**0,9**	**-**	**0,7**	**0,9**	**1,3**
^{90}Sr							
Кандалакша	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
	2014	0,11	0,17	0,14	0,08	0,13	0,26
	2020	–	0,38	0,38	0,24		-
	2021	0,24		0,15		0,20	0,26
	2022	0,90		0,14		0,52	0,20
	2023	**0,17**		**0,12**		**0,15**	**0,32**
Зашеек	2016	0,42		0,20		0,31	0,55
	2017	0,10		0,12		0,11	0,53
	2018	0,14		0,16		0,15	0,35
	2019	0,16		0,16		0,16	0,24
	2020	–		0,09		0,09	0,24
	2021	0,12		0,08		0,10	0,26
	2022	0,20		0,07		0,13	0,20
	2023	**0,10**		**0,08**		**0,09**	**0,32**

Примечания: [1)] – данные за один месяц;
[2)] – среднее за десять месяцев;
[3)] – среднее за четыре месяца;
- – нет данных.

Из табл. 3.5.4 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в н.п. Зашеек и г. Кандалакша в 2023 г. была ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья в 1,4 и 1,1 раза соответственно. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в н.п. Зашеек в 2023 г. была ниже в 3,5, в г. Кандалакша – ниже в 2,1 раза регионального уровня. Значение плотности выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2023 г. было ниже предела обнаружения.

Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС, по данным ОРБ, представлены в табл. 3.5.5.

Таблица 3.5.5

Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов и объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках в районе КоАЭС (данные ОРБ КоАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		г. Кандалакша – контрольный пункт	
	2023	2022	2023	2022	2023	2022
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м²·сут						
^{137}Cs	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02
^{134}Cs	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02
^{60}Co	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л						
^{3}H	<2,21	<1,49	<4,30	<2,59	<6,77	<7,86

Содержание ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{60}Co в атмосферных выпадениях СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2023 г. было меньше МДА. Объёмная активность ^{3}H в атмосферных осадках СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2023 г., по данным КоАЭС, была меньше МДА.

В табл. 3.5.6 приведена объёмная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ОРБ.

Таблица 3.5.6

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ОРБ КоАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		г. Кандалакша – контрольный пункт	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
^{137}Cs	<10	<10	<24	<18	<19	<17
^{134}Cs	<22	<20	<24	<18	<23	<18
^{110m}Ag	16	14	-	-	-	-
^{95}Nb	15	16	-	-	-	-
^{60}Co	16	14	<25	<18	<21	<18
^{58}Co	14	12	-	-	-	-
^{54}Mn	<10	<10	-	-	-	-
^{51}Cr	139	156	-	-	-	-

Примечание: - − нет данных.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют ^{110m}Ag, ^{95}Nb, ^{60}Co, ^{58}Co и ^{51}Cr. Среднегодовые объёмные активности всех обнаруженных радионуклидов в 2023 г. остались на уровне предыдущего года и на семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ –99/2009 [2]. По данным КоАЭС, используемые для контроля приземного воздуха ВФУ с недельной экспозицией фильтра обеспечивают нижнюю границу диапазона измерений объёмной активности радионуклидов на уровне $1{\cdot}10^{-6}$ Бк/м^3, что на порядок выше фоновых концентраций ^{137}Cs в регионе ($1{,}3{\cdot}10^{-7}$ Бк/м^3). Рекомендуется повысить чувствительность метода контроля до уровня фоновых концентраций.

Почва

Плотность содержания радионуклидов в почве, по данным ОРБ, приведена в табл. 3.5.7. Из таблицы видно, что в 2023 г. из нормированных радионуклидов достоверно определялся только ^{137}Cs, плотность загрязнения почвы которым снизилась, по сравнению с предыдущим годом, в ЗН в 3,2 раза. Содержание других нормируемых радионуклидов в почве было меньше МДА.

Таблица 3.5.7

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

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Почва, Бк/м^2						
СЗЗ	22	84	< 22	< 38	< 21	< 37
ЗН	41	133	< 16	< 59	< 15	< 58
Контрольный пункт	17	37	< 29	< 37	< 29	< 37
Вода, мБк/л						
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Губа Молочная	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Узкая Салма	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Широкая Салма	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Водозабор н.п. Зашеек	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Водозабор п. Африканда	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
р. Пиренга – контрольный водоём	<1	<1	<1	< 1	<1	< 1
Донные отложения, Бк/кг с.–м.						
Устье отводящего канала	10,2	8,4	< 1,0	< 2,3	< 1,0	< 2,1
Губа Молочная	12,6	12,9	< 1,2	< 1,7	< 1,5	< 1,5
Орловские острова	10,1	11,4	< 1,3	< 3,7	< 1,3	< 3,5
Губа Глубокая	2,0	< 1,5	< 1,0	< 1,4	< 1,0	< 1,5
Водозабор н.п. Зашеек	2,7	< 2,0	< 1,0	< 2,3	< 1,0	< 2,0
Водозабор п. Африканда	1,6	< 1,8	< 1,5	< 1,4	< 1,5	< 1,5
Водная растительность, Бк/кг						
Губа Молочная	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Губа Глубокая	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

В 2023 г. специалистами радиометрической лаборатории Мурманского УГМС проведены маршрутные обследования в 20-км зоне КоАЭС вдоль федеральной автомобильной дороги Р-21 «Кола» (направление от г. Кандалакши в сторону г. Мурманска) в десяти точках через каждые 4 км маршрута и в двух контрольных точках за пределами 20-км зоны. Объёмная активность радионуклидов в снежном покрове находилась в пределах: 30–70 Бк/м^3 (^{232}Th), 40–68 Бк/м^3 (^{226}Ra, в контрольных точках не превышала 55 Бк/м^3). Удельная активность радионуклидов в почве 20-км зоны КоАЭС колебалась в пределах: 0,5–5,7 Бк/кг (^{137}Cs), 0,9–13,9 Бк/кг (^{232}Th), 1,2–8,0 Бк/кг (^{226}Ra), 2,6–12,7 Бк/кг (^{212}Pb).

Поверхностные и подземные воды, донные отложения, водная растительность

Объёмные активности всех представленных в табл. 3.5.7 радионуклидов в 2023 г. в воде оз. Имандра и контрольном водоёме были меньше МДА и на три-четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. В губе Глубокая, по данным КоАЭС, в 2023 г. перестал достоверно определяться ^{3}H (<5,5 Бк/л). Объёмная активность ^{3}H во всех остальных точках отбора в воде оз. Имандра и р. Пиренга была меньше МДА (МДА, Бк/л: Узкая Салма – 1,6, Широкая Салма – 4,9, водозабор п. Африканда – 1,4, водозабор н.п. Зашеек – 2,9, губа Молочная – 4,3, р. Пиренга – 2,4).

По данным КоАЭС, вода источников водоснабжения удовлетворяла критериям предварительной оценки качества питьевой воды ($УА_\alpha < 0,2$ Бк/кг, $УА_\beta < 1,0$ Бк/кг), при выполнении которых дальнейшие исследования не обязательны.

В 2023 г. в ФГБУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию ^{90}Sr в воде оз. Имандра, возобновлённые в 2004 году. Отбор воды проводился в двух точках – н.п. Зашеек и губа Молочная. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде оз. Имандра в 2023 г. составила 1,4 и 1,5 мБк/л соответственно, что на три порядка ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [2], и на уровне фонового содержания данного радионуклида в озёрах ЕТР (1,4 мБк/л).

Содержание всех нормируемых радионуклидов в водной растительности губы Молочной и губы Глубокой была меньше МДА (табл. 3.5.7).

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ОРБ КоАЭС, приведена в табл. 3.5.7. Отобранные пробы состоят в основном из заиленных песков, содержащих растительные остатки. В 2023 г. техногенная активность донных отложений определялась только ^{137}Cs глобального и частично «станционного» происхождений (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Содержание других нормируемых радионуклидов в донных отложениях было меньше МДА. В 2023 г. в пробах донных отложений содержание ^{137}Cs, по сравнению с предыдущим годом, выросло в устье отводящего канала в 1,2 раза. Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют чётко выраженного характера. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности трудностями с отбором представительных проб.

Результаты гамма-измерений проб донных отложений экспедиционной группой Мурманского УГМС на створах озера Имандра (н.п. Зашеек, губа Молочная), а также в контрольной точке (р. Вите) в октябре 2023 г. представлены в табл. 3.5.8.

Таблица 3.5.8

Содержание радионуклидов в донных отложениях в 20-км зоне КоАЭС в 2023 г. (данные Мурманского УГМС)

Точка отбора	Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг
н.п. Зашеек	^{137}Cs	1,6
	^{226}Ra	3,2
	^{232}Th	5,3
Губа Молочная	^{232}Th	1,8
	^{226}Ra	2,2
	^{212}Pb	2,2
р. Вите (контрольная точка)	^{226}Ra	1,9
	^{232}Th	4,2
	^{212}Pb	4,3

Растительность и продукты питания местного производства

В 2023 г. из всех техногенных радионуклидов, по данным ОРБ КоАЭС, достоверно определялся только ^{137}Cs, удельная активность которого в грибах и ягодах (табл. 3.5.9) соответствует уровням их глобального загрязнения и не превышает допустимых значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [3]. Удельная активность ^{137}Cs в садковой рыбе была меньше МДА.

Таблица 3.5.9

Содержание радионуклидов в продуктах питания ЗН и растительности района расположения КоАЭС (данные ОРБ КоАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs	
	2023 г.	2022 г.
Грибы, Бк/кг сырой массы		
Трубчатые	1,1	0,2
Пластинчатые	1,4	0,2
Ягоды лесные, Бк/кг сырой массы		
Черника	2,6	4,5
Брусника	1,0	0,7
Рыба садковая, Бк/кг сырой массы		
Форель	< 0,9	< 1,0
Осётр	< 0,8	< 0,8

Растительность, Бк/кг						
	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
ЗН	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
КП	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Содержание радионуклидов в растительности района расположения КоАЭС в 2023 г. меньше МДА (табл. 3.5.9). Удельная активность ^{137}Cs в растительности меньше нулевого уровня 1972 г. (в траве – 4,4–480 Бк/кг, в ягеле – 85–677 Бк/кг).

Радиационный фон на местности

Результаты измерений МАЭД в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2023 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что, по сравнению с 2022 г., в пунктах наблюдения среднегодовая величина МАЭД практически не изменилась и находилась в пределах от 0,10 до 0,11 мкЗв/ч при среднемесячных колебаниях от 0,07 до 0,21 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным маршрутных измерений ОРБ КоАЭС, в 2023 г. МАЭД в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте была равна 0,09, 0,08 и 0,08 мкЗв/ч соответственно, максимальное значение не превышало 0,11 мкЗв/ч.

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения КоАЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 [5] и природоохранному / экологическому (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021 [6–8]) критериям.

Таблица 3.5.10

Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды в районе расположения КоАЭС

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %		
				^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs
Почва	СЗЗ	2022	$8{,}68\cdot10^{-5}$	12	13	57
		2023	$3{,}10\cdot10^{-5}$	25	25	50
	ЗН	2022	$1{,}37\cdot10^{-4}$	20	20	90
		2023	$4{,}01\cdot10^{-5}$	13	14	73
	Контрольный пункт	2022	$5{,}29\cdot10^{-5}$	12	12	25
		2023	$3{,}31\cdot10^{-5}$	31	31	38
Вода				^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs
	оз. Имандра	2022	$2{,}28\cdot10^{-4}$	51	34	14
		2023	$2{,}28\cdot10^{-4}$	51	34	14
	Контрольный водоём – р. Пиренга	2022	$2{,}28\cdot10^{-4}$	52	34	14
		2023	$2{,}28\cdot10^{-4}$	52	34	14
Донные отложения				^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs
	Губа Молочная	2022	$2{,}39\cdot10^{-3}$	4	8	88
		2023	$2{,}20\cdot10^{-3}$	4	7	89
	Губа Глубокая – водозабор	2022	$3{,}80\cdot10^{-4}$	26	41	32
		2023	$3{,}59\cdot10^{-4}$	20	35	45
Атмосфера				^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs
	СЗЗ	2022	$2{,}02\cdot10^{-6}$	38	14	20
		2023	$2{,}03\cdot10^{-6}$	37	14	21
	ЗН	2022	$2{,}09\cdot10^{-6}$	25	13	37
		2023	$2{,}09\cdot10^{-6}$	25	13	37
	Контрольный пункт – г. Кандалакша	2022	$2{,}03\cdot10^{-6}$	25	13	35
		2023	$2{,}05\cdot10^{-6}$	25	12	36

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже единицы (табл. 3.5.10), что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820-2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию КоАЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды.

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает незначительное влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в присутствии (на семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2]) в приземном воздухе СЗЗ техногенных радионуклидов (^{51}Cr, ^{58}Co, ^{60}Co, ^{95}Nb, ^{110m}Ag), отсутствующих в атмосфере Заполярья. С учётом потенциальной радиационной опасности КоАЭС рекомендуется продолжить мониторинг радиационной обстановки в районе его расположения.

3.6. Курская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Курская атомная станция» (далее – КуАЭС) расположен в 3 км от г. Курчатов, (количество жителей – 37,9 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курск на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десну, которая впадает в р. Днепр.

В 2023 г. на КуАЭС эксплуатировались три энергоблока (№ 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введёнными в эксплуатацию в 1979, 1983 и 1985 гг. соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3200 МВт (тепловая). Энергоблок № 1 остановлен 19.12.2021 г. для вывода из эксплуатации.

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 67,8 тыс. человек.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы энергоблоков высотой 150 м, венттрубы машзала высотой 50 м, венттрубу хранилища отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ) (26 м), венттрубу здания 54 (40 м), венттрубу ХТРО-1 (30 м), венттрубу ХТРО-3 (21,5 м). Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности выбросов в окружающую среду используются камера выдержки (первая очередь), установка подавления активности (вторая очередь), фильтровальные станции. Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2023 г. представлены в табл. 3.6.1.

В 2023 г. годовые выбросы ^{85m}Kr, ^{131}I, ^{133}I, ^{133}Xe, ^{135}Xe и ^{137}Cs уменьшились по сравнению с 2022 г., а выбросы ^{3}H, ^{14}C, ^{41}Ar, ^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{87}Kr, ^{88}Kr, ^{135m}Xe, ^{138}Xe и ^{134}Cs увеличились. Выбросы составляли от $7{,}1 \cdot 10^{-5}$ % (для ^{133}I) до 16 % (для ^{60}Co) 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.

Водоём-охладитель расположен на ровной, местами заболоченной, левобережной пойме р. Сейм между хутором Александровский и д. Глушково и ограничивается с северной, западной и восточной сторон ограждающей дамбой. Водоём-охладитель разделён на два рукава

струераспределительной дамбой, предназначенной для равномерного распределения потока нагретой воды по всей акватории. Средняя глубина водоёма-охладителя составляет 4,4 м, максимальная – 11 метров. Объём чаши водоёма-охладителя составляет $94{,}6 \cdot 10^6$ м^3, площадь зеркала – 21,5 км^2, скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 м/с (в весенний паводок).

Таблица 3.6.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$8{,}89 \cdot 10^{14}$	$6{,}60 \cdot 10^{11}$	$6{,}08 \cdot 10^{11}$	$+5{,}2 \cdot 10^{10}$
^{14}C	$1{,}29 \cdot 10^{13}$	$8{,}36 \cdot 10^{11}$	$7{,}38 \cdot 10^{11}$	$+9{,}8 \cdot 10^{10}$
^{41}Ar	$2{,}18 \cdot 10^{15}$	$9{,}13 \cdot 10^{13}$	$8{,}19 \cdot 10^{13}$	$+9{,}4 \cdot 10^{12}$
^{54}Mn	$7{,}23 \cdot 10^{11}$	$2{,}80 \cdot 10^{8}$	$9{,}42 \cdot 10^{7}$	$+1{,}9 \cdot 10^{8}$
^{59}Fe	$3{,}00 \cdot 10^{12}$	$1{,}51 \cdot 10^{8}$	$2{,}85 \cdot 10^{7}$	$+1{,}2 \cdot 10^{8}$
^{60}Co	$2{,}50 \cdot 10^{9}$	$4{,}01 \cdot 10^{8}$	$2{,}49 \cdot 10^{8}$	$+1{,}5 \cdot 10^{8}$
^{85m}Kr	$3{,}70 \cdot 10^{15}$	$1{,}67 \cdot 10^{12}$	$4{,}24 \cdot 10^{12}$	$-2{,}6 \cdot 10^{12}$
^{87}Kr	$3{,}37 \cdot 10^{15}$	$9{,}85 \cdot 10^{12}$	$9{,}53 \cdot 10^{12}$	$+3{,}2 \cdot 10^{11}$
^{88}Kr	$1{,}37 \cdot 10^{15}$	$1{,}52 \cdot 10^{13}$	$1{,}43 \cdot 10^{13}$	$+9{,}5 \cdot 10^{11}$
^{131}I	$9{,}30 \cdot 10^{10}$	$2{,}13 \cdot 10^{8}$	$3{,}98 \cdot 10^{8}$	$-1{,}8 \cdot 10^{8}$
^{133}I	$5{,}32 \cdot 10^{13}$	$3{,}75 \cdot 10^{7}$	$1{,}26 \cdot 10^{8}$	$-8{,}9 \cdot 10^{7}$
^{133}Xe	$5{,}56 \cdot 10^{15}$	$3{,}70 \cdot 10^{13}$	$6{,}30 \cdot 10^{13}$	$-2{,}6 \cdot 10^{13}$
^{135m}Xe	$3{,}70 \cdot 10^{15}$	$1{,}45 \cdot 10^{13}$	$1{,}18 \cdot 10^{13}$	$+2{,}7 \cdot 10^{12}$
^{135}Xe	$3{,}70 \cdot 10^{15}$	$2{,}03 \cdot 10^{13}$	$4{,}39 \cdot 10^{13}$	$-2{,}4 \cdot 10^{13}$
^{138}Xe	$2{,}44 \cdot 10^{15}$	$2{,}64 \cdot 10^{13}$	$2{,}16 \cdot 10^{13}$	$+4{,}8 \cdot 10^{12}$
^{134}Cs	$1{,}40 \cdot 10^{9}$	$1{,}40 \cdot 10^{7}$	$8{,}77 \cdot 10^{6}$	$+5{,}2 \cdot 10^{6}$
^{137}Cs	$4{,}00 \cdot 10^{9}$	$4{,}45 \cdot 10^{7}$	$4{,}83 \cdot 10^{7}$	$-3{,}8 \cdot 10^{6}$

Примечания: выбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учётом присвоения значения, равного 1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на АЭС приборами и методами.

Данные о содержании радионуклидов в сбросах КуАЭС в р. Сейм, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов представлены в табл. 3.6.2.

Таблица 3.6.2

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Радионуклид	Допустимый сброс, Бк	Сброс за 2023 г., Бк	Сброс за 2022 г., Бк	Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
^{3}H	$1{,}02 \cdot 10^{14}$	$3{,}15 \cdot 10^{10}$	$1{,}28 \cdot 10^{10}$	$+1{,}9 \cdot 10^{10}$
^{54}Mn	$5{,}25 \cdot 10^{8}$	$1{,}10 \cdot 10^{6}$	$4{,}44 \cdot 10^{5}$	$+6{,}6 \cdot 10^{5}$
^{58}Co	$1{,}60 \cdot 10^{9}$	$1{,}06 \cdot 10^{6}$	$4{,}29 \cdot 10^{5}$	$+6{,}3 \cdot 10^{5}$
^{60}Co	$1{,}86 \cdot 10^{8}$	$1{,}29 \cdot 10^{6}$	$5{,}04 \cdot 10^{5}$	$+7{,}9 \cdot 10^{5}$
^{65}Zn	$7{,}68 \cdot 10^{8}$	$2{,}26 \cdot 10^{6}$	$8{,}87 \cdot 10^{5}$	$+1{,}4 \cdot 10^{6}$
^{106}Ru	$1{,}90 \cdot 10^{9}$	$1{,}08 \cdot 10^{7}$	$4{,}08 \cdot 10^{6}$	$+6{,}7 \cdot 10^{6}$
^{134}Cs	$1{,}73 \cdot 10^{8}$	$1{,}20 \cdot 10^{6}$	$4{,}47 \cdot 10^{5}$	$+7{,}5 \cdot 10^{5}$
^{137}Cs	$2{,}93 \cdot 10^{8}$	$1{,}71 \cdot 10^{6}$	$6{,}98 \cdot 10^{5}$	$+1{,}0 \cdot 10^{6}$
^{144}Ce	$1{,}48 \cdot 10^{10}$	$6{,}93 \cdot 10^{6}$	$2{,}50 \cdot 10^{6}$	$+4{,}4 \cdot 10^{6}$
Общая активность		$3{,}15 \cdot 10^{10}$	$1{,}28 \cdot 10^{10}$	$+1{,}9 \cdot 10^{10}$

Примечание: сбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учётом присвоения значения, равного ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на АЭС приборами и методами.

По сравнению с 2022 г., в 2023 г. сбросы ^{3}H увеличились в 2,5 раза. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,031 % допустимого. Сбросы радионуклидов в 2023 году увеличились в связи с увеличением количества промывок для вывода из эксплуатации первого энергоблока и интенсификацией предремонтных и послеремных промывок при проведении ремонтов 2-го, 3-го и 4-го энергоблоков.

Радиационная обстановка вокруг КуАЭС в радиусе до 100 км контролируется Центрально-Черноземным УГМС, а в радиусе до 30 км – группой внешнего радиационного контроля (ГВРК) КуАЭС.

В 2023 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ГВРК следующим образом:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путём анализа в объединённых за месяц пробах атмосферных аэрозолей в шести пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ типа «Тайфун» производительностью от 1250 до 4000 $м^3/ч$;

– радиоактивность атмосферных выпадений определялась в девяти пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью 0,25 $м^2$ и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;

– определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоёмов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;

– определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, рыбе водоёма-охладителя, а также в сельхозпродуктах местного производства;

– проводился регулярный контроль за уровнем МАЭД и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ГВРК производился контроль радионуклидного состава по γ-излучению и Σβ. Радионуклидный состав проб определялся γ-спектрометрическим методом на γ-спектрометрах Canberra, диапазон измерения активности, согласно МВИ, – $1–10^8$ Бк. Измерение Σβ в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000 и жидкостных сцинтилляционных альфа-бета-радиометрах спектрометрического типа Tri-Carb 3110 TR. Мощность дозы γ-излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами ДРБП-03, МКС-АТ1117М, ДКС-АТ-1123, МКС/СРП-08А, КП-АД6.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КуАЭС независимо от ГВРК АЭС осуществляет Центрально-Черноземное УГМС (рис. 3.6.1 и 3.6.2).

В 2023 г. в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 3.6.1 и 3.6.2):

– объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы путём 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. Курчатов – с экспозицией пять суток (шесть 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 $м^2$ с суточной экспозицией;

– объёмной активности радионуклидов в воде открытых водоёмов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;

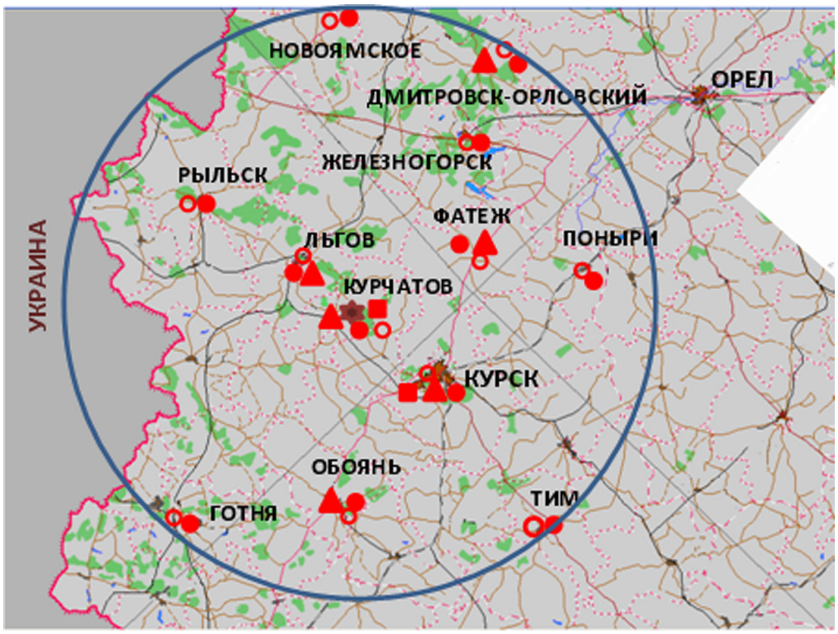


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-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 ПЛК в р. Сейм;
– населённые пункты;
– метеостанция «Курчатов», отбор проб атмосферных аэрозолей, выпадений, измерения гамма-фона.

– плотности загрязнения снега в зимнее время 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 июль) во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в девяти точках, совпадающих с точками отбора снега;

– мощности экспозиционной дозы гамма-излучения каждые три часа на 12 стационарных пунктах, а также при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС.

Радионуклидный состав проб в Центрально-Черноземном УГМС определялся в ФГБУ «НПО «Тайфун». Σβ проб измерялась на альфа-бета-радиометрах УМФ-2000 и на радиометре типа РУБ-01П5. Объёмная активность ^{90}Sr и $^{239,240}Pu$ в объединённых за квартал пробах определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземная атмосфера

Данные Центрально-Черноземного УГМС за 2023 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объёмных Σβ 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 объёмной Σβ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Курск	с	25,1	13,6	8,9	17,8	11,0	13,4	10,9	17,6	27,2	12,8	12,4	14,8	15,4	16,4
	м	74,6	64,5	26,1	39,0	23,7	34,3	20,7	40,4	63,7	38,5	27,4	43,1	74,6	70,3
Курчатов	с	19,9	9,4	9,6	19,2	16,7	11,4	12,3	17,2	35,1	9,3	4,9	5,5	14,2	14,5
	м	40,3	32,7	24,8	27,7	24,9	17,3	20,5	25,8	60,9	16,3	6,1	8,0	60,9	41,7

Из приведённых в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объёмная Σβ, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в январе и составила $74{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, а в г. Курчатов – в сентябре и составила $60{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Среднемесячная объёмная Σβ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от $8{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в марте) до $27{,}2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в сентябре) в г. Курске и от $4{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в ноябре) до $35{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (в сентябре) – в г. Курчатов. Среднегодовые объёмные Σβ в Курске уменьшились в 1,1 раза, по сравнению с 2022 г., и составляли $15{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что ниже уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,6 раза ($25{,}0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3), а в г. Курчатов незначительно уменьшились и составляли $14{,}2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что ниже уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,8 раза.

По результатам гамма-спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведённого Центрально-Черноземным УГМС, в табл. 3.6.4 представлены среднегодовые объёмные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны КуАЭС.

В табл. 3.6.4 также приведены зарегистрированные в течение года максимальные суточные объёмные активности радионуклидов в г. Курске, максимальные пятисуточные объёмные активности радионуклидов в г. Курчатов и допустимые объёмные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [2] с целью оценки степени опасности для населения регистрируемых в приземной атмосфере радионуклидов.

Таблица 3.6.4

Среднегодовые (q) и максимальные ($q_м$) значения объёмной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Радио-нуклид	Курск				Курчатов				ДОА$_{нас.}$, Бк/м^3
	q		$q_м$		q		$q_м$		
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{24}Na	н	н	н	н	н	н	н	н	290
^{51}Cr	н	н	н	н	н	н	н	н	2500
^{54}Mn	0,7	0,4	4	4	4,4	4,6	27	18	72
^{59}Fe	н	н	н	н	3,4	1	29	12	30
^{58}Co	н	н	н	н	н	0,1	н	1,6	68
^{60}Co	0,8	0,2	3	1	4,2	5,2	1,7	24	11
^{95}Zr + ^{95}Nb	н	н	н	н	1,0	н	3,6	н	23; 72
^{131}I	н	н	н	н	н	н	н	н	7,3
^{134}Cs	н	н	н	н	н	н	н	н	19
^{137}Cs	5,0	6,1	9	15	7,3	8,1	14	28	27

Примечания: максимальная объёмная активность радионуклидов ($q_м$) в г. Курске приведена по суточным пробам аэрозолей, в Курчатове – по пробам аэрозолей, экспонируемым в течение пяти суток;
н – ниже предела обнаружения.

В течение года среднемесячная объёмная активность ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $2{,}3\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (декабрь) до $9{,}3\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (октябрь) и составила в среднем за год $5{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,2 раза ниже среднего за 2022 г. ($6{,}1\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и в 2 раза выше средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР ($2{,}5\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались ^{54}Mn, ^{60}Co. Среднегодовое значение активности ^{60}Co увеличилось в 4 раза по сравнению с 2022 г., а среднегодовое значение активности ^{54}Mn увеличилось в 1,8 раза. В г. Курчатов среднемесячная объёмная активность ^{137}Cs изменялась от $3{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (январь) до $14{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (октябрь) и составила в среднем за год $7{,}3\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,1 раза ниже, чем в 2022 г. ($8{,}1\cdot10^{-7}$ Бк/м^3), и в 2,9 раза выше средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР.

Кроме ^{137}Cs, в пробах аэрозолей в г. Курчатов в 2023 г. наблюдались ^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{60}Co и ^{95}Zr + ^{95}Nb. Максимальные зарегистрированные значения объёмных активностей радионуклидов были ниже нормативных ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 на семь и более порядков.

В табл. 3.6.5 представлены объёмные активности ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{238}Pu и $^{239+240}$Pu в приземном слое воздуха в городах Курск и Курчатов за последние пять лет.

Из табл. 3.6.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в Курске увеличилась в 1,3 раза, по сравнению с 2022 г., и была в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в г. Курчатов увеличилась в 1,1 раза, по сравнению с 2022 г., и была в 1,2 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР.

Данные ГВРК АЭС о среднегодовых объёмных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2022–2023 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ГВРК КуАЭС, в 2023 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. Объёмная активность ^{137}Cs в ЗН ($26\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) увеличилась в 2,8 раза, по сравнению с 2022 г., и в 10,4 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ($2{,}5\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). Объёмные 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

Объёмные активности ^{137}Cs, ^{90}Sr и $^{239+240}$Pu в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2019–2023 гг., Бк/м^3 (данные Центрально-Черноземного УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs*, 10^{-7}							
Курск	2019	4,5	6,4	11,5	4,5	6,7	3,4
	2020	3,7	15,2	16,1	7,7	11	5,9
	2021	5,7	8,2	7,4	5,5	6,7	3,6
	2022	4,1	5,9	11,1	3,4	6,1	2,7
	2023	**2,5**	**5,9**	**6,5**	**4,9**	**5,0**	**2,5**
Курчатов	2019	7,4	9,5	21,4	6,6	11,2	3,4
	2020	7,6	81	18	13	30	5,9
	2021	9,5	26	14	5,3	13,6	3,6
	2022	5,5	13	9,7	4,3	8,1	2,7
	2023	**3,5**	**9,1**	**9,3**	**7,3**	**7,3**	**2,5**
^{90}Sr, 10^{-7}							
Курск	2019	0,38		0,60		0,49	0,36
	2020	0,41		0,82		0,62	0,98
	2021	1,42		0,57		1,00	0,54
	2022	0,30		0,55		0,43	0,37
	2023	**0,58**		**0,49**		**0,54**	**0,41**
Курчатов	2019	0,70		0,97		0,84	0,36
	2020	6,98		1,43		4,21	0,98
	2021	0,64		0,42		0,53	0,54
	2022	0,40		0,54		0,47	0,37
	2023	**0,39**		**0,63**		**0,51**	**0,41**
$^{239+240}$Pu, 10^{-9}							
Курск	2019	0,20		1,97		1,09	-
	2020	2,74		3,53		3,14	-
	2021	2,06		2,86		2,46	-
	2022	6,2		-		6,2	-
	2023	**-**		**-**		**-**	**-**
^{238}Pu, 10^{-9}							
Курск	2019	0,68		н		0,68	-
	2020	2,74		2,66		2,70	-
	2021	3,58		0,66		2,12	-
	2022	11,1		-		11,1	-
	2023	**-**		**-**		**-**	**-**

Примечания: * – данные Центрально-Черноземного УГМС;
н – ниже предела обнаружения;
- – нет данных.

Таблица 3.6.6

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2022–2023 гг., 10^{-7} Бк/м^3 (данные ГВРК КуАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		$ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009, Бк/м^3
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{54}Mn	120	140	40	7,4	8,5	< 16	72
^{59}Fe	150	69	32	< 9,2	< 43	< 43	30
^{60}Co	240	120	39	7,7	10	45	11
^{134}Cs	12	36	< 7,8	6,1	< 14	< 16	19
^{137}Cs	65	68	26	9,4	25	32	27

Данные Центрально-Черноземного УГМС о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2023 г. приведены в табл. 3.6.7. Там же для сравнения приведены среднемесячные суточные выпадения для центрально-черноземных областей России (без учёта станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.).

Таблица 3.6.7

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений Σβ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2023 г. (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		Сумма за год, Бк/м^2·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.	
Дмитровск-Орловский	с	0,8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,0	0,8	1,1	1,0	1,2	1,0	0,9	1,0	1,1	364
	м	1,7	2,4	4,2	3,4	5,0	3,3	2,6	4,0	4,8	3,4	3,5	2,2			
Курск	с	1,0	1,0	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	334
	м	3,0	2,5	3,3	3,3	3,6	2,5	3,7	4,3	2,2	2,3	2,4	2,1			
Курчатов	с	1,0	1,4	1,1	1,4	1,0	1,0	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	403
	м	2,2	4,2	4,0	3,6	2,3	3,3	3,4	3,8	3,2	2,8	2,7	4,6			
Льгов	с	0,9	1,1	0,9	1,0	0,7	1,0	0,9	0,8	0,7	1,0	1,0	0,7	0,9	0,9	321
	м	3,7	3,1	3,7	3,3	2,9	3,2	2,7	2,1	2,6	4,5	2,6	1,8			
Обоянь	с	0,7	1,1	0,9	0,6	1,0	0,6	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2	0,9	1,0	346
	м	1,7	3,8	2,3	2,4	3,2	2,1	3,1	3,3	4,5	2,9	2,8	5,2			
Фатеж	с	1,6	1,5	1,0	1,3	1,1	0,7	0,9	1,0	1,0	1,3	1,1	0,9	1,1	0,9	410
	м	4,4	5,6	5,5	3,8	3,0	2,2	3,2	2,4	3,8	3,6	2,7	2,9			
100-км зона Курской АЭС		1,0	1,2	0,9	1,1	1,0	0,8	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	358
Региональный фон*		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	332

Примечание: * – Белгород, Липецк, Тамбов.

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2023 г. среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,9–1,1 Бк/м^2·сут, что находится примерно на уровне среднего значения для центрально-черноземных областей. Наибольшие годовые значения Σβ выпадений были зарегистрированы в г. Фатеж (410 Бк/м^2·год). Максимальное суточное значение Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в феврале в г. Фатеж (5,6 Бк/м^2·сут).

Гамма-спектрометрический анализ атмосферных выпадений с М-2 Курчатов, а также зон 11 и 12 (табл. 3.6.8) произведён:

– по объединённым за месяц пробам г. Курчатов;

– по объединённым за месяц пробам по зоне 12 (Курск, Льгов, Обоянь, расположенных в зоне влияния КуАЭС);

– по объединённым за месяц пробам по зоне 11 (Липецк, Белгород, Тамбов, Жуковка).

Таблица 3.6.8

Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2023 г., Бк/м^2·месяц (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Месяц		Курчатов				Зона 12		Зона 11	
		^{137}Cs	^{7}Be	^{232}Th	^{210}Pb	^{137}Cs	^{7}Be	^{137}Cs	^{7}Be
Январь		н	15	н	43	н	17	н	41
Февраль		н	18	н	52	н	12	н	25
Март		н	20	н	41	н	22	н	34
Апрель		н	72	н	57	н	51	н	35
Май		н	62	н	43	н	28	н	34
Июнь		н	60	н	47	н	110	0,05	54
Июль		н	305	н	н	н	36	н	50
Август		н	70	н	48	0,07	31	0,03	38
Сентябрь		н	21	н	38	0,05	10	0,04	12
Октябрь		0,13	62	н	52	0,06	35	0,04	32
Ноябрь		н	58	н	57	н	31	н	38
Декабрь		н	18	н	48	н	13	н	11
Сумма, Бк/м^2·год:	**2023 г.**	**0,13**	**781**	**н**	**526**	**0,18**	**395**	**0,15**	**404**
	2022 г	0,39	884	0,49	461	0,65	590	0,13	536
	2021 г	0,09	234	3,69	244	0,13	191	0,08	239

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
сумма за 2021 г. указана за 7 месяцев 2021 г., так как в 2021 г. гамма-спектрометр не работал большую часть года и анализы не выполнялись.

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатов в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ^{137}Cs. В 2023 г., по сравнению с 2022 г., в г. Курчатов выпадения ^{137}Cs уменьшились в 3 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ^{137}Cs. Выпадения ^{137}Cs в зоне 12 уменьшились в 3,6 раза по сравнению с 2022 годом.

В 2023 г. годовые выпадения ^{137}Cs в г. Курчатов были в 1,4 раза ниже, а в зоне 12 были равны средним выпадениям этого радионуклида на незагрязнённых территориях Центра ЕТР (0,18 Бк/м^2·год).

По данным ГВРК АЭС, в 2023 г. среднегодовые выпадения ^{60}Co в зоне наблюдения Курской АЭС составили 0,02 Бк/м^2·сут, а ^{137}Cs – 0,008 Бк/м^2·сут.

Вода, донные отложения

В 2023 г. ГВРК КуАЭС ежемесячно отбирались пробы воды открытых водоёмов (водоём-охладитель и р. Сейм) при помощи ручных пробоотборников.

Центрально-Черноземным УГМС также ежемесячно проводился отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (рис. 3.6.2). Объёмная Σβ измерялась ежемесячно.

Объёмные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приёмников сточных вод в 2023 г., полученные Центрально-Черноземным УГМС и ГВРК КуАЭС, приведены в табл. 3.6.9 и 3.6.10 соответственно. По данным ГВРК КуАЭС, в воде р. Сейм регистрировался ^{3}H (в сбросе ПЛК), активность которого составила 122 Бк/л.

По данным Центрально-Черноземного УГМС, в 2023 г. (табл. 3.6.9) средние за год значения объёмной Σβ в пруде-охладителе в 2,3 раза превышают фоновое значение в р. Сейм; в р. Сейм в 100 м ниже сброса ПЛК – в 1,1 раза. Объёмная Σβ во всех точках отбора была значительно ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

Таблица 3.6.9

Объёмные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов в 2022 и 2023 г., Бк/л (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Место отбора пробы	Σβ	
	2023 г.	2022 г.
Водоём-охладитель		
Отводящий канал водоёма-охладителя (устье)	0,49	0,50
Подводящий канал водоёма-охладителя	0,47	0,49
р. Сейм		
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	0,21	0,31
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	0,23	0,36
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	0,30	0,24

Таблица 3.6.10

Объёмные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов в 2022 и 2023 г., Бк/л (данные ГВРК КуАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{60}Co		^{3}H	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Отводящий канал водоёма-охладителя (устье)	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 0,019	< 4,0	< 4,0
р. Сейм (хутор Александровский)	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 0,018	< 4,0	< 4,0
р. Сейм (сброс ПЛК)	< 0,010	< 0,009	< 0,010	< 0,009	122	120
р. Сейм (п. Макаровка)	< 0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 4,0	< 4,0
р. Сейм (БНС-3)	< 0,019	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 4,0	< 4,0

Контроль за содержанием радиоактивных веществ в донных отложениях проводился ЛВРК КуАЭС в сбросном канале водоёма-охладителя и в трёх точках водоёма-охладителя, расположенных от места сброса тёплых вод до подводящего канала, а также в р. Сейм. Результаты анализа проб донных отложений представлены в табл. 3.6.11. Как видно из табл. 3.6.11, в 2023 г. в пробах донных отложений удельная активность ^{137}Cs изменялась в диапазоне от 1,0 до 19,2 Бк/кг. Минимальное значение активности ^{137}Cs в донных отложениях наблюдалось в водоёме-охладителе, восточная часть, максимальное загрязнение донных отложений ^{137}Cs наблюдалось в хуторе Александровский.

Таблица 3.6.11

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с. (данные ГВРК КуАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Отводящий канал водоёма-охладителя	0,9	1,5	< 0,4	< 0,4
Водоём-охладитель, восточная часть	1,0	0,7	< 0,4	< 0,4
Водоём-охладитель, район ЦГиЭ-125	16,0	4,6	< 1,4	< 0,5
Водоём-охладитель, район ЛВД	4,5	1,6	< 0,5	< 0,4
р. Сейм (ниже сброса), д. Макаровка	1,6	1,2	< 0,8	< 0,5
р. Сейм, сброс ПЛК	4,7	1,4	< 0,7	< 0,5
р. Сейм (выше сброса), хутор Александровский	19,2	8,3	< 1,6	3,3

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ГВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин, расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, хранилища жидких и твёрдых отходов (ХЖТО), ХТРО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. Измерение объёмной Σβ воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений Σβ – от 0,1 до $3 \cdot 10^3$ Бк с погрешностью не более 15 %).

Снег, почва, растительность

Отбор проб снега при маршрутном обследовании в 20-км зоне Курской АЭС выполнялся в зимнее время в 8 пунктах вокруг Курской АЭС и в пункте 13 на аэрологической станции Курск (фоновая проба). Анализу подвергался сухой остаток после выпаривания 5 л воды, полученной после плавления снега. Измерения Σβ активности проб производились на альфа-бета-радиометрах УМФ-2000 и радиометрах РУБ-01П.

По данным Центрально-Черноземного УГМС, в 2023 г. наибольшая среднегодовая объёмная Σβ активность в талой воде (85 мБк/л) наблюдалась в т. 8. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова Σβ активности (1,41 Бк/м^2) наблюдалась в т. 8 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.12). В других пунктах наблюдения как среднегодовая объёмная Σβ активность в талой воде, так и плотности загрязнения снежного покрова не превышали фоновые значения.

Пробы почвы отбирались ГВРК 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 ^{137}Cs. В 2023 г. средние значения поверхностной плотности ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 5,1 и 2,6 кБк/м^2 соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 2,4 кБк/м^2. Поверхностная плотность загрязнения почвы ^{60}Co составляла 170 Бк/м^2 в СЗЗ, 590 Бк/м^2 – в ЗН и 370 Бк/м^2 – в контрольном пункте.

Таблица 3.6.12

Содержание Σβ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Плотность загрязнения, Бк/м^2		Объёмная активность в талой воде, мБк/л	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,65	1,11	39	98
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,44	0,31	26	19
т. 4 – северная окраина д. Иванино	0,34	0,36	20	17
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,71	0,86	43	44
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,82	1,34	49	74
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	1,41	0,35	85	14
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	0,70	0,45	42	27
т. 12 – 2 км к востоку от д. Дичня	0,61	0,27	37	16
т. 13 – метеостанция г. Курска (фон)	0,90	1,43	54	103

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из вентгруб АЭС в 2023 г. контролировалось Центрально-Черноземным УГМС при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС в июне и июле 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, ^{134}Cs, а также природных радионуклидов ^{7}Be, ^{232}Th, ^{210}Pb и ^{40}K. В табл. 3.6.13 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности.

Из табл. 3.6.13 видно, что среднее содержание ^{137}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2023 г. составило 1,2 Бк/кг в.-с., что в 1,8 раза ниже значения 2022 г. (2,2 Бк/кг в.-с.). Максимальная удельная активность ^{137}Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 10 (рис. 3.6.2) – 2,46 Бк/кг в.-с. Содержание ^{134}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2023 г. было ниже предела обнаружения.

Таблица 3.6.13

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2023 г. (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.					
	^{137}Cs	^{134}Cs	^{7}Be	^{232}Th	^{210}Pb	^{40}K
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,92	н	110	0,43	180	275
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	1,54	н	92	0,14	190	251
т. 4 – северная окраина д. Иванино	0,66	н	111	н	185	285
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	н	н	132	н	160	325
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	1,36	н	88	н	175	259
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	2,09	н	44	н	190	271
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	2,46	н	85	н	70	355
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	2,06	н	113	н	170	239
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	н	н	41	н	170	241
Среднее	1,23	н	91	0,06	166	278

Примечание: н – активность радионуклида ниже нижнего предела диапазона измерений удельной активности.

В 2023 г. ЛВРК КуАЭС отбирались пробы растительности в точках расположения постов постоянного наблюдения, водоёме-охладителе и р. Сейм. Радионуклидный состав проб определялся гамма-спектрометрическим методом на полупроводниковых гамма-спектрометрах из особо чистого германия. Результаты измерений приведены в табл. 3.6.14.

Из табл. 3.6.14 видно, что содержание ^{137}Cs в наземной и водной растительности составляло от < 0,9 до 2,7 Бк/кг, а ^{60}Co – от < 0,9 до < 5,1 Бк/кг.

Таблица 3.6.14

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2023 г., Бк/кг (данные ЛВРК КуАЭС)

Наименование объекта контроля	Место отбора пробы	Радионуклид	
		^{137}Cs	^{60}Co
Наземная растительность	СЗЗ	< 1,5	< 1,4
	ЗН	< 1,8	< 1,4
	КП	< 1,8	< 1,6
Водная растительность	Водоём-охладитель, сбросной канал	< 9,4	< 5,1
	Водоём-охладитель, восточная часть	2,7	< 3,5
	Водоём-охладитель, район ЦГиЭ № 125	< 4,1	< 2,3
	Водоём-охладитель, район здания ЛВД	< 1,4	< 0,9
	р. Сейм, выпуск ПЛК	< 0,9	< 1,6
	р. Сейм, хутор Александровский	< 1,6	< 1,2
	р. Сейм, БНС-3	< 1,3	< 1,0
	р. Сейм, с. Макаровка	< 1,0	< 0,9

В 2023 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2023 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01: грибах – < 0,6 Бк/кг сырой массы; ягодах – < 0,7 Бк/кг сырой массы; корнеплодах – < 1,1 Бк/кг сырой массы; картофеле – < 0,9 Бк/кг сырой массы; рыбе – < 0,8 Бк/кг сырой массы; зерновых – < 0,9 Бк/кг сырой массы; мясе – < 0,7 Бк/кг сырой массы; овощах – < 0,9 Бк/кг сырой массы; молоке – < 0,7 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов находятся на уровне активностей продуктов питания в 2022 году.

Радиационный фон на местности

По данным ежемесячных измерений МАЭД, проводимых Центрально-Черноземным УГМС во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2023 г. МАЭД изменялась в пределах от 0,07 до 0,23 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,11 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ-фона. Среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов наблюдения находились на уровне предыдущих лет и изменялись от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2023 г. среднегодовая величина МАЭД в СЗЗ составила 0,11 мкЗв/ч, а в ЗН составила 0,10 мкЗв/ч. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МАЭД в СЗЗ и ЗН составило 0,11 мкЗв/ч, что не отличается по величине от значений МАЭД предпускового периода станции в 1975 г. (0,11 мкЗв/ч).

Годовая доза на местности в ЗН КуАЭС составляла от 1,04 до 1,10 мЗв, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС (1,08 мЗв).

В соответствии с рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019 [6, 7] для Курской АЭС по данным радиационного мониторинга были рассчитаны ИПЗ почвы, поверхностных вод, донных отложений и атмосферного воздуха по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.6.15).

Во всех случаях ИПЗ значительно меньше единицы, что свидетельствует о радиационной безопасности окружающей среды по природоохранному критерию.

Представленные данные позволяют сделать вывод, что воздействие Курской АЭС на радиационную обстановку в районе её расположения незначительно. Согласно данным мониторинга, в

приземном воздухе Курска и Курчатова в 2023 г. наблюдались техногенные радионуклиды (^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{60}Co и ^{95}Zr + ^{95}Nb), отсутствующие в составе глобального фона. Однако их объёмные активности были на семь и более порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

Таблица 3.6.15

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы КуАЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2022 2023	$1{,}3\cdot10^{-3}$ $1{,}3\cdot10^{-3}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$8{,}7\cdot10^{-4}$ $7{,}6\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$8{,}0\cdot10^{-4}$ $6{,}7\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
Вода	СЗЗ	2022 2023	$5{,}3\cdot10^{-4}$ $1{,}6\cdot10^{-2}$	^{3}H
	ЗН	2022 2023	$5{,}3\cdot10^{-4}$ $5{,}3\cdot10^{-4}$	^{3}H
	Контрольный водоём	2022 2023	$5{,}3\cdot10^{-4}$ $5{,}3\cdot10^{-4}$	^{3}H
Донные отложения	СЗЗ	2022 2023	$3{,}1\cdot10^{-3}$ $1{,}1\cdot10^{-2}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$8{,}0\cdot10^{-4}$ $1{,}1\cdot10^{-3}$	^{137}Cs
	Контрольный водоём	2022 2023	$7{,}4\cdot10^{-3}$ $1{,}3\cdot10^{-2}$	^{137}Cs
Атмосфера	СЗЗ	2022 2023	$2{,}1\cdot10^{-5}$ $2{,}9\cdot10^{-5}$	^{60}Co, ^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$2{,}1\cdot10^{-6}$ $6{,}8\cdot10^{-6}$	^{60}Co, ^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$7{,}1\cdot10^{-6}$ $3{,}8\cdot10^{-6}$	^{60}Co, ^{137}Cs

3.7. Ленинградская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция» (далее – ЛАЭС) расположен в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря, на 95–98 км автодороги 41А-007, в 4-х км к юго-западу от г. Сосновый Бор в промышленной зоне города (рис. 3.7.1). Первый и второй энергоблоки (первая очередь, здание 401) АЭС расположены примерно в 4 км к юго-западу от г. Сосновый Бор, третий и четвёртый энергоблоки (вторая очередь, здание 601) находятся на 2 км западнее, пятый энергоблок расположен примерно в 4,5 км к юго-западу от г. Сосновый Бор.

В 2023 г. на ЛАЭС эксплуатировались четыре энергоблока: № 3 и № 4 с реакторами типа РМБК-1000, введёнными в эксплуатацию в 1979 и 1981 гг. соответственно, № 1 и № 2 с реакторами типа ВВЭР-1200, введёнными в эксплуатацию в 2018 и 2021 гг. соответственно.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет более 5,0 км^2. СЗЗ ЛАЭС представляет собой две накладывающиеся друг на друга окружности радиусом 1,5 км вокруг вентиляционных труб первой и второй очередей ЛАЭС с реакторами РБМК-1000 и территорию промплощадки энергоблоков ВВЭР-1200, которая частично входит в СЗЗ энергоблоков РБМК-1000.

Радиус зоны наблюдения – 17 км с центром, находящимся в середине отрезка, соединяющего вентиляционные трубы первой и второй очередей ЛАЭС с реакторами РБМК-1000. В ЗН проживают около 73 тыс. человек. Наиболее крупный населённый пункт – г. Сосновый Бор.

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [17].

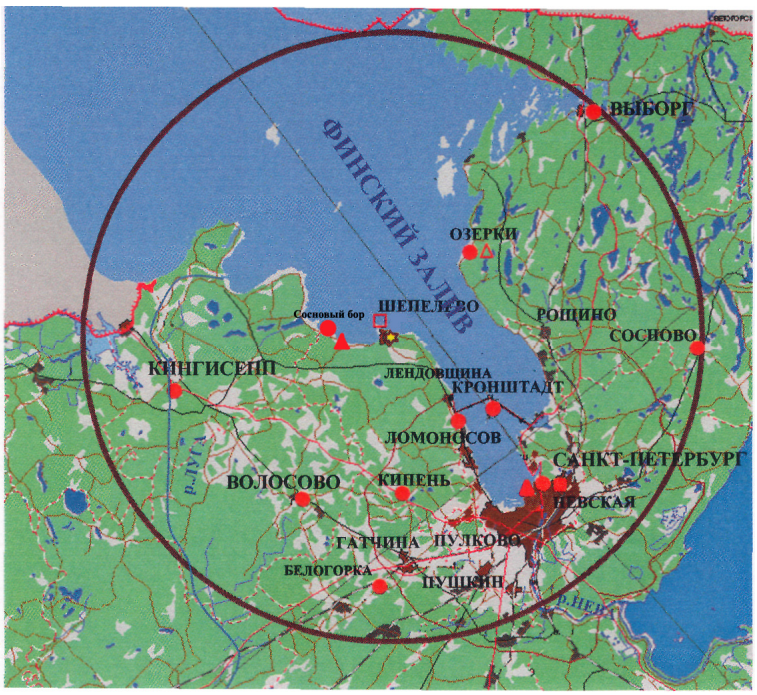


Рис. 3.7.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – планируемые наблюдения.

На территории промплощадки ЛАЭС расположено ХОЯТ, рассчитанное на хранение 38 160 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС). Основные хранилища жидких и твёрдых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов. В 2014 г. на ЛАЭС после завершения последнего этапа пусконаладочных работ был осуществлён ввод в промышленную эксплуатацию комплекс по переработке твёрдых радиоактивных отходов (зд. 672Р). В состав комплекса входят установки сортировки, прессования, сжигания, системы транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования и др.

В целях совершенствования системы обращения с жидкими радиоактивными отходами (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 отверждённых ЖРО.

На ЛАЭС-2 с энергоблоками ВВЭР-1200 в 2018 г. введены в эксплуатацию комплексы по обращению с твёрдыми и жидкими радиоактивными отходами.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через вентиляционные трубы первой, второй очередей, комплекса переработки отходов, ХОЯТ и вентиляционные трубы энергоблоков № 1и № 2 ВВЭР-1200. Данные о газоаэрозольных выбросах в целом по ЛАЭС в 2023 г. и для сравнения данные 2022 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведённых в табл. 3.7.1 данных видно, что в 2023 г., по сравнению с 2022 г., увеличились выбросы ^{3}H и составили 0,2 % ДВ, ^{54}Mn – 0,001 % ДВ, ^{60}Co – 4,4 % ДВ, ^{134}Cs – 15,6 % ДВ и ^{137}Cs – 5,6 % ДВ. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ (1,2 % ДВ). Все годовые выбросы по контролируемым радионуклидам оставались на уровне значительно ниже допустимых. Случаев превышения установленных допустимых уровней выбросов радиоактивных веществ в атмосферу в течение 2023 г. не зарегистрировано.

Таблица 3.7.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк (данные ФГУП «НО РАО»)

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}03\cdot10^{15}$	$1{,}92\cdot10^{12}$	$1{,}20\cdot10^{12}$	$+7{,}20\cdot10^{11}$
^{14}C	$1{,}34\cdot10^{13}$	$7{,}00\cdot10^{11}$	$7{,}80\cdot10^{11}$	$-8{,}00\cdot10^{10}$
^{54}Mn	$7{,}38\cdot10^{11}$	$8{,}86\cdot10^{6}$	$2{,}50\cdot10^{6}$	$+6{,}36\cdot10^{6}$
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{9}$	$3{,}29\cdot10^{8}$	$2{,}70\cdot10^{8}$	$+5{,}90\cdot10^{7}$
^{90}Sr	$3{,}21\cdot10^{8}$	$2{,}00\cdot10^{4}$	-	-
^{95}Zr	$3{,}83\cdot10^{11}$	$5{,}30\cdot10^{5}$	$9{,}00\cdot10^{5}$	$-3{,}70\cdot10^{5}$
^{131}I	$9{,}30\cdot10^{10}$	$2{,}29\cdot10^{8}$	$3{,}10\cdot10^{8}$	$-8{,}10\cdot10^{7}$
^{134}Cs	$1{,}40\cdot10^{9}$	$2{,}18\cdot10^{8}$	$2{,}00\cdot10^{8}$	$+1{,}80\cdot10^{7}$
^{137}Cs	$4{,}00\cdot10^{9}$	$2{,}23\cdot10^{8}$	$2{,}00\cdot10^{8}$	$+2{,}30\cdot10^{7}$
ИРГ	$1{,}97\cdot10^{16}$	$2{,}35\cdot10^{14}$	$3{,}36\cdot10^{14}$	$-1{,}01\cdot10^{14}$

Примечание: * – значения выбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса).

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, производятся в Копорскую губу Финского залива через выпуск № 11 для энергоблоков РБМК-1000 и через выпуск 6а для энергоблоков № 1 и № 2 ВВЭР-1200. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2023 и 2022 гг. приведены в табл. 3.7.2.

Таблица 3.7.2

Сбросы радионуклидов в Копорскую губу Финского залива на ЛАЭС, Бк (данные ФГУП «НО РАО»)

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс*		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$4{,}26\cdot10^{14}$	$2{,}24\cdot10^{13}$	$1{,}21\cdot10^{13}$	$+1{,}03\cdot10^{13}$
^{51}Cr	$1{,}11\cdot10^{14}$	$2{,}60\cdot10^{7}$	$6{,}48\cdot10^{7}$	$-3{,}88\cdot10^{7}$
^{54}Mn	$2{,}32\cdot10^{11}$	$2{,}13\cdot10^{7}$	$3{,}93\cdot10^{7}$	$-1{,}80\cdot10^{7}$
^{58}Co	$1{,}42\cdot10^{12}$	$2{,}13\cdot10^{7}$	$2{,}45\cdot10^{7}$	$-3{,}20\cdot10^{6}$
^{59}Fe	$1{,}18\cdot10^{11}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$2{,}72\cdot10^{7}$	$-5{,}50\cdot10^{6}$
^{60}Co	$1{,}71\cdot10^{11}$	$2{,}29\cdot10^{7}$	$3{,}06\cdot10^{7}$	$-7{,}70\cdot10^{6}$
^{65}Zn	$2{,}58\cdot10^{11}$	$2{,}18\cdot10^{7}$	$2{,}85\cdot10^{7}$	$-6{,}70\cdot10^{6}$
^{89}Sr	$1{,}11\cdot10^{13}$	$1{,}21\cdot10^{9}$	$1{,}10\cdot10^{9}$	$+1{,}10\cdot10^{8}$
^{90}Sr	$1{,}67\cdot10^{12}$	$6{,}06\cdot10^{8}$	$5{,}50\cdot10^{8}$	$+5{,}60\cdot10^{7}$
^{95}Zr	$4{,}40\cdot10^{11}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$2{,}87\cdot10^{7}$	$-7{,}00\cdot10^{6}$
^{106}Ru	$1{,}88\cdot10^{11}$	$2{,}60\cdot10^{7}$	$6{,}48\cdot10^{7}$	$-3{,}88\cdot10^{7}$
^{131}I	$1{,}82\cdot10^{12}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$2{,}99\cdot10^{7}$	$-8{,}20\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$7{,}48\cdot10^{10}$	$2{,}15\cdot10^{7}$	$2{,}52\cdot10^{7}$	$-3{,}70\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$1{,}19\cdot10^{11}$	$2{,}15\cdot10^{7}$	$2{,}59\cdot10^{7}$	$-4{,}40\cdot10^{6}$
^{144}Ce	$2{,}98\cdot10^{11}$	$2{,}52\cdot10^{7}$	$5{,}82\cdot10^{7}$	$-3{,}30\cdot10^{7}$

Примечание: * – величины годовых сбросов нормируемых радионуклидов, измеренные значения концентраций которых не превышают нижнего предела измерения для выбранных средств, методов и условий измерений, считаются как произведение ½ НПИ на суммарный объём сброса.

В 2023 г. из нормируемых радионуклидов достоверно определялся только ^{3}H, годовой сброс которого вырос по сравнению с 2022 г. в 1,9 раза и составил 5,3 % от допустимого. В 2023 г. увеличились сбросы $^{89,90}Sr$, оставаясь значительно ниже значений допустимых сбросов.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС, а в радиусе до 30 км – ОРБ ЛАЭС и ОРБ ЛАЭС-2 (далее – ОРБ ЛАЭС) (рис. 3.7.1).

В 2023 г. в СЗЗ и ЗН ОРБ ЛАЭС проводил мониторинг:

– объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения в СЗЗ и ЗН с помощью воздухофильтрующих установок «Буран» на фильтрующий материал ФПП-15, средняя производительность установки составляет 800 м^3 в час. Отбор проб производится с экспозицией не более 10 суток;

– радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических планшетных кювет, время экспозиции которых составляло один месяц;

– содержания радионуклидов в воде из открытых водоёмов, донных отложениях, водной растительности;

– содержания радионуклидов в почве, продуктах питания местного производства, растительности;

– МАЭД и годовой поглощённой дозы на местности.

В качестве средств измерений при проведении радиационного контроля объектов окружающей среды используются: гамма-спектрометры многоканальные для измерения рентгеновского и гамма-излучения Canberra; радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические «Tri-Carb 3110 TR» фирмы Perkin Elmer; альфа-бета-радиометр для измерения малых активностей УМФ-2000.

Для мониторинга МАЭД и годовой поглощённой дозы на ЛАЭС использовались следующие средства: объединённая АСКРО ЛАЭС, состоящая из 14 постов радиационного контроля; система автоматизированного мониторинга радиационной обстановки, включающая в себя семь стационарных и одну мобильную измерительную станцию; переносные приборы дозиметрического контроля.

Северо-Западное УГМС в 2023 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

– объёмную активность радионуклидов в приземном слое атмосферы путём отбора проб в одном пункте (г. Санкт-Петербург) с помощью ВФУ с пятисуточной экспозицией;

– радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в четырёх пунктах;

– мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на 11 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ проб и измерение Σβ 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 объёмной Σβ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 3.7.3.

В соответствии с этими данными среднемесячная объёмная Σβ в Санкт-Петербурге изменялась от $2{,}3\cdot10^{-5}$ до $17{,}2\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 при среднегодовом значении $8{,}0\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, которое превысило региональный уровень для Севера ЕТР ($7{,}1\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) в 1,1 раза.

Таблица 3.7.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения ∑β (P, Бк/м^2·сут) и объёмная ∑β (q, 10^{-5} Бк/м^3) в 100-км зоне ЛАЭС в 2023 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		Санкт-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор*	Ломоносов	Кингисепп	Север ЕТР	
		P	q	P	P	P	P	q
Январь	с	0,8	4,1	0,4	-	-	0,8	7,3
	м	2,2	6,8	0,7	-	-		
Февраль	с	0,7	5,5	0,3	-	-	0,6	9,3
	м	1,6	6,8	1,3	-	-		
Март	с	0,7	8,7	-	-	-	0,6	11,3
	м	3,5	14,7	-	-	-		
Апрель	с	0,6	17,2	-	-	-	0,6	10,5
	м	2,6	24,5	-	-	-		
Май	с	1	11,5	-	1,4	0,5	0,6	6,1
	м	5,6	20,4	-	3,3	1,5		
Июнь	с	0,7	12	-	0,7	0,4	0,4	9,0
	м	3,5	16,7	-	3,0	1,6		
Июль	с	0,5	8,1	-	0,4	0,4	0,4	6,7
	м	1,6	14,1	-	2,3	1,0		
Август	с	0,5	9,8	-	0,2	0,4	0,4	7,3
	м	1,9	13,6	-	0,7	4,2		
Сентябрь	с	0,7	9	-	0,9	0,5	0,6	6,4
	м	1,8	12,3	-	1,9	1,6		
Октябрь	с	0,5	3,5	-	0,3	0,4	0,6	3,6
	м	2,2	4,8	-	1,3	1,7		
Ноябрь	с	0,4	4,5	-	0,3	0,4	0,6	3,7
	м	2	7,9	-	1,3	1,0		
Декабрь	с	0,4	2,3	-	0,4	0,3	0,6	4,5
	м	1,8	3,1	-	1,2	1,2		
Среднее: Бк/ м^2·сут		**0,6**		**0,4**	**0,6**	**0,4**	**0,6**	
10^{-5} Бк/м^3			**8,0**					**7,1**
Сумма, Бк/м^2·год		**219**		**146**	**219**	**146**	**201**	

Примечание: * – с 01.03.2023 г. метеорологический пост в окрестностях г. Сосновый Бор закрыт;
- – отбор проб не проводился.

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербурге представлено в табл. 3.7.4. Из табл. 3.7.4 видно, что объёмная активность ^{137}Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась от нижнего предела обнаружения ($4\cdot10^{-8}$ Бк/м^3) до $9{,}8\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (май) и её среднегодовое значение ($2{,}7\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) было выше в 1,6 раза уровня регионального значения для Севера ЕТР ($1{,}7\cdot10^{-7}$ Бк/м^3).

Таблица 3.7.4

Объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербурге в 2023 г., Бк/м^3 (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	^{137}Cs, 10^{-7}	^{90}Sr, 10^{-7}
Январь	1,5	
Февраль	1,2	
Март	2,2	1,73
Апрель	3,0	
Май	9,8	
Июнь	5,3	
Июль	2,2	
Август	<1	
Сентябрь	3,4	0,18
Октябрь	0,4	
Ноябрь	1,5	
Декабрь	<1	
Среднее	**2,7**	**0,96**

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2023 г. ($0{,}96 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) выросла в 1,6 раза по сравнению с предыдущим годом и в 1,8 раза превышала уровень регионального значения для Севера ЕТР ($0{,}53 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), оставалась на семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$.

Данные ОРБ ЛАЭС о среднегодовых объёмных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2022–2023 гг. приведены в табл. 3.7.5. Из таблицы 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 2023 г. объёмные активности ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{131}I, ^{60}Co, ^{54}Mn и ^{51}Cr в СЗЗ были выше значений в ЗН. Относительно 2022 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС объёмные активности всех техногенных радионуклидов выросли (кроме активности ^{131}I в СЗЗ и ЗН, и активности ^{51}Cr в ЗН).

Таблица 3.7.5

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ОРБ ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		$ДОА_{НАС.}$, Бк/м^3
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{137}Cs	533	118	56	46	27
^{134}Cs	176	44	37	< 13	19
^{131}I	30	55	< 21	< 20	7,3
^{60}Co	540	320	74	31	11
^{54}Mn	206	94	31	27	72
^{51}Cr	267	216	126	135	2500

В 2023 г. величины среднегодовых объёмных активностей отдельных радионуклидов техногенного происхождения в воздухе приземного слоя атмосферы СЗЗ и ЗН на шесть–восемь порядков ниже допустимых среднегодовых объёмных активностей (ДОА) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных мониторинга следует, что объёмная активность ^{137}Cs уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объёмная активность ^{137}Cs в 20,7 раза ниже, чем в ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\sum\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2023 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение $\sum\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в мае в Санкт-Петербурге (5,6 Бк/м^2·сут). В Санкт-Петербурге и Ломоносове среднегодовые суточные значения $\sum\beta$ выпадений находились на уровне региональных выпадений на Севере ЕТР (0,6 Бк/м^2·сут), в Сосновом Бору и Кингисеппе были меньше в 1,5 раза.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ и ЗН ЛАЭС, по данным ЛАЭС (табл. 3.7.6), свидетельствует о том, что в 2023 г. плотность выпадений в СЗЗ определялась ^{137}Cs и ^{60}Co. Содержание ^{134}Cs в СЗЗ и всех контролируемых радионуклидов в ЗН ЛАЭС не превышало МДА.

Объёмная активность ^{3}H в атмосферных осадках СЗЗ и ЗН в 2023 г., по данным ЛАЭС, была меньше МДА. Так как нижняя граница диапазона измерений, равная 18,8 Бк/л, более чем в 3,5 раза превышает максимальное среднегодовое значение объёмной активности ^{3}H в атмосферных осадках на территории РФ за последние 20 лет [16], рекомендуется переход на более чувствительную методику измерений.

Таблица 3.7.6

Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов и объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках в СЗЗ и ЗН ЛАЭС (данные ОРБ ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН	
	2023	2022	2023	2022
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м^2·сут				
^{137}Cs	0,010	0,010	< 0,008	< 0,009
^{134}Cs	< 0,009	< 0,008	< 0,009	< 0,009
^{60}Co	0,012	0,012	< 0,009	< 0,008
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л				
^{3}H	<18,8	<30	<18,8	<30

Вода и другие объекты окружающей среды

Данные ЛАЭС по контролю активности радионуклидов в воде открытых водных объектов в 2023 г. приведены в табл. 3.7.7.

Таблица 3.7.7

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов, Бк/л (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs	^{134}Cs	^{60}Co	^{3}H	^{90}Sr
Сбросной канал 1-й очереди	< 1,1	< 1,0	< 1,0	< 30	< 1,0
Сбросной канал 2-й очереди	< 1,1	< 1,0	< 1,0	< 30	< 1,0
Подводящий канал 1-й очереди	< 1,1	< 1,0	< 1,0	< 30	< 1,0
Подводящий канал 2-й очереди	< 1,1	< 1,0	< 1,0	< 30	< 1,0
Контрольный водоём (Финский залив, 130-й км автодороги 41А-007)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 10	< 1,0
УВ по НРБ-99/2009	11	7,2	40	7600	4,9

В 2023 г. так же, как и в предыдущие годы, объёмные активности представленных в табл. 3.7.6 радионуклидов в сбросных и подводящих каналах оставались ниже МДА и УВ по НРБ-99/2009. Так как нижняя граница диапазона измерений ^{3}H, равная 30 Бк/л, значительно превышает фоновые уровни содержания ^{3}H в поверхностных водах на территории РФ, рекомендуется переход на более чувствительную методику измерений

В 2023 г. контроль донных отложений на ЛАЭС проводился в прибрежных зонах сбросных каналов в местах с умеренной скоростью течения в связи с отсутствием донных отложений в русловой части каналов. Активность донных отложений определялась радионуклидами ^{137}Cs, ^{60}Co и ^{54}Mn (табл. 3.7.8). Удельная активность ^{137}Cs в 2023 г., по сравнению с 2022 г., в сбросном канале 1-й очереди уменьшилась в 3,3 раза, в сбросном канале 2-й очереди – выросла в 1,1 раза. Содержание ^{60}Co в сбросном канале 1-й очереди уменьшилось в 2,5 раза.

Таблица 3.7.8

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы* (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди **	13,7	45,6	< 0,4	< 0,3	1,1	2,7	0,3	< 0,3
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди **	23,4	20,9	< 0,4	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,2
Финский залив – контрольный водоём	10,1	11,4	< 0,4	< 0,6	< 0,3	< 0,5	< 0,3	< 0,5

Примечания: * – определение удельной активности проводилось для «влажных» донных отложений без предварительного высушивания;

** – отбор проб проводился в прибрежных зонах сбросных каналов в местах с умеренной скоростью течения.

В 2023 году активность проб водной растительности, по данным ЛАЭС, в сбросном канале 1-й и 2-й очереди и контрольном водоёме обусловливалась в основном ^{137}Cs (табл. 3.7.9). В водной растительности сбросного канала 2-й очереди также достоверно определялся ^{54}Mn.

Таблица 3.7.9

Среднегодовая удельная активность радионуклидов в водной растительности, Бк/кг сухой массы (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди	3,6	2,9	< 1,6	< 1,2	<1,5	1,3	<1,4	0,9
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди	16,0	14,8	< 1,4	< 0,9	< 0,9	< 0,6	1,0	0,7
Финский залив – контрольный водоём	7,8	6,8	< 1,0	< 0,6	< 0,9	< 0,5	< 0,9	< 0,5

По данным гамма-спектрометрического анализа проб почвы, проведённого ОРБ ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ^{137}Cs (табл. 3.7.10). В ЗН плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2023 г. не превышала её значения в контрольном пункте и находилась в пределах величины глобального фонового уровня (1,1 – 3,7 кБк/м^2).

Таблица 3.7.10

Среднегодовое содержание радионуклидов в почве, Бк/м^2 (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	2050	2030	< 50	< 50	< 50	< 50
ЗН	2000	1930	< 50	< 50	< 50	< 50
Контрольный пункт	2040	2050	< 40	< 50	< 40	< 50

Контроль активности радионуклидов в дикорастущей растительности осуществляется на ЛАЭС один раз в год на контрольных площадках, аналогичных площадкам пробоотбора почв. В пробах растительности в 2023 г. достоверно определялся ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН со значениями в 3,7 раза превышающими активность в контрольном пункте для СЗЗ, и ниже, чем в контрольном пункте, в ЗН. В СЗЗ также определялся ^{60}Co (табл. 3.7.11).

Таблица 3.7.11

Среднегодовое содержание радионуклидов в растительности, Бк/кг (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	2,6	0,2	0,5	< 0,2	1,9	0,6
ЗН	0,5	1,5	< 0,3	< 0,2	< 0,3	< 0,2
Контрольный пункт	0,7	3,9	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ОРБ ЛАЭС, приведена в табл. 3.7.12. Из таблицы видно, что в 2023 г. содержание ^{137}Cs выросло, по сравнению с 2022 г., в клюкве, грибах, рыбе, мясе и стало достоверно определяться в свёкле. Содержание ^{137}Cs в моркови, картофеле и молоке было ниже МДА. Все значения были на один–три порядка ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [3].

Таблица 3.7.12

Удельная активность продуктов питания местного производства в ЗН ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЛВД ЛАЭС)

Продукт	^{137}Cs		
	2023 г.	2022 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [3]
Корнеплоды (морковь)	< 0,2	< 0,2	80
Корнеплоды (свёкла)	0,3	< 0,2	80
Картофель	< 0,2	< 0,2	80
Ягоды лесные (клюква)	8,7	7,1	160
Грибы лесные	35	29	500
Рыба	7,0	3,5	130
Молоко	< 0,3	< 0,3	100
Мясо	0,3	0,2	200

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС, в 2023 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,20 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД не превышало 0,22 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ-фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС, среднегодовые значения МАЭД в 2023 г. в СЗЗ и ЗН составили 0,09 мкЗв/ч, в контрольном пункте (д. Копанское) – 0,09 мкЗв/ч; максимальные измеренные значения МАЭД достигали 0,76 мкЗв/ч в СЗЗ, 0,57 мкЗв/ч – в ЗН и 0,17 мкЗв/ч – в контрольном пункте. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МАЭД на местности в 2023 г. в СЗЗ и ЗН составляли 0,13 мкЗв/ч, в контрольном пункте – 0,10 мкЗв/ч. Максимальные значения МАЭД, по данным регламентных маршрутов, в СЗЗ и ЗН не превышали 0,23 и 0,20 мкЗв/ч соответственно.

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения ЛАЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 [5]) и природоохранному / экологическому (Р 52.18.852–2016, Р 52.18.853–2016, Р 52.18.873–2018, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021 [6–8, 18, 19]) критериям.

Основной вклад в ИПЗ во всех рассмотренных компонентах окружающей среды вносят ^{137}Cs и ^{60}Co (табл. 3.7.13). Расчёты значений ИПЗ для воды Копорской губы в 2023 году не проводились из-за высоких значений НПИ, не позволяющих получить количественные значения содержания техногенных радионуклидов в поверхностных водах. Рекомендуется использовать в практике мониторинга поверхностных вод более чувствительную методику измерений для уточнения реальной ситуации.

Таблица 3.7.13

Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды в районе расположения ЛАЭС в 2022, 2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %				
Почва	СЗЗ	2022	$1{,}45\cdot10^{-3}$	^{137}Cs				
		2023	$1{,}46\cdot10^{-3}$					
	ЗН	2022	$1{,}38\cdot10^{-3}$	^{137}Cs				
		2023	$1{,}43\cdot10^{-3}$					
	Контрольный пункт	2022	$1{,}46\cdot10^{-3}$	^{137}Cs				
		2023	$1{,}46\cdot10^{-3}$					
Донные отложения	Копорская губа	2022	$3{,}23\cdot10^{-2}$	^{54}Mn 1,1	^{60}Co 4,6	^{137}Cs 94,2		
		2023	$1{,}66\cdot10^{-2}$	2,2	3,7	94,1		
	Финский залив – контрольный водоём	2022	$8{,}05\cdot10^{-3}$	^{54}Mn 3,8	^{60}Co 1,7	^{137}Cs 94,4		
		2023	$8{,}00\cdot10^{-3}$	2,6	1,2	96,2		
Атмосфера	СЗЗ	2022	$4{,}25\cdot10^{-5}$	^{54}Mn 4,3	^{60}Co 57,9	^{131}I 1,8	^{137}Cs 31,9	^{134}Cs 4,1
		2023	$1{,}14\cdot10^{-4}$	3,5	36,4	0,4	6,2	53,6
	ЗН	2022	$8{,}99\cdot10^{-6}$	5,8	26,5	3,0	5,8	58,8
		2023	$1{,}44\cdot10^{-5}$	4,2	39,7	1,0	10,3	44,8
	г. Санкт-Петербург	2022	$4{,}09\cdot10^{-7}$	^{90}Sr 29,8			^{137}Cs 70,2	
		2023	$5{,}02\cdot10^{-7}$	38,2			61,8	

На рисунках представлена динамика ИПЗ в период с 2000 по 2023 год для почвенного покрова СЗЗ, ЗН ЛАЭС (рис. 3.7.2) и донных отложений Копорской губы (рис. 3.7.3).

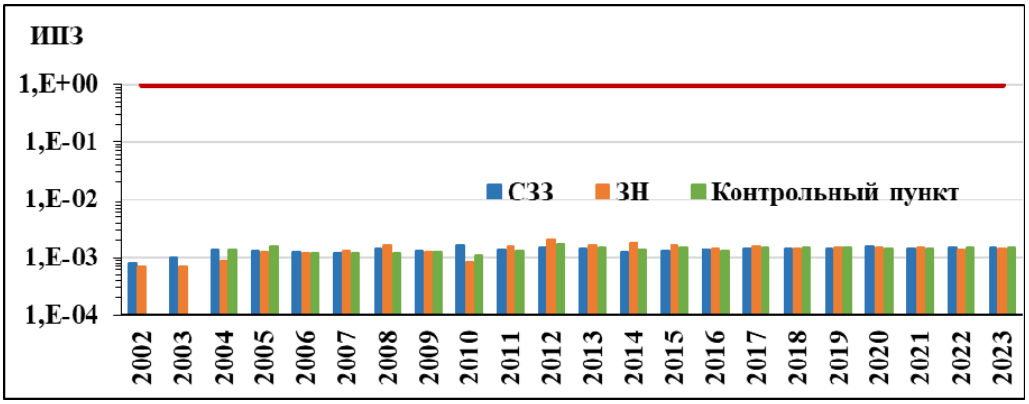


Рис. 3.7.2. Динамика интегрального показателя загрязнения почвенного покрова в районе расположения ЛАЭС в период с 2002 по 2023 г.



Рис. 3.7.3. Динамика интегрального показателя загрязнения донных отложений Копорской губы за период 2000–2023 гг.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным многолетнего мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже единицы, что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию ЛАЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды.

Согласно вышеизложенным данным, наблюдается превышение фоновых уровней по объёмной активности ^{137}Cs в воздухе и присутствие в приземном слое атмосферы зоны наблюдения ЛАЭС продуктов нейтронной активации (^{60}Co, ^{54}Mn, ^{51}Cr), отсутствующих в составе глобального фона. Объёмные активности этих радионуклидов в СЗЗ выше значений в ЗН. Объёмная активность ^{137}Cs уменьшается с увеличением расстояния от ЛАЭС, на расстоянии 80 км от АЭС она в 20,7 раза ниже, чем в ЗН. Однако объёмные активности обнаруживаемых в ЗН радионуклидов на семь-восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание техногенных радионуклидов в других объектах окружающей среды практически не превышает фоновых значений. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

3.8. Нововоронежская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» (Нововоронежская АЭС, далее – НВАЭС) является первым из отечественных с реакторами типа ВВЭР.

Станция сооружена в четыре очереди: первая – энергоблоки № 1 (ВВЭР-210 – в 1964 г.), № 2 (ВВЭР-365 – в 1969 г.), вторая – энергоблоки № 3 и № 4 (ВВЭР-440 – в 1971 и 1972 гг.), третья – энергоблок № 5 (ВВЭР-1000 – в 1980 г.), четвёртая – энергоблоки № 1 и № 2 Нововоронежской АЭС-2 (ВВЭР-1200 – в феврале 2017 г. и октябре 2019 г.). Энергоблоки № 1 и № 2 остановлены в 1984 и 1990 гг. С этих энергоблоков вывезено ядерное топливо, и они переведены в ядерно-безопасное состояние. Энергоблок № 3 выведен из эксплуатации в 2016 году. В 2018 г. проводились работы по повторному продлению срока эксплуатации энергоблока № 4 НВАЭС на дополнительный период – 15 лет. Энергоблок включён в сеть 29 декабря 2018 года.

В 2023 г. на НВАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока: № 4 – проектной мощностью 440 МВт, № 5 – 1 000 МВт, № 1 и № 2 НВАЭС-2 – 1 200 МВт.

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в административных границах городского округа Нововоронежа и Каширского муниципального района. В районе НВАЭС климат умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года.

Проектная граница СЗЗ вокруг НВАЭС представляет собой объединение двух окружностей: одна – радиусом 2,25 км – от венттрубы энергоблоков № 3 и № 4 , другая – радиусом 2 км – от венттрубы блока № 5. Площадь СЗЗ ~ 18 км^2.

Граница СЗЗ блоков № 6 и № 7 (№ 1 и № 2 НВАЭС-2) определена в границах, образованных периметром ограждения промплощадки этих блоков общей площадью 76,79 га и находится внутри СЗЗ НВАЭС.

ЗН имеет радиус 20 км с центром на середине линии, соединяющей венттрубы энергоблоков № 3, № 4 и энергоблока № 5. Внешняя граница СЗЗ совпадает с внутренней границей ЗН. Площадь ЗН ~ 1238 км^2. ЗН блоков № 1 и № 2 НВАЭС-2 имеет радиус 13 км и находится внутри зоны наблюдения НВАЭС.

Напротив промплощадки НВАЭС – на правом берегу р. Дон – находятся два населённых пункта (с. Архангельское и д. Пашенково), окраины которых примыкают к внешней границе СЗЗ. К северу от промплощадки на расстоянии 3−7 км расположен г. Нововоронеж (31,5 тыс. жителей на 2023 г.), градообразующим предприятием которого является НВАЭС. В 45 км к северу и в 50 км к юго-востоку от АЭС находятся два крупных населённых пункта: г. Воронеж (число жителей около 1046 тыс. человек на 2023 г.) и г. Лиски (55,8 тыс. жителей на 2023 г.).

Источниками выбросов на АЭС являются венттрубы энергоблоков, венттруба центральных мастерских зоны контролируемого доступа Нововоронежской АЭС-2, венттруба здания переработки и хранения радиоактивных отходов Нововоронежской АЭС-2, венттруба санитарно-бытового корпуса Нововоронежской АЭС-2, брызгальные бассейны энергоблоков НВАЭС-2. Данные о газоаэрозольных выбросах в атмосферу регламентируемых на НВАЭС радионуклидов в 2023 г., и, для сравнения, в 2022 г. приведены в табл. 3.8.1.

Из приведённых в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2023 г. на НВАЭС годовые выбросы контролируемых нуклидов увеличились по сравнению с 2022 годом. Выбросы всех контролируемых радионуклидов были значительно ниже допустимых.

Источниками водопользования в районе НВАЭС являются р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыборазводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод. Наливной пруд-охладитель блока № 5, характеристики которого были приведены в [20], 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. Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [20].

Таблица 3.8.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$6{,}15\cdot10^{14}$	$1{,}09\cdot10^{13}$	$7{,}07\cdot10^{12}$	$+3{,}8\cdot10^{12}$
^{14}C	$8{,}75\cdot10^{12}$	$1{,}55\cdot10^{12}$	$1{,}01\cdot10^{12}$	$+5{,}4\cdot10^{11}$
^{41}Ar	$6{,}90\cdot10^{14}$	$5{,}93\cdot10^{12}$	$2{,}98\cdot10^{12}$	$+3{,}0\cdot10^{12}$
^{87}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$1{,}10\cdot10^{12}$	$1{,}04\cdot10^{12}$	$+6{,}0\cdot10^{10}$
^{88}Kr	$6{,}90\cdot10^{14}$	$1{,}22\cdot10^{12}$	$1{,}01\cdot10^{12}$	$+2{,}1\cdot10^{11}$
^{133}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$2{,}52\cdot10^{13}$	$1{,}89\cdot10^{12}$	$+2{,}3\cdot10^{13}$
^{135}Xe	$6{,}90\cdot10^{14}$	$2{,}56\cdot10^{12}$	$1{,}55\cdot10^{12}$	$+1{,}0\cdot10^{12}$
^{60}Co	$7{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}25\cdot10^{8}$	$1{,}16\cdot10^{8}$	$+9{,}0\cdot10^{6}$
^{131}I	$1{,}80\cdot10^{10}$	$5{,}59\cdot10^{8}$	$4{,}18\cdot10^{7}$	$+5{,}2\cdot10^{8}$
^{134}Cs	$9{,}00\cdot10^{8}$	$8{,}15\cdot10^{7}$	$5{,}51\cdot10^{7}$	$+2{,}6\cdot10^{7}$
^{137}Cs	$2{,}00\cdot10^{9}$	$9{,}66\cdot10^{7}$	$5{,}47\cdot10^{7}$	$+4{,}2\cdot10^{7}$

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учётом разгрузки подземных вод представлены в табл. 3.8.2.

Из табл. 3.8.2 видно, что сбросы радионуклидов в 2023 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешённых величин. Согласно этим данным, годовые сбросы ^{137}Cs в открытую

гидрографическую сеть (р. Дон) из водовыпуска НВАЭС в 2023 г. не превышали 1,1 % ДС, а из водовыпуска № 4 НВАЭС-2 – 9,3 %. Годовой сброс ^{60}Co в р. Дон из водовыпуска НВАЭС в 2023 г. не превышал 0,12 % ДС, а из водовыпуска № 4 НВАЭС-2 – 1,2 %. Основной вклад в активность сбросов вносил тритий, величина сбросов которого не превышала в 2023 г. 43 % ДС. Помимо указанных радионуклидов, в 2023 г. в сбросах также регистрировались ^{65}Zn и ^{134}Cs.

Таблица 3.8.2

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Источник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2023 г.	2022 г.	
Водовыпуск НВАЭС (поля фильтрации)	^{3}H	$3{,}20\cdot10^{13}$	$1{,}36\cdot10^{13}$	$1{,}18\cdot10^{13}$	$+1{,}8\cdot10^{12}$
	^{54}Mn	$6{,}34\cdot10^{9}$	-	$1{,}45\cdot10^{7}$	-
	^{60}Co	$2{,}32\cdot10^{10}$	$2{,}74\cdot10^{7}$	$1{,}83\cdot10^{7}$	$+9{,}1\cdot10^{6}$
	^{65}Zn	$4{,}97\cdot10^{9}$	$2{,}57\cdot10^{6}$	-	-
	^{106}Ru	$2{,}28\cdot10^{10}$	-	$1{,}24\cdot10^{8}$	-
	^{134}Cs	$1{,}89\cdot10^{9}$	$2{,}23\cdot10^{7}$	$1{,}48\cdot10^{7}$	$+7{,}5\cdot10^{6}$
	^{137}Cs	$2{,}77\cdot10^{9}$	$3{,}30\cdot10^{7}$	$3{,}36\cdot10^{7}$	$-6{,}0\cdot10^{5}$
Водовыпуск № 4 НВАЭС-2	^{3}H	$1{,}15\cdot10^{15}$	$4{,}10\cdot10^{13}$	$1{,}14\cdot10^{12}$	$+4{,}0\cdot10^{13}$
	^{60}Co	$2{,}32\cdot10^{10}$	$2{,}68\cdot10^{8}$	$1{,}32\cdot10^{8}$	$+1{,}4\cdot10^{8}$
	^{65}Zn	$2{,}83\cdot10^{9}$	$1{,}48\cdot10^{6}$	-	-
	^{134}Cs	$1{,}08\cdot10^{9}$	$1{,}51\cdot10^{8}$	$5{,}12\cdot10^{7}$	$+1{,}0\cdot10^{8}$
	^{137}Cs	$1{,}59\cdot10^{9}$	$1{,}48\cdot10^{8}$	$4{,}94\cdot10^{7}$	$+9{,}9\cdot10^{7}$

Примечание: - нет данных.

В соответствии с требованиями п. 4.1 СТО 1.1.1.04.001.0143-2022 в случае, если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса.

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг НВАЭС в радиусе до 50 км проводится ЛВРК НВАЭС, а в радиусе до 100 км − Центрально-Черноземным УГМС.

В 2023 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на семи стационарных постах, один из которых расположен на промплощадке, один – в СЗЗ, четыре – в ЗН и один – в контрольном пункте (г. Лиски, в 50 км в юго-восточном направлении от АЭС). Пробы отбирались непрерывно с помощью стационарных аспирационных установок типа ФВА-49. Замена фильтров проводится не реже одного раза в неделю;

– радиоактивность атмосферных выпадений – на 21 стационарном посте, расположенном на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет площадью 0,25 м^2 и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции – 7–10 дней. Пробы отбирались непрерывно, замена фильтров проводится не реже чем один раз в две недели;

– содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоёмов, донных отложениях, рыбе открытых водоёмов, 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, капусте, моркови);

– МАЭД с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 33 постов, и во время маршрутных обследований;

– годовая поглощённая доза гамма-излучения на местности на 76 стационарных дозиметрических постах.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись Σβ, активность трития, содержание и изотопный состав гамма-излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился гамма-спектрометрическим методом. Измерение Σβ проб проводилось на радиометрах типа УМФ-2000, трития в водных пробах – на жидкосцинтилляционном спектрометре-радиометре типа Quantulus. Для измерения МАЭД использовались мобильная дозиметрическая установка «Гамма-сенсор», переносные дозиметры ДРГ-01Т, дозиметры-радиометры МКС-АТ 1117М, МКС-АТ 6101М, ДКС-96, МКС КП-АД6, для измерения поглощённой дозы на местности – комплект термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М.

В 2023 г. Центрально-Чернозёмное УГМС в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 3.8.1):

– за объёмной активностью радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа путём отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-3А» на ткань ФПП-15-1,5 с экспозицией пять дней;

– за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;

– МАЭД на 13 стационарных постах каждые три часа.

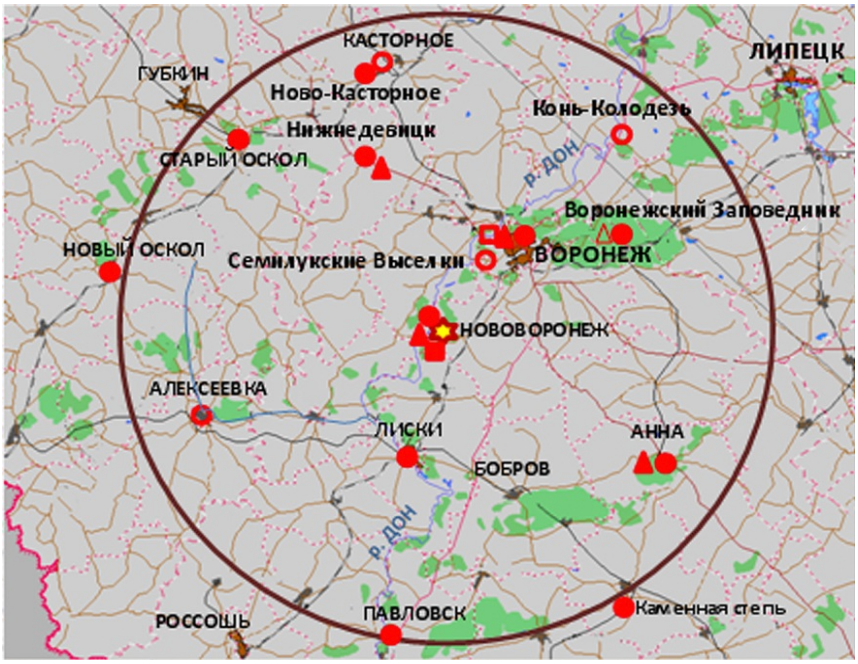


Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-фоном;
– отбор проб атмосферных выпадений;
– отбор проб атмосферных аэрозолей;
– планируемые наблюдения.

Радионуклидный состав и активность проб в Центрально-Чернозёмном УГМС определялись в ФГБУ «НПО «Тайфун». Σβ измерялась на альфа-, бета-радиометрах УМФ-2000 и на радиометре типа РУБ-01П5. Объёмная активность ^{90}Sr определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. МАЭД измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

Приземная атмосфера

В табл. 3.8.3 приведены данные ЛВРК НВАЭС о среднегодовых объёмных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2022−2023 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2023 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу, по сравнению с 2022 г., существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объёмные активности ^{60}Co увеличились в 6,4 раза относительно уровня 2022 г., а активности ^{137}Cs уменьшились в 1,3 раза. В ЗН среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs уменьшились, среднегодовые объёмные активности ^{60}Co увеличились в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом. Объёмная активность ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах (< 10–12,3)·10^{-7} Бк/м^3, что примерно в 4–4,9 раза выше средневзвешенной объёмной активности для Центра ЕТР (2,5·10^{-7} Бк/м^3).

Таблица 3.8.3

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОА$_{НАС.}$, Бк/м^3
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{54}Mn	-	8,4	-	-	-	-	72
^{60}Co	32,0	5,0	12,4	10,8	< 10	< 10	11
^{137}Cs	12,3	15,5	< 10	9,1	< 10	6,5	27

Примечание: - – нет данных.

В целом результаты измерений показывают, что объёмные активности техногенных радионуклидов в воздухе на семь порядков ниже установленных нормативов ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2].

Данные Центрально-Чернозёмного УГМС об объёмной активности Σβ в воздухе приведены в табл. 3.8.4.

Таблица 3.8.4

Объёмные Σβ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Нововоронеж	с	33,8	36,0	13,9	26,0	9,0	14,0	12,0	17,7	17,9	7,8	6,9	-	17,7	18,4
	м	56,7	67,6	24,4	53,9	12,2	19,3	19,2	29,7	24,6	19,1	12,4	-		

Примечание: - – данные за декабрь отсутствуют из-за поломки ВФУ «Нововоронеж».

Согласно данным табл. 3.8.4, в 2023 г. объёмная Σβ в приземном слое атмосферы составила 17,7·10^{-5} Бк/м^3, что незначительно ниже уровня 2022 г. и в 1,4 раза ниже средневзвешенной объёмной активности Σβ в Центре ЕТР (25,0·10^{-5} Бк/м^3).

По результатам гамма-спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведённого Центрально-Чернозёмным УГМС, в табл. 3.8.5 представлены среднегодовые объёмные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны НВАЭС.

Из табл. 3.8.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г. составила 6,4·10^{-7} Бк/м^3, что в 1,2 раза больше значения за 2022 г. и в 2,6 раза больше средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР (2,5·10^{-7} Бк/м^3).

Таблица 3.8.5

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы 100-км зоны НВАЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Радионуклид	Нововоронеж	
	2023 г.	2022 г.
^{54}Mn	0,1	0,4
^{58}Co	н	0,1
^{60}Co	0,6	1,1
^{95}Zr+^{95}Nb	н	0,1
^{134}Cs	н	0,3
^{137}Cs	6,4	5,4

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Данные Центрально-Черноземного УГМС о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях Σβ выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2023 г. приведены в табл. 3.8.6. Среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в 2023 г. в различных пунктах 100-км зоны незначительно понизились по сравнению с 2022 г. и были в 1–1,4 раза ниже среднегодового фонового значения для Центра ЕТР (1,10 Бк/м^2·сут). Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в п. Анна в ноябре и составляли 6,3 Бк/м^2·сут.

Таблица 3.8.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Анна	с	1,7	0,7	1,1	1,4	0,7	1,3	0,9	1,1	1,0	1,1	1,1	1,4	1,1	1,2
	м	1,7	2,9	3,2	3,7	2,3	3,4	2,8	4,0	2,3	4,3	6,3	4,3		
Воронеж	с	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	1,1	1,0	1,1	0,8	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1
	м	3,3	5,9	3,5	2,2	2,5	4,1	3,2	2,8	2,8	1,9	2,2	1,4		
Лиски	с	0,9	0,7	0,8	1,4	0,6	0,7	0,7	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
	м	2,8	2,8	2,5	4,7	1,7	1,7	3,2	3,7	1,9	2,3	2,5	3,5		
Нижнедевицк	с	0,8	0,8	1,0	1,3	0,7	1,1	0,8	1,6	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1
	м	2,3	2,7	5,2	3,3	2,0	3,2	2,2	4,8	2,9	4,3	4,8	3,9		
Нововоронеж	с	0,8	0,9	1,0	1,5	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,4	1,1	1,2
	м	3,0	2,8	2,8	4,3	2,2	3,4	3,3	4,3	3,9	4,0	2,4	3,4		

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб выпадений в 2023 г., полученные Центрально-Черноземным УГМС, приведены в табл. 3.8.7. Анализ выполнялся раздельно для метеостанции г. Нововоронеж и для проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Таблица 3.8.7

Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2023 г., Бк/м^2·квартал (данные Центрально-Черноземного УГМС)

Квартал		г. Нововоронеж		Зона 13	
		^{137}Cs	^{7}Be	^{137}Cs	^{7}Be
I		н	6	0,03	64
II		0,13	318	н	166
III		н	167	0,09	150
IV		0,65	76	0,04	66
Сумма, Бк/м^2·год:	**2023 г.**	**0,78**	**627**	**0,16**	**446**
	2022 г.	0,39	884	0,23	603

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из радионуклидов техногенного происхождения в пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 присутствовал ^{137}Cs. Годовые выпадения ^{137}Cs в 2023 г. в г. Нововоронеже увеличились в 2 раза, по сравнению с 2022 г., и составили 0,78 Бк/м^2·год, в зоне 13 – уменьшились в 1,4 раза и составляли 0,16 Бк/м^2·год.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2023 г. в выпадениях в СЗЗ и в контрольном пункте (Лиски) регистрировались ^{60}Co, ^{134}Cs и ^{137}Cs. Выпадения ^{60}Co, ^{134}Cs и ^{137}Cs в СЗЗ составили 2,3; 0,1 и 5,8 Бк/м^2·год соответственно, а в КП – 0,5; 0,04 и 0,5 Бк/м^2·год соответственно.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоёмов в 2023 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. 3.8.8 приведены данные об объёмных активностях ^{137}Cs в поверхностных водах в районе АЭС. Видно, что в 2023 г. объёмная активность ^{60}Co и ^{137}Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыборазводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» была ниже предела обнаружения. Объёмная активность трития в поверхностных водах в 2023 г. составляла от 4 Бк/кг (6 км выше сброса блоков № 1, № 2) до 102 Бк/кг (Старица).

Таблица 3.8.8

Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС (данные ЛВРК НВАЭС)

Место отбора проб	Вода, Бк/л						Донные отложения, Бк/кг в.-с.			
	^{137}Cs		^{60}Co		^{3}H		^{137}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
р. Дон										
6 км выше сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	4	3	0,6	2,1	н	н
Старица	н	н	н	н	102	109	1,9	0,7	н	н
Водозабор блоков № 1, № 2	н	н	н	н	12	12	1,9	4,2	н	н
100 м ниже сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	7	13	<0,1	1,9	0,8	1,4
Пирс НВАЭС-2	н	н	н	н	14	9	2,6	2,8	н	0,9
15 км ниже сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	6	5	4,3	2,9	н	н
Пруд-охладитель блока № 5										
Пляж	н	н	н	н	34	77	0,6	0,9	н	н
Водозабор блока № 5	н	н	н	н	32	80	1,0	0,9	н	н
Рыбхоз										
Пруды рыбхоза	н	н	н	н	23	33	2,5	0,5	0,4	н
Отводной канал на р/х	-	-	-	-	-	-	4,5	2,4	0,6	0,2

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

ЛВРК НВАЭС также проводит мониторинг содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыборазводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях (табл. 3.8.8) рыборазводного пруда в 2023 г. составляла 2,5–4,5 Бк/кг в.-с., а ^{60}Co – 0,4–0,6 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях составляла 0,6–1,0 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от предела обнаружения до 4,3 Бк/кг в.-с.; ^{60}Co – от предела обнаружения до 0,8 Бк/кг в.-с. В целом содержание радионуклидов в донных отложениях исследуемых водоёмов не увеличилось по сравнению с предыдущими годами [1, 13, 20].

Мониторинг грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 проводился ЛВРК.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2023 г. в СЗЗ составляла 1,9 кБк/м^2, в ЗН – 3,1 кБк/м^2, в контрольном пункте Лиски – 5,4 кБк/м^2. Повышенное содержание ^{137}Cs в почве во всех пунктах мониторинга, по сравнению с уровнем глобального загрязнения, связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС. В СЗЗ, ЗН и КП ^{60}Co и ^{134}Cs не обнаружены.

ЛВРК НВАЭС проводит измерения содержания радионуклидов в растительности. ^{60}Co и ^{134}Cs в пробах растительности обнаружены не были. Содержание ^{137}Cs в растительности в 2023 г. составляло: в СЗЗ – 0,1 Бк/кг, в ЗН – 0,2 Бк/кг, в КП (Лиски) – < 0,1 Бк/кг.

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции в 2023 г. было на три-четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [3]: в мясе – 0,50 Бк/кг, в рыбе – < 0,02 – 0,20 Бк/кг, в картофеле – ниже предела обнаружения, в зерне – < 0,02 Бк/кг, в молоке – 0,04 Бк/кг сырой массы, в овощах – ниже предела обнаружения, в корнеплодах – ниже предела обнаружения.

По данным наблюдений Центрально-Черноземного УГМС, в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2023 г. среднемесячные значения МАЭД изменялись от 0,04 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальное измеренное значение МАЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (0,17 мкЗв/ч). Эти значения незначительно отличаются от результатов 2022 года.

Среднегодовые значения МАЭД в 2023 г. вне загрязнённых участков в СЗЗ и ЗН, по данным ЛВРК НВАЭС, составляли 0,07−0,09 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД в СЗЗ достигало 0,15 мкЗв/ч, в ЗН – 0,19 мкЗв/ч, в контрольном пункте – 0,14 мкЗв/ч.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне 0,68–0,91 мЗв, что несколько выше значения, полученного в контрольном пункте Лиски, – 0,66 мЗв. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне 0,60–0,78 мЗв.

В соответствии с рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016 [6], Р 52.18.876–2019 [7] для Нововоронежской АЭС, по данным радиационного мониторинга, были рассчитаны ИПЗ почвы, поверхностных вод, донных отложений и атмосферного воздуха по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.8.9).

Таблица 3.8.9

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы НВАЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2022 2023	$2{,}4\cdot10^{-4}$ $4{,}9\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$7{,}5\cdot10^{-5}$ $8{,}0\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$4{,}4\cdot10^{-4}$ $1{,}4\cdot10^{-3}$	^{137}Cs
Вода	СЗЗ	2022 2023	$1{,}4\cdot10^{-2}$ $1{,}3\cdot10^{-2}$	^{3}H
	ЗН	2022 2023	$1{,}7\cdot10^{-3}$ $9{,}2\cdot10^{-4}$	^{3}H
	Контрольный водоём	2022 2023	$4{,}0\cdot10^{-4}$ $5{,}3\cdot10^{-4}$	^{3}H
Донные отложения	СЗЗ	2022 2023	$1{,}7\cdot10^{-3}$ $3{,}3\cdot10^{-3}$	^{60}Co, ^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$2{,}0\cdot10^{-3}$ $4{,}4\cdot10^{-4}$	^{60}Co, ^{137}Cs
	Контрольный водоём	2022 2023	$1{,}4\cdot10^{-3}$ $4{,}0\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
Атмосфера	СЗЗ	2022 2023	$2{,}3\cdot10^{-6}$ $3{,}9\cdot10^{-6}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$1{,}9\cdot10^{-6}$ $1{,}5\cdot10^{-6}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$7{,}5\cdot10^{-7}$ $9{,}6\cdot10^{-7}$	^{137}Cs

Во всех случаях ИПЗ значительно меньше единицы, что свидетельствует о радиационной безопасности окружающей среды по природоохранному критерию.

Из анализа приведённых выше данных следует, что НВАЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку. Обнаружено присутствие ^{60}Co в донных отложениях р. Дон. В приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС наблюдался отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ^{60}Co. Наблюдаемые объёмные активности контролируемых радионуклидов в приземном воздухе на семь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

3.9. Ростовская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная электростанция» (далее – Ростовская АЭС) расположен на юге России в Ростовской области, на южном берегу Цимлянского водохранилища, созданного в нижнем течении р. Дон, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска.

В 2023 г. в эксплуатации находились четыре энергоблока Ростовской АЭС с реакторами ВВЭР-1000, введёнными в промышленную эксплуатацию соответственно: энергоблок № 1 – 2001 г., № 2 – 2010 г., № 3 – 2015 г., № 4 – 2018 год.

Вокруг Ростовской АЭС установлены СЗЗ радиусом 3 км и ЗН радиусом 30 км. Средняя плотность населения в ЗН составляет 79 человек на 1 км^2, общая численность населения в ЗН – 212 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска, расположенного в 13,5 км от АЭС, составляет около 168,3 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от Ростовской АЭС, – около 14,3 тыс. человек.

Газоаэрозольные выбросы на Ростовской АЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-03 [21], в атмосферу в 2023 г. и для сравнения в 2022 г. приведены в табл. 3.9.1.

Таблица 3.9.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Ростовской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс, Бк		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$4{,}55\cdot10^{14}$	$1{,}26\cdot10^{12}$	$1{,}23\cdot10^{12}$	$+3{,}0\cdot10^{10}$
^{14}C	$6{,}60\cdot10^{12}$	$1{,}12\cdot10^{11}$	$1{,}01\cdot10^{11}$	$+1{,}1\cdot10^{10}$
^{131}I	$2{,}10\cdot10^{10}$	$3{,}98\cdot10^{7}$	$6{,}57\cdot10^{7}$	$-2{,}6\cdot10^{7}$
^{60}Co	$2{,}10\cdot10^{10}$	$5{,}35\cdot10^{7}$	$5{,}68\cdot10^{7}$	$-3{,}3\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$3{,}98\cdot10^{9}$	$3{,}85\cdot10^{7}$	$4{,}00\cdot10^{7}$	$-1{,}5\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$8{,}40\cdot10^{9}$	$4{,}76\cdot10^{7}$	$5{,}33\cdot10^{7}$	$-5{,}7\cdot10^{6}$
Сумма ИРГ	$8{,}60\cdot10^{14}$	$8{,}63\cdot10^{12}$	$1{,}23\cdot10^{13}$	$-3{,}7\cdot10^{12}$

В соответствии с требованиями «Положения о годовых отчётах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143–2015) в случае, если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса.

Суммарные выбросы большинства радионуклидов уменьшились. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2023 г. составляли от 0,19 до 1,70 % допустимых выбросов.

Сбросы ПЛК на Ростовской АЭС осуществляются через сбросной канал в водоём-охладитель. Отработанная хозбытовая вода поступает на очистные сооружения АЭС и затем в водоём-охладитель. Водоём-охладитель Ростовской АЭС, созданный путём отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км^2, среднюю глубину – 3,3 м, средний объём воды – $6 \cdot 10^7$ м^3. Длина плотины водоёма-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путём поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоёма-охладителя через дамбу ($1{,}1 \cdot 10^7$ м^3/год).

В 2023 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоём-охладитель, за исключением трития ($7{,}91 \cdot 10^7$ Бк/год – в выпуске 1 и $3{,}31 \cdot 10^7$ Бк/год – в выпуске 3), было ниже МДА.

Радиационный мониторинг в 30-км зоне в районе расположения Ростовской АЭС осуществляют три подразделения отдела радиационной безопасности (ОРБ): участок радиационного контроля (УРК); аналитическая группа (АГ); участок внешнего радиационного контроля (УВРК). Мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг АЭС осуществляет Северо-Кавказское УГМС.

В 2023 г. ОРБ на промплощадке в СЗЗ и ЗН для последующего анализа отбирались пробы:

– аэрозолей в 10 точках (пять из них в резерве) с помощью фильтровентилляционных установок (средний объём прокачанного воздуха – 400 м^3 /ч);

– атмосферных выпадений с помощью 18 кювет (семь из них в резерве) площадью 0,16 и 0,32 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, водоём-охладитель, Цимлянское водохранилище вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения и подземные воды из насосной станции;

– донных отложений и водорослей в водоёме-охладителе и Цимлянском водохранилище;

– сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировались МАЭД и поглощённая доза на местности.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», СКС-07П «Кондор», DSA-1000, «Tri-Carb 3110 TR», Quantulus-1220, Tri-Carb 3110 TR, радиометрами УМФ-2000. Контроль поглощённой дозы на местности проводился с помощью термолюминесцентных дозиметров типа Harshaw, размещённых в 17 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МАЭД проводилось с помощью переносных дозиметра КП-АД6, дозиметра-радиометра МКС-АТ1117М 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.

В 2023 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне Ростовской АЭС проводились наблюдения за МАЭД на семи станциях каждые три часа, на шести из них проводился отбор проб выпадений с

помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной – в г. Цимлянске – отбор 5-суточных проб аэрозолей с помощью ВФУ. В Цимлянске также в течение года отбирались месячные пробы осадков для определения содержания в них трития.

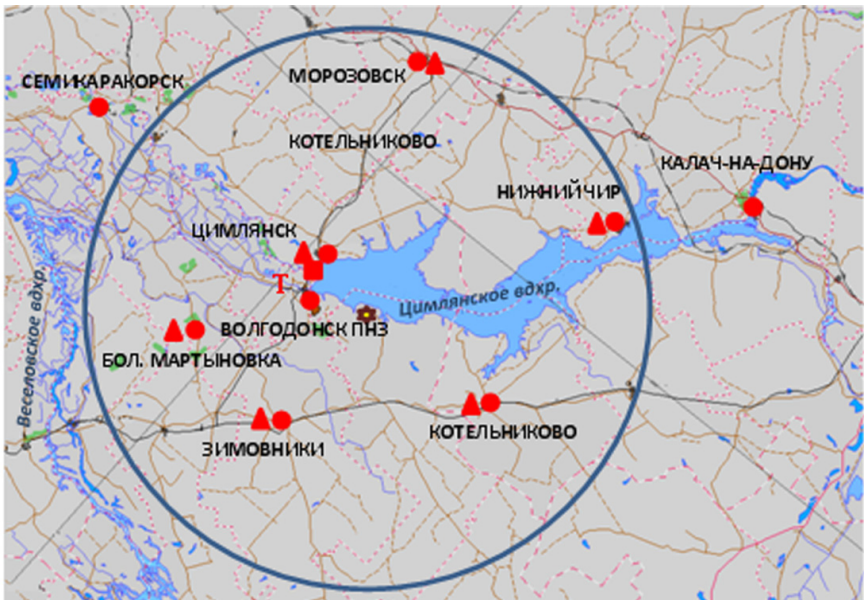


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-фоном;
– отбор проб атмосферных выпадений;
– отбор проб атмосферных аэрозолей;
Т – отбор проб атмосферных осадков.

Радиометрической лабораторией Северо-Кавказского УГМС суточные пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на Σβ. Радиоизотопный анализ объединённых за месяц проб аэрозолей и объединённых за квартал проб выпадений, а также анализ проб осадков на тритий проводились в ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Данные Северо-Кавказского УГМС об объёмной Σβ в воздухе представлены в табл. 3.9.2.

Таблица 3.9.2

Объёмные значения Σβ в приземном слое воздуха в 100-км зоне Ростовской АЭС, 10^{-5} Бк/м^3 (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Цимлянск	с	-	-	-	5,8	6,1	6,9	5,6	9,6	7,4	5,2	2,9	3,0	5,8	7,9
	м	-	-	-	5,8	10,2	10,2	10,2	20,3	11,4	10,4	4,8	4,2		

Примечания: - – не проводились измерения из-за поломки ВФУ;
за апрель одна проба с 27.04 до 01.05

Из табл. 3.9.2 видно, что в 2023 г. среднегодовая объёмная Σβ в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, уменьшилась в 1,4 раза, по сравнению с 2022 г., и составила $5{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что в 1,4 раза ниже средневзвешенной по территории Юга ЕТР объёмной Σβ ($8{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2019–2023 гг. приведены в табл. 3.9.3. В 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs уменьшилась в 1,6 раза, по

сравнению с 2022 г., и составила $2{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения по Югу ЕТР ($2{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Таблица 3.9.3

Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска, 10^{-7} Бк/м^3 (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	2019	2,4	2,9	2,6	1,2	2,3	2,8
	2020	3,3	14	5,1	7,4	7,4	6,4
	2021	1,3	4,4	2,2	2,3	2,5	3,6
	2022	3,9	4,1	3,9	-	3,6	2,8
	2023	**-**	**2,1**	**2,2**	**2,3**	**2,2**	**2,6**
^{90}Sr							
Цимлянск	2019	0,44		0,30		0,37	0,47
	2020	0,64		0,10		0,42	1,20
	2021	0,67		1,15		0,91	1,07
	2022	0,40		0,56		0,48	0,51
	2023	**0,53**		**0,30**		**0,42**	**0,65**

Примечание: - – нет данных.

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в г. Цимлянске была в 1,5 раза ниже средневзвешенного значения объёмной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0{,}42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объёмные активности радионуклидов на семь порядков ниже $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2].

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и КП составляла $9{,}3 \cdot 10^{-7}$, $3{,}1 \cdot 10^{-7}$ и $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно. Среднегодовая объёмная активность ^{134}Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и КП составляла $4{,}7 \cdot 10^{-7}$, $< 0{,}8 \cdot 10^{-7}$ и $< 0{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно. Объёмная активность ^{60}Co в СЗЗ, ЗН и КП составляла $< 1{,}4 \cdot 10^{-7}$, $< 0{,}8 \cdot 10^{-7}$ и $< 0{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно.

Среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС, по данным Северо-Кавказского УГМС, в 2023 г. составляли 0,6–1,6 Бк/м^2·сут (табл. 3.9.4), в двух пунктах наблюдения уменьшились и в одном пункте превысили средневзвешенные по Югу ЕТР выпадения (0,81 Бк/м^2·сут).

Таблица 3.9.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные величины Σβ выпадений в 100-км зоне Ростовской АЭС, Бк/м^2·сут (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Зимовники	с	0,51	0,59	0,76	0,56	0,50	0,58	0,56	0,90	0,80	0,64	0,72	0,76	0,7	0,6
	м	2,10	1,32	1,98	1,06	2,12	1,08	1,15	5,31	2,71	1,20	1,75	2,66		
Константиновск	с	0,55	0,56	0,83	0,75	0,67	0,50	0,62	0,57	0,52	0,54	0,73	0,75	0,6	0,8
	м	2,19	1,30	4,84	1,75	2,45	1,38	1,45	2,18	1,25	1,75	1,78	2,00		
Котельниково	с	0,73	0,70	0,62	0,70	0,61	0,68	0,58	0,62	0,56	0,59	0,56	0,72	0,6	0,7
	м	1,48	1,29	0,86	1,00	1,64	1,71	0,90	1,14	0,95	0,86	1,25	1,43		
Морозовск	с	0,60	0,51	0,57	0,52	0,69	0,64	0,52	0,53	0,62	0,64	0,57	0,81	0,6	0,5
	м	1,70	0,88	1,03	1,16	3,73	2,06	1,43	1,40	1,55	1,08	0,98	1,95		
Нижний Чир	с	0,64	1,03	0,67	0,60	0,57	0,65	0,59	0,59	0,59	0,49	0,62	0,65	0,6	0,6
	м	1,35	6,16	1,80	1,00	1,53	1,67	1,08	1,00	2,43	1,13	1,70	1,67		
Цимлянск	с	0,74	0,78	0,89	0,61	1,67	0,96	0,99	2,37	1,13	2,56	3,61	3,21	1,6	0,9
	м	1,75	2,06	4,10	1,34	5,87	5,21	3,48	17,86	4,16	6,74	13,28	13,40		

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2023 г. выпадения радионуклидов в СЗЗ, ЗН и КП были ниже минимально детектируемой активности.

Результаты проведённого в ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2023 г. среднегодовая объёмная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 2,20 Бк/л и находилась ниже усреднённой по всем пунктам РФ среднегодовой объёмной активности трития в осадках (2,39 Бк/л).

Почва, растительность, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ОРБ Ростовской АЭС, в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2023 г., содержание ^{137}Cs составляло: в СЗЗ – 0,091 кБк/м^2, в ЗН – 0,57 кБк/м^2 и в с. Дубовское – 0,45 кБк/м^2. Содержание ^{134}Cs было < 0,05; < 0,06 и < 0,06 кБк/м^2 в СЗЗ, ЗН и КП соответственно. Среднегодовое содержание ^{60}Co в 2023 г. в СЗЗ, ЗН и КП было < 0,05; < 0,05 и < 0,06 кБк/м^2 соответственно.

Пробы растительности отбираются на тех же контрольных участках, где отбираются пробы почвы, один раз в год. Отбираются пробы луговых растений естественного произрастания. Пробу растительности составляют из пяти образцов, отобранных в центре и по углам квадрата со стороной 10 метров. Траву срезают ножом или серпом до основания. В пределах указанного квадрата отбирают пробу растительности общей массой не менее 2 кг. Среднегодовое содержание ^{137}Cs в СЗЗ составляло <0,27 Бк/кг; в ЗН – <0,30 Бк/кг; в КП – <0,29 Бк/кг.

Результаты измерений ОРБ проб воды показали, что в 2023 г. объёмная активность ^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{60}Co и ^{90}Sr в водах Цимлянского водохранилища и водоёме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности. Содержание трития в пробах воды составляло: в водоёме-охладителе – 57,5 Бк/л, Цимлянском водохранилище – ниже минимально детектируемой активности (1,1 Бк/л).

Донные отложения из водоёмов 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 < 0,9 Бк/кг в.-с., удельная активность ^{134}Cs – < 1,0 Бк/кг в.-с.; в донных отложениях водоёма-охладителя – < 0,6 Бк/кг в.-с. по ^{137}Cs и ^{134}Cs, < 0,5 Бк/кг в.-с. – по ^{60}Co.

Продукты питания местного производства

Пробы продуктов питания отбирались в следующих пунктах: ст. Жуковская, ст. Подгоренская, г. Волгодонск, а также в с. Дубовское (контрольный пункт). Рыба отбиралась из водоёма-охладителя и Цимлянского водохранилища.

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (зерна, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока, куриных яиц), выловленной рыбы, а также ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН Ростовской АЭС, проведённый ОРБ, показал, что в 2023 г., как и в предыдущем, содержание в них ^{137}Cs было ниже минимально детектируемой активности.

Полученные значения Σβ во всех обследованных продуктах питания не превышали значений нулевого фона.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая МАЭД в 2023 г. в СЗЗ, ЗН и КП (г. Цимлянск), по данным постов АСКРО Ростовской АЭС, составляла 0,08, 0,10 и 0,11 мкЗв/ч соответственно, при максимальном измеренном значении 0,16 мкЗв/ч.

По данным семи пунктов наблюдения за МАЭД Северо-Кавказского УГМС, среднегодовая МАЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует естественному гамма-фону.

Годовая доза на местности вокруг Ростовской АЭС, измеренная с помощью системы термолюминесцентных дозиметров в районе размещения АЭС (в 16 пунктах) и в КП (с. Дубовское), составила в СЗЗ – от 0,63 до 0,74 мЗв; в ЗН – от 0,58 до 0,73 мЗв, в контрольном пункте – 0,62 мЗв.

В соответствии с рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016 [6] для Ростовской АЭС по данным радиационного мониторинга были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ) почвы, поверхностных вод и атмосферного воздуха по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.9.5).

Таблица 3.9.5

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод и почвы Ростовской АЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2022 2023	$3{,}1\cdot10^{-5}$ $3{,}3\cdot10^{-5}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$1{,}6\cdot10^{-4}$ $2{,}1\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$1{,}3\cdot10^{-4}$ $1{,}7\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
Вода	СЗЗ	2022 2023	$4{,}6\cdot10^{-3}$ $7{,}6\cdot10^{-3}$	^{3}H
	ЗН	2022 2023	$4{,}6\cdot10^{-3}$ $7{,}6\cdot10^{-3}$	^{3}H
	Контрольный водоём	2022 2023	$7{,}2\cdot10^{-5}$ $7{,}2\cdot10^{-5}$	^{3}H
Донные отложения	СЗЗ	2022 2023	$1{,}7\cdot10^{-3}$ $5{,}5\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$1{,}7\cdot10^{-3}$ $5{,}5\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
	Контрольный водоём	2022 2023	$3{,}0\cdot10^{-4}$ $3{,}4\cdot10^{-4}$	^{137}Cs
Атмосфера	СЗЗ	2022 2023	$1{,}1\cdot10^{-6}$ $5{,}4\cdot10^{-7}$	^{137}Cs
	ЗН	2022 2023	$3{,}0\cdot10^{-7}$ $4{,}6\cdot10^{-8}$	^{137}Cs
	Контрольный пункт	2022 2023	$1{,}4\cdot10^{-7}$ $4{,}0\cdot10^{-8}$	^{137}Cs

Во всех случаях ИПЗ значительно меньше единицы, что свидетельствует о радиационной безопасности окружающей среды по природоохранному критерию.

Таким образом, по наблюдениям, проведённым Северо-Кавказским УГМС и ОРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что значимого влияния Ростовской АЭС в 2023 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг неё не выявлено. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

3.10. Смоленская АЭС

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция» (Смоленская АЭС, далее – САЭС) расположен на юге Смоленской области, в 3 км от г. Десногорска, 35 км от г. Рославль. Ближайшие региональные центры находятся на следующем удалении от АЭС: Смоленск – 150 км,

Брянск – 180 км, Москва – 350 км. 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 км^2. Плотина расположена в месте впадения в р. Десну её правого притока – р. Сельчанки, в 7 км от п. Екимовичи.

На САЭС эксплуатируются три энергоблока (№ 1 и № 2 − первая очередь, № 3 − вторая очередь), введённые в эксплуатацию в 1982, 1985 и 1990 гг. соответственно с уран-графитовыми канальными реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа с общей проектной электрической мощностью 3 000 МВт.

СЗЗ САЭС определена кругом радиусом 3 км. Размер ЗН для первой и второй очереди САЭС определён кругом радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди. Площадь ЗН − 2 797,7 км^2. Территория ЗН захватывает земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области и Рогнединского района Брянской области. Численность населения, проживающего в ЗН САЭС, составляет 39,6 тыс. человек: городское – 28,1 тыс. человек, сельское – 11,5 тыс. человек.

На территории промплощадки второй очереди САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят ХЖТО, ХЖО и ХЖО-2. Для хранения отработавшего ядерного топлива оборудовано ХОЯТ, расположенное на территории промплощадки второй очереди.

В конце 2017 г. введён в эксплуатацию комплекс переработки радиоактивных отходов САЭС.

Поступление радионуклидов в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами происходит на САЭС через вентиляционные трубы (ВТ-1 САЭС, ВТ-2 САЭС, ВТ ХОЯТ). Содержание регламентируемых радионуклидов в газоаэрозольных выбросах САЭС в 2023 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2022 год.

Таблица 3.10.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк (данные ФГУП «НО РАО») (данные ФГУП «НО РАО»)

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$4{,}79\cdot10^{16}$	$1{,}17\cdot10^{9}$	$1{,}23\cdot10^{10}$	$-1{,}11\cdot10^{10}$
^{14}C	$7{,}30\cdot10^{14}$	$2{,}30\cdot10^{8}$	$2{,}31\cdot10^{9}$	$-2{,}08\cdot10^{9}$
^{54}Mn	$5{,}10\cdot10^{13}$	$7{,}44\cdot10^{7}$	$2{,}67\cdot10^{7}$	$+4{,}77\cdot10^{7}$
^{60}Co	$9{,}91\cdot10^{10}$	$1{,}33\cdot10^{8}$	$4{,}64\cdot10^{7}$	$+8{,}66\cdot10^{7}$
^{131}I	$4{,}91\cdot10^{12}$	$2{,}43\cdot10^{8}$	$8{,}19\cdot10^{7}$	$+1{,}61\cdot10^{8}$
^{133}I	$5{,}10\cdot10^{14}$	$7{,}89\cdot10^{7}$	$8{,}92\cdot10^{7}$	$-1{,}03\cdot10^{7}$
^{134}Cs	$8{,}40\cdot10^{10}$	$4{,}73\cdot10^{7}$	$2{,}02\cdot10^{7}$	$+2{,}71\cdot10^{7}$
^{137}Cs	$2{,}12\cdot10^{11}$	$7{,}61\cdot10^{7}$	$3{,}34\cdot10^{7}$	$+4{,}27\cdot10^{7}$
ИРГ	$1{,}03\cdot10^{18}$	$1{,}77\cdot10^{14}$	$2{,}13\cdot10^{14}$	$-3{,}60\cdot10^{13}$

Примечание: * – значения выбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса).

Из табл. 3.10.1 видно, что наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносят радионуклиды из группы ИРГ, их суммарный выброс в 2023 г. уменьшился в 1,2 раза. Выбросы всех нормируемых радионуклидов в 2023 г. не превышали соответствующих допустимых выбросов. Среднесуточные и среднемесячные выбросы регламентируемых радионуклидов не превышали установленных контрольных уровней для САЭС.

В качестве водоёма-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. Сельчанку и/или р. Гнездну и далее – в водоём-охладитель (выпуск № 2); из баков душевых вод санпропускников через очистные сооружения ХФК – в водоём-охладитель (выпуск № 1); из баков приёмки вод пожаротушения через очистные сооружения ПЛК – в водоём-охладитель (выпуск № 3).

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами САЭС в 2022−2023 гг. приведены в табл. 3.10.2.

Из приведённых в табл. 3.10.2 данных видно, что наибольший вклад в активность сброса вносит тритий. Сброс трития в 2023 г. уменьшился и составил 2,1 % допустимого. Выросшие в 2023 г., по сравнению с 2022 г., сбросы ^{59}Fe и ^{54}Mn не превышали 0,01 % соответствующих допустимых сбросов.

Таблица 3.10.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк (данные ФГУП «НО РАО»)

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс*		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$3{,}13\cdot10^{12}$	$6{,}66\cdot10^{10}$	$7{,}91\cdot10^{10}$	$-1{,}25\cdot10^{10}$
^{51}Cr	$1{,}13\cdot10^{12}$	-	$7{,}79\cdot10^{6}$	-
^{54}Mn	$5{,}07\cdot10^{10}$	$3{,}37\cdot10^{6}$	$2{,}04\cdot10^{6}$	$+1{,}33\cdot10^{6}$
^{58}Co	$6{,}30\cdot10^{11}$	$1{,}29\cdot10^{6}$	$1{,}35\cdot10^{6}$	$-6{,}00\cdot10^{4}$
^{59}Fe	$2{,}38\cdot10^{10}$	$3{,}06\cdot10^{6}$	$1{,}88\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
^{60}Co	$2{,}20\cdot10^{11}$	-	$2{,}97\cdot10^{6}$	-
^{65}Zn	$1{,}10\cdot10^{10}$	-	$2{,}95\cdot10^{6}$	-
^{89}Sr	$1{,}66\cdot10^{10}$	-	$2{,}05\cdot10^{6}$	-
^{90}Sr	$1{,}54\cdot10^{9}$	-	$1{,}50\cdot10^{6}$	-
^{95}Zr	$5{,}88\cdot10^{11}$	$1{,}52\cdot10^{6}$	$2{,}93\cdot10^{6}$	$-1{,}41\cdot10^{6}$
^{106}Ru	$6{,}27\cdot10^{9}$	-	$3{,}61\cdot10^{6}$	-
^{131}I	$1{,}94\cdot10^{9}$	-	$9{,}33\cdot10^{5}$	-
^{134}Cs	$2{,}26\cdot10^{9}$	$8{,}32\cdot10^{5}$	$7{,}31\cdot10^{6}$	$-6{,}48\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$2{,}99\cdot10^{9}$	$4{,}11\cdot10^{6}$	$6{,}07\cdot10^{6}$	$-1{,}96\cdot10^{6}$

Примечание: * – величины годовых сбросов нормируемых радионуклидов, измеренные значения концентраций которых не превышают нижнего предела измерения для выбранных средств, методов и условий измерений, считаются как произведение ½ НПИ на суммарный объём сброса;

- – нет данных.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется ЛВРК САЭС, а в 100-км зоне САЭС – Центральным и Центрально-Черноземным УГМС, а также Республиканским центром по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Белгидромет) Республики Беларусь.

В СЗЗ и ЗН САЭС в 2023 г. ЛВРК САЭС осуществлялся контроль следующих характеристик окружающей среды:

– объёмной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы аспирационным методом с экспозицией 7 дней с использованием установок воздухофильтрующих УВФ-2, расположенных на постах постоянного наблюдения и мобильном посту;

– активности радиоактивных выпадений на местности с помощью кювет из нержавеющей стали размером 50×50 см и высотой 10 см, установленных в СЗЗ и ЗН, экспонируемых в течение 30 дней;

– содержания радионуклидов в воде открытых водоёмов, донных отложениях, водной растительности и рыбе открытых водоёмов в районе САЭС;

– содержания радионуклидов в почве и растительности в пунктах постоянного наблюдения; пробы отбирались один раз в год осенью;

– содержания радионуклидов в продуктах питания, производящихся в хозяйствах, расположенных в ЗН САЭС; отбор проб проводился один раз в год после сбора урожая;

– МАЭД гамма-излучения на постах постоянного наблюдения с периодичностью один раз в 10 дней переносными приборами, а также непрерывно с помощью системы АСКРО САЭС;

– годовой дозы на местности термолюминесцентными дозиметрами RADOS, размещёнными на 25 постах постоянного наблюдения 30-км зоны АЭС.

Белгидрометом в 2023 г. на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики Беларусь (рис. 3.10.1) в г. Мстиславле проводилось измерение МАЭД, контролировались радиоактивные выпадения из приземного слоя атмосферы (отбор проб производился с помощью горизонтальных планшетов) с определением Σβ, производился ежедневный отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием ВФУ.

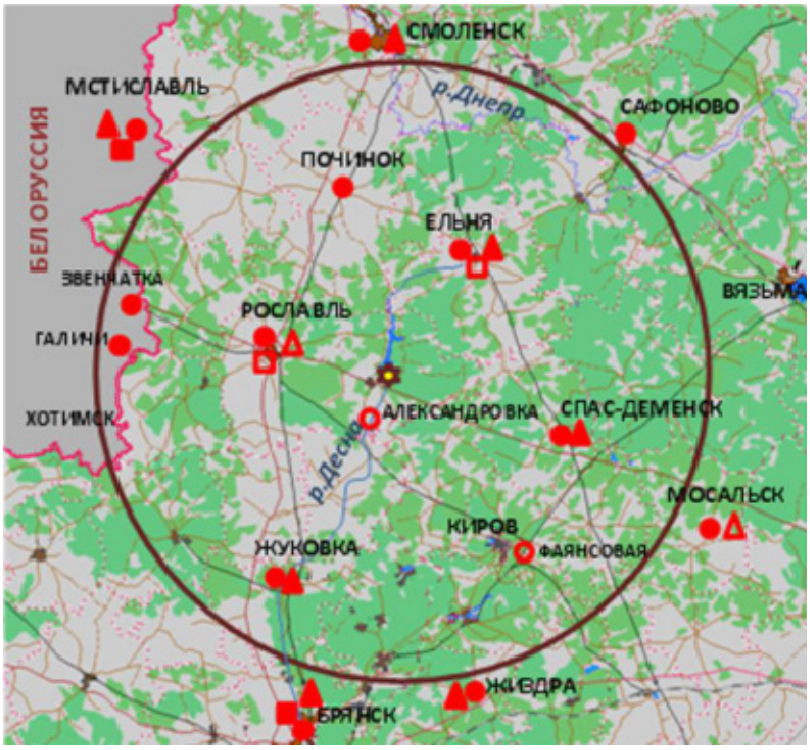


Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

– АЭС;
– наблюдения за гамма-фоном;
– отбор проб атмосферных выпадений;
– отбор проб атмосферных аэрозолей;
– планируемые наблюдения.

В 100-км зоне САЭС в 2023 г. Центральным и Центрально-Чернозёмным УГМС на семи стационарных пунктах проводились наблюдения за МАЭД и на четырёх пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 3.10.1).

Приземная атмосфера

В табл. 3.10.3 приведены среднегодовые объёмные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС в 2023 году. Из всех техногенных радионуклидов, разрешённых к выбросу, в 2023 г. достоверно определялись только ^{60}Co и ^{137}Cs. Отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ^{60}Co регистрировался в СЗЗ и ЗН. Значение среднегодовой объёмной активности ^{60}Co в 2023 г., по сравнению с 2022 г., уменьшилось в СЗЗ и ЗН в 1,5 и 2,3 раза соответственно. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2023 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($2{,}5\cdot10^{-7}$ Бк/м^3), в 2,1 и 1,2 раза соответственно. В целом в 2023 г. объёмные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на семь-восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.10.3

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
СЗЗ	5,27	15,30	<2,23	< 3,65	32,10	46,90
ЗН	3,0	7,55	< 1,93	< 5,89	2,90	9,34

По данным Белгидромета, среднемесячная объёмная Σβ в приземном слое атмосферы г. Мстиславль (рис. 3.10.1) в 2023 г. колебалась в пределах $(8{,}0–23{,}4)\cdot10^{-5}$ Бк/м^3. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславль в 2023 г. составила $17{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. Содержание ^{137}Cs в воздухе г. Мстиславль в 5,7 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 6,8 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($2{,}5\cdot10^{-7}$ Бк/м^3). Среднегодовое значение Σβ в пробах радиоактивных выпадений из атмосферы в 2023 г. в г. Мстиславль составило 3,0 Бк/м^2·сут.

По данным ежедневных наблюдений Центрального и Центрально-Чернозёмного УГМС, представленных в табл. 3.10.4, среднемесячные суточные значения Σβ атмосферных выпадений в течение 2023 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 0,9 Бк/м^2·сут (г. Спас-Деменск), среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,10 Бк/м^2·сут), изменяясь в пределах 0,5–0,7 Бк/м^2·сут.

Таблица 3.10.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Центрального и Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Ельня	с	0,4	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	**0,5**	0,4
	м	0,9	1,1	1,1	2,0	4,3	1,0	1,2	1,4	0,9	1,0	1,0	1,0		
Смоленск	с	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	**0,5**	0,4
	м	1,6	1,1	1,1	1,4	0,9	2,1	0,7	0,8	0,9	1,5	1,4	1,0		
Жуковка*	с	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	**0,6**	0,6
	м	1,1	1,4	1,0	1,4	1,2	1,3	1,8	1,3	1,2	1,1	1,9	1,6		
Спас-Деменск	с	0,9	0,5	0,7	0,7	0,5	0,8	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	**0,7**	0,7
	м	2,7	1,9	2,2	2,7	2,7	2,7	2,2	2,7	1,1	1,9	2,1	1,7		

Примечание: * – данные Центрально-Чернозёмного УГМС.

По данным ГВРК САЭС (табл. 3.10.5), в выпадениях из техногенных радионуклидов был зарегистрирован только ^{137}Cs на территории СЗЗ, содержание которого не превосходило значений нулевого фона (0,2 Бк/м^2·сут). Выпадения ^{134}Cs и ^{60}Co были ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ. Объёмная

активность ^{3}H в атмосферных осадках СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2023 г., по данным САЭС, была меньше МДА.

Таблица 3.10.5

Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов и объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках в районе САЭС (данные САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2023	2022	2023	2022	2023	2022
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м^2·сут						
^{137}Cs	$2{,}0\cdot10^{-3}$	$1{,}6\cdot10^{-3}$	$< 1{,}7\cdot10^{-3}$	$< 2{,}5\cdot10^{-3}$	$< 5{,}9\cdot10^{-3}$	$< 9{,}2\cdot10^{-3}$
^{134}Cs	$< 1{,}2\cdot10^{-3}$	$< 1{,}5\cdot10^{-3}$	$< 1{,}3\cdot10^{-3}$	$< 2{,}1\cdot10^{-3}$	$< 3{,}3\cdot10^{-3}$	$< 5{,}4\cdot10^{-3}$
^{60}Co	$< 1{,}7\cdot10^{-3}$	$< 2{,}6\cdot10^{-3}$	$< 2{,}0\cdot10^{-3}$	$< 2{,}9\cdot10^{-3}$	$< 5{,}2\cdot10^{-3}$	$< 9{,}9\cdot10^{-3}$
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л						
^{3}H	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7	< 2,7

Вода, донные отложения

В воде рек Сельчанки и Гнездны, в местах сброса дебалансных вод САЭС, а также в воде р. Десны ЛВРК САЭС в 2023 г. из контролируемых техногенных радионуклидов регистрировался только ^{137}Cs со среднегодовой объёмной активностью 1,1, 1,2 и 2,3 мБк/л соответственно, в контрольной точке – 1,0 мБк/л (табл. 3.10.6). Контрольная точка находится на р. Десне выше сбросов с САЭС. Зарегистрированные в воде открытых водоёмов объёмные активности ^{137}Cs были на четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.10.6

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов, мБк/л (данные САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs	^{134}Cs	^{60}Co	^{3}H, Бк/л	^{90}Sr
Сброс в р. Сельчанку	1,1	< 0,2	< 0,3	< 4,0	< 41,0
Сброс в р. Гнездну	1,2	< 0,2	< 0,3	< 4,2	< 43,0
р. Десна	2,3	< 0,1	< 0,3	< 4,9	< 84,0
Контрольный водоём (р. Десна в районе д. Холмец)	1,0	< 0,2	< 0,2	< 5,3	< 53,0
УВ по НРБ-99/2009, Бк/л	11	7,2	40	7600	4,9

Пробы донных отложений в водоёмах в районе САЭС отбирались ЛВРК один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 3.10.7.

Таблица 3.10.7

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоёмов в районе САЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
р. Соложа	4,1	3,9	< 2,5	< 1,2	< 3,3	< 1,5
д. Трояново	< 2,1	< 2,4	< 1,5	< 1,5	< 2,9	< 2,0
Очистные сооружения	< 2,0	< 1,9	< 1,2	< 1,3	< 1,8	< 1,5
Плотина	1,5	8,0	< 1,4	< 2,1	< 2,0	< 2,6
Городской пляж	3,7	2,3	< 1,2	< 1,2	< 1,5	< 1,6
р. Десна ниже плотины	<2,0	6,2	< 1,6	< 9,9	< 2,4	< 1,8
Контрольная точка (р. Десна выше сбросов, в месте впадения р. Соложи в р. Десну)	1,6	4,6	< 1,8	< 1,3	< 2,3	< 1,6

В 2023 г. в донных отложениях всех исследованных водоёмов в районе САЭС из контролируемых радионуклидов регистрировался только ^{137}Cs. Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs в пробах донных отложений, в 2,6 раза превышающее значение в контрольной точке, наблюдалось в р. Соложе.

Водная растительность отбиралась один раз в год осенью в местах сброса в водоём-охладитель. По данным САЭС, из ^{60}Co, ^{134}Cs и ^{137}Cs достоверно определялся только ^{137}Cs в р. Десне ниже плотины (14,4 Бк/кг) и в месте сброса в р. Гнезду (2,6 Бк/кг).

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 3.10.8 приведены данные ЛВРК САЭС за 2022−2023 гг. о плотности загрязнения радионуклидами почвы в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в д. Холмец. В пробах почвы регистрировался только ^{137}Cs, содержание других техногенных радионуклидов было ниже МДА. В 2023 г., по сравнению с 2022 г., содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ уменьшилось в 1,3раза, в ЗН – выросло в 1,1 раза, оставаясь в пределах средних значений за последние 5 лет.

Таблица 3.10.8

Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м² (данные ЛВРК САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
^{137}Cs	0,36	0,48	0,99	0,88	0,63	0,84
^{134}Cs	< 0,07	< 0,08	< 0,07	< 0,08	< 0,07	< 0,10
^{60}Co	< 0,09	< 0,10	< 0,09	< 0,10	< 0,08	< 0,11

По данным ЛВРК САЭС, содержание всех контролируемых радионуклидов в снежном покрове СЗЗ, ЗН и контрольном пункте было ниже МДА.

Результаты измерений содержания радионуклидов в растительности, по данным ГВРК САЭС, представлены в табл. 3.10.9. Как видно из таблицы, содержание всех контролируемых радионуклидов было меньше МДА.

Таблица 3.10.9

Содержание радионуклидов в растительности в районе САЭС, Бк/кг (данные ЛВРК САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
^{137}Cs	< 2,0	< 2,0	< 2,4	< 2,2	< 1,1	< 3,3
^{134}Cs	< 17	< 1,6	< 1,9	< 1,5	< 1,2	< 2,3
^{60}Co	< 2,1	< 2,3	< 2,6	< 2,4	< 1,4	< 4,1

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания на территории ЗН САЭС в 2023 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [3] и ниже МДА для всех продуктов питания (табл. 3.10.10).

Таблица 3.10.10

Удельная активность продуктов питания местного производства в ЗН САЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВРК САЭС)

Продукт	^{137}Cs			
	2023 г.	2022 г.	Допустимый уровень, Бк/кг	До ввода первого энергоблока, Бк/кг
Мясо и мясопродукты	-	-	200	0,4
Рыба	<1,9	<1,55	130	-
Грибы лесные	<1,9	<2,1	500	-
Ягоды лесные	<1,9	<1,9	160	-
Зерно	<1,0	<1,5	60	0,27
Молоко	<1,1	<1,1	100	0,24
Овощи	<2,4	<2,8	80	-
Корнеплоды	<1,4	-	80	-
Картофель	<1,4	<3,2	80	0,24

Примечание: - – данные отсутствуют

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина МАЭД, по данным АСКРО САЭС, в 2023 г. в СЗЗ составляла 0,11 мкЗв/ч, в ЗН – 0,09 мкЗв/ч. По данным маршрутных обследований, на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МАЭД было равным 0,11 и 0,08 мкЗв/ч соответственно, что находится на уровне значений в контрольном пункте (г. Рославль, 0,08 мкЗв/ч). Максимальные значения МАЭД не превышали 0,14 мкЗв/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального и Центрально-Черноземного УГМС, в 2023 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного гамма-фона.

По данным оперативного мониторинга АСКРО Белгидромета, в 2023 г. среднегодовое значение МАЭД в г. Мстиславль не превышало уровня естественного радиационного фона (до 0,20 мкЗв/ч).

Пространственное распределение годовой поглощённой 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 поглощённых доз варьировался для СЗЗ и ЗН в пределах 0,75–0,90 мГр, что находится на уровне естественного радиационного фона, сложившегося до пуска САЭС (нулевой фон – 0,79 мГр).

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения САЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 [5]) и природоохранному / экологическому (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019, Р 52.18.913–2021 [6–8]) критериям.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже 1 (табл. 3.5.11), что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию САЭС, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды.

Из анализа приведённых выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере СЗЗ и ЗН САЭС наблюдается отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ^{60}Co и в 1,2 раза превышен региональный уровень по объёмной активности ^{137}Cs в воздухе ЗН, наблюдаемые объёмные активности которых в воздухе на семь-восемь порядков ниже нормативных уровней, установленных

НРБ-99/2009 [2]. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

Таблица 3.10.11

Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды в районе расположения САЭС

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %			
Почва	СЗЗ			^{60}Co	^{134}Cs		^{137}Cs
		2022	$4{,}07\cdot10^{-4}$	9	7		84
		2023	$3{,}14\cdot10^{-4}$	10	8		82
	ЗН	2022	$6{,}93\cdot10^{-4}$	5	4		91
		2023	$7{,}64\cdot10^{-4}$	4	3		93
	Контрольный пункт	2022	$6{,}75\cdot10^{-4}$	6	5		89
		2023	$5{,}04\cdot10^{-4}$	6	5		89
Вода	Сброс в р. Сельчанку			^{60}Co	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
		2022	$2{,}17\cdot10^{-4}$	16	20	7	56
		2023	$1{,}89\cdot10^{-4}$	19	36	8	37
	Сброс в р. Гнездну	2022	$1{,}79\cdot10^{-4}$	16	27	7	33
		2023	$2{,}11\cdot10^{-4}$	17	39	7	36
	Контрольный водоём (р. Десна в районе д. Холмец)	2022	$2{,}51\cdot10^{-4}$	16	43	4	53
		2023	$1{,}95\cdot10^{-4}$	12	47	8	33
Донные отложения	р. Десна ниже плотины			^{60}Co	^{134}Cs		^{137}Cs
		2022	$2{,}26\cdot10^{-3}$	5	50		45
		2023	$5{,}04\cdot10^{-4}$	32	36		32
	Контрольная точка (р. Десна выше сбросов)	2022	$1{,}00\cdot10^{-3}$	11	15		75
		2023	$6{,}17\cdot10^{-4}$	25	33		42
Атмосфера	СЗЗ			^{60}Co	^{134}Cs		^{137}Cs
		2022	$5{,}44\cdot10^{-6}$	66	1		32
		2023	$3{,}12\cdot10^{-6}$	79	1		20
	ЗН	2022	$1{,}70\cdot10^{-6}$	42	7		51
		2023	$6{,}07\cdot10^{-7}$	37	6		57

3.11. ФГУП «ПО «Маяк»

Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк» (ФГУП «ПО «Маяк») находится на восточном склоне Южного Урала, в междуречье рек Течи и Мишеляк, вблизи городов Кыштым и Касли, на территории Озёрского городского округа.

Предприятие создавалось в конце 40-х годов прошлого века для получения оружейного плутония и переработки делящихся материалов. В настоящее время производство оружейного плутония прекращено, и на предприятии созданы гражданские производства ядерно-топливного цикла, радиоактивных источников и препаратов.

ФГУП «ПО «Маяк» входит в состав Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и представляет собой производственный комплекс, включающий реакторное, химическое, химико-металлургическое, радиохимическое, радиоизотопное производства, приборно-механический завод, службу экологии и ряд обеспечивающих подразделений [22].

Радиационная обстановка в районе ФГУП «ПО «Маяк» сформировалась в основном в результате прошлой деятельности предприятия. В начальный период его работы (с 1949 г.) произошло загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [23–25]. 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.

Территория ФГУП «ПО «Маяк» (все основные производственные объекты предприятия) расположены на водосборной территории р. Течи и её притоков. Через р. Течу осуществляется русловый сток воды из Иртяшско-Каслинской и Кыштымской систем озёр. Для осуществления производственной деятельности водный сток в верховье р. Течи был зарегулирован путём строительства новых и модернизации ранее существовавших плотин и проточных прудов. В 1949–1956 гг. жидкие РАО сбрасывались в р. Течу, поэтому пойма и донные отложения р. Течи загрязнены радионуклидами, а иловые отложения в верхней части реки рассматриваются как твёрдые РАО [26].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружён Теченский каскад водоёмов (ТКВ): водоём В-3 (бывший Кокшаровский пруд), водоём В-4 (бывший Метлинский пруд), водоём-10 (В-10) и водоём-11 (В-11). Плотина № 10 сооружена в 1956 г., но из-за высоких темпов заполнения водоёма В-10 в 1964 г. была сооружена плотина № 11, которая образовала новый водоём – В-11. Заполнение водоёма В-11 жидкими РАО начато в 1966 году. В ТКВ накоплено около $8 \cdot 10^{15}$ Бк долгоживущих β-активных радионуклидов [26]. Водоёмы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, поверхностные и подземные воды. Для перехвата поверхностного стока и снижения подземного фильтрационного питания вдоль правого и левого берегов ТКВ были сооружены левобережный (ЛБК) и правобережный (ПБК) каналы. ПБК является искусственным руслом р. Мишеляк, отводит сток реки вдоль правого склона долины р. Течи в обход водоёмов В-10 и В-11 ТКВ и впадает в р. Течу ниже плотины В-11. ЛБК предназначен для отведения водного стока из озёр Иртяшско-Каслинской системы в обход водоёмов ТКВ вдоль левого склона долины р. Течи [27]. Каналы соединяются ниже плотины П-11, замыкающей ТКВ, и впадают в старое русло р. Течи. Таким образом:

– регулируемая разгрузка водного стока Иртяшско-Каслинской системы озёр осуществляется через ЛБК;

– сток воды р. Мишеляк (правый приток р. Течи) происходит по ПБК.

Фильтрация загрязнённых вод в открытую гидрографическую систему р. Течи происходит через и под боковыми ограждающими дамбами в ПБК и ЛБК, сооружённые для сброса речных и паводковых вод вокруг ТКВ, а также под телом плотины № 11 [27]. Для снижения фильтрационного поступления радионуклидов из водоёмов ТКВ сооружены и введены в опытную эксплуатацию шлюзы-регуляторы уровня воды на каналах (одного – на ЛБК, двух – на ПБК), выполнены опытные работы по экспериментальному созданию в теле боковой дамбы противофильтрационной завесы на основе щавелево-алюмосиликатного гелеобразующего раствора на участке интенсивной фильтрации из В-11 [27].

Водоёмы ТКВ в настоящее время являются ОИАЭ ПВХЖРО. Распространение загрязнённых подземных вод за пределы ТКВ не превышает 50–200 м от уреза воды. Фактически границей являются ПБК и ЛБК, в русла которых попадают воды, фильтрующиеся из ТКВ. Тем самым предотвращается дальнейшее продвижение загрязнённых радионуклидами фильтрационных вод за пределы санитарно-защитной зоны предприятия.

Прямой сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть ФГУП «ПО «Маяк» не производит. Однако за счёт фильтрации из ТКВ через боковые дамбы происходит поступление загрязнённой радионуклидами воды в ЛБК и ПБК. Поступление воды, загрязнённой радионуклидом

^{90}Sr с консольных водосбросов ЛБК и ПБК в р. Течу, является организованным выпуском сточных вод ФГУП «ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть. На выпуск установлены нормативы допустимых сбросов (ДС) радионуклида ^{90}Sr в р. Течу и выдано разрешение на сброс радиоактивных веществ в водные объекты [28].

Наиболее крупной из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ФГУП «ПО «Маяк», был взрыв ёмкости с высокоактивными ЖРО 29 сентября 1957 года. В атмосферу было выброшено около $7{,}4 \cdot 10^{17}$ Бк радионуклидов, из которых около 90 % выпали на промышленной площадке предприятия, а остальные осели в прилегающем регионе, обусловив загрязнение части территорий Челябинской, Свердловской и Тюменской областей [29]. Эта загрязнённая 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 ФГУП «ПО «Маяк», вследствие ветрового переноса загрязнённых донных отложений с обнажившихся берегов водоёма 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 загрязнённых территориях обсуждается в разделе 4.1.

К ноябрю 2015 г. акватория оз. Карачай была полностью ликвидирована (закрыта скальным грунтом), что исключает вынос радионуклидов с водной поверхности водоёма при аномальных метеоусловиях и повторение ситуации 1967 года. В настоящее время водоём Карачай остаётся источником радиоактивного загрязнения окружающей среды вблизи ФГУП «ПО «Маяк». В результате фильтрации происходит радиоактивное и химическое загрязнение подземных вод вокруг водоёма.

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [2] и ОСПОРБ-99/2010 [4] вокруг промышленной зоны предприятия установлены СЗЗ и ЗН [30], размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора. Площадь СЗЗ составляет 252,4 км^2 [22]. В СЗЗ отсутствуют населённые пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1 800 км^2. СЗЗ, ЗН и зоны аварийного загрязнения – ВУРС, «цезиевый» след 1967 г., пойма р. Течи – составляют зону влияния предприятия.

По состоянию на 31.12.2021 г. общая площадь территории вокруг ФГУП «ПО «Маяк», загрязнённой радионуклидами, составляет 443,8 км^2 [22].

В штатном режиме работы предприятия поступление радионуклидов в окружающую природную среду обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязнённых радионуклидами, сбросами жидких радиоактивных веществ, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод и захоронением жидких и твёрдых отходов всех уровней активности.

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу на ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. приведены в табл. 3.11.1.

Данные, представленные в табл. 3.11.1, показывают, что в 2023 г. выбросы составляли от 0,005 % (для ^{131}I) до 28,4 % (для ^{129}I) величин, разрешённых для предприятия. По сравнению с 2022 г., в 2023 г. увеличились выбросы ^{239}Pu в 2,6 раза, ^{137}Cs – в 2,0 раза. Выбросы ^{14}C снизились в 2 раза, ^{95}Zr, ^{41}Ar, ^{135}Xe – в 3 раза, ^{134}Cs – в 5 раз, ^{95}Nb, ^{144}Ce – в 9 раз, остальных контролируемых радионуклидов – осталось примерно на уровне 2022 года.

Таблица 3.11.1

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{3}H	$1{,}90\cdot10^{16}$	$1{,}28\cdot10^{15}$	$1{,}44\cdot10^{15}$	$-0{,}16\cdot10^{15}$
^{14}C	$1{,}20\cdot10^{13}$	$3{,}19\cdot10^{11}$	$6{,}16\cdot10^{11}$	$-2{,}97\cdot10^{11}$
^{60}Co	$6{,}96\cdot10^{8}$	$1{,}20\cdot10^{6}$	$9{,}16\cdot10^{5}$	$+2{,}84\cdot10^{5}$
^{90}Sr	$9{,}55\cdot10^{10}$	$1{,}07\cdot10^{9}$	$6{,}92\cdot10^{8}$	$+3{,}78\cdot10^{8}$
^{95}Zr	$1{,}09\cdot10^{9}$	$5{,}12\cdot10^{5}$	$1{,}59\cdot10^{6}$	$-1{,}08\cdot10^{6}$
^{95}Nb	$4{,}45\cdot10^{8}$	$1{,}17\cdot10^{6}$	$1{,}08\cdot10^{7}$	$-9{,}63\cdot10^{6}$
^{106}Ru	$4{,}05\cdot10^{10}$	$1{,}02\cdot10^{9}$	$7{,}11\cdot10^{8}$	$+3{,}09\cdot10^{8}$
^{125}Sb	$3{,}48\cdot10^{9}$	$2{,}37\cdot10^{7}$	$2{,}01\cdot10^{7}$	$+3{,}60\cdot10^{6}$
^{129}I	$4{,}79\cdot10^{11}$	$1{,}36\cdot10^{11}$	$5{,}42\cdot10^{10}$	$+8{,}18\cdot10^{10}$
^{131}I	$7{,}48\cdot10^{11}$	$3{,}95\cdot10^{7}$	$5{,}32\cdot10^{7}$	$-1{,}37\cdot10^{7}$
^{134}Cs	$1{,}08\cdot10^{10}$	$1{,}06\cdot10^{8}$	$5{,}28\cdot10^{8}$	$-4{,}22\cdot10^{8}$
^{137}Cs	$6{,}83\cdot10^{10}$	$2{,}14\cdot10^{9}$	$1{,}08\cdot10^{9}$	$+1{,}06\cdot10^{9}$
^{144}Ce	$1{,}36\cdot10^{10}$	$7{,}55\cdot10^{7}$	$7{,}31\cdot10^{8}$	$-6{,}56\cdot10^{8}$
^{239}Pu*	$1{,}03\cdot10^{10}$	$7{,}33\cdot10^{8}$	$2{,}83\cdot10^{8}$	$+4{,}50\cdot10^{8}$
^{41}Ar	$5{,}83\cdot10^{14}$	$6{,}40\cdot10^{12}$	$2{,}01\cdot10^{13}$	$-1{,}37\cdot10^{13}$
^{135}Xe	$3{,}21\cdot10^{14}$	$2{,}16\cdot10^{12}$	$6{,}06\cdot10^{12}$	$-3{,}9\cdot10^{12}$
Сумма ИРГ	$4{,}08\cdot10^{17}$	$3{,}88\cdot10^{16}$	$3{,}10\cdot10^{16}$	$+0{,}78\cdot10^{16}$

Примечание: * – группа альфа-излучающих радионуклидов.

Сбросы ^{90}Sr со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ФГУП «ПО «Маяк» в 2022–2023 гг. приведены в табл. 3.11.2.

Таблица 3.11.2

Сбросы ^{90}Sr со сточными водами ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида*	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{90}Sr	$1{,}95\cdot10^{12}$	$0{,}46\cdot10^{10}$	$2{,}20\cdot10^{10}$	$-1{,}74\cdot10^{10}$

Примечание: * – по другим радионуклидам норматив допустимого сброса не установлен.

Из табл. 3.11.2 видно, что в 2023 г. сбросы ^{90}Sr снизились в 4,8 раза, по сравнению с 2022 г., и не превышали утверждённого норматива по разрешённому сбросу радионуклида.

На ФГУП «ПО «Маяк» система радиационного и радиоэкологического контроля и мониторинга (СРКМ) в районе расположения предприятия была создана в 1951 г. и за прошедшие годы постоянно совершенствовалась и модернизировалась как в части внедрения новых современных аналитических методов выполнения измерений, расширения номенклатуры контролируемых параметров и числа пунктов контроля, так и путём оптимизации сети наблюдений [31]. После реализации на ФГУП «ПО «Маяк» ряда крупных природоохранных мероприятий (закрытие акватории водоёма Карачай, снижение сбросов радионуклидов в окружающую среду, оптимизация системы обращения с радиоактивными отходами и др.) произошло существенное (на один-два порядка величины) снижение объёмной активности техногенных радионуклидов в атмосфере [32].

При организации СРКМ на территории влияния ФГУП «ПО «Маяк» учитываются следующие особенности [33]:

– высокий уровень и неравномерный характер радиоактивного загрязнения территории, сформировавшегося в результате регламентных и аварийных выбросов в атмосферу (главным образом радиационных аварий 1957 и 1967 годов);

– радиоактивное загрязнение территории обусловлено в основном радионуклидами ^{137}Cs, ^{90}Sr и в меньшей степени – плутонием, что определяет долговременный характер загрязнения;

– большая площадь территории предприятия;

– наличие большого числа потенциальных источников загрязнения, включая пункты размещения твёрдых радиоактивных отходов (ТРО), поверхностные водоёмы хранилища жидких радиоактивных отходов (ПВХЖРО) и др.

Эксплуатация СРКМ осуществляется на основании «Программы радиационного и химического контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» [34], которая регулярно (не реже одного раза в три года) пересматривается и утверждается в установленном порядке. Программой установлен объём радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб. Количество точек контроля по Программе [34] представлено в табл. 3.11.3.

СРКМ ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя [33]:

– выполнение большого объёма ежедневых (рутинных) измерений состояния ООС, предназначенных для гарантированного подтверждения соответствия текущей радиационной обстановки установленным требованиям и нормам. Такие измерения выполняются по упрощённым методикам с использованием типовых средств измерения (отбора проб) и относятся к радиационному контролю;

– периодическое выполнение в рамках НИР детальных радиационных обследований различных ядерно- и радиационно опасных объектов (ЯРОО) из числа наиболее значимых объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) для подтверждения правомерности использования рутинных методов контроля.

В совокупности используемая система СРКМ удовлетворяет требованиям радиационного мониторинга. Многолетний опыт эксплуатации СРКМ показал её достоверность, оперативность и эффективность [33, 35].

Таблица 3.11.3

Перечень измеряемых параметров и количество точек контроля в СЗЗ и ЗН ФГУП «ПО «Маяк» [35]

Измеряемый параметр	Количество точек		
	ЗН	СЗЗ	Всего
По Программе [34]			
Объёмная активность (ОА) радионуклидов в приземном слое атмосферы	17	14	31
Плотность радиоактивных выпадений из приземного слоя атмосферы	17	15	32
Удельная активность радионуклидов в почве	21	14	35
Удельная активность радионуклидов в травянистой растительности	21	12	33
Объёмная активность радионуклидов в снежном покрове (талой воде)	21	13	34
МАЭД, плотность потока бета-частиц (ППБЧ)	26	23	49
Сбросы в ПВХЖРО	–	18	18
Объёмная активность в подземных водах	–	131	131
Объёмная активность и химический состав в открытой гидрографической сети	30	–	30
Объёмная активность и химический состав в сбросах в открытую гидрографическую сеть	5	–	5
Всего	158	240	398

Система контроля загрязнения воздушного бассейна в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя контроль выбросов из организованных источников (труб) предприятия и мониторинг загрязнения приземного слоя атмосферы, который ведётся аспирационным и седиментационным методами. Непрерывный контроль производится за всеми технологическими

и вентиляционными выбросами, которые после многоступенчатой предварительной очистки от радиоактивных аэрозолей и газов поступают в атмосферу. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу регламентируются утверждёнными нормативами допустимых выбросов. Нормативы пересматриваются каждые пять лет на основе результатов инвентаризации источников выбросов и расчётных результатов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере. Выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду от источников ФГУП «ПО «Маяк» производятся в соответствии с «Разрешением на выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух» от 22.04.2021 № ГН-ВР-0014, выданным Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Срок действия – с 01.05.2021 до 01.05.2028 [33].

Контроль водных объектов включает в себя контроль сбросов и состояния озёр (водоёмов), рек, водотоков и подземных вод в зоне влияния предприятия. Для проведения стационарных гидрологических наблюдений на контролируемых водных объектах оборудованы гидростворы и водомерные посты, на которых измеряются уровни и расходы воды, производится отбор проб. Контроль за гидродинамическим и гидрохимическим состоянием подземной гидросферы осуществляется по сети наблюдательных скважин путём регулярных наблюдений за уровнем подземных вод и периодических определений их химического и радиохимического состава. Измерение уровней подземных вод осуществляется ежемесячно (12 раз в год), в 50 % режимных скважин один раз в год производится отбор проб подземных вод для аналитических определений основных радиохимических и химических показателей [22]. В рамках Программы [34] проводятся наблюдения за гидрологическим состоянием (уровни и расходы воды), загрязнением поверхностных водных объектов (химическим и радиоактивным) на территории СЗЗ и ЗН. Объектами радиационного и химического контроля являются: ПВХЖРО, водоёмы Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), реки Теча, Исеть, Мишеляк, Караболка, левобережный (ЛБК) и правобережный (ПБК) нагорные каналы, водоёмы Иртяшско-Каслинской системы.

Мониторинг загрязнения почвы включает в себя:

– периодические измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц с поверхности почвы и дорог переносными радиометрами;

– лабораторное определение содержания радионуклидов в пробах почвы.

Проводится контроль загрязнения биоты и сельскохозяйственной продукции. Объектами контроля являются биологические объекты и основные компоненты рациона питания населения – рыба, мясо, молоко, картофель и др. [22].

Непрерывный оперативный контроль метеопараметров (скорость и направление ветра, температура и влажность) и радиационной обстановки (мощность поглощённой дозы гамма-излучения) на территории предприятия, в санитарно-защитной зоне и в населённых пунктах зоны наблюдения проводится с использованием автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО).

АСКРО ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя:

– 16 постов контроля;

– один центральный пост;

– подсистему передачи и отображения данных для абонентов.

Измеренные данные с постов контроля передаются на центральный пост АСКРО ФГУП «ПО «Маяк» в автоматическом режиме (радиоканал, телефонные линии), где проверяются на превышение установленных контрольных значений, заносятся в базу данных и архивируются [22].

Радиационный контроль, проводимый ФГУП «ПО «Маяк», подробно описан в [22].

В связи с большим объёмом контроля на ФГУП «ПО «Маяк» для определения объёмной 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.

При проведении мониторинга ФГУП «ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды: ^{90}Sr, ^{137}Cs, сумма β-излучающих радионуклидов и ^{3}H. Лабораторный анализ проб объектов окружающей среды проводят аккредитованные лаборатории ФГУП «ПО «Маяк».

Мониторинг загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2023 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

– за объёмной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (с использованием ВФУ) в трёх пунктах;

– за суммарной бета-активностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 17 пунктах, из них выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись в 11 пунктах;

– за МАЭД 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 ФГУП «ПО «Маяк» представлена на рис. 3.11.1.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился ФГБУ «Уральское УГМС» с использованием следующих аттестованных средств контроля: гамма-спектрометрического комплекса (полупроводникового) с азотным охлаждением ORTEC, специальной радиометрической установки УРС-4 (гамма-спектрометр сцинтилляционный) ORTEC, альфа-бета-радиометров УМФ-2000 и РУБ-01П, спектрометра-радиометра гамма- и бета-излучения МКГБ-01 «РАДЭК». Наблюдения за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы проводились с использованием воздухофильтрующих установок УВФ-2. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». Для измерения МАЭД использовались дозиметры ДБГ-06Т, ДРГ-01Т1, ДБГ-04А, ДКГ-02У «Арбитр», ДКГ-07Д «Дрозд», а также дозиметры-радиометры альфа-бата-гамма-излучения МКС-01 ГС «Баттерфляй».

Приземная атмосфера

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН в течение последних лет, согласно данным ФГУП «ПО «Маяк», находились примерно на одном уровне.

ФГУП «ПО «Маяк» осуществляет контроль загрязнения атмосферы с использованием ВФУ, планшетов и «конусов» – индикаторных методов контроля объёмной активности. В ЗН находятся 17 планшетов и «конусов» [33].



Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» и ПХРО:

- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- – отбор проб атмосферных выпадений с суточной экспозицией и наблюдения за гамма-фоном;
- – ПО «Маяк»;
- – ПХРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» (бывший Челябинский СК «Радон»).

Результаты мониторинга приземной атмосферы ФГУП «ПО «Маяк» в ЗН и в зоне влияния в 2023 г. представлены в табл. 3.11.4 (индикаторный контроль радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы методом марлевых конусов) и табл. 3.11.5 (результаты с ВФУ).

Из табл. 3.11.4 и 3.11.5 видно, что в ЗН и в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» значения объёмной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на несколько порядков ниже величины $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2]. Следует отметить, что среднегодовое значение объёмной активности ^{137}Cs (< 0,013 мБк/м^3) в г. Озёрске (табл. 3.11.5) увеличилось в 4 раза по сравнению с предыдущим годом (< 0,003 мБк/м^3).

Данные табл. 3.11.4 и 3.11.5 существенно различаются. По данным таблицы 3.11.4, в г. Озёрске объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы менее 0,38 мБк/м^3; по данным табл. 3.11.5, объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы г. Озёрска в среднем составляет менее 0,013 мБк/м^3, т.е. на порядок ниже. Такие различия в значениях связаны с разными методами пробоотбора и измерений (на основе «конусов» и ВФУ) и показывают преимущество использования ВФУ перед конусом для получения более точных данных измерений.

Таблица 3.11.4

Объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Направление и расстояние от центра промплощадки	Σβ	^{137}Cs	^{90}Sr*
Зона наблюдения, Озёрский городской округ				
г. Озёрск, профилакторий	северо-запад, 12 км	37	< 38	3,5
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	северо-запад, 11 км	54	< 38	0,7
п. Метлино	северо-восток, 15 км	43	< 38	5,7
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	северо-восток, 15 км	43	< 38	3,1
оз. Кажакуль	северо-восток, 15 км	33	< 38	2,2
п. Новогорный	юг, 7 км	43	< 38	3,3
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	запад-юго-запад, 10 км	35	< 38	5,9
Зона наблюдения				
г. Кыштым	запад, 15 км	32	< 38	5,5
с. Худайбердинск	юго-восток, 12 км	42	< 38	4,1
п. Красный Партизан	север-северо-восток, 30 км	51	< 38	6,7
п. Башакуль	восток, 22 км	56	< 38	3,1
с. Большой Куяш	северо-восток, 24 км	57	< 38	7,2
г. Касли	север, 22 км	49	< 38	3,7
с. Аргаяш, метеостанция	юг, 24 км	10	< 21	2,2
Среднее по зоне наблюдения: **2023 г.** 2022 г.		**41** 53	**< 37** < 39	**4,1** –
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ФГУП «ПО «Маяк»				
с. Багаряк	северо-восток, 71 км	63	< 38	13,7
Зона влияния, вне ЗН ФГУП «ПО «Маяк»				
п. Слюдорудник	запад, 27 км	42	< 38	5,3
г. В. Уфалей, метеостанция	северо-запад, 56 км	16	< 21	14,9
ДОА$_{НАС.}$ Бк/м^3 [2]		–	27	2,7

Примечание: * – здесь и далее анализ на ^{90}Sr проводится в объединённой за год пробе;
– - нет данных.

Таблица 3.11.5

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории г. Озёрска за 2023 г., мБк/м^3 (результаты с ВФУ, данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	Σβ	^{137}Cs	^{90}Sr
Январь	$1{,}5\cdot10^{-1}$	$< 14\cdot10^{-3}$	$30\cdot10^{-3}$
Февраль	$4{,}5\cdot10^{-1}$	$< 8\cdot10^{-3}$	
Март	$1{,}7\cdot10^{-1}$	$< 12\cdot10^{-3}$	
Апрель	$3{,}3\cdot10^{-1}$	$< 14\cdot10^{-3}$	$25\cdot10^{-3}$
Май	$0{,}3\cdot10^{-1}$	$< 12\cdot10^{-3}$	
Июнь	$0{,}5\cdot10^{-1}$	$< 13\cdot10^{-3}$	
Июль	$1{,}3\cdot10^{-1}$	$< 14\cdot10^{-3}$	$7\cdot10^{-3}$
Август	$3{,}0\cdot10^{-1}$	$< 21\cdot10^{-3}$	
Сентябрь	$2{,}2\cdot10^{-1}$	$< 15\cdot10^{-3}$	
Октябрь	$2{,}0\cdot10^{-1}$	$< 10\cdot10^{-3}$	$39\cdot10^{-3}$
Ноябрь	$1{,}9\cdot10^{-1}$	$< 6\cdot10^{-3}$	
Декабрь	$3{,}1\cdot10^{-1}$	$< 15\cdot10^{-3}$	
Среднее **2023 г.** 2022 г.	**$2{,}1\cdot10^{-1}$** $4{,}1\cdot10^{-1}$	**$< 13\cdot10^{-3}$** $<3\cdot10^{-3}$	**$25\cdot10^{-3}$** -
ДОА$_{НАС.}$ Бк/м^3 [2]	–	27	2,7

Примечание: – - нет данных.

В 2023 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС в г. Кыштым, п. Аргаяш и п. Новогорный. Среднемесячные и среднегодовые значения объёмной Σβ в воздухе ЗН, по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.6.

Таблица 3.11.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объёмной Σβ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Аргаяш	с	26,37	32,42	9,31	14,84	17,37	10,19	13,22	10,94	11,64	11,78	9,78	13,61	15,12	16,39
	м	40,32	59,86	13,68	18,55	27,02	20,69	17,84	14,94	16,77	19,01	14,08	17,75		
Новогорный	с	29,66	29,44	10,80	15,62	21,75	12,64	14,09	12,15	12,08	9,35	8,89	10,04	15,54	19,58
	м	47,37	41,71	14,45	17,80	32,29	21,50	18,03	17,77	18,39	13,84	14,03	18,77		
Кыштым	с	26,65	30,7	12,56	15,53	19,38	12,58	14,85	12,85	12,22	8,35	8,32	12,72	15,56	18,22
	м	43,88	47,87	16,73	18,66	33,96	16,83	20,18	20,67	14,80	11,52	13,04	20,57		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
2023 г.		27,56	30,85	10,89	15,33	19,50	11,80	14,05	11,98	11,98	9,83	9,00	12,12	**15,41**	
2022 г.		23,62	22,31	16,15	15,21	16,08	14,33	17,57	22,45	12,47	13,46	12,77	30,34		18,06

Данные, представленные в табл. 3.11.6, показывают, что в 2023 г. значения среднегодовой объёмной Σβ в г. Кыштым, п. Новогорный и п. Аргаяш снизились в 1,1–1,3 раза по сравнению с 2022 годом. Значения среднемесячной объёмной Σβ в пункте наблюдения Аргаяш изменялись от $9{,}31 \cdot 10^{-5}$ до $32{,}42 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в п. Новогорный – от $8{,}89 \cdot 10^{-5}$ до $29{,}66 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в г. Кыштым – от $8{,}32 \cdot 10^{-5}$ до $30{,}70 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

Следует отметить, что во всех трёх пунктах наблюдений самые высокие значения среднемесячной объёмной Σβ зафиксированы в январе-феврале 2023 года. Среднегодовое значение объёмной Σβ, усреднённое по всем трём пунктам зоны наблюдения ($15{,}41 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3), снизилось в 1,2 раза, по сравнению с данными 2022 г. ($18{,}06 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3), и незначительно отличается от средневзвешенной объёмной Σβ по территории РФ ($13{,}84 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3).

В 2023 г. в приземном слое воздуха 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» не было зарегистрировано случаев, когда значение объёмной Σβ превышало фоновые значения для данного населённого пункта за предыдущий месяц в пять и более раз.

В табл. 3.11.7 приведены значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое воздуха в вышеуказанных пунктах мониторинга.

Таблица 3.11.7

Объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., 10^{-7} Бк/м^3 (данные Уральского УГМС)

Месяц	Пункт наблюдения			Среднее по 100-км зоне наблюдения
	Аргаяш	Кыштым	Новогорный	
Январь	3,0	4,0	4,0	4,0
Февраль	5,0	13,0	10,0	9,0
Март	2,0	6,0	10,0	6,0
Апрель	4,0	7,0	31,0	14,0
Май	6,0	13,0	28,0	16,0
Июнь	10,0	7,0	40,0	19,0
Июль	10,0	7,0	28,0	15,0
Август	15,0	69,0	99,0	61,0
Сентябрь	7,0	5,0	34,0	15,0
Октябрь	2,0	3,0	12,0	6,0
Ноябрь	7,0	7,0	24,0	13,0
Декабрь	13,0	6,0	65,0	28,0
Среднее:				
2023 г.	**7,0**	**12,0**	**32,0**	**17,0**
2022 г.	9,0	7,0	40,0	19,0
ДОА$_{нас.}$, Бк/м^3	27			

Самое высокое среднегодовое содержание ^{137}Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорный – $32{,}0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе п. Аргаяш и п. Новогорный снизилась в 1,3 раза по сравнению с 2022 г., в г. Кыштым – увеличилась в 1,7 раза. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы по ЗН (усреднённая по трём пунктам наблюдения) осталась на уровне значений 2022 года.

Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объёмной активности ^{137}Cs в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» ($99 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в п. Новогорный) было в 62 раза выше средневзвешенной объёмной активности по всей территории РФ. По данным мониторинга 2023 г., в п. Аргаяш, г. Кыштым и п. Новогорный среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе превышала средневзвешенную по территории РФ объёмную активность в 4–20 раз. Величина среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs (усреднённая по всем пунктам наблюдения) в приземном слое атмосферы ЗН ($17 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) превышала средневзвешенную по территории РФ в 2023 г. ($1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) в 10 раз, но была на семь порядков ниже величины $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2].

Для оценки радиационной безопасности в части атмосферного воздуха в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в соответствии с рекомендациями Росгидромета (Р 52.18.913–2021) [8] были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. Для обеспечения экологической безопасности при наличии в атмосферном воздухе смеси техногенных радионуклидов значение ИПЗ должно быть меньше 1.

Анализ изменений ИПЗ ($1 \cdot 10^{-4}$ – $1{,}3 \cdot 10^{-3}$) атмосферного воздуха ^{90}Sr, ^{137}Cs и ^{239}Pu показывает, что за период исследования – 2011–2023 гг. – полученные значения показателя были значительно ниже безопасного уровня облучения биоты, т.е. удовлетворяли условиям обеспечения радиационной безопасности и сохранения благоприятной окружающей среды. Колебания значений ИПЗ за рассматриваемый период связаны с изменениями содержания техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе в разные годы наблюдений.

Радиоактивные выпадения

Результаты измерений ∑β атмосферных выпадений в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк», по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.8. Также для сравнения приведена ∑β выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.8 видно, что среднегодовая величина ∑β суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2023 г. (0,68 Бк/м^2·сут) осталась на уровне 2022 г. (0,64 Бк/м^2·сут) и фонового значения для Уральского региона (0,65 Бк/м^2·сут).

Таблица 3.11.8

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., Бк/м²·сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м²·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	с	0,56	0,62	0,59	0,72	0,49	0,57	0,64	0,79	0,68	0,69	0,74	0,63	0,64	235
	м	1,00	0,94	1,03	1,67	1,03	1,35	1,65	2,85	1,58	1,27	1,20	1,40		
Бродокалмак	с	0,61	0,65	0,64	0,69	0,51	0,63	0,59	0,69	0,85	0,68	0,76	0,64	0,66	242
	м	1,16	0,99	1,09	1,42	0,77	1,54	1,22	1,99	2,24	1,21	1,71	1,20		
Верхний Уфалей	с	0,60	0,60	0,57	0,59	0,54	0,57	0,55	0,66	0,63	0,58	0,69	0,61	0,60	219
	м	1,13	1,09	1,09	1,94	1,26	1,33	1,07	1,50	1,37	1,12	2,54	1,47		
Златоуст	с	0,55	0,59	0,56	0,59	0,45	0,56	0,58	0,69	0,77	0,68	0,73	0,67	0,62	226
	м	1,03	1,03	0,98	1,30	1,23	1,26	1,64	1,51	2,43	1,62	2,28	1,54		
Ибрагимово	с	0,51	0,53	0,58	0,54	0,60	0,63	0,52	0,67	0,68	0,55	0,60	0,56	0,58	212
	м	1,35	0,90	1,45	1,37	1,93	1,14	1,30	1,13	2,27	1,07	1,13	1,07		
Караболка	с	0,61	0,61	0,70	0,81	0,66	0,55	0,65	0,99	0,79	0,74	0,89	0,63	0,72	262
	м	1,07	1,03	1,35	2,17	2,01	1,33	1,54	4,51	2,06	1,73	2,77	1,31		
Касли	с	0,61	0,56	0,64	0,66	0,69	0,62	0,52	0,78	0,69	0,62	0,67	0,66	0,64	235
	м	1,03	1,03	2,69	1,90	2,25	2,50	0,96	3,79	3,60	1,10	2,71	1,35		
Кыштым	с	0,56	0,75	0,76	0,77	0,67	0,69	0,74	0,83	0,90	0,70	0,83	0,77	0,75	273
	м	1,16	1,27	1,07	1,70	1,19	1,92	1,54	2,57	2,60	1,62	1,94	1,67		
Метлино	с	0,68	0,72	0,76	0,65	0,59	0,81	0,85	0,91	0,89	0,83	0,98	0,65	0,78	283
	м	1,09	1,16	1,78	1,70	1,86	2,23	3,39	3,04	2,76	2,48	1,98	1,48		
Миасс	с	0,53	0,61	0,64	0,77	0,66	0,73	0,87	0,81	0,78	0,76	0,85	0,70	0,73	265
	м	0,84	1,07	0,90	2,98	2,00	3,38	3,60	1,82	2,30	2,20	1,87	2,91		
Новогорный	с	0,78	0,79	0,75	0,76	0,71	0,83	0,86	1,02	1,09	0,85	0,86	0,76	0,84	306
	м	1,54	1,35	1,45	1,57	1,15	1,87	2,00	3,50	5,27	2,52	1,99	2,06		
Нязепетровск	с	0,55	0,55	0,61	0,57	0,48	0,61	0,54	0,69	0,58	0,63	0,69	0,71	0,60	219
	м	0,90	1,09	1,46	1,54	1,21	1,31	1,09	1,67	1,03	1,29	1,61	1,20		
Рыбниковское	с	0,35	0,26	0,53	0,64	0,29	0,73	0,91	0,80	0,89	0,84	0,92	0,68	0,65	238
	м	1,01	0,95	2,16	1,90	1,13	2,38	2,38	1,96	2,81	3,49	2,62	1,64		
Сысерть	с	0,35	0,42	0,46	0,75	0,59	0,74	0,49	0,55	0,63	0,91	0,85	0,65	0,62	225
	м	1,72	1,17	2,12	2,80	1,55	2,76	1,69	2,08	2,22	1,85	2,80	1,81		
Тюбук	с	0,65	0,64	0,59	0,68	0,61	0,64	0,65	0,91	0,66	0,72	0,86	0,86	0,71	258
	м	1,09	1,15	1,30	1,82	1,29	1,99	1,22	3,73	1,16	1,90	2,15	4,80		
Худайбердинский	с	0,68	0,76	0,72	0,82	0,75	0,64	0,72	0,63	0,69	0,73	0,71	0,56	0,70	256
	м	1,16	1,11	1,09	1,35	1,11	1,39	1,67	1,16	1,41	1,17	1,73	1,16		
Челябинск	с	0,61	0,68	0,72	0,75	0,64	0,85	0,74	1,00	0,91	0,78	0,78	0,78	0,77	281
	м	1,04	1,03	1,19	1,47	1,29	1,99	1,68	4,31	5,08	1,35	1,78	1,22		
Среднее:															
2023 г.		**0,58**	**0,61**	**0,64**	**0,69**	**0,58**	**0,67**	**0,67**	**0,79**	**0,77**	**0,72**	**0,79**	**0,68**	**0,68**	**248**
2022 г.		0,53	0,55	0,54	0,70	0,71	0,66	0,62	0,65	0,82	0,68	0,66	0,57	0,64	234
Фон для Уральского региона:															
2023 г.		**0,56**	**0,57**	**0,61**	**0,63**	**0,53**	**0,69**	**0,67**	**0,70**	**0,71**	**0,77**	**0,75**	**0,67**	**0,65**	**237**
2022 г.		0,51	0,45	0,48	0,67	0,66	0,61	0,52	0,60	0,73	0,62	0,62	0,64	0,59	215

В табл. 3.11.9 приведены данные об атмосферных выпадениях ^{90}Sr в 100-км зоне ФГУП ПО «Маяк» в 2023 году. Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. (1 Бк/м²·год) снизились в три раза по сравнению с данными 2022 г. (3,1 Бк/м²·год) и соответствовали уровню регионального фона (0,7 Бк/м²·год). Следует отметить, что значение регионального фона годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 2023 г. снизилось почти в два раза по сравнению с данными 2022 г. (1,3 Бк/м²·год). Самые высокие значения годовых выпадений ^{90}Sr отмечались в п. Новогорный (3,3 Бк/м²·год) – в 5 раз выше регионального фона. Максимальные выпадения ^{90}Sr в п. Новогорный в 2023 г. зарегистрированы в III квартале. Среднегодовая концентрация выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» (0,08 Бк/м²·месяц) соответствовала средним значениям по Уральскому региону (0,06 Бк/м²·месяц).

Таблица 3.11.9

Выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое, Бк/м^2·квартал	Средне-годовое, Бк/м^2·месяц	Сумма за год, Бк/м^2·год
	I кв.			II кв.			III кв.			IV кв.					
Аргаяш	0,11			0,08			0,20			0,20			0,15	0,05	0,6
Бродокалмак	0,09			0,14			0,23			0,14			0,15	0,05	0,6
Ибрагимово	0,29			0,25			0,21			0,25			0,25	0,08	1,0
Караболка	0,09			0,30			0,24			0,21			0,21	0,07	0,8
Касли	0,17			0,11			0,20			0,26			0,19	0,06	0,7
Кыштым	0,08			0,21			0,14			0,16			0,15	0,05	0,6
Метлино	0,11			0,57			0,29			0,27			0,31	0,10	1,2
Новогорный	0,55			0,69			1,24			0,85			0,83	0,28	3,4
Рыбниковское	0,11			0,12			0,13			0,12			0,12	0,04	0,5
Тюбук	0,13			0,14			0,15			0,19			0,15	0,05	0,6
Худайбердинский	0,12			0,29			0,27			0,17			0,21	0,07	0,8
Среднее:															
2023 г.	**0,17**			**0,26**			**0,30**			**0,26**			**0,25**	**0,08**	**1,0**
2022 г.	0,65			0,74			0,90			0,80			0,77	0,26	3,1
Фон для Уральского региона*:															
2023 г.	**0,06**	**0,09**	**0,07**	**0,07**	**0,08**	**0,05**	**0,08**	**0,04**	**0,05**	**0,04**	**0,03**	**0,07**		**0,06**	**0,7**
2022 г.	0,06	0,05	0,05	0,08	0,10	0,12	0,19	0,22	0,09	0,10	0,12	0,09		0,11	1,3

Примечание: * – размерность фоновых значений Бк/м^2·месяц.

Годовые выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. (табл. 3.11.10) колебались в диапазоне от 0,78 до 15,3 Бк/м^2·год. В 2023 г. средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения увеличилась в 1,8 раза, по сравнению с 2022 г. (1,3 Бк/м^2·год), и составила 2,4 Бк/м^2·год, что в 20 раз выше региональных фоновых выпадений (0,12 Бк/м^2·год) и в 24 раза выше средневзвешенных по территории РФ (0,1 Бк/м^2·год). Максимальное значение суммарных годовых выпадений ^{137}Cs (15,34 Бк/м^2·год) в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., как и в предыдущие годы наблюдений, зафиксировано в п. Новогорный, что значительно выше регионального фона в 2023 году. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный наблюдались в декабре и составляли 8,88 Бк/м^2·месяц. Следует отметить, что в 2023 г. фоновые значения суммарных годовых выпадений ^{137}Cs (0,12 Бк/м^2·год) снизились в 5,8 раза по сравнению с 2022 г. (0,7 Бк/м^2·год).

Таблица 3.11.10

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., Бк/м^2·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	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,42	МДА	0,64	0,09	1,06
Бродокалмак	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,33	0,45	0,07	0,78
Ибрагимово	МДА	МДА	МДА	0,26	0,29	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,48	МДА	0,09	1,03
Караболка	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,26	МДА	0,46	0,48	0,34	МДА	0,13	1,54
Касли	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,00	0
Кыштым	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,00	0
Метлино	МДА	0,29	МДА	МДА	0,29	0,38	МДА	0,48	МДА	0,48	0,37	МДА	0,19	2,29
Новогорный	МДА	МДА	МДА	0,31	0,33	0,67	2,43	0,53	1,03	0,48	0,68	8,88	1,28	15,34
Рыбниковское	МДА	0,15	МДА	0,18	0,12	0,14	0,10	МДА	0,12	0,18	0,01	0,07	0,09	1,07
Тюбук	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,00	0
Худайбердинский	МДА	МДА	МДА	0,38	0,26	0,43	0,39	МДА	МДА	МДА	0,43	1,15	0,25	3,04
Среднее:														
2023 г.	0,00	0,04	0,00	0,10	0,12	0,15	0,29	0,09	0,15	0,19	0,24	1,02	0,20	**2,4**
2022 г.	0,13	0,20	0,07	0,10	0,22	0,07	0,08	0,14	0,14	0,06	0,06	0,05	0,11	1,3
Фон для Уральского региона:														
2023 г.	МДА	МДА	МДА	0,02	МДА	МДА	МДА	0,10	0,01	МДА	0,01	0,01	0,01	**0,12**
2022 г.	0,10	МДА	МДА	МДА	0,06	0,01	0,01	0,01	0,04	0,11	0,22	0,22	0,06	0,7

Примечание: МДА ≤ 0,001 Бк/м^2·месяц.

В табл. 3.11.11 приведены данные ФГУП «ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в зоне наблюдения и зоне влияния предприятия в 2023 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Таблица 3.11.11

Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., Бк/м^2·год (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	Σβ	^{137}Cs	^{90}Sr
Зона наблюдения, Озёрский городской округ			
г. Озёрск, профилакторий	66	<170	3,7
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	114	<170	8
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	95	<170	9
п. Новогорный	166	<170	60
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	121	<170	17
п. Метлино	55	<170	13
оз. Кожакуль	75	<170	19
Зона наблюдения			
г. Кыштым	89	<170	26
с. Худайбердинский	70	<170	< 2,6
п. Красный Партизан	101	<170	15
п. Башакуль	87	<170	19
с. Большой Куяш	73	<170	14
г. Касли	122	<170	8
с. Аргаяш, метеостанция	97	<340	7
Среднее по зоне наблюдения: **2023 г.** 2022 г.	 **95** 151	 **< 182*** < 175*	 15,8 -
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»			
с. Багаряк	115	< 170	4,7
Зона влияния вне ЗН ПО «Маяк»			
п. Слюдорудник	99	<170	4,7
г. В. Уфалей, метеостанция	187	< 340	34
Фоновый уровень по Уральскому региону**	237	0,12	0,7

Примечания: * – с учётом значений ниже МДА;
** – данные Уральского УГМС;
- – нет данных.

Анализ многолетних данных о радиоактивных выпадениях в районе размещения предприятия показывает:

– основным источником загрязнения атмосферы является вторичный ветровой подъём с ранее (1950–1960 гг.) загрязнённых территорий;

– плотность атмосферных выпадений определяется главным образом природными факторами (ветровая нагрузка, степень увлажнения почвы, наличие растительности и др.) [36].

Поскольку ФГУП «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 неопределённости коэффициента пересчёта (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы).

Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязнёнными, 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 [26]. Влияние стоков ФГУП «ПО «Маяк»

на загрязнение речной воды ^{90}Sr прослеживается на всём протяжении рек Течи и Исети (после впадения в неё р. Течи) вплоть до впадения р. Исети в р. Тобол и далее.

В 2023 г. Уральским УГМС и аналитическими лабораториями ФГУП «ПО «Маяк» продолжался многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами воды рек Течи и Исеть, в которые происходит поступление загрязнённых фильтрационных вод, а также рек Караболки и Синары, расположенных в зоне влияния ФГУП «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 ФГУП «ПО «Маяк»

Результаты контроля объёмной активности радионуклидов в воде ЛБК и ПБК на консольных сбросах приведены в табл. 3.11.12.

Таблица 3.11.12

Объёмная активность радионуклидов в воде на консольном сбросе ЛБК и ПБК за 2023 г., Бк/л (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц, год	ЛБК			ПБК		
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs	^{3}H
Январь	0,25	< 0,5	170	0,67	< 0,5	168
Февраль	0,22	< 0,5	180	0,68	< 0,5	110
Март	0,71	< 0,5	194	1,40	< 0,5	95
Апрель	0,29	< 0,5	210	< 0,11	< 0,5	87
Май	0,16	< 0,5	210	0,18	< 0,5	82
Июнь	0,15	< 0,5	180	0,70	< 0,5	67
Июль	0,71	< 0,5	157	0,49	< 0,5	79
Август	0,29	< 0,3	146	0,51	< 0,3	96
Сентябрь	0,52	< 0,4	97	0,42	< 0,4	65
Октябрь	0,18	< 0,5	99	< 0,11	< 0,5	98
Ноябрь	0,51	< 0,5	128	1,00	< 0,5	128
Декабрь	0,68	< 0,5	120	0,45	< 0,5	76
Средняя за 2023 г.	**0,39**	**< 0,48**	**158**	**0,56**	**< 0,48**	**96**
Средняя за 2022 г.	0,50	< 0,5	204	10,2	< 0,5	135
УВ (НРБ-99/2009) [2]	4,9	11	7600	4,9	11	7600

Из табл. 3.11.12 видно, что среднегодовая объёмная активность контролируемых радионуклидов в воде ЛБК и ПБК в 2023 г. не превышала УВ [2].

Пробы воды Уральским УГМС в 2023 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно, из р. Исеть – в трёх пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка–Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года.

Лабораториями ФГУП «ПО «Маяк» на р. Течe контроль содержания радионуклидов проводится в створах с. Муслюмово и с. Затеченское. Радиоактивное загрязнение воды р. Течи в створе

с. Муслюмово, расположенном на расстоянии около 50 км ниже замыкающей плотины ТКВ, обусловлено только активностью ^{90}Sr. Основными факторами, определяющими объёмную активность ^{90}Sr в воде р. Течи, являются:

– поступление ^{90}Sr в верховья р. Течи через консольные водосбросы ЛБК и ПБК;

– расход водного стока реки, который в многоводные годы существенно возрастает за счёт пропусков воды из оз. Иртяш через ЛБК;

– процессы сорбции-десорбции ^{90}Sr на заболоченном пойменном участке реки (Асановские болота, расположенные между плотиной П-11 и с. Муслюмово).

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Течи и Исети приведены в табл. 3.11.13 и 3.11.15, а из рек Караболки и Синары – в табл. 3.11.16, а также в разделе 4.1, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в лабораториях Уральского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». В табл. 3.11.13 и 3.11.15 приведены результаты измерений, в том числе данные аналитических лабораторий ФГУП «ПО «Маяк».

Данные ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС, приведённые в табл. 3.11.13, показывают, что объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово в 2023 г. изменялась в диапазоне от 2,7 до 14,1 Бк/л, а среднее значение (7,8 Бк/л) осталось на уровне 2022 г. (6,9 Бк/л). Максимальное значение было зафиксировано в сентябре и составило 14,1 Бк/л, что почти в три раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [2] и значительно выше среднего уровня для рек России (3,9 мБк/л).

Таблица 3.11.13

Объёмная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2023 г., Бк/л (данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	Муслюмово					Першинское		Затеченское		
	^{90}Sr[1)]	^{90}Sr	^{137}Cs[1)]	^{137}Cs	^{3}H[1)]	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr[1)]	^{137}Cs[1)]	^{3}H[1)]
Январь	8,4	5,4	< 0,5	0,22	146	3,5	0,011	-	-	-
Февраль	9,0	8,6	< 0,5	0,20	159	2,4	0,053	-	-	-
Март	8,7	10,2	< 0,5	0,18	153	4,7	0,018	-	-	-
Апрель	4,04	5,4	< 0,5	0,10	92	3,3	0,007	-	-	-
Май	9,2	8,9	< 0,5	0,10	87	3,7	0,007	2,9	< 0,3	< 40
Июнь	5,6	8,0	< 0,5	0,12	98	3,6	0,014	-	-	-
Июль	7,6	2,7	< 0,5	0,07	70	3,5	0,008	-	-	-
Август	9,4	9,5	< 0,3	0,08	57	3,1	0,003	1,2	< 0,3	< 40
Сентябрь	9,0	14,1	< 0,4	0,08	75	2,7	0,011	-	-	-
Октябрь	5,7	8,4	< 0,5	0,09	85	4,6	0,004	-	-	-
Ноябрь	8,5	6,8	< 0,5	0,07	87	4,5	0,004	-	-	-
Декабрь	6,3	5,6	< 0,5	0,20	71	2,1	0,011	-	-	-
Среднее:										
2023 г.	**7,6**	**7,8**	**< 0,5[2)]**	**0,13**	**98**	**3,5**	**0,013**	**2,05**	**< 0,3[2)]**	**<40[2)]**
2022 г.	10,3	6,9	< 0,5[2)]	0,19	134	3,3	0,006	2,0	< 0,3[2)]	<40[2)]
УВ [2]	4,9	4,9	11	11	7600	4,9	11	4,9	11	7600

Примечания: [1)] – данные ФГУП «ПО «Маяк»;
[2)] – с учётом значений ниже МДА;
- – измерения не проводились.

По данным ФГУП «ПО «Маяк», среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в створе с. Муслюмово в 2023 г. снизилась на 26 %, по сравнению с 2022 г., и составила 7,6 Бк/л.

Самые высокие среднегодовые объёмные 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 2012 г. – 25,2 Бк/л. В 1994, 1999–2003 и 2006–2009 гг. среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в р. Тече с. Муслюмово

находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л. За последние 11 лет (2013–2023 гг.) среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в р. Тече в пункте наблюдений – с. Муслюмово – изменялась в диапазоне 4,3–11,2 Бк/л, максимальные значения за вышеуказанный период наблюдались в 2013 г. (11,2 Бк/л).

В 2023 г. вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде в районе с. Першинское и с. Затеченское осталось на уровне 2022 года.

Для оценки загрязнения техногенными радионуклидами воды в р. Теча в районе с. Затеченское в соответствии с Рекомендациями Росгидромета (Р 52.18.853–2016) [6] были рассчитаны ИПЗ за период 2004–2023 гг. (табл. 3.11.14).

Таблица 3.11.14

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами воды в р. Теча (с. Затеченское) в 2004–2023 гг.

Год наблюдения	ИПЗ	Вклад в ИПЗ, %		
		^{90}Sr	^{137}Cs	^{3}H
2004	0,06	40,33	59,53	0,14
2005	0,04	48,89	51,00	0,11
2006	0,04	42,20	57,72	0,08
2007	0,03	23,56	76,30	0,14
2008	0,04	46,05	53,74	0,21
2009	0,03	62,48	37,21	0,31
2010	0,04	54,69	44,87	0,44
2011	0,04	64,50	35,28	0,22
2012	0,02	69,78	29,82	0,40
2013	0,02	65,60	33,64	0,76
2014	0,02	62,56	36,67	0,77
2015	0,02	59,14	40,44	0,42
2016	0,01	55,55	43,83	0,62
2017	0,02	37,68	61,84	0,48
2018	0,02	42,15	57,65	0,20
2019	0,07	13,85	86,09	0,06
2020	0,04	39,14	60,58	0,28
2021	0,03	54,26	45,42	0,32
2022	0,02	32,74	67,16	0,10
2023	0,02	32,74	67,16	0,10

Динамика ИПЗ техногенными радионуклидами воды р. Течи в районе с. Затеченское (табл. 3.11.4) показывает, что полученные значения показателя за весь период наблюдений были ниже экологически безопасного уровня, т.е. удовлетворяли условиям обеспечения радиационной безопасности и сохранения благоприятной окружающей среды. Основной вклад в ИПЗ вносят ^{90}Sr и ^{137}Cs (табл. 3.11.14).

В воде р. Исеть ниже впадения в неё р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде уменьшалась от 0,6 до 0,2 Бк/л (табл. 3.11.15). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объёмная активность ^{90}Sr в воде в 2023 г. составила 0,14 Бк/л. В целом в воде р. Исеть, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС, объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. осталась на уровне 2022 г. и была в 8–24 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Объёмная активность ^{137}Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.13 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2023 г., наблюдавшаяся в воде р. Течи, была значительно ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [2]. По мере удаления от ФГУП «ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исеть объёмная активность этого радионуклида снижается (табл. 3.11.15).

Среднегодовая объёмная активность трития (98 Бк/л) в воде р. Течи в с. Муслюмово в 77 раз ниже УВ, в с. Затеченское (менее 40 Бк/л) – в 190 раз ниже УВ.

Таблица 3.11.15

Объёмная активность радионуклидов в воде р. Исеть в 2023 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	Далматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	^{90}Sr*	^{90}Sr*	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
Январь	-	-	0,852	0,008	0,508	0,002	0,267	0,002
Февраль	-	-	0,742	0,006	0,525	0,003	0,293	0,003
Март	-	-	0,753	0,003	0,472	0,005	0,236	0,010
Апрель	-	-	1,020	0,002	0,612	0,005	0,168	МДА
Май	0,26	0,33	0,852	0,003	0,617	0,004	0,115	0,006
Июнь	-	-	0,344	0,005	0,273	МДА	0,152	МДА
Июль	-	-	0,389	0,003	0,322	0,002	0,109	0,005
Август	<0,026	0,11	0,346	0,004	0,209	0,004	0,193	0,003
Сентябрь	-	-	0,482	0,010	0,298	0,001	0,151	0,002
Октябрь	-	-	0,692	0,010	0,467	0,003	0,193	0,002
Ноябрь	-	-	0,675	0,005	0,409	МДА	0,165	0,004
Декабрь	-	-	0,412	0,003	0,548	0,003	0,378	0,008
Среднее:								
2023 г.	**0,14**	**0,22**	**0,6**	**0,005**	**0,4**	**0,003**	**0,2**	**0,004**
2022 г.	0,12	0,14	0,6	0,006	0,4	0,005	0,2	0,003
УВ [2]	4,9	4,9	4,9	11	4,9	11	4,9	11

Примечания: * – данные ФГУП «ПО «Маяк»;
- – измерения не проводились;
МДА ≤ 0,001 Бк/л.

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ФГУП «ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные аналитическими лабораториями предприятия, показали повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его уровнем в реках России. Из приведённых данных (табл. 3.11.13) видно, что объёмная активность трития в воде р. Течь (с. Муслюмово) в 2023 г. превышала средний уровень в реках России (2,1 Бк/л) примерно в 47 раз, но была значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Река Караболка берёт начало в нижнем бьефе болота Бугай, которое подверглось радиоактивному загрязнению в результате аварии 1957 г. на ФГУП «ПО «Маяк». Лабораториями предприятия контроль проводился в нижнем бьефе болота Бугай и в створе с. Татарская Караболка (табл. 3.11.16). В 2023 г. объёмная активность ^{90}Sr в нижнем бьефе болота Бугай (исток р. Караболка) увеличилась в 4,8 раза по сравнению с 2022 г., а в воде р. Караболка осталась на прежнем уровне. Из табл. 3.11.16 видно, что объёмные активности ^{90}Sr, ^{137}Cs и ^{3}H в водах рек Караболка и Синара ниже, чем в реках Исеть и Теча, и не превышают УВ.

Таблица 3.11.16

Объёмная активность радионуклидов в воде р. Караболка и р. Синара в 2023 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	р. Караболка								Устье р. Синары	
	д. Усть-Караболка		с. Татарская Караболка*			Нижний бьеф болота Бугай*				
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs	^{3}H	^{90}Sr	^{137}Cs
Январь	0,309	0,010	-	-	-	-	-	-	0,035	0,014
Февраль	0,273	0,010	-	-	-	-	-	-	0,067	0,004
Март	0,398	0,010	0,14	< 0,4	< 40	-	-	-	0,047	0,003
Апрель	0,898	0,010	-	-	-	-	-	-	0,074	0,004
Май	0,700	0,010	0,13	< 0,4	< 40	-	-	-	0,084	0,004
Июнь	0,466	0,010	-	-	-	0,91	< 0,4	< 40	0,107	0,004
Июль	0,708	0,010	-	-	-	-	-	-	0,065	МДА
Август	0,285	0,010	0,17	< 0,3	< 40	-	-	-	0,076	0,005
Сентябрь	0,130	0,010	-	-	-	-	-	-	0,050	0,003
Октябрь	0,267	0,010	< 0,025	<0,4	<40	-	-	-	0,037	0,002
Ноябрь	0,372	0,010	-	-	-	-	-	-	0,060	0,003
Декабрь	0,536	0,010	-	-	-	-	-	-	0,129	0,003
Среднее:										
2023 г.	**0,4**	**0,010**	**0,11**	**< 0,4****	**< 40**	**0,91**	**<0,4**	**<40**	**0,07**	**0,004**
2022 г.	0,4	0,002	0,16	< 0,4**	83,5	0,19	<0,4	83	0,08	0,004

Примечания: * – данные ФГУП «ПО «Маяк»;
** – с учётом значений ниже МДА;
- – отбор проб не проводился;
МДА ≤ 0,001 Бк/л.

Результаты контроля за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк (в выходном створе) приведены в табл. 3.11.17. Радиоактивное загрязнение р. Мишеляк происходит за счёт:

– поверхностного стока с площади водосбора, загрязнённой в результате регламентных выбросов в атмосферу в начальный период работы предприятия, аварии 1957 г. и ветрового разноса 1967 г.;

– разгрузки потока загрязнённых подземных вод, мигрирующих от ПВХЖРО В-9.

Таблица 3.11.17

Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2023 г. (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Дата отбора проб	Объёмная активность, Бк/л		
		^{90}Sr	^{3}H	^{137}Cs
р. Мишеляк, выходной створ	Январь	0,19	86	< 3,8
	Февраль	<0,11	80	< 3,7
	Март	0,12	57	< 3,7
	Апрель	< 0,11	71	< 3,8
	Май	0,17	83	< 3,8
	Июнь	< 0,11	81	< 2,3
	Июль	< 0,11	78	< 2,3
	Август	0,12	129	< 2,3
	Сентябрь	< 0,11	95	< 2,2
	Октябрь	0,058	97	< 2,3
	Ноябрь	0,039	87	< 1,7
	Декабрь	0,061	71	< 2,4
	Среднее за 2023 г.	**0,11**	**85**	**< 2,9**
	Среднее за 2022 г.	0,11	98	< 3,7
УВ по НРБ-99/2009		4,9	7600	11

Из табл. 3.11.17 видно, что содержание контролируемых радионуклидов в воде р. Мишеляк значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озёр, расположенных в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк», приведены в табл. 3.11.18. Иртяшско-Каслинская и Кыштымская система озёр используются для питьевого и технического водоснабжения населённых пунктов и промышленных предприятий, а также имеют рыбохозяйственное значение [33].

Из табл. 3.11.18 видно, что объёмная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в водах контролируемых озёр значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.11.18

Объёмная активность радионуклидов в озёрах зоны наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., Бк/л (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Озеро	Объёмная активность	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Силач	< 0,10	< 0,3
Сунгуль	< 0,11	< 0,3
Киреты	< 0,12	< 0,3
Большие Касли	< 0,11	< 0,3
Малые Касли	< 0,11	< 0,3
Куташи	< 0,10	< 0,3
Иртяш	< 0,027	< 0,3
Большая Нанога	< 0,028	< 0,3
Малая Нанога	0,064	< 0,3
Большая Акуля	< 0,10	< 0,3
Акакуль	0,08	< 0,3
Увильды	< 0,10	< 0,3
Улагач	0,045	< 0,3
УВ по НРБ-99/2009 [2]	4,9	11

Расчёт интегрального показателя загрязнения оз. Силач проводился в соответствии с Рекомендациями Росгидромета (Р 52.18.853–2016) [6]. Значения ИПЗ ^{90}Sr и ^{137}Cs оз. Силач значительно ниже экологически безопасного уровня облучения биоты за рассматриваемый период. Основной вклад (более 90 %) в ИПЗ вносит ^{137}Cs (табл. 3.11.19).

Таблица 3.11.19

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами воды озера Силач в 2004–2023 гг.

Год наблюдения	ИПЗ	Вклад в ИПЗ, %	
		^{90}Sr	^{137}Cs
2004	0,01	1,27	98,73
2005	0,01	0,81	99,19
2006	0,02	2,46	97,54
2007	0,01	2,64	97,36
2008	0,01	0,81	99,19
2009	0,01	0,69	99,31
2010	0,01	2,53	97,47
2011	0,01	0,73	99,27
2012	0,01	0,73	99,27
2013	0,01	0,49	99,51
2014	0,01	0,49	99,51
2015	0,01	0,49	99,51
2016	0,01	0,73	99,27
2017	0,01	2,38	97,62
2019	0,03	1,44	98,56
2020	0,03	1,20	98,80
2021	0,01	0,49	99,51
2022	0,01	0,52	99,48
2023	0,01	1,60	98,40

Снежный покров, растительность, почва

В марте 2023 г. в ЗН ФГУП «ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в 10 пунктах – пробы растительности. Результаты анализа этих проб на ∑β и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 3.11.20.

Таблица 3.11.20

Содержание Σβ и ^{137}Cs в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. (данные Уральского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м^2				Растительность, Бк/кг			
	∑β		^{137}Cs		∑β		^{137}Cs	
	01.03.2023	01.03.2022	01.03.2023	01.03.2022	22.08.2023	01.09.2022	22.08.2023	01.09.2022
Ибрагимово	39,64	15,47	0,9	0,7	372,0	482,6	1,4	0,5
Касли	29,28	22,53	1,1	0,8	701,5	615,2	2,1	0,4
Кыштым	46,94	51,24	1,4	0,5	707,8	616,0	1,9	0,8
ЛЭП-60	40,24	22,19	0,6	0,4	575,0	521,1	2,2	0,3
Малый Куяш	28,87	23,61	0,7	0,6	439,2	487,5	1,3	3,7
Метлино	38,64	26,59	1,0	0,6	624,7	636,1	1,6	1,5
Новая Теча	44,01	23,86	0,8	1,0	751,5	832,5	3,1	0,6
Новогорный	41,27	61,62	1,0	2,4	453,5	617,5	4,6	6,8
Татыш	35,62	30,05	0,7	0,5	490,8	681,3	3,1	1,0
Худайбердинский	34,17	28,49	0,5	0,6	695,8	542,5	2,9	0,8
Среднее по зоне наблюдения	37,9	30,6	0,9	0,8	581,2	603,2	2,4	1,6

Усреднённая по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова Σβ и ^{137}Cs (табл. 3.11.20) в 2023 г. осталась на уровне предыдущего года. Самые высокие значения плотности загрязнения снега ∑β (46,94 Бк/м^2) и ^{137}Cs (1,4 Бк/м^2) были зарегистрированы в районе г. Кыштым.

По данным мониторинга, полученным в 2023 г. (табл. 3.11.20), значения удельной Σβ и удельной активности ^{137}Cs в пробах растительности, усреднённые по зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк», остались на уровне предыдущего года наблюдений. Самая высокая удельная

Σβ в пробах растительности (751,5 Бк/кг) зафиксирована в д. Новая Теча, а ^{137}Cs (4,6 Бк/кг) – в п. Новогорный.

На территории ЗН ФГУП «ПО «Маяк» сотрудниками аналитических лабораторий предприятия в 2023 г. также проводился отбор проб почв и растительности (табл. 3.11.21). Отбор проб почвы и растительности проводят один раз в 12 месяцев единовременно в конце периода вегетации (у однолетних видов растений – конец июля–начало августа). Почва и травянистая растительность отбирались с одного участка площадью 1 м^2 в местах расположения пробоотборных устройств «конус» и «планшет». Почва отбиралась методом конверта на глубину пять сантиметров, травянистая растительность срезалась на полную высоту роста от почвы. Трава перед исследованием не промывается, поэтому результаты удельной активности радионуклидов в траве приведены с учётом поверхностного загрязнения.

Таблица 3.11.21

Удельная активность радионуклидов в пробах почв и растительности в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. (данные ФГУП ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Почва, кБк/м^2			Растительность, Бк/кг сухой массы при 100 ºС		
	^{137}Cs	Pu	^{90}Sr	^{137}Cs	Pu	^{90}Sr
Зона наблюдения, Озёрский городской округ						
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	1,1	2,4	< 2,35	< 19	7	< 7
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	5,1	1,8	1,4	< 19	13	10
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	1,0	0,7	< 0,55	< 19	11	24
оз. Кожакуль	1,0	0,65	< 2,1	< 19	11	< 25
п. Метлино	0,8	0,45	< 2,4	< 19	20	< 24
п. Новогорный	14,5	2,0	2,3	< 19	< 8	18
Зона наблюдения						
г. Кыштым	1,1	0,70	3,1	< 19	< 2,8	49
п. Худайбердинский	3,7	1,35	< 2,1	< 19	3,1	12
п. Красный Партизан	2,1	0,70	< 0,45	< 19	40	< 25
п. Башакуль	1,4	1,45	< 2,4	< 19	8	< 25
с. Большой Куяш	2,6	0,32	< 0,55	< 19	35	< 25
п. Калиновский	26	2,2	4,5	< 19	< 2,6	12
г. Касли	1,2	0,95	1,8	< 19	< 3,0	< 7
с. Аргаяш, метеостанция	1,2	0,7	1,1	< 19	< 3,4	8
с. Кузнецкое	0,7	0,45	< 0,55	< 19	3,5	< 7
д. Сарыкульмяк	3,2	1,6	2,2	< 19	< 4	< 7
с. Татарская Караболка	1,4	0,6	< 0,55	< 19	11	< 26
Среднее по зоне наблюдения **2023 г.** 2022 г.	 4,0 1,2	 1,1 0,7	 1,4 0,9	 < 19 24,1	 10,3 4,1	 13,1 23,6
Зона влияния, вне ЗН ФГУП «ПО «Маяк»						
с. Багаряк	2,95	0,70	1,0	< 19	4,0	29
г. Верхний Уфалей, метеостанция	< 0,52	0,60	0,55	< 19	4,4	8
с. Муслюмово	3,2	0,7	1,4	< 19	3,5	8
п. Слюдорудник	2,7	< 0,3	< 2,35	< 19	< 2,7	7
Региональное (фоновое) значение [22]	3,8*	0,7*	3,9*	-	-	-

Примечания: * – данные 2022 г.;
- – нет данных.

В соответствии с результатами анализа содержание ^{90}Sr в пробах растительности в 2023 г. изменялось в диапазоне 7–49 Бк/кг. Самые высокие значения удельной активности ^{90}Sr на обследованной территории зафиксированы в пробах растительности, отобранных в районе г. Кыштым (49 Бк/кг),

с. Багаряк (29 Бк/кг) и пункте долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС (24 Бк/кг). Максимальные концентрации Pu в пробах растительности зафиксированы в п. Красный Партизан (40 Бк/кг), с. Большой Куяш (35 Бк/кг) и п. Метлино (20 Бк/кг). Содержание ^{137}Cs во всех пробах растительности не превышало 19 Бк/кг. Самые высокие значения содержания ^{90}Sr в почве на территории обследования зарегистрированы в п. Калиновский (4,5 кБк/м^2), ^{137}Cs – п. Калиновский (26,0 кБк/м^2), Pu – в районе насосно-фильтровальной станции химико-металлургического завода (2,4 кБк/м^2). Средние значения удельной активности контролируемых радионуклидов в почве сопоставимы с фоновыми уровнями (табл. 3.11.21).

Значения ИПЗ почвы ^{90}Sr, ^{137}Cs и ^{239}Pu в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» за период 2011–2023 гг. не превышали экологически безопасного уровня облучения биоты (рис. 3.11.3). Основной вклад в значение ИПЗ за период 2011–2023 гг. вносит ^{90}Sr и ^{137}Cs.

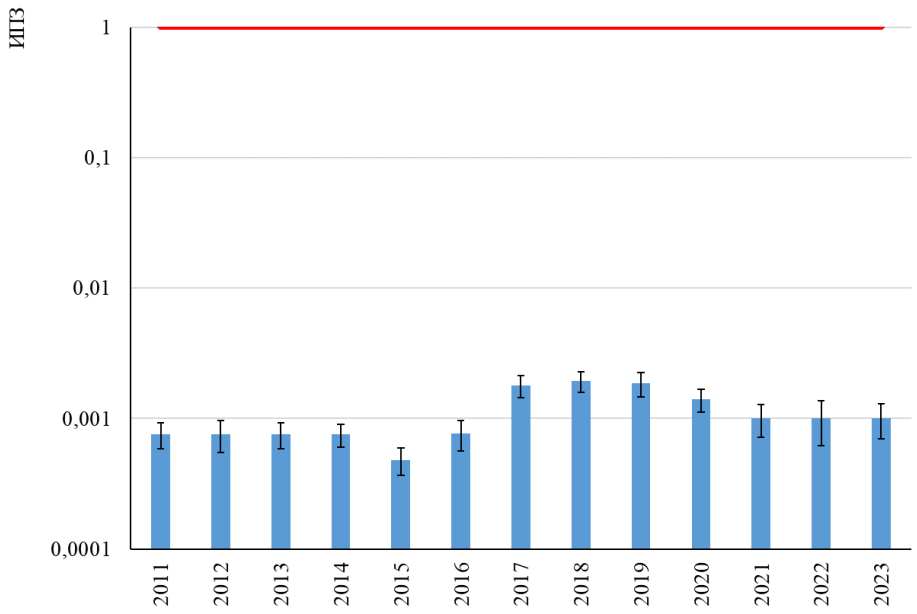


Рис. 3.11.3. Динамика интегрального показателя загрязнения почвы ^{90}Sr, ^{137}Cs и ^{239}Pu в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» за период 2011–2023 гг.

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г., по данным Уральского УГМС (табл. 3.11.22), находились в пределах 0,10–0,12 мкЗв/ч (при среднем значении 0,11 мкЗв/ч) и были на уровне данных за последние 10 лет и среднего значения для Уральского региона (0,11 мкЗв/ч).

По данным ФГУП «ПО «Маяк», в 2023 г. среднегодовые значения МАЭД на территории ЗН изменялись в диапазоне 0,09–0,14 мкЗв/ч, плотности потока бета-частиц (ППБЧ) находились в пределах 3–5 част/см^2·мин и не отличались от данных за предыдущие годы. Полученные результаты сопоставимы со средними значениями для Уральского региона.

Таблица 3.11.22

Динамика МАЭД в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2014–2023 гг., мкЗв/ч (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Аргаяш	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
2	Бродокалмак	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
3	Верхний Уфалей	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
4	Златоуст	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
5	Ибрагимово	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12
6	Караболка	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
7	Касли	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
8	Кыштым	0,11	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
9	Метлино	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11
10	Миасс	0,10	0,09	0,09	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
11	Новогорный	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11
12	Нязепетровск	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
13	Рыбниковское	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10
14	Сысерть	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10
15	Тюбук	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
16	Худайбердинский	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
17	Челябинск	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,12
Среднее по зоне наблюдения		0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Среднее по Уральскому региону		0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Подводя итоги, можно отметить следующие особенности радиационной обстановки в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 году.

Величина среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы ЗН ($17{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) в 10 раз превышала средневзвешенную по территории РФ в 2023 г. ($1{,}6\cdot10^{-7}$ Бк/м^3), но была на семь порядков ниже величины $ДОА_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объёмная $\sum\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» ($15{,}41\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) незначительно отличается от средневзвешенной объёмной $\Sigma\beta$ по территории РФ ($13{,}84\cdot10^{-5}$ Бк/м^3).

В 2023 г. годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы (1,0 Бк/м^2·год) в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» снизились в три раза по сравнению с данными 2022 г. (3,1 Бк/м^2·год), и соответствовали уровню регионального фона (0,7 Бк/м^2·год). Атмосферные выпадения ^{137}Cs (2,4 Бк/м^2·год) увеличились в 1,8 раза по сравнению с данными 2022 г. (1,3 Бк/м^2·год), в 20 раз превышали региональные фоновые выпадения (0,12 Бк/м^2·год) и в 24 раза – средневзвешенные по территории РФ (0,1 Бк/м^2·год).

В водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» объёмная активность ^{90}Sr (по данным Уральского УГМС) менялась в диапазоне 2,7–14,1 Бк/л. Среднегодовая концентрация этого радионуклида значительно выше среднегодовой для рек России (0,0039 Бк/л). Среднегодовая объёмная активность трития в водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 г. изменялась в диапазоне <40–98 Бк/л и превышала фоновый уровень в реках России (2,10 Бк/л) примерно в 20–47 раз, но была значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. Объёмная активность ^{137}Cs в реках ЗН предприятия невысока и значительно ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [2]. Результаты многолетнего мониторинга воды озёр, расположенных в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк», показывают, что в последние годы наблюдений объёмная активность контролируемых радионуклидов существенно не меняется и её значения ниже УВ. Удельная активность техногенных радионуклидов в почве ЗН сопоставима с региональными фоновыми значениями.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным многолетнего мониторинга значения ИПЗ для всех компонент природной среды ниже 1, что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820-2015 [11]. Значение ОПР, рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], больше 10, но меньше 20, что соответствует слабому радиационному воздействию ФГУП «ПО «Маяк» на компоненты природной среды, при котором рекомендуется регулярно оценивать влияние природных и техногенных факторов на радиационную обстановку территории путём сопоставления ОПР с фоновыми значениями. С учётом потенциальной радиационной опасности ФГУП «ПО «Маяк» рекомендуется продолжить мониторинг радиационной обстановки в районе его расположения.

В целом радиационная обстановка на территории ЗН ФГУП «ПО «Маяк» стабильна [17, 37]. Значения контролируемых параметров радиационной обстановки в ЗН предприятия, включая территорию, загрязнённую в результате аварий, ниже регламентированных нормативными документами. Вместе с тем отмечаются более высокие, по сравнению с региональным фоном, уровни содержания техногенных радионуклидов в ряде компонент природной среды (приземный воздух, атмосферные выпадения, поверхностные воды). Для современной оценки радиоэкологической безопасности в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» нужно учитывать территории, загрязнённые техногенными радионуклидами в результате прошлой производственной деятельности предприятия, требующие детального радиоэкологического мониторинга.

3.12. ФГУП «ГХК»

Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат» государственной корпорации «Росатом» (далее – ГХК) – уникальный объект использования атомной энергии с подземным расположением основных ядерных производств, не имеющий 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 км^2 вдоль берега реки Енисей. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56,19 км^2. СЗЗ комбината протяжённостью 17 км вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму, представленную на рис. 3.12.1. ЗН комбината – круг радиусом 20 км вокруг места расположения основного источника газоаэрозольных выбросов ГХК и 1000 км поймы Енисея вниз по течению реки от места сброса сточных вод ГХК. Основная часть населения (примерно 130 тыс. человек) проживает в промышленных городах Железногорск и Сосновоборск. На территории ЗАТО Железногорск проживают около 89 тыс. человек. В 20-км ЗН ФГУП «ГХК» расположено 13 сельских населённых пунктов с общей численностью населения 7,4 тыс. человек. На берегах Енисея в границах ЗН ФГУП «ГХК» расположено более 30 населённых пунктов, в том числе города Енисейск и Лесосибирск [38] с численностью населения 17,7 тыс. и 59,2 тыс. человек. Ближайшими к комбинату населёнными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 1968 человек (расположено на границе СЗЗ (рис. 3.12.1) на левом берегу р. Енисей в 6 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и с. Большой Бальчуг с населением ~ 130 человек (расположено на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод).

По сравнению с атмосферными выбросами ГХК, более заметное воздействие на радиоэкологическую обстановку оказали радиоактивные сбросы комбината [39]. Радиоактивный след ГХК был обнаружен летом 1971 г. на удалении около 2000 км от комбината при исследовании радиоактивного загрязнения континентального шельфа Карского моря экспедицией Института экспериментальной метеорологии (ныне – ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета). Были выявлены повышенные уровни содержания ^{137}Cs в донных отложениях Енисейского залива, достигающие 15 кБк/м^2, что в 4–8 раз выше уровней загрязнения, обусловленных глобальными выпадениями. Кроме этого в донных отложениях было обнаружено присутствие ^{54}Mn и ^{65}Zn. Эти факты свидетельствовали о наличии возможного источника радиоактивного загрязнения бассейна р. Енисей, что и подтвердилось дальнейшими исследованиями. Многолетние сбросы радионуклидов привели к загрязнению ими компонент экосистемы р. Енисей, включая ряд участков поймы.

В 1992 г. на ГХК были остановлены для последующего вывода из эксплуатации два прямоточных уран-графитовых реактора комбината − АД и АДЭ-1. В феврале 2016 г. был завершён первый этап вывода из эксплуатации промышленного реактора АД, который проводился по варианту «захоронение на месте». После вывода из эксплуатации прямоточных реакторов поступление радионуклидов в р. Енисей было связано в основном со сбросом вод охлаждения регулирующих каналов системы управления и защиты реактора АДЭ-2 и очищенных траповых вод реакторного и радиохимического заводов. 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. С 2016 г. предприятие осуществляло комплекс мероприятий по загрузке, транспортировке и переработке высокообогащённого ядерного топлива промышленных уран-графитовых реакторов. В 2017 г. эта работа была завершена, ФГУП «ГХК» полностью освобождён от ОЯТ данного типа, которое направлено на переработку на другое предприятие Росатома – ФГУП «ПО «Маяк» (г. Озёрск, Челябинская область).

В настоящее время три основных подразделения в структуре ГХК продолжают оставаться предприятиями потенциальной радиационной опасности − радиохимический, реакторный и изотопно-химический заводы. Кроме того, потенциальными источниками радиоактивного загрязнения являются: полигон «Северный» (захоронение жидких радиоактивных отходов различной активности), хранилища-накопители радиоактивных растворов, ёмкости для промежуточного хранения среднеактивных отходов, хранилища и могильники для твёрдых радиоактивных отходов.

Полигон «Северный» расположен на правом берегу р. Енисей на высокой (100 м) террасе (водораздел рек Енисей и Большая Тель) в 55–60 км ниже по течению реки от г. Красноярска в сторону с. 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 км^2, объём подземного пространства – около 11 000 м^3. 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 и 400–500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты.

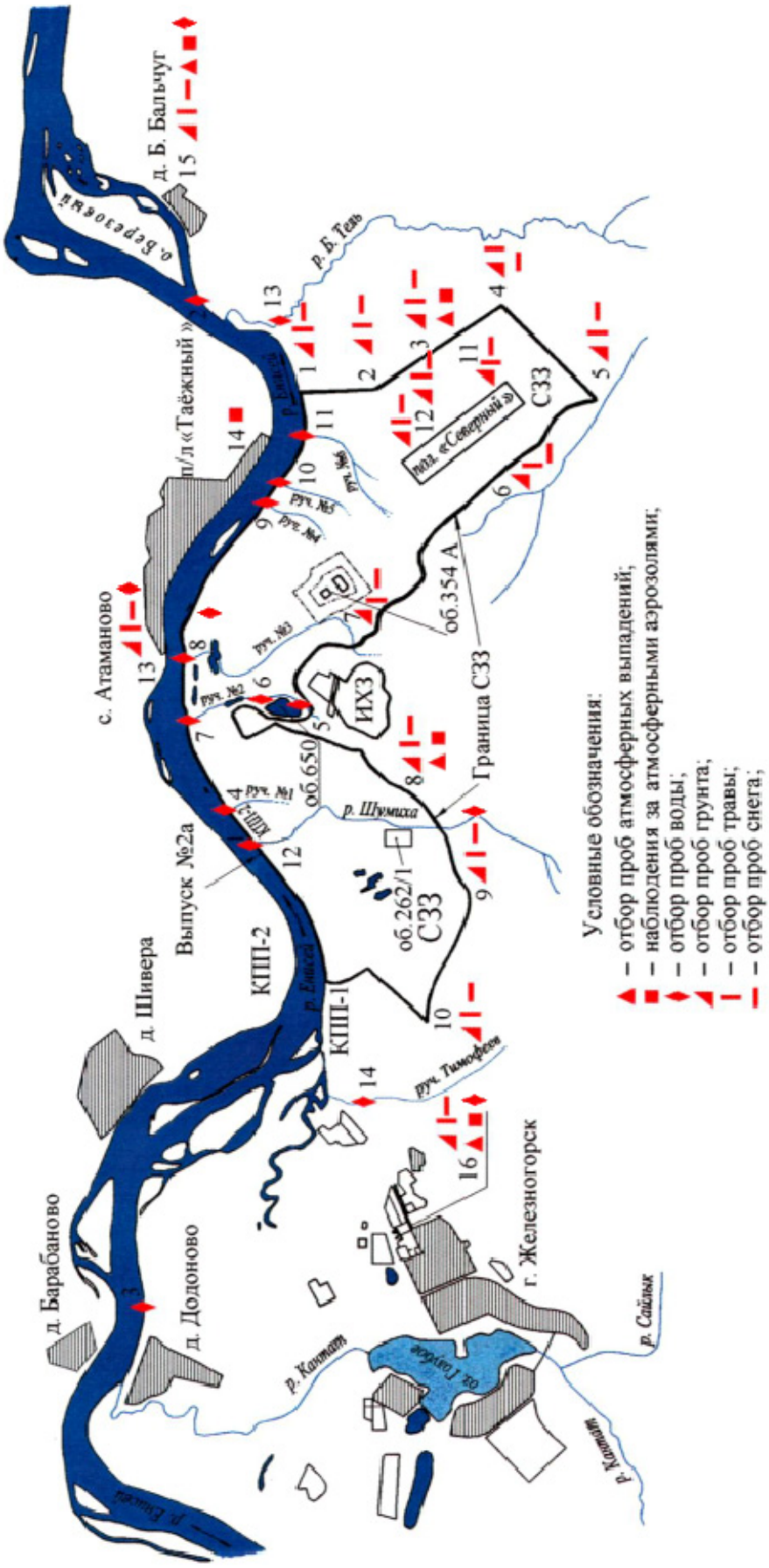


Рис. 3.12.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

Радиохимический завод введён в эксплуатацию в 1964 г. для переработки облучённых в промышленных реакторах урановых блоков с целью извлечения из них невыгоревшего урана и оружейного плутония. Образующиеся при переработке облучённого урана жидкие высокоактивные отходы хранятся в специальных ёмкостях из нержавеющей стали. Очищенные до нормативных требований жидкие нетехнологические воды сбрасываются в р. Енисей. ЖРО средней и низкой активности закачиваются на подземное захоронение на полигон «Северный». Твёрдые радиоактивные отходы (ТРО) помещаются в специальные грунтовые и бетонные хранилища. Газовые и аэрозольные выбросы после очистки удаляются в атмосферу. С 2015 года завод производит в контуре радиохимического завода смешанное уран-плутониевое топливо (МОКС-топливо) для обеспечения топливом реактора на быстрых нейтронах на Белоярской АЭС.

Реакторный завод отвечает за вывод из эксплуатации всех объектов предприятия, в их числе три остановленных реактора, а также хранилища. Реакторное и радиохимическое производства составляют основу комбината и являются основными источниками загрязнения природной среды за счёт газоаэрозольных выбросов и водных сбросов, содержащих радионуклиды. Эти производства размещены на правом берегу р. Енисей по обе стороны р. Шумихи в скальных выработках в глубине горного массива.

Изотопно-химический завод в своём составе имеет «мокрое» водоохлаждаемое и «сухое» воздухоохлаждаемое хранилище ОЯТ, а также цех пускового комплекса опытно-демонстрационного центра (ОДЦ) по переработке ОЯТ.

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территории СЗЗ и ЗН были загрязнены радионуклидами. Основные причины загрязнения этих территорий следующие:

– сброс радиоактивных вод охлаждения двух прямоточных реакторов в р. Енисей;

– ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промышленной площадке комбината.

В 2023 г. все производства на ГХК работали в основном в регламентном технологическом режиме, было обеспечено соблюдение норм выбросов радионуклидов, установленных МТУ по надзору за ядерной и радиационной безопасностью Сибири и Дальнего Востока [40].

На производстве вывода из эксплуатации ЯРОО (ранее – реакторный завод) продолжаются работы по выводу из эксплуатации остановленных ядерных реакторов, в 2023 г. выбросов не обнаруживалось. Радионуклидный состав выбросов завода фабрикации топлива (ранее – радиохимический завод) в 2023 г. обусловлен продолжающимися работами по перекачке пульп РАО и урансодержащего сырья, а также работами по производству МОКС-топлива и опытными работами Научно-производственного Международного центра инженерных компетенций (НП МЦИК). В составе выбросов завода фабрикации топлива в 2023 г. обнаружены ^{137}Cs, ^{90}Sr, ^{241}Am, изотопы плутония. На заводе регенерации топлива (ранее – изотопно-химический завод) продолжалось хранение сборок с отработавшим топливом АЭС с ВВЭР-1000 в «мокром» хранилище и поступающих сборок с отработавшим топливом АЭС с РБМК-1000 в «сухом» хранилище. Проводились опытные работы по переработке ОЯТ на ОДЦ. В составе выбросов завода регенерации топлива в 2023 г. обнаружены следующие радионуклиды: ^{137}Cs, ^{90}Sr, изотопы плутония.

По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2023 г. годовые выбросы в атмосферу радионуклидов на ГХК были на два–семь 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 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
ИРГ	$1{,}10\cdot10^{18}$	$3{,}41\cdot10^{11}$	$2{,}20\cdot10^{11}$	$+1{,}21\cdot10^{11}$
^{3}H	$9{,}80\cdot10^{15}$	$3{,}49\cdot10^{12}$	$2{,}19\cdot10^{12}$	$+1{,}30\cdot10^{12}$
^{60}Co	$2{,}45\cdot10^{11}$	$4{,}11\cdot10^{5}$	$4{,}44\cdot10^{5}$	$-3{,}30\cdot10^{4}$
^{90}Sr	$4{,}79\cdot10^{10}$	$3{,}60\cdot10^{7}$	$3{,}19\cdot10^{7}$	$+4{,}10\cdot10^{6}$
^{106}Ru	$4{,}10\cdot10^{9}$	$1{,}25\cdot10^{5}$	$4{,}00\cdot10^{3}$	$+1{,}21\cdot10^{5}$
^{134}Cs	$1{,}42\cdot10^{11}$	$8{,}11\cdot10^{4}$	$2{,}84\cdot10^{4}$	$+5{,}27\cdot10^{4}$
^{137}Cs	$4{,}80\cdot10^{11}$	$1{,}12\cdot10^{7}$	$9{,}05\cdot10^{6}$	$+2{,}15\cdot10^{6}$
^{144}Ce	$2{,}10\cdot10^{8}$	$1{,}27\cdot10^{5}$	$5{,}40\cdot10^{4}$	$+7{,}30\cdot10^{4}$
^{238}Pu	$1{,}26\cdot10^{11}$	$3{,}51\cdot10^{9}$	$7{,}95\cdot10^{8}$	$+2{,}72\cdot10^{9}$
^{239}Pu	$3{,}98\cdot10^{11}$	$1{,}45\cdot10^{9}$	$6{,}12\cdot10^{8}$	$+8{,}38\cdot10^{8}$

Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 по 1961 год) являлись в течение ряда 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 загрязнённых стоков, произведённых до 1992 г., прослеживаются на всём 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, особенно короткоживущих, в воде р. Енисей, а также в водной растительности и рыбе.

Величины сбросов радионуклидов в р. Енисей в 2023 г., представленные в табл. 3.12.2, остались на уровне 2022 года и не превышали установленных нормативов допустимых сбросов. Как видно из приведённой ниже таблицы, основной вклад в объёмную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Таблица 3.12.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{60}Co	$1{,}85\cdot10^{12}$	$7{,}19\cdot10^{7}$	$7{,}02\cdot10^{7}$	$+1{,}70\cdot10^{6}$
^{90}Sr	$3{,}40\cdot10^{11}$	$7{,}43\cdot10^{8}$	$7{,}11\cdot10^{8}$	$+3{,}20\cdot10^{7}$
^{137}Cs	$7{,}54\cdot10^{11}$	$4{,}22\cdot10^{9}$	$2{,}81\cdot10^{9}$	$+1{,}41\cdot10^{9}$
^{238}Pu	$4{,}11\cdot10^{10}$	$1{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}59\cdot10^{10}$	$-1{,}45\cdot10^{10}$

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Лабораторией радиоэкологического мониторинга (ЛРЭМ), входящей в состав экологического управления ФГУП «ГХК». В 2023 г. ЛРЭМ контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (рис. 3.12.1):

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха на девяти стационарных пунктах контроля, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с учётом розы ветров. Аэрозоли улавливали на аналитические фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с помощью ВФУ производительностью более 300 м^3/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 один 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, два из которых фоновые;

– содержание радионуклидов в снеге в 15 точках;

– объёмная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух контрольных створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (отбор проб производился с мая по октябрь); фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось в 17 км выше выпуска № 2а в районе д. Додоново;

– мощность дозы внешнего гамма-излучения во время маршрутных обследований, а также с помощью системы АСКРО ГХК, состоящей из 12 постов контроля, размещённых на расстоянии от 1 до 29 км от источника выбросов с учётом расположения населённых пунктов; измерения производились с экспозицией 512 с (~ 9 минут), сбор данных осуществлялся 4 раза в сутки (каждые 6 часов). За 2023 г. выполнено ориентировочно 600 тыс. измерений.

Суммарная β-активность проб природной среды измерялась на универсальных радиометрах РУБ-01П, альфа-, бета-радиометрах УМФ-2000; гамма-спектрометрический анализ – на спектрометре гамма-излучения DSG-2010 на основе детектора из особо чистого германия GCD-30185 и сцинтилляционном гамма-спектрометре «Гамма-1С». Содержание гамма-излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом гамма-спектрометре. Содержание ^{238}Pu и $^{239+240}$Pu определялось радиохимическими методами.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС (рис. 3.12.2).

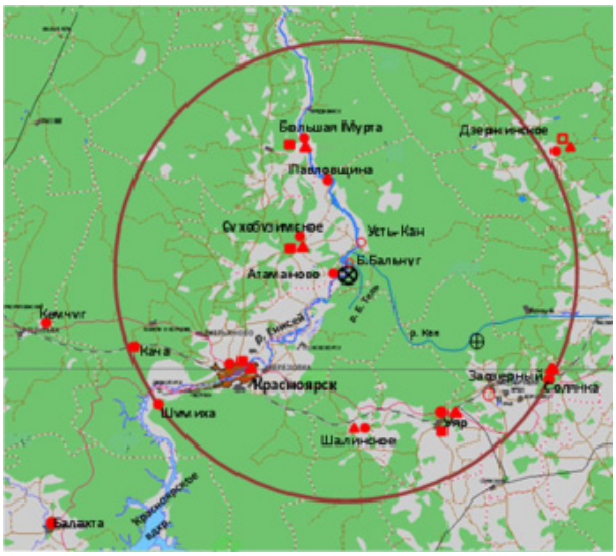


Рис. 3.12.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

⊗ – ГХК;
⊕ – ЭХЗ;
● – наблюдения за гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
■ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
○ □ – планируемые наблюдения.

В 2023 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

– за объёмной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырёх пунктах (ВФУ);

– за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах с помощью горизонтальных планшетов;

– за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на 11 метеостанциях (8 раз в сутки) и двух гидропостах (два раза в сутки), а также при проведении маршрутной гамма-съёмки местности в 38 точках по двум маршрутам и двум населённым пунктам (деревни Додоново и Большой Бальчуг) (рис. 3.12.3);

– за объёмной активностью радионуклидов в воде р. Енисей и р. Большая Тель во время маршрутных обследований возле населённых пунктов Атаманово и Большой Бальчуг, «фоновая» проба в р. Енисей возле речного вокзала г. Красноярска;

– за содержанием радионуклидов в снеге во время маршрутных обследований в двух населённых пунктах (с. Атаманово и д. Додоново) и «фоновая» проба аналогична отобранной пробе воды.

Отбор проб компонентов окружающей среды производился в пунктах, максимально приближённых к комбинату (в радиусе до 20 км) и расположенных в разных направлениях от него. Карта-схема маршрутов обследования представлена на рис. 3.12.3.

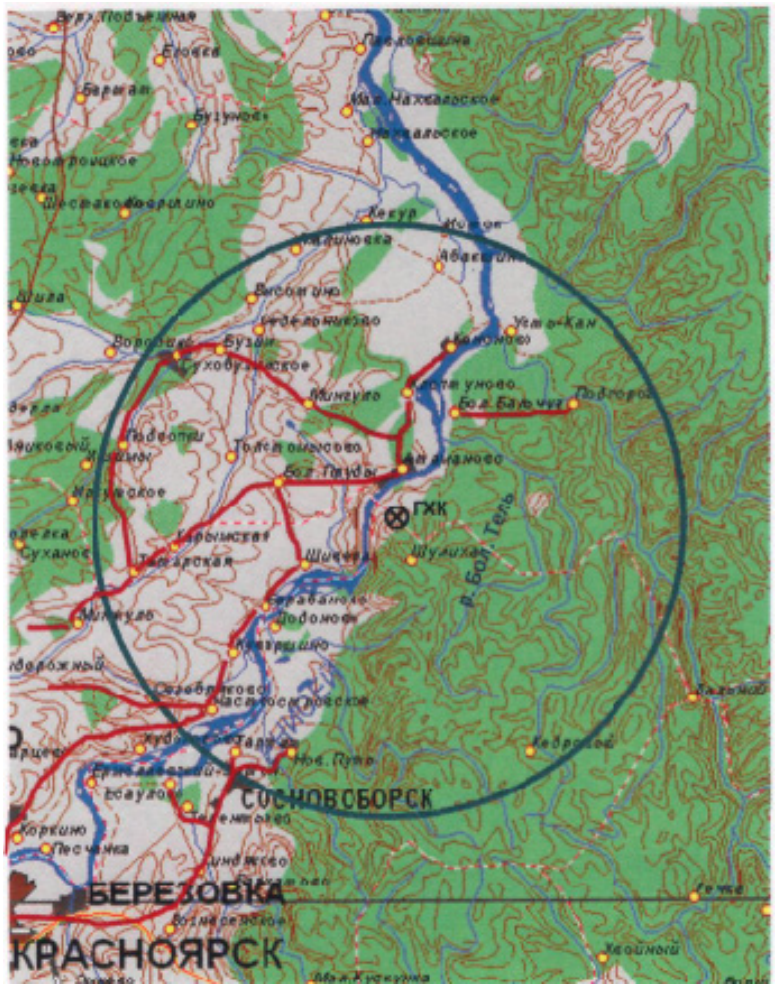


Рис. 3.12.3. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

Приземная атмосфера

В табл. 3.12.3 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объёмной ∑β в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных и суточных проб [40].

По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в 100-км зоне комбината в 2023 г. были зарегистрированы три случая десятикратного превышения концентрации суммы β-активных радионуклидов над фоновым уровнем. Наиболее высокое значение концентрации суммы β-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на метеостанции Сухобузимское 8–9 февраля 2023 г. ($275{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3). По результатам гамма-спектрометрического анализа радиоактивность аэрозолей приземной атмосферы определялась в основном радионуклидами естественного происхождения, из которых наиболее заметный вклад вносил космогенный бериллий-7. Содержание радионуклидов техногенного характера в атмосфере находилось на уровне глобального радиоактивного фона. Объёмная ∑β в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объёмной ∑β для территории Западной Сибири ($18{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) в 2,7 и 3,6 раза соответственно. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК, по данным Среднесибирского УГМС, среднемесячные значения объёмной ∑β в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $7 \cdot 10^{-5}$ до $170 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Среднегодовое значение объёмной ∑β в п. Сухобузимское было выше средневзвешенного значения объёмной Σβ для территории Западной Сибири в 1,4 раза, в пунктах Большая Мурта, Уяр и Красноярск (опытное поле) – ниже в 1,1, 1,3 и 2,1 раза соответственно.

Таблица 3.12.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объёмной Σβ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2023 г., 10^{-5} Бк/м^3 (данные ЛРЭМ ЭУ ГХК (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. Железногорск, ЗН, т. 16	60 км на ЮЗ, г. Красноярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобузимское	67 км на СЗЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр
Январь	с	45	61	10	24	20	20
	м	80	90	30	75	51	90
Февраль	с	135	153	16	82	36	24
	м	210	240	48	275	123	94
Март	с	63	41	7	13	9	11
	м	130	55	21	26	26	18
Апрель	с	34	34	7	16	8	10
	м	42	43	17	33	15	28
Май	с	26	32	7	20	11	15
	м	38	47	24	45	19	35
Июнь	с	35	38	9	22	13	16
	м	54	55	18	73	32	55
Июль	с	44	45	9	17	13	13
	м	54	54	27	36	29	27
Август	с	43	51	8	18	12	12
	м	52	67	17	38	27	27
Сентябрь	с	57	62	8	22	14	14
	м	80	110	18	57	29	29
Октябрь	с	48	56	8	20	14	16
	м	100	110	23	72	31	41
Ноябрь	с	30	76	9	23	16	-
	м	52	130	19	147	55	-
Декабрь	с	69	170	15	43	32	20
	м	90	190	49	155	88	45
Среднее:							
2023 г.		**52**	**68**	**9**	**27**	**17**	**15**
2022 г.		36	44	10	24	17	15

Примечание - – не отобраны пробы по причине неисправностей и проведения ремонтных работ на линии электропередач.

В 2023 г. в 100-км зоне ГХК ни в одном из пунктов наблюдения не было зафиксировано случаев экстремально высокого радиоактивного загрязнения аэрозолей выше критерия $3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных ЛРЭМ в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.12.4 [40].

Таблица 3.12.4

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК, 10^{-7} Бк/м^3 (данные ЛРЭМ)

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		
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	
^{90}Sr	< 200	9	< 200	1	2,7
^{137}Cs	17	11	5	5,5	27
^{238}Pu	1040	54	220	12,5	$2{,}7 \cdot 10^{-3}$
$^{239+240}$Pu	400	36	100	10	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
^{241}Am	< 25	< 20	< 20	< 20	$2{,}9 \cdot 10^{-3}$
Σβ	5200	3600	6800	4400	

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 СЗЗ и ЗН комбината объёмная активность ^{90}Sr и ^{241}Am, как и в прошлом году, была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры. Отметим снижение чувствительности определения объёмной активности ^{90}Sr в приземном воздухе в 2023 году. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе СЗЗ была в 1,5 раза выше 2022 г., в ЗН осталась на уровне 2022 года. При этом содержание ^{137}Cs в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объёмную активность ^{137}Cs ($3{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) в 5,5 и 1,6 раза соответственно. Объёмная активность $^{239+240}$Pu в СЗЗ и ЗН в 11 и 10 раз выше 2022 г. соответственно, что значительно ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009 [2].

В табл. 3.12.5 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 3.12.1), проведённого лабораториями ФГБУ «НПО «Тайфун» и Среднесибирского УГМС.

Таблица 3.12.5

Объёмные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг ГХК в 2013–2023 гг., 10^{-7} Бк/м^3 (данные НПО «Тайфун» и Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
Большая Мурта	2013	3,3	н	8,2	4,5	4,0	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	2,9	3,0
	2017	2,8	н	1,0	1,4	1,6	1,9
	2018	2,2	1,2	2,8	н	1,8	1,7
	2019	1,9	н	2,2	н	1,5	2,3
	2020	1,7	3,2	1,6	н	1,9	1,6
	2021	н	н	н	н	н	2,0
	2022	2,7	н	н	н	<1,4	2,6
	2023	**2,5**	**н**	**н**	**н**	**1,4**	**3,1**
Красноярск (опытное поле)	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
	2017	н	н	н	н	1,0	1,9
	2018	н	н	н	н	н	1,7
	2019	н	н	н	н	н	2,3
	2020	н	н	н	н	н	1,6
	2021	н	н	н	н	н	2,0
	2022	н	н	н	н	н	2,6
	2023	**н**	**н**	**н**	**н**	**н**	**3,1**

Окончание табл. 3.12.5

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
Сухобузимское	2013	1,8	н	14,0	2,8	4,7	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
	2017	1,2	1,2	1,2	3,4	1,8	1,9
	2018	2,6	3,4	1,7	1,3	2,3	1,7
	2019	1,5	1,4	2,5	1,3	1,7	2,3
	2020	2,0	4,2	1,5	1,1	2,2	1,6
	2021	н	н	н	н	н	2,0
	2022	10,2	н	н	н	<3,3	2,6
	2023	**6,3**	**н**	**н**	**н**	**2,3**	**3,1**
Уяр	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	1,5	2,2
	2016	н	1,1	2,3	н	0,9	3,0
	2017	4,5	2,0	н	1,0	2,1	1,9
	2018	2,6	2,2	1,9	н	1,9	1,7
	2019	н	2,2	2,6	н	1,8	2,3
	2020	н	2,7	н	н	1,4	1,6
	2021	0,8	1,0	1,8	н	1,2	2,0
	2022	0,6	1,2	0,8	0,5	0,8	2,6
	2023	**н**	**0,6**	**0,9**	**0,3**	**0,7**	**3,1**

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из табл. 3.12.5 видно, что во всех пунтах наблюдения содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК было ниже предела обнаружения. Среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs в пунктах наблюдения Сузобузимское, Большая Мурта, Уяр в 2023 г. в 1,3, 2,2 и 4,4 раза ниже средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($3{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Все зафиксированные значения существенно ниже допустимых среднегодовых объёмных активностей для ^{137}Cs в воздухе, установленных для населения нормами НРБ-99/2009 ($ДОА_{НАС.}$ = 27 Бк/м^3).

Радиоактивные выпадения

В 2023 г. ЛРЭМ 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 неопределённости коэффициента пересчёта (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы). Однако необходимо отметить, что в 2023 г. ∑β выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2022 г. и ни в одном из пунктов контроля не было зафиксировано случаев превышения критерия радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений в суточных пробах 110 Бк/м^2·сут. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ^{137}Cs. В 2023 г. выпадения ^{137}Cs в СЗЗ остались на уровне 2022 г., в ЗН (с. Атаманово, с. Б.Балчуг) увеличились относительно 2022 г. в 2,4–3,6 раза, а в фоновых точках (д. Крутая, п. Емельяново) – в 1,7 и 1,2 раза соответственно. Выпадения ^{137}Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках в 3,7–11 раз.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2023 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 ∑β выпадений в 100-км зоне ГХК

приведены в табл. 3.12.6. По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в 100-км зоне комбината в 2023 г. было зарегистрировано три случая десятикратного превышения суммарной β-активности радиоактивных выпадений над фоновым уровнем. Наиболее высокое значение суммарной β-активности выпадений было зафиксировано в пробе, отобранной на метеостанции Красноярск (опытное поле) 7–8 января 2023 г. (15,2 Бк/м^2·сут).

В 2023 г. средняя по 100-км зоне ГХК ∑β выпадений практически во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2022 г. и была в 1,4 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири (1,38 Бк/м^2·сут). Среднегодовые суточные значения ∑β выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,4–15,2 Бк/м^2·сут.

Таблица 3.12.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
Большая Мурта	с	1,1	0,7	0,4	0,5	1,5	0,7	0,6	0,8	1,0	0,7	0,7	1,0	0,8	0,9
	м	5,8	7,0	0,9	1,5	3,3	1,9	3,1	2,3	3,1	1,6	1,5	2,5		
Дзержинское	с	1,2	1,8	0,8	0,6	1,4	0,8	1,3	0,7	0,9	1,2	0,8	0,8	1,0	1,0
	м	9,4	6,4	4,0	1,7	4,9	2,4	4,4	3,2	3,5	7,2	2,0	2,9		
Красноярск (опытное поле)	с	1,7	0,8	0,8	1,1	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0	1,3	1,3	1,0	1,0
	м	15,2	4,2	3,6	5,0	2,2	1,6	2,4	3,3	3,1	2,8	7,1	4,8		
Солянка	с	1,3	0,8	0,5	0,7	0,7	0,7	1,4	1,4	1,2	1,3	1,1	1,7	1,1	0,8
	м	4,8	2,5	1,1	1,7	2,1	2,4	5,1	4,7	3,0	8,0	3,3	10,5		
Сухобузимское	с	0,6	1,0	1,1	0,5	1,1	0,8	0,6	1,1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7
	м	3,5	3,6	4,1	1,3	2,9	2,8	2,5	4,6	3,4	2,2	1,9	2,5		
Уяр	с	1,7	0,7	1,2	0,9	1,1	1,8	0,9	1,0	1,6	1,4	0,9	1,2	1,2	0,8
	м	6,1	1,5	4,6	3,2	3,8	4,0	3,1	2,4	5,0	11,4	2,7	3,6		
Шалинское	с	1,0	1,2	0,6	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	1,5	0,8	2,1	1,0	0,9
	м	8,2	3,6	1,3	1,4	2,9	2,0	2,5	2,0	3,9	10,2	3,3	13,1		
Среднее по100-км зоне: **2023 г.**		**1,2**	**1,0**	**0,8**	**0,7**	**1,1**	**0,9**	**0,9**	**1,0**	**1,1**	**1,1**	**0,9**	**1,3**	**1,0**	
2022 г.		1,0	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,5	0,8	0,5	1,1	1,2		0,8

Почва, растительность

Отбор проб почвы для мониторинга её загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2023 г. производился ЛРЭМ ГХК с помощью специального керна с фиксированной площадью отбора. На каждом исследуемом участке отбиралось по две параллельных 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 путём отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор проб почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельных пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади. Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения.

В табл. 3.12.7 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения [40]. Из табл. 3.12.7 видно, что плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2023 г. составляла от

0,5 до 8,7 кБк/м^2. Фоновое значение плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляло 1,1-2,2 кБк/м^2. Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ, ЗН и фоновых точках была < 1,0 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в точках отбора проб (10–12 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного гамма-фона.

Таблица 3.12.7

Содержание ^{137}Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2023 г. (данные ЛРЭМ ГХК)

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 3.12.1)	Удельная активность		Плотность загрязнения		МАЭД 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	41 ± 11	< 1,0	2,0 ± 0,5	< 0,3	11 ± 6
9 км на северо-восток, т. 2	58 ± 8	< 1,0	3,1 ± 0,4	< 0,3	11 ± 6
10 км на северо-восток, т. 3	8 ± 1	< 1,0	0,5 ± 0,1	< 0,3	11 ± 6
11 км на северо-восток, т. 4	12 ± 2	< 1,0	8,7 ± 1,3	< 0,3	11 ± 6
10,5 км на северо-восток, т. 5	12 ± 2	< 1,0	0,8 ± 0,1	< 0,3	11 ± 6
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	26 ± 4	< 1,0	1,1 ± 0,2	< 0,3	11 ± 6
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	39 ± 12	1,2 ± 0,5	1,3 ± 0,4	0,2 ± 0,1	12 ± 6
1 км на северо-восток, т. 8	30 ± 8	< 1,0	2,0 ± 0,5	< 0,3	12 ± 6
3 км на юг, т. 9	25 ± 4	< 1,0	1,1 ± 0,1	< 0,3	11 ± 6
4 км на юго-запад, т. 10	21 ± 3	< 1,0	0,9 ± 0,1	< 0,3	11 ± 6
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	36 ± 12	< 1,0	1,6 ± 0,5	< 0,3	11 ± 6
15 км на северо-восток, с. Б. Бальчуг, т. 15	31 ± 9	< 1,0	2,2 ± 0,6	< 0,3	10 ± 5
9 км на юго-запад, г. Железногорск, т. 16	18 ± 2	< 1,0	1,2 ± 0,1	< 0,3	11 ± 6
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	16 ± 3	< 1,0	1,1 ± 0,2	< 0,3	10 ± 5
73 км на запад, д. Крутая	31 ± 10	< 1,0	1,4 ± 0,4	< 0,3	10 ± 5

Пробы почвы в 2023 году не отбирались. Отбор и анализ проб почвы при нормальной работе РОО и отсутствии аварий осуществляется Среднесибирским УГМС один раз в пять лет (согласно «Руководству по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС»). Очередной отбор проб почвы будет произведён в 2025 году.

Снежный покров

В период с 16 февраля по 17 марта 2023 г. специалистами Среднесибирского УГМС были отобраны две пробы снега возле населённых пунктов Атаманово и Додоново и одна проба (фоновая) – на территории метеостанции Красноярск (опытное поле). Для концентрирования радиоактивности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию. В 2023 г. содержание ^{137}Cs во всех пунктах пробоотбора было ниже предела измерения (табл. 3.12.8).

Таблица 3.12.8

Содержание Σβ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2023 г. (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объёмная активность в талой воде		Плотность загрязнения снежного покрова, Бк/м^2	
		Σβ, Бк/л	^{137}Cs, мБк/л	Σβ	^{137}Cs
Атаманово	16.02	0,36	нпи	18,25	нпи
Додоново	17.03	0,83	нпи	35,10	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	01.03	0,53	нпи	41,46	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения.

Также отбор проб снега в 2023 г. производился ЛРЭМ ГХК в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 17.02.2023 по 24.03.2023 года. В каждой точке контроля пробы отбирались на всю глубину снежного покрова. Общая β-активность проб снежного покрова и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 3.12.9 и 3.12.10 [40].

Таблица 3.12.9

Общая бета-активность в снежном покрове в 2023 году

№ п/п	Место отбора проб	Общая β-активность
		Бк/м^2
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	25 ± 5
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	19 ± 5
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	12 ± 3
4	11 км на северо-восток от источника выбросов (4 СЗЗ)	16 ± 8
5	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	24 ± 6
6	4 км на восток от границы ограждения об. 354а (6 СЗЗ)	21 ± 5
7	1 км на юг от границы ограждения об. 354а (7 СЗЗ)	19 ± 5
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	22 ± 6
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	16 ± 4
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	17 ± 4
Зона наблюдения (ЗН)		
11	8 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	9 ± 3
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	10 ± 2
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	13 ± 4
Точки для контроля фона		
14	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	6 ± 2
15	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	4 ± 1

Таблица 3.12.10

Содержание ^{137}Cs в снежном покрове в 2023 году

№ п/п	Место отбора проб	^{137}Cs
		Бк/м^2
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	< 0,3
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	< 0,3
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	< 0,3
4	11 км на северо-восток от источника выбросов (4 СЗЗ)	< 0,3
5	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	< 0,3
6	4 км на восток от границы ограждения об. 354а (6 СЗЗ)	< 0,3
7	1 км на юг от границы ограждения об. 354а (7 СЗЗ)	< 0,3
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	< 0,3
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	< 0,3
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	< 0,3
Зона наблюдения (ЗН)		
11	8 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	< 0,3
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Бальчуг)	< 0,3
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	< 0,3
Точки для контроля фона		
14	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	< 0,3
15	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	< 0,3

Из табл. 3.12.10 видно, что в 2023 г. содержание ^{137}Cs в снежном покрове в СЗЗ и ЗН ГХК, как и фоновое значение в контрольных точках п. Емельяново и д. Крутая, составляло < 0,3 Бк/м^2.

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей ЛРЭМ 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 населённого пункта по правому берегу – с. Большой Бальчуг (рис. 3.12.1, точки 1 и 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 объёмные активности радионуклидов в воде р. Енисей приведены в табл. 3.12.11 [40], где также приведены уровни вмешательства по НРБ-99/2009.

Таблица 3.12.11

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2023 г., Бк/л (данные Радиоэкологического центра ГХК)

Радионуклид	Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [2]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше с. Б. Бальчуг), т. 2	
^{60}Co	< 0,002	< 0,002	40
^{90}Sr	< 0,02	< 0,02	4,9
^{137}Cs	< 0,002	< 0,002	11
$^{239+240}$Pu	< 0,001	< 0,001	0,55

Примечание: фоновые объёмные активности в 2023 г. для ^{90}Sr – < 20 мБк/л, для ^{137}Cs – < 2 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново).

Из табл. 3.12.11 видно, что основной вклад в объёмную активность воды вносил ^{90}Sr. В 2023 году содержание техногенных радионуклидов в воде в 250 м ниже выпуска и в 10 км ниже сброса осталось на уровне содержания в 2022 году, за исключением ^{90}Sr. По результатам измерений концентрации радионуклидов были на два–четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009.

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 ^{3}H. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г., по данным Среднесибирского УГМС, составила 5,6 мБк/л, что в 1,4 раза выше средней объёмной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (4 мБк/л). В 2023 г. среднегодовая объёмная активность ^{3}H в пробах воды, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», составляла 2,2 Бк/л, что в 1,6 раза выше, чем в 2022 г. (1,4 Бк/л).

В период с 21 апреля по 28 июня 2023 г. Среднесибирским УГМС были отобраны четыре пробы речной воды (табл. 3.12.12). Вода отбиралась в реках возле населённых пунктов, где возможно обнаружение радионуклидов техногенного характера (в р. Енисей в с. Большой Бальчуг и с. Атаманово, в р. Большая Тель возле с. Большой Бальчуг). Фоновая проба воды была отобрана в р. Енисей возле речного вокзала г. Красноярска. Наибольшая радиоактивность речной воды была зарегистрирована в пробе, отобранной в р. Большая Тель (с. Большой Бальчуг). Концентрация суммы β-радиоактивных продуктов в этой пробе составила 1,43 Бк/л. Техногенные радионуклиды в пробах речной воды и снега не обнаружены.

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 ручьёв, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 3.12.1). В 2023 г. отбор проб производился с мая по октябрь. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 3.12.13 [40].

Таблица 3.12.12

Объёмная Σβ в воде поверхностных водоёмов в ближней зоне ГХК в 2023 г. (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт мониторинга	Дата отбора	МАЭД, мкЗв/ч на высоте		Объёмная Σβ, Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, с. Атаманово	21.04	0,09	0,08	0,56 (1,26)
р. Енисей, с. Большой Бальчуг	16.06	0,10	0,09	0,77 (0,74)
р. Большая Тель, с. Большой Бальчуг	16.06	0,07	0,08	1,43 (1,34)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	28.06	0,09	0,10	0,67 (0,49)

Примечание: в скобках приведены данные за 2022 год.

Таблица 3.12.13

Объёмная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2023 г., Бк/л (данные ЛРЭМ ГХК)

Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239+240}$Pu	Σα	Σβ
Ручей № 1, устье, т. 4	< 0,002	< 0,02	< 0,002	< 0,001	< 0,2	< 0,4
Ручей № 2, выше об. 650, т. 5	< 0,002	< 0,02	< 0,002		< 0,2	< 0,4
Ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	< 0,002	0,66±0,22	< 0,002		< 0,2	1,02±0,28
Ручей № 2, устье, т. 7	0,0045±0,0009	0,29±0,10	< 0,002	< 0,001	< 0,2	0,61±0,17
Ручей № 3, устье, т. 8	< 0,002	< 0,02	< 0,002		< 0,2	< 0,4
Ручей № 4, устье, т. 9	< 0,002	< 0,02	< 0,002		< 0,2	< 0,4
Ручей № 5, устье, т. 10	< 0,002	< 0,02	< 0,002		< 0,2	< 0,4
Ручей № 6, устье, т. 11	< 0,002	< 0,02	< 0,002	< 0,001	< 0,2	< 0,4
Р. Шумиха, устье, т. 12	0,0073±0,0016	0,063±0,022	< 0,002	< 0,001	< 0,2	< 0,4
Ручей Тимофеев, устье, т. 14				< 0,001		
УВ по НРБ-99/2009 [2]	11	4,9	40	0,55	0,2	1

Из табл. 3.12.13 видно, что в 2023 г. в воде ручьёв, протекающих в СЗЗ комбината, содержание Σα и Σβ не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009, кроме значения Σβ в ручье № 2 (т. 6) [2]. Повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr, по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (табл. 3.12.11, примечание), выявлено в воде большинства ручьёв, что связано в основном с миграцией радионуклидов с загрязнённых участков территорий, примыкающих к промплощадке предприятия. Максимальные объёмные активности ^{90}Sr (0,66 Бк/л) и ^{137}Cs (0,0073 Бк/л) наблюдались в ручье № 2 (т. 6) и в устье р. Шумиха (т. 12) и были ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. Максимальное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах воды ручьёв в 3,6 и 33 раза превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Мониторинг радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСКРО. По данным ЛРЭМ ГХК, в 2023 г. среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч, что соответствует гамма-фону Западно-Сибирского региона [40].

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в 100-км зоне ГХК также контролировалась Среднесибирским УГМС. Значения МАЭД, полученные в 2023 г. в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, находились в пределах колебаний естественного радиационного гамма-фона, не превышая установленного для перехода на оперативный радиационный контроль значения (0,30 мкЗв/ч).

В соответствии с Рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016 [6], по данным радиационного мониторинга, определены интегральные показатели загрязнения почвы, поверхностных вод и атмосферного воздуха (ИПЗ) в зоне влияния ГХК по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.12.14).

Таблица 3.12.14

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами почвы и поверхностных вод в зоне влияния ГХК в 2022 и 2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблю-дений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, вклад в ИПЗ (%)			
Почва	СЗЗ	2022 2023	$3{,}0\cdot10^{-3} \pm 3{,}6\cdot10^{-4}$ $2{,}7\cdot10^{-3} \pm 5{,}5\cdot10^{-4}$	^{137}Cs			
	ЗН	2022 2023	$3{,}1\cdot10^{-3} \pm 4{,}3\cdot10^{-4}$ $2{,}8\cdot10^{-3} \pm 7{,}7\cdot10^{-4}$	^{137}Cs			
	Контрольный пункт	2022 2023	$5{,}0\cdot10^{-4} \pm 1{,}0\cdot10^{-4}$ $2{,}3\cdot10^{-3} \pm 6{,}5\cdot10^{-4}$	^{137}Cs			
Вода	250 м ниже выпуска, т. 1			^{60}Co	^{90}Sr	^{137}Cs	$^{239+240}$Pu
		2022	$8{,}0\cdot10^{-4}$	59	1,6	16	23,4
		2023	$8{,}5\cdot10^{-4}$	55,6	7,3	15,1	22
	10 км ниже выпуска, т. 2	2022	$7{,}9\cdot10^{-4}$	59,5	0,9	16,1	23,5
		2023	$8{,}5\cdot10^{-4}$	55,6	7,3	15,1	22
Атмосфера	10 км на СВ, граница СЗЗ			^{238}Pu	$^{239+240}$Pu	^{241}Am	
		2022	$4{,}1\cdot10^{-3}$	48,4	34,8	16,7	
		2023	$5{,}5\cdot10^{-2}$	69,5	28,9	1,6	
	9 км на ЮЗ, г. Железно-горск	2022	$1{,}5\cdot10^{-3}$	29,8	25,7	44,4	
		2023	$1{,}3\cdot10^{-2}$	63,3	31,1	5,4	

Согласно данным табл. 3.12.14, интегральные показатели загрязнения ^{137}Cs почвы в СЗЗ и ЗН комбината в 2023 году остались на уровне соответствующих значений в 2022 году и были в 1,2 раза больше значения в контрольном пункте. Интегральный показатель загрязнения почвы техногенным ^{137}Cs в зоне влияния ГХК значительно ниже уровня, обеспечивающего экологическую и радиационную безопасность наземной среды.

По сравнению с организмами наземной биоты, более высокие экологические риски характерны для гидробионтов р. Енисей. В период работы ГХК до остановки ядерных реакторов для гидробионтов р. Енисей преобладал вклад в суммарную дозу облучения таких короткоживущих радионуклидов, как ^{24}Na и ^{32}P. На современном этапе деятельности комбината основной вклад в техногенную дозу облучения речной биоты вносят плутоний, ^{60}Co и ^{137}Cs. После остановки последнего реактора в 2010 г. показатели экологического риска для объектов речной биоты снизились. Уровни облучения референтных объектов биоты в районе расположения ГХК за весь период эксплуатации не превышали экологически безопасного уровня [41].

ИПЗ воды р. Енисей в т. 1 (250 м ниже выпуска) и в т. 2 (10 км ниже выпуска) в 2023 году остались на уровне величин ИПЗ в 2022 году. Наибольший вклад в показатель загрязнения в т. 1 и т. 2 в 2023 г. вносит ^{60}Co (56 %), вклад $^{239+240}$Pu составил 22 %, ^{137}Cs – 15 %.

Превышения, по сравнению с фоновым содержанием радионуклидов (ручей № 3, 7 км выше устья), в воде ручьёв в СЗЗ ГХК в 2019–2023 гг. связаны в основном с миграцией радионуклидов с загрязнённых участков, примыкающих к промплощадке (рис. 3.12.4). Наиболее значимыми радионуклидами, обусловливающими загрязнение водной среды в СЗЗ ГХК, являются ^{137}Cs (т. 12), ^{60}Co (т. 4, т. 5, т. 8, т. 9, т. 10, т. 11, т. 12) и ^{90}Sr (т. 6, т. 7).

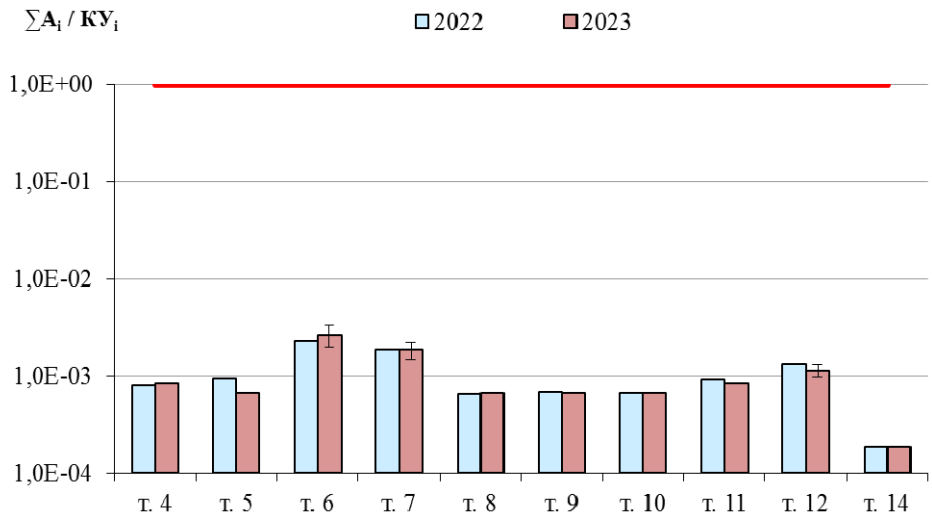


Рис. 3.12.4. Распределение интегрального показателя загрязнения открытых водных объектов (ручьёв) в СЗЗ ГХК в 2022 и 2023 гг.

Верхняя горизонтальная линия – экологически безопасный уровень риска.

т. 4 – ручей № 1, устье; т. 5 – ручей № 2, выше об. 650; т. 6 – ручей № 2, ниже об. 650; т. 7 – ручей № 2, устье; т. 8 – ручей № 3, устье; т. 9 – ручей № 4, устье; т. 10 – ручей № 5, устье; т. 11 – ручей № 6, устье; т. 12 – р. Шумиха, устье; т. 14 – ручей Тимофеев, устье.

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, распределение величины интегрального показателя загрязнения почвы и водных объектов в зоне влияния ГХК в современный период значительно (на три-четыре порядка) ниже экологически безопасного уровня облучения, представленного в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11].

Значение обобщённого показателя риска (ОПР), определённое в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10 и соответствует незначительному радиационному воздействию ГХК, при котором не требуется проведения природоохранных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности окружающей среды.

В целом, по данным объектового и государственного мониторинга, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2023 г. оставалась стабильной. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности, измеряемая в пунктах мониторинга 100-км зоны комбината, не отличалась от естественного фона. Среднегодовая объёмная активность радионуклидов, обусловленная выбросами предприятия, в атмосферном воздухе в СЗЗ и населённых пунктах была значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009. Однако содержание ^{137}Cs в приземном воздухе СЗЗ комбината по-прежнему на порядок выше уровня регионального фона. В приземном воздухе СЗЗ и ЗН ГХК наблюдается присутствие изотопов плутония. Содержание ^{137}Cs в почве в основном соответствовало глобальному уровню. В устьях некоторых ручьёв и рек, протекающих в СЗЗ и впадающих в р. Енисей, содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде более чем на порядок превышает фоновый уровень в р. Енисей, что обусловлено миграцией радионуклидов с участков, загрязнённых в результате прошлой деятельности ГХК.

С учётом потенциальной радиационной опасности ГХК необходим постоянный мониторинг радиационной обстановки в регионе расположения комбината.

3.13. АО «СХК»

АО «Сибирский химический комбинат» (далее – СХК) расположен в г. Северске Томской области, на правом берегу реки Томь, на расстоянии 10–12 км севернее г. Томска.

СХК был создан более 70 лет назад и является одним из крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла. Основной задачей СХК многие годы было получение для оборонных целей и атомной энергетики обогащённого ^{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 настоящее время производственное ядро СХК составляют четыре завода по обращению с радиоактивными веществами и ядерными материалами: завод разделения изотопов, сублиматный завод, радиохимический завод, химико-металлургический завод [42].

Производственная деятельность СХК сопровождается образованием очень низкоактивных, низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных твёрдых РАО и низкоактивных и среднеактивных жидких РАО, большая часть образования РАО приходится на жидкие РАО. На территории комбината расположены 50 пунктов хранения жидких и твёрдых РАО, являющихся потенциально опасными. Суммарная активность отходов, хранящихся в них, оценивается в 125 млн Кюри.

В соответствии с соглашением между Томской областью и ГК «Росатом» на территории СХК возводится опытно-демонстрационный энергетический комплекс (ОДЭК) в составе энергоблока с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-300 и пристанционным заводом, замыкающим ядерный топливный цикл. В конце 2019 г. был подписан договор на строительство энергоблока с реакторной установкой БРЕСТ-300 в рамках проекта «Прорыв».

Общая площадь СЗЗ СХК составляет 112 км^2 с протяжённостью границы по периметру 50 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 519 км^2 с протяжённостью границы по периметру 94,1 км. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населённых пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к ЗН СХК.

В 2023 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят α- и β-активные радионуклиды. В 2023 г. выбросы Σα и Σβ уменьшились до уровней 2021 года (табл. 3.13.1).

Таблица 3.13.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
Σα	$1{,}37\cdot10^{11}$	$3{,}02\cdot10^{9}$	$3{,}22\cdot10^{9}$	$-2{,}0\cdot10^{8}$
Σβ	$3{,}51\cdot10^{11}$	$2{,}95\cdot10^{9}$	$3{,}18\cdot10^{9}$	$-2{,}3\cdot10^{8}$

Примечания: Σα – сумма α-активных радионуклидов;
Σβ – сумма β-активных радионуклидов.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путём расширения и углубления русла р. Ромашка в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоём ВХ1, в который поступали сточные воды, содержащие радиоактивные вещества. Водохранилище имеет основной и дублирующий водосборы, через которые вода поступает в северный сбросной канал. Сбросы радиоактивных вод,

осуществлённые в прошлые годы, привели к накоплению радионуклидов в донных отложениях и почве затопляемой поймы.

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Данные ведомственного мониторинга радиационной обстановки в районе расположения СХК в Ежегодник не представляются. 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 гамма-фоном;
▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
■ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
⊗ – СХК.

В 2023 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

– объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в одном пункте – станция М-II Томск (вне зоны влияния СХК – станция в г. Колпашево);

– радиоактивность атмосферных выпадений посредством отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на девяти станциях;

– содержание β- и γ-излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоёмов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в этой зоне СХК измерялась суммарная β-активность снега;

– мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности измерялась в 2023 г. в 100-км зоне влияния РОО СХК на пяти станциях СНЛК, четырёх стационарных ПНЗ в г. Томске, на посту в д. Козюлино и на 22 постах автоматического контроля (далее – АПК) автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (далее – АСКРО) Томской области, а также на семи станциях наблюдений за 100-км зоной влияния РОО СХК.

Приземный слой атмосферного воздуха и атмосферные выпадения

Суммарная β-активность в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью радиометров РУБ-01П и альфа-, бета-радиометров УМФ-2000. Для гамма-спектрометрического анализа использовался полупроводниковый гамма-спектрометр. Для измерения мощности дозы гамма-излучения использовались переносные дозиметры типа ДКГ-07Д «Дрозд», ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д «Грач», ДКГ-02У «Арбитр», датчики АСКРО.

В 100-км зоне СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере осуществлялся на станции М-II Томск с помощью ВФУ, запущенной в эксплуатацию с августа 2015 года. Суточные 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 расположения СХК характерны южное и юго-западное направление ветров. Таким образом, радионуклидный состав проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, характеризует уровни регионального радиоактивного загрязнения атмосферы и, по сути, является фоновым.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Томске (100-км зоне СХК) в 2023 г., приведены в табл. 3.13.2, в г. Колпашево – в табл. 3.13.3.

Таблица 3.13.2

Радиоактивное загрязнение проб аэрозолей М-II Томск, 10^{-5} Бк/м^3

Год	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Σβ													
2023	11,9	12,4	4,7	4,9	9,3	4,6	4,7	5,2	6,4	3,7	3,9	10,0	**6,8**
2022	6,4	6,2	6,8	8,7	9,5	4,7	4,9	3,5	4,9	6,3	3,1	8,8	6,1
^{90}Sr													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2023	0,041						0,023						**0,032**
2022	0,002						0,010						0,006
^{137}Cs													
2023	н			н			н			н			**н**
2022	н			н			н			н			н
^{7}Be													
2023	601,2			1515,6			909,0			638,5			**916,1**
2022	351,3			490,4			512,2			187,0			385,2
^{40}K													
2023	0,59			3,76			2,91			5,51			**3,19**
2022	4,87			3,47			10,79			4,82			6,00

Примечания: н – ниже предела обнаружения.

Среднемесячная концентрация Σβ в пробах аэрозолей составила $6{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. Максимальная суточная концентрация Σβ в г. Томске, равная $36{,}2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, наблюдалась в пробе, экспонированной 1–6 января 2023 года. Максимальная среднемесячная концентрация Σβ – $12{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 – наблюдалась в феврале 2023 года. Среднегодовая концентрация ^{90}Sr в пробах аэрозолей в г. Томске по результатам 2023 г. составила $0{,}032 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. В 2023 г. ^{137}Cs в пробах аэрозолей в г. Томске не обнаружен.

Из табл. 3.13.3 видно, что среднемесячная концентрация Σβ, равная $1{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, была в 1,4 раза ниже уровня 2022 г. ($1{,}6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3). Максимальная суточная концентрация Σβ в г. Колпашево, равная $6{,}9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, наблюдалась 11–16 февраля 2023 г.; максимальная среднемесячная концентрация Σβ – $2{,}1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 – также наблюдалась в феврале. Концентрация ^{90}Sr в пробах аэрозолей в г. Колпашево за первое полугодие 2023 г. составила $0{,}005 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 и осталась на уровне 2022 года. ^{137}Cs в пробах аэрозолей в г. Колпашево в 2022 г. не обнаружен.

Таблица 3.13.3

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево (2019 – 2023 гг.)

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Σβ, 10^{-5} Бк/м^3													
2019	3,1	6,2	2,9	1,8	3,7	2,0	1,2	1,5	0,9	1,5	1,3	2,7	2,4
2020	0,7	1,8	0,7	1,7	1,2	2,1	1,7	1,0	1,2	0,7	1,1	1,4	1,3
2021	1,6	1,7	1,1	1,9	1,8	2,9	1,5	2,1	1,0	0,5	1,0	2,2	1,6
2022	1,4	2,1	0,8	1,9	1,8	2,0	2,5	1,0	1,0	1,1	1,2	1,9	1,6
2023	0,9	2,1	1,3	0,9	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,5	0,9	0,7	**1,1**
^{90}Sr, 10^{-7} Бк/м^3													
	I квартал				II квартал			III квартал			IV квартал		
2019				0,4					0,4				0,4
2020				0,5					0,2				0,3
2021				0,2					0,2				0,2
2022				0,5					0,9				0,7
2023				0,5					…				**0,5**
^{137}Cs, 10^{-7} Бк/м^3													
2019		0,7			н			н			н		0,2
2020		н			н			н			н		н
2021		н			н			н			н		н
2022		н			н			н			н		н
2023		н			н			н			н		**н**
^{7}Be, 10^{-5} Бк/м^3													
2019		210,9			148,1			106,4			84,4		137,4
2020		81,5			158,9			122,5			118,7		120,4
2021		96			165			133,6			76,2		117,9
2022		59,7			161,4			94,2			101,4		104,2
2023		72,5			319,9			102,4			62,7		**139,4**
^{40}K, 10^{-5} Бк/м^3													
2019		1,18			0,54			0,38			0,57		0,67
2020		0,90			н			н			н		0,22
2021		н			0,38			1,60			0,46		0,61
2022		н			1,31			1,75			1,24		1,01
2023		0,62			3,69			0,51			1,20		**1,51**

Примечания: … – проба в работе;
н – ниже предела обнаружения.

Данные наблюдений за Σβ выпадений в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (пп. Александровская, Батурино, Колпашево, Молчаново) приведены в табл. 3.13.4.

Из табл. 3.13.4 видно, что в 2023 г. ∑β выпадений в 100-км зоне наблюдения была на уровне выпадений вне этой зоны. Среднегодовые значения Σβ выпадений в 100-км зоне наблюдения СХК в 2023 г. были на уровне значений 2022 г. и находились в пределах средневзвешенного значения Σβ выпадений по территории Западной Сибири (1,38 Бк/м^2·сут).

Максимальная суточная Σβ выпадений в 30-км зоне наблюдения СХК была зафиксирована в пробе М-II Томск в сентябре 2023 г. и составила 2,2 Бк/м^2·сут. В 100-км зоне наблюдения СХК максимальная Σβ выпадений, равная 5,8 Бк/м^2·сут, была зарегистрирована на станции М-II Кожевниково (Томская область) в августе 2023 года. Вне 100-км зоны наблюдения СХК максимальная суточная Σβ выпадений (5,3 Бк/м^2·сут) была зафиксирована на станции Колпашево (Томская область) в июле 2023 года.

В 100-км зоне наблюдения СХК на территории Томской области значение выпадений ^{90}Sr за первое полугодие 2023 г. составило 0,14 Бк/м^2, что меньше значения в 2022 г. (0,15 Бк/м^2). В 100-км зоне наблюдения СХК на территории Новосибирской области суммарная удельная активность ^{90}Sr в пробах выпадений в 2023 г. увеличилась (0,46 Бк/м^2) по сравнению с 2022 г. (0,36 Бк/м^2), на территории Кемеровской области – уменьшилась до 0,50 Бк/м^2 по сравнению с 2022 г. (1,86 Бк/м^2).

В 12-км зоне наблюдения СХК суммарная удельная активность ^{90}Sr в пробах за 2023 г. увеличилась в 1,6 раза (до 0,91 Бк/м^2) по сравнению с 2022 г. (0,57 Бк/м^2).

Таблица 3.13.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения ∑β выпадений в районе размещения СХК в 2023 г., Бк/м²·сут

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023 г.	2022 г.
		В 30-км зоне													
М-II	с	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7
(Томск)	м	1,4	2,0	1,4	1,9	1,4	2,1	1,6	1,9	**2,2**	2,1	2,1	2,1	**2,2**	3,0
Козюлино	с	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6
	м	1,6	1,5	1,1	1,7	1,8	1,2	1,1	1,3	1,3	1,2	**2,1**	1,4	**2,1**	2,8
Среднее по 30-км зоне: **2023 г.**		0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	**0,6**	
2022 г.		0,7	0,9	0,8	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5		0,6
		В 100-км зоне													
Болотное*	с	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8
	м	1,9	1,3	2,3	2,2	**3,1**	1,7	2,1	1,8	2,8	1,7	1,2	2,3	**3,1**	3,2
Кожевниково	с	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,5
	м	1,6	2,2	1,7	1,2	2,0	1,8	2,1	**5,8**	3,7	2,4	2,7	1,6	**5,8**	2,1
Первомайское	с	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,5	0,6	1,0	0,8	0,7	0,7
	м	1,4	2,2	1,8	1,8	2,0	2,0	**4,2**	2,9	1,3	1,9	2,6	2,9	**4,2**	3,2
Тайга*	с	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6
	м	1,2	1,4	2,0	1,7	1,4	**2,6**	2,1	2,3	1,6	1,8	2,4	1,1	**2,6**	3,7
Яя*	с	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
	м	1,1	1,3	1,6	1,2	1,3	**2,1**	1,9	1,3	1,2	1,7	1,8	1,5	**2,1**	2,5
Среднее по 100-км зоне: **2023 г.**		0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	**0,7**	
2022 г.		0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6		0,6
		Вне 100-км зоны													
Александровское	с	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	1,0	0,7	0,7	0,7
	м	1,8	1,7	1,6	1,9	2,3	1,5	**3,2**	1,7	1,4	1,6	2,6	2,0	**3,2**	2,6
Батурино	с	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6
	м	1,5	1,3	1,2	2,3	0,9	1,4	1,7	1,6	1,5	2,5	**2,6**	2,0	**2,6**	2,9
Колпашево	с	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8	1,0	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6
	м	1,7	2,0	1,4	2,0	1,3	2,2	**5,3**	2,3	2,8	1,9	1,8	1,4	**5,3**	2,1
Молчаново	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,9	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6
	м	1,2	1,7	2,8	**3,2**	2,9	1,7	2,6	2,1	2,7	2,4	1,6	2,3	**3,2**	2,8
Среднее вне 100-км зоны: **2023 г.**		0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	0,7	**0,7**	
2022 г.		0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7		0,6

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

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2023 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 3.13.5), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и ^{137}Cs. Содержание ^{137}Cs в почве распределено неравномерно. В точках дополнительной сети 12-км зоны наблюдения РОО в 2023 г. среднегодовое значение по ^{137}Cs увеличилось в 7 раз (5,6 Бк/кг) по сравнению с 2022 г. – 0,8 Бк/кг. В 30-км зоне наблюдения РОО (станции основной сети Томской области) в 2023 г. наблюдалось содержание ^{137}Cs в пробе почвы М-II Томск 5,2 Бк/кг, в 1,2 раза меньше значения в 2023 г. (6,4 Бк/кг). По маршрутному обследованию в ближней зоне наблюдения РОО СХК средние значения загрязнения почвы ^{137}Cs увеличились в 1,7 раза – с 7,2 Бк/кг в 2022 г. до 12,6 Бк/кг – в 2023 году. Содержание естественных радионуклидов в почве – фоновое.

Отбор проб донных отложений проводился в ближней зоне наблюдения СХК в районе р. Ромашка и Чернильщиковской протоки р. Томь после впадения в неё р. Ромашка: т. 1 – берег р. Ромашка вниз по течению, т. 5 – берег Чернильщиковской протоки (рис. 3.13.2). Отбор проб дон-

ных отложений, так же, как и в предыдущие годы, осуществлялся из поверхностного слоя дна (объём пробы не менее 1 л) по урезу воды, граница которого ежегодно изменяется.

Таблица 3.13.5

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне наблюдения СХК в 2023 году

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
Основная сеть – 30-км зона наблюдения РОО СХК					
М-II Томск	11	10	25	16,7	5,2
Дополнительная сеть Томской области – 12-км зона наблюдения РОО СХК					
Зоркальцево	10	11	20,5	10,1	7,3
Козюлино	10	10	15,3	13,0	6,1
д. Наумовка	11	11	27,0	18,4	1,8
Самусь	11	12	17,7	13,8	8,8
Светлый	13	12	27,0	18,9	3,9
Среднее 12-км зоны в 2023 г.	11	11	21,5	14,8	5,6
Среднее 12-км зоны в 2022 г.	12	12	20,4	14,6	0,8
Маршрутное обследование в ближней зоне наблюдения РОО СХК (контрольные точки)					
д. Георгиевка	10	11	9,3	8,4	2,1
Спутник	12	11	24,0	14,9	10,0
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	13	11	28,0	23,0	52,0
Поворот на д. Наумовка	11	10	22,7	14,7	2,9
Лагерный сад	12	10	26,0	14,2	7,6
ТНХК	11	11	21,2	11,8	1,3
Среднее в ближ.зоне в 2023 г.	11	11	21,9	14,5	12,6
Среднее в ближ.зоне в 2022 г.	12	11	18,3	15,2	7,2



Рис. 3.13.2. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

– отбор проб воды;

– отбор проб почвы, донных отложений.

Результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Ромашка приведены в табл. 3.13.6. Из таблицы видно, что в 2023 г. в поверхностном слое донных отложений, наряду с

естественными радионуклидами, присутствуют, как и в предыдущие годы, долгоживущие гамма-излучающие радионуклиды техногенного происхождения – ^{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 ещё в 2009 г., что подтверждает отсутствие сбросов радионуклидов на СХК в поверхностные воды [13].

Таблица 3.13.6

Мощность дозы (мкР/ч) в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах донных отложений (Бк/кг в.-с.) в СЗЗ СХК в 2023 г. (рис. 3.13.2)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1	500 м вниз от р. Ромашка, т.2	1000 м вниз от р. Ромашка, т. 3	1500 м вниз от р. Ромашка, т. 4	Чернильщиковская протока, т. 5	Среднее значение	
						2023	2022
^{60}Co	10,5	2,2	2	8,4	2,2	5,1	4
^{137}Cs	26,5	12,7	2,7	21	17	16	21,4
^{40}K	441	420	410	440	435,3	342	424
^{226}Ra	19,3	14,2	19,3	18,1	18	17,8	16,5
^{232}Th	24,8	21,7	20,6	19,2	21,3	21,5	15,6
^{241}Am	188	13	43	55,1	21	64,1	116
МАЭД	10 11	11 11	10 10	10 10	11 11	10 10	9 9

Примечание: значения МАЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 метр.

По мере удаления от устья р. Ромашка наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в донных отложениях. Максимальное значение содержания ^{137}Cs в пробах донных отложений наблюдалось в т. 1 р. Ромашка – 26,5 Бк/кг. Гамма-спектрометрический анализ проб показал, что в СЗЗ 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.

Анализ отобранных весной 2023 г. проб снега на метеостанциях Западно-Сибирского УГМС показал, что радиоактивное загрязнение снега в зимний сезон 2022/2023 гг. было обусловлено в основном выпадениями из атмосферы долгоживущих продуктов распада естественного происхождения. Содержание техногенного ^{90}Sr в пробах снега сезона 2022/2023 гг. составило 0,08 Бк/м^2 на территории Новосибирской области. Другие техногенные радионуклиды в пробах снега не обнаружены.

Перед отбором проб объектов окружающей среды (снега, почвы, донных отложений) в местах отбора проб измерялись уровни МАЭД на высоте 3–4 см и 1 м от поверхности. При отборе проб почвы и донных отложений (табл. 3.13.5 и 3.13.6) МАЭД изменялась в пределах 0,10–0,13 мкЗв/ч.

В 2023 г. максимальное суточное значение МАЭД было равным 0,15 мкЗв/ч, среднегодовое значение гамма-фона на территории г. Томска в ближней зоне наблюдения СХК составило 0,09 мкЗв/ч, как и в 2022 году.

В 2023 г. в 100-км зоне наблюдения комбината максимальное суточное значение МАЭД, равное 0,17 мкЗв/ч, наблюдалось на станции Кожевниково (в июле). Среднегодовое значение гамма-фона на территории 100-км зоны наблюдения РОО составило 0,10 мкЗв/ч, что выше показателя в 2022 г. (0,09 мкЗв/ч).

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МАЭД, по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2023 г. (0,08 и 0,09 мкЗв/ч), показывает соответствие показателям 2022 г. (0,08 и 0,09 мкЗв/ч).

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2023 г. проводился путём ежемесячного отбора и анализа проб воды в двух точках (рис. 3.13.2):

– т. 1 – в р. Ромашка (~ 500 м до впадения в р. Томь);

– т. 5 – в р. Томь ниже СХК (Чернильщиковская протока в районе д. Чернильщиково).

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

Во всех точках отбора в пробах воды в 2023 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МАЭД в точках наблюдения колебалась от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч.

В соответствии с Рекомендациями Росгидромета Р 52.18.853–2016 [6], по данным радиационного мониторинга, определены интегральные показатели загрязнения почвы, донных отложений и атмосферного воздуха (ИПЗ) в зоне влияния СХК по природоохранному (экологическому) и радиационному критериям сохранения благоприятной окружающей среды (табл. 3.13.7).

Таблица 3.13.7

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами почвы и поверхностных вод в зоне влияния СХК в 2022 и 2023 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, вклад в ИПЗ (%)					
Почва	СЗЗ (р. Ромашка)	2022	$7{,}3\cdot10^{-2}$	^{232}Th 39,6		^{226}Ra 3,1		^{137}Cs 57,3	
		2023	–	–		–		–	
	12-км ЗН (Томская обл.)	2022	$2{,}2\cdot10^{-2}$	93		6,7		0,4	
		2023	$2{,}3\cdot10^{-2}$	91,3		6,3		2,4	
	Ближняя ЗН (контрольные точки)	2022	$2{,}0\cdot10^{-2}$	89,1		7,4		3,5	
		2023	$2{,}5\cdot10^{-2}$	89		5,9		5,1	
Донные отложения	р. Ромашка, т. 1			^{226}Ra	^{241}Am	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs	^{60}Co
		2022	$5{,}1\cdot10^{-1}$	36	59	3	<1	<1	<1
		2023	$4{,}7\cdot10^{-1}$	53	40	5	<1	<1	<1
	Чернильщиковская протока, т. 5	2022	$3{,}4\cdot10^{-1}$	68	23	6	1	1	<1
		2023	$2{,}8\cdot10^{-1}$	83	7	7	1	1	<1
Атмосфера	г. Томск (100-км зона СХК)	2022	$4{,}0\cdot10^{-6}$	^{40}K 48,6		^{7}Be 48,4		^{90}Sr 3	
		2023	$6{,}2\cdot10^{-6}$	16,5		73,3		10,2	
	г. Колпашево	2022	$9{,}9\cdot10^{-7}$	33		52,8		14,2	
		2023	$1{,}3\cdot10^{-6}$	37,9		54,3		7,8	

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, интегральные показатели загрязнения всех компонент природной среды были ниже 1 – экологически безопасного уровня облучения, представленного в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях Р 52.18.820–2015 [11]. Полученные значения ИПЗ почвы и донных отложений в зоне влияния СХК обусловлены в основном естественными долгоживущими радионуклидами в этих компонентах природной среды (^{232}Th, ^{226}Ra, ^{40}K), а также техногенными долгоживущими ^{137}Cs, ^{241}Am. Источником поступления радионуклидов в зоне влияния СХК являются радиационно загрязнённые участки на территории комбината, включая

водоёмы-хранилища радиоактивных отходов, образованные в результате многолетней деятельности СХК.

В приземную атмосферу также поступают естественные радионукдлиды, образующиеся под воздействием космических лучей в воздухе стратосферного резервуара. Наибольшее влияние на радиоактивное загрязнение атмосферного воздуха оказывал ^{7}Be.

Значение ОПР, определённое в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], больше 10, но меньше 20, что соответствует слабому радиационному воздействию СХК на компоненты природной среды, при котором рекомендуется проводить регулярные оценки влияния природных и техногенных факторов на радиационную обстановку с целью обеспечения радиационной безопасности окружающей среды.

В 2023 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 внёсших 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.

Воздухофильтрующие установки по отбору радиоактивных аэрозолей, находящиеся вне зоны влияния СХК – г. Колпашево (Томская область), М-II Томск, а также результаты мониторинга позволяют судить в большей степени только о глобальных источниках радиоактивного загрязнения. 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 водоёмов значимых количеств радиоактивных веществ не обнаружено. В течение 2023 г. мощность экспозиционной дозы на территории Томской области находилась в пределах естественного фона.

В целом можно утверждать, что, по данным Западно-Сибирского УГМС, радиационная обстановка в 100-км зоне наблюдений СХК оставалась в 2023 г. стабильной и не ухудшалась по сравнению с предыдущими годами. С учётом потенциальной радиационной опасности СХК и планов дальнейшего его развития, связанного в первую очередь со строительством реактора БРЕСТ-300, а также расширения производства, необходимость мониторинга радиационной обстановки в районе СХК сохраняется.

3.14. АО «ПАТЭС»

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция» (далее – ПАТЭС) расположена за Северным полярным кругом в зоне вечной мерзлоты на северо-востоке Чукотского автономного округа в городе Певек Чаунского района, в физико-географическом отношении – в проливе Певек, в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря и включает в себя:

– плавучий энергоблок (ПЭБ) с двумя водо-водяными реакторами КЛТ-40С и двумя паротурбинными установками, скомпонованными в два самостоятельных блока;

– гидротехнические сооружения;

– береговые сооружения.

ПАТЭС является первой в мире плавучей атомной теплоэлектростанцией. Она базируется в г. Певек с 2019 года, была введена в эксплуатацию 22 мая 2020 года. Основной элемент станции – плавучий энергоблок (ПЭБ) проекта 20870 с двумя водо-водяными реакторами КЛТ-40С и двумя паротурбинными установками, на которых осуществляется выработка электрической и тепловой энергии и выдача в береговые сети электроэнергии и теплофикационной воды [43].

Площадь акватории с гидротехническими сооружениями составляет около 6,0 га. Площадь береговой площадки, на которой расположены вспомогательные здания и сооружения, составляет около 3,0 га.

Площадка приближена к основным потребителям тепловой и электрической энергии г. Певек, находится в городской черте, на незастроенной черте. Ближайшая жилая застройка находится в южном направлении от ПАТЭС на расстоянии около 400 метров. В г. Певек население – 4230 человека.

Санитарно-защитная зона ПАТЭС ограничена территорией промышленной площадки ПАТЭС, ЗН отсутствует.

Потенциальным источником радиоактивных выбросов в атмосферу от ПАТЭС является выброс активности системой вентиляции ПЭБ, на котором размещены все производства, связанные с обращением с радиоактивными материалами. Из образующихся при нормальной эксплуатации газообразных радиоактивных отходов за пределы ПЭБ поступают только ИРГ, источником которых является непосредственно реакторная установка – при работе на мощности и перезарядке реактора. При нормальной эксплуатации ПАТЭС радиоактивные сбросы исключены.

Контроль газоаэрозольных выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду осуществляется непрерывно с помощью системы радиационного контроля СРК-05Р, а также ежемесячно лабораторным методом.

Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на ПАТЭС в 2022−2023 гг. представлены в табл. 3.14.1. В 2023 г. не было превышения допустимых выбросов на ПАТЭС. Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2023 году были ниже ДВ на два–пять порядков. Большинство величин выбросов радионуклидов в 2023 году увеличилось по сравнению со значениями 2022 года.

Таблица 3.14.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ПАТЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
		2023 г.	2022 г.	
^{131}I	$9{,}69\cdot10^{10}$	$1{,}87\cdot10^{6}$	$1{,}42\cdot10^{6}$	$+0{,}4\cdot10^{5}$
^{58}Co	$1{,}03\cdot10^{11}$	$1{,}38\cdot10^{7}$	$1{,}39\cdot10^{7}$	$-1{,}0\cdot10^{5}$
^{60}Co	$2{,}68\cdot10^{9}$	$1{,}38\cdot10^{7}$	$1{,}38\cdot10^{7}$	-
^{54}Mn	$3{,}67\cdot10^{10}$	$1{,}42\cdot10^{7}$	$1{,}33\cdot10^{7}$	$+9{,}0\cdot10^{5}$
^{95}Nb	$3{,}08\cdot10^{11}$	$9{,}05\cdot10^{6}$	$8{,}45\cdot10^{6}$	$+6{,}0\cdot10^{5}$
^{103}Ru	$3{,}70\cdot10^{11}$	$8{,}73\cdot10^{6}$	$8{,}46\cdot10^{6}$	$+2{,}7\cdot10^{5}$
^{106}Ru	$8{,}29\cdot10^{10}$	$8{,}66\cdot10^{6}$	$8{,}45\cdot10^{6}$	$+2{,}1\cdot10^{5}$
^{134}Cs	$8{,}35\cdot10^{9}$	$9{,}11\cdot10^{6}$	$8{,}52\cdot10^{6}$	$+5{,}9\cdot10^{5}$
^{137}Cs	$4{,}03\cdot10^{9}$	$9{,}19\cdot10^{6}$	$8{,}51\cdot10^{6}$	$+6{,}8\cdot10^{5}$

Сброс радионуклидов в акваторию Чаунской губы Восточно-Сибирского моря отсутствует.

В 2023 году радиационный контроль окружающей среды на ПАТЭС осуществляла ЛООС, находящаяся в составе службы радиационной безопасности и охраны окружающей среды (СРБиООС).

В 2023 году ЛООС проводил мониторинг окружающей среды в санитарно-защитной зоне ПАТЭС и фоновых районах:

– объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы с использованием пробоотборного устройства ПУ-5;

– радиоактивных атмосферных выпадений с использованием металлических кювет размером 100×100×20 см;

– содержания радионуклидов в воде открытых водоёмов, донных отложениях, водной растительности;

– содержания радионуклидов в почве, наземной растительности, снежном покрове;

– МАЭД и годовой поглощённой дозы на местности.

Для измерения удельной активности радионуклидов в контролируемых средах используются спектрометр InSpector 1000 и многоканальный гамма-спектрометр Canberra. Измерения мощности амбиентного эквивалента дозы выполнялись средством измерения ДКС-96.

Чукотским УГМС в 2023 г. в г. Певек в районе расположения ПАТЭС контролировались:

– радиоактивные атмосферные выпадения (Σβ) с помощью горизонтального планшета без бортиков с экспозицией в одни сутки;

– МАЭД с использованием дозиметров ДРГ01Т1, ДКГ-03Д, ДКГ-07Д.

Также Чукотским УГМС осуществлялся отбор проб атмосферных осадков на станции М-2 Певек с последующим определением содержания в них ^{3}H сотрудниками ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмной активности радионуклидов в воздухе района размещения ПАТЭС в 2021–2023 гг. приведены в табл. 3.14.2.

Таблица 3.14.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПАТЭС, Бк/м^3 (данные ЛООС ПАТЭС)

Радионуклид	СЗЗ			КП		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
^{137}Cs	<0,0179	<0,0385	< 0,162	<0,0180	<0,0381	<0,162
^{134}Cs	<0,0179	<0,0374	< 0,165	<0,0180	<0,0374	<0,163
^{60}Co	<0,0155	<0,0216	< 0,164	<0,0156	<0,0216	<0,166

Из табл. 3.14.2 видно, что в период эксплуатации ПАТЭС в приземном слое атмосферы СЗЗ и КП контролировались ^{137}Cs, ^{134}Cs и ^{60}Co (ЗН отсутствует). Объёмные активности данных радионуклидов были ниже МДА.

Значения Σβ выпадений по данным Чукотского УГМС приведены в табл. 3.14.3.

Таблица 3.14.3

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения Σβ выпадений в г. Певек в 2023 г., Бк/м^2·сут (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2023	2022
Певек	с	0,22	-	-	0,21	0,29	0,20	0,23	0,25	0,26	0,23	0,19	0,22	0,23	0,37
	м	0,31	-	-	0,34	0,41	0,31	0,34	0,42	0,48	0,35	0,38	0,33	0,48	1,09

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.14.3 видно, что среднегодовое суточное значение Σβ выпадений в г. Певек составило 0,23 Бк/м^2·сут, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,19 до 0,29 Бк/м^2·сут. Максимальное суточное значение Σβ выпадений наблюдалось в марте – 0,48 Бк/м^2·сут. В среднем Σβ выпадений в районе расположения ПАТЭС было ниже среднего значения Σβ выпадений по территории севера Восточной Сибири в 2023 г. (0,59 Бк/м^2·сут).

Результаты проведённого в ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2023 г. среднегодовая объёмная активность трития в осадках в г. Певек составляла 2,54 Бк/л и была в 1,1 раза выше усреднённой по всем пунктам РФ среднегодовой объёмной активности трития в осадках (2,39 Бк/л).

По данным ЛООС ПАТЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2023 г. контролировались ^{137}Cs, ^{134}Cs и ^{60}Co. Плотность атмосферных выпадений в СЗЗ и КП ПАТЭС в 2023 г., как и в 2022 г., была ниже МДА.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде, донных отложениях и водной растительности ближайших к ПАТЭС открытых водоёмов в 2023 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.14.4. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2022 год.

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в двух акваториях в зоне влияния ПАТЭС и контрольной точке (на берегу Восточно-Сибирского моря). Содержание ^{137}Cs, ^{134}Cs и ^{60}Co в воде, донных отложениях, водной растительности контролируемых водных объектов в 2023 г. было ниже МДА.

Пробы почвы и наземной растительности отбирались ЛООС в СЗЗ и КП ПАТЭС. Во всех пробах почвы, растительности, снега в 2023 г., как и в 2022 г., содержание ^{137}Cs, ^{60}Co и ^{134}Cs было ниже МДА.

Таблица 3.14.4

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения ПАТЭС (данные ЛООС ПАТЭС)

Вид пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.
Вода, Бк/л						
Точка забора воды ПЭБ	< 0,5	< 5	< 0,5	< 5	< 0,5	< 5
Контрольный водоём Берег Восточно-Сибирского моря	< 0,5	< 5	< 0,5	< 5	< 0,5	< 5
Донные отложения, Бк/кг сырой вес						
Акватория, ограниченная мол-причалом	< 1,2	< 1,7	< 1,2	< 1,6	< 1,1	< 1,4
Акватория напротив КТЗ	< 1,0	< 1,7	< 1,1	< 1,7	< 1,0	< 1,4
Контрольная точка Берег Восточно-Сибирского моря	< 1,1	< 1,7	< 1,2	< 1,6	< 1,0	< 1,4
Водная растительность, Бк/кг						
Акватория, ограниченная мол-причалом	< 1,0	< 1,1	< 1,1	< 1,2	< 1,0	< 1,0
Акватория напротив КТЗ	< 1,1	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,0	< 1,1
Почва, Бк/м^2						
СЗЗ	< 71	< 70	< 54	< 52	< 67	< 63
КП	< 74	< 72	< 53	< 52	< 62	< 65
Наземная растительность, Бк/кг						
СЗЗ	< 1,8	< 1,8	< 1,7	< 1,9	< 1,4	< 1,4
КП	< 1,7	< 1,8	< 1,9	< 2,0	< 1,5	< 1,4

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МАЭД в г. Певек в 2023 г. изменялись от 0,19 до 0,29 мкЗв/ч, максимальные значения МАЭД не превышали 0,48 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона.

Контроль МАЭД в СЗЗ ПАТЭС проводился в 2023 г. при маршрутных обследованиях, а также на стационарных постах АСКРО. Значения мощности дозы гамма-излучения в СЗЗ ПАТЭС в 2023 г. находились в пределах колебаний естественного радиационного фона и соответствуют уровням в контрольном пункте и не превышают многолетних фоновых значений по Чукотскому автономному округу. Среднее значение МАЭД, наблюдаемое в контрольном пункте, составило 0,11 мкЗв/ч как по данным АСКРО, так и по данным измерений по регламентным маршрутам. Максимальные измеренные значения МАЭД в КП не превышали 0,11 мкЗв/ч (данные АСКРО и регламентных маршрутов).

Годовая доза на местности в СЗЗ ПАТЭС составила $7{,}02 \cdot 10^{2}$ мкЗв, что на порядок выше годовой дозы в 2022 году ($1{,}30 \cdot 10^{3}$ мкЗв).

Для оценки радиационной безопасности окружающей среды в районе расположения ПАТЭС были рассчитаны интегральные показатели загрязнения (ИПЗ) (табл. 3.14.5), представляющие собой сумму отношений наблюдаемых концентраций радионуклидов в объекте природной среды к соответствующим значениям контрольных уровней. В случаях, когда концентрация радионуклида была меньше предела обнаружения, использовалось значение, равное 1/2 МДА.

В целях сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения экологической безопасности в качестве контрольного уровня содержания радионуклидов в компоненте окружающей среды выбирается минимальное значение из рассчитанных по радиационному (в соответствии с НРБ-99/2009 [2], ОСПОРБ-99/2010 [4], Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.10.2012) [5] и природоохранному / экологическому (Р 52.18.853–2016, Р 52.18.876–2019) [6, 7] критериям.

Таблица 3.14.5

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами донных отложений и почвы ПАТЭС за 2022–2023 гг.

Компонент	Годы наблюдений	Участок территории	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, %		
				^{137}Cs	^{134}Cs	^{60}Co
Почва	2022	СЗЗ	$6{,}61 \cdot 10^{-5}$	38	28	34
	2023		$6{,}85 \cdot 10^{-5}$	37	28	35
	2022	Контрольный пункт	$6{,}75 \cdot 10^{-5}$	38	27	35
	2023		$6{,}74 \cdot 10^{-5}$	38	27	35
Донные отложения				^{137}Cs	^{134}Cs	^{60}Co
	2022	СЗЗ	$4{,}19 \cdot 10^{-4}$	33	45	22
	2023		$3{,}49 \cdot 10^{-4}$	26	53	21
	2022	Контрольный водоём	$4{,}19 \cdot 10^{-4}$	33	45	22
	2023		$3{,}49 \cdot 10^{-4}$	26	53	21
Вода	2023	СЗЗ	$1{,}14 \cdot 10^{-1}$	14	34	52
	2023	Контрольный водоём	$1{,}14 \cdot 10^{-1}$	14	34	52

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ почвы и донных отложений значительно ниже 1, что свидетельствует о непревышении экологически безопасных уровней облучения, представленных в публикациях МКРЗ [9, 10] и Рекомендациях

Р 52.18.820–2015 [11]. Значение обобщённого показателя риска (ОПР), рассчитанное в соответствии с Рекомендациями Р 52.18.923–2022 [12], меньше 10, что соответствует незначительному радиационному воздействию объекта использования атомной энергии ПАТЭС на почву и донные отложения.

Случаев нарушения нормальной эксплуатации ПАТЭС по радиационным показателям, превышений установленных значений допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферу в 2023 г. не наблюдалось. Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения ПАТЭС и контрольных точках находится на уровне ниже чувствительности используемых методов и средств измерений. Рекомендуется повысить чувствительность методов измерений содержания радионуклидов в атмосферном воздухе. С учётом потенциальной радиационной опасности ПАТЭС, рекомендуется продолжить мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения.

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. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078–01). М., 2001.
4. СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Госатомнадзор, 2010. 51 с.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 19.10.2012 № 1069 «О критериях отнесения твёрдых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» (с изменениями от 29.10.2022 г. № 1929).
6. Рекомендации Росгидромета Р 52.18.853–2016. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в пресной воде и почве. Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.08.2016 г. В сборнике: Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в объектах природной среды. Обнинск, 2016. С.29–55.
7. Рекомендации Росгидромета Р 52.18.876–2019. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях пресноводных водных объектов. Утверждены Руководителем Росгидромета 29.03.2019 г. Обнинск, 2020. 33 с.
8. Рекомендации Росгидромета Р 52.18.913–2021. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в атмосферном воздухе. Утверждены приказом Росгидромета от 23.08.2021 г. № 273. Обнинск, 2021. 58 с.
9. ICRP Publication 108. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants //Annals of the ICRP. 2008. V. 38, N. 4-6. 251 p.

10. ICRP Publication 124. Protection of the Environment under Different Exposure Situations // Annals of the ICRP. 2014. V. 43, N.1. 58 p.
11. 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. Обнинск, 2015. 60 с.
12. Рекомендации Р 52.18.923–2022. Порядок оценки риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды по данным мониторинга радиационной обстановки. Обнинск, 2022. 28 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. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 90 с.
15. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. 288 с.
16. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2023 году. Ежегодник / Росгидромет, ФГБУ «НПО «Тайфун». Обнинск, 2024. 346 с.
17. Панченко С.В., Линге И.И., Крышев И.И. и др. Радиоэкологическая обстановка в регионах расположения предприятий Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» / Под общ. ред. И.И. Линге и И.И. Крышева. М.: ИБРАЭ РАН, 2021. 556 с.
18. Рекомендации Р 52.18.852–2016. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в морских водах. Утверждены Росгидрометом Минприроды России 17.08.2016 г. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в объектах природной среды. Обнинск, 2016. С.3–28.
19. Рекомендации Р 52.18.873–2018. Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов. Утверждены Руководителем Росгидромета 01.10.2018 г. Обнинск, 2019. 29 с.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. СПб.: Гидрометеоиздат, 2004. 273 с.
21. СанПиН 2.6.1.24–03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). М., 2003.
22. Отчёт по экологической безопасности ФГУП «ПО «Маяк» за 2022 год / Госкорпорация «Росатом»; ФГУП «ПО «Маяк». Озёрск: РИЦ ВРБ; Типография ФГУП «ПО «Маяк», 2023. 56 с.
23. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
24. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. 1996. № 1. С. 5 – 10.
25. 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.
26. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2004. № 4. С. 43 – 49.

27. Мокров Ю.Г., Алексахин А.И. Деятельность ФГУП «ПО «Маяк» по обеспечению безопасной эксплуатации Теченского каскада водоёмов // Вопросы радиационной безопасности. 2018. № 4. С. 3–28.
28. Разрешение на сброс радиоактивных веществ в водные объекты № УО-С-022. Выдано Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору 03.12.2018.
29. 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 ред. Л.И. Ильина и В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001.
30. СП 2.6.1.2216–07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
31. Абрамов А.А., Райков С.В., Глинский М.Л., Дрожко Е.Г. и др. Становление и развитие комплексной системы мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. 2015. № 2. С. 3–15.
32. Мокров Ю.Г., Алексахин А.И. Мониторинг – основа обеспечения безопасности при выполнении работ по консервации водоёма Карачай // Радиоактивные отходы. 2018. № 3(4). С. 60–68.
33. Мокров Ю.Г., Дементьева А.Е., Хохрякова Е.И., Исаева Н.Б., Яркова Т.А., Громов С.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 году. Озёрск: ФГУП «ПО «Маяк», 2024. 16 с.
34. Программа. Радиационный и химический контроль в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения Федерального унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк». Пг-ЦЗЛ-240-2020 /ФГУП «ПО «Маяк»; исполн. Н.В. Фирсов, Т.А. Антонова, Н.Б. Исаева. Инв. № 5.8/19037 н/с – 2020.
35. Мокров Ю.Г., Антонова Т.А., Постовалова Г.А., Исаева Н.Б., Яркова Т.А., Громов С.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2021 году. Озёрск: ФГУП «ПО «Маяк», 2022. 16 с.
36. Мокров К.Ю., Мокров Ю.Г. Анализ результатов мониторинга загрязнения атмосферы стронцием-90 и цезием-137 в районе ФГУП «ПО «Маяк» за 2000–2019 годы // Вопросы радиационной безопасности. 2021. № 1. С. 37–50.
37. Крышев И.И., Павлова Н.Н., Косых И.В., Бурякова А.А., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н. Оценка радиационной безопасности окружающей среды в зоне влияния ПО «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. 2019. № 3. С. 40–50.
38. Шишлов А.Е., Костюченко Н.Е., Коновалова Е.П., Юрданова Е.Г., Трусова Е.В. и др. Отчёт по экологической безопасности ФГУП «Горно-химический комбинат» за 2022 год. Железногорск, 2023. 51 с.
39. Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Крышев И.И., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н., Уваров А.Д., Полянская О.Н., Яхрюшин В.Н., Артемьев Г.Б., Сапожникова А.А., Бурякова А.А. Мониторинг радиационной обстановки на территории России / Под ред. В.М. Шершакова. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2018. 68 с.

40. Сенчуров В.Ю., Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю., Костюк И.В., Горностаева Н.Л., Зятьков П.А., Садырев Ю.А. Справка о радиоэкологической обстановке в районе размещения ФГУП «ГХК» за 2023 год. Железногорск: Экологическое управление ФГУП «ГХК», 2024. 23 с.
41. Бурякова А.А., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Ведерникова М.В., Панченко С.В. Оценка дозы и экологического риска для объектов биоты в районе расположения Горно-химического комбината // Радиационная биология. Радиоэкология. 2020. № 6 (60). С. 661–670.
42. Изместьев К.М., Шиманский С.А., Маничкин А.Н., Власов А.А., Бахтин Е.В., Болдарева С.М., Витушкина О.Б., Зенченко А.В., Лезнёв А.С., Овченкова С.А. и др. Отчёт по экологической безопасности АО «Сибирский химический комбинат» за 2022 год. Северск, 2023. 40 с.
43. Трутнев В.А., Симикин В.Ю., Осипов В.А. Отчёт по экологической безопасности ПАТЭС за 2021 год. Певек, 2022. 20 с.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЁННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА ФГУП «ПО «МАЯК» И НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона на территории ВУРС является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва ёмкости с высокоактивными РАО в 1957 г. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа ВУРСа 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 ВУРСа, его протяжённости, радионуклидном составе загрязнения и уровнях загрязнения приведены в [1]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона ^{90}Sr и ^{137}Cs по состоянию на 1997 год. Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории ВУРС.

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 10 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и МАЭД [2]. Кроме того, Уральским УГМС проводится мониторинг загрязнения радионуклидами вод р. Синары и впадающей в неё р. Караболка, протекающих по территории ВУРСа. Пробы воды из системы рек Караболка–Синара отбирались Уральским УГМС в 2023 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП «ПО «Маяк» в июне 2023 г. проводило отбор проб воды в болоте Бугай, являющемся истоком р. Караболка (площадь болота составляет 100 км^2), и вблизи истока р. Караболки в населённом пункте Татарская Караболка в марте, мае, августе и октябре [3]. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 3.2.2 в разделе 3.2 и на рис. 3.11.1 в разделе 3.11.

Выпадения ^{137}Cs, ^{90}Sr и величина Σβ атмосферных выпадений в 2023 г., а также за предыдущие годы, приведены в табл. 4.1.1 [2]. Σβ выпадений в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединённых за месяц пробах, ^{90}Sr – в пробах, объединённых за квартал.

Таблица 4.1.1

Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2021−2023 гг., Бк/м^2·год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Σβ			^{137}Cs			^{90}Sr		
	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.	2023 г.	2022 г.	2021 г.
Аргаяш	234	237	223	1,1	0,3	2,1	1,8	1,7	1,6
Байны	230	190	190	1,7	1,1	2,0	1,9	3,0	1,6
Богданович	194	168	197	1,6	2,4	2,8	1,8	1,9	1,6
Бродокалмак	241	226	223	0,8	0,1	2,9	1,8	2,0	1,6
Бутка	270	201	226	1,0	1,5	2,9	1,6	1,9	1,5
Ирбит	234	186	175	1,1	1,8	2,6	1,9	1,9	1,2
Каменск-Уральский	237	197	175	1,3	2,0	1,3	1,9	1,7	1,6
Камышлов	245	208	212	1,2	1,1	2,8	1,6	1,7	1,4
Рыбниковское	237	204	183	1,1	2,1	2,4	1,4	1,7	2,1
Тавда	197	168	223	2,0	2,2	2,6	1,6	2,0	1,0
Среднее по территории ВУРСа	234	199	203	1,3	1,5	2,4	1,8	1,9	1,5
Фон для Уральского региона	237	215	215	0,2	0,7	1,9	0,7	1,3	1,3

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что в 2023 г. годовая Σβ атмосферных выпадений была на уровне 2021–2022 гг. и находилась на уровне фонового значения по Уральскому региону.

В 2023 г. не зарегистрировано случаев повышенных значений Σβ радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) на территории ВУРСа.

Годовые выпадения ^{137}Cs, усреднённые по территории ВУРСа, в 2023 г. остались на уровне 2022 г., но и превышали в 6,5 раз фоновые годовые выпадения ^{137}Cs для Уральского региона (которые составили в 2023 г. 0,2 Бк/м^2·год). Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs, усреднённые по территории ВУРСа, наблюдались в декабре (0,25 Бк/м^2·месяц), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,01 Бк/м^2·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРСа наблюдались в п. Тавда (2,0 Бк/м^2·год).

В 2023 г. усреднённые по территории ВУРСа выпадения ^{90}Sr также остались на уровне 2022 г. и превышали региональный фоновый уровень в 2,6 раза. Средние по территории ВУРСа выпадения колебались на уровне 0,15–0,17 Бк/м^2·месяц. Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в 2023 г. наблюдались в п. Байны, п. Ирбит, п. Каменск-Уральский (1,9 Бк/м^2·год).

Средние по территории ВУРС выпадения ^{137}Cs с 2013 по 2023 г. колебались в пределах 0,91–2,9 Бк/м^2·год, выпадения ^{90}Sr – в пределах 1,5–6,2 Бк/м^2·год. Отношение содержания ^{137}Cs к ^{90}Sr в выпадениях за последние десять лет изменялось в пределах 0,2–1,6. Отношение этих радионуклидов сразу после образования ВУРСа составляло 0,05, а в «цезиевом» следе, частично перекрывшем ВУРС в 1967 г., отношение было равно 3 [1].

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» представлена на рис. 3.11.2 в разделе 3.11.

Таблица 4.1.2

Объёмная активность радионуклидов в воде рек Караболка и Синара в 2023 г., Бк/л (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	р. Караболка					р. Синара,		
	с. Татарская Караболка			д. Усть-Караболка		устье		
	^{137}Cs [1)]	^{90}Sr [1)]	^{3}H [1)]	^{137}Cs [2)]	^{90}Sr [2)]	^{137}Cs [2)]	^{90}Sr [2)]	^{90}Sr [3)]
Январь	-	-	-	0,01	0,31	0,014	0,035	-
Февраль	-	-	-	0,01	0,27	0,004	0,067	0,024
Март	< 0,4	0,14	< 40	0,01	0,40	0,003	0,047	-
Апрель	-	-	-	0,01	0,90	0,004	0,074	-
Май	< 0,4	0,13	< 40	0,01	0,70	0,004	0,084	0,083
Июнь	-	-	-	0,01	0,47	0,004	0,107	-
Июль	-	-	-	0,01	0,71	нпо	0,065	-
Август	< 0,3	0,17	< 40	0,01	0,29	0,005	0,076	0,040
Сентябрь	-	-	-	0,01	0,13	0,003	0,050	-
Октябрь	< 0,4	<0,025	< 40	0,01	0,27	0,002	0,037	-
Ноябрь	-	-	-	0,01	0,37	0,003	0,060	0,035
Декабрь	-	-	-	0,01	0,54	0,003	0,129	-
Среднее:								
2023 г.	**< 0,4**	**0,12**	**< 0,4**	**0,01**	**0,45**	**0,004**	**0,069**	**0,045**
2022 г.	< 0,4	0,12	84	нпо	0,40	0,003	0,076	0,047
2021 г.	< 0,4	0,2	< 40	0,01	0,37	0,008	0,10	0,11
УВ	11	4,9	7600	11	4,9	11	4,9	4,9

Примечания: [1)] – данные ФГУП ПО «Маяк»; [2)] – данные Уральского УГМС; [3)] – данные НПО «Тайфун»; - – измерения не проводились; нпо – ниже предела обнаружения < 0,001 Бк/л.

По данным Уральского УГМС, в 2023 г. содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в р. Синара колебалось 0,001–0,014 Бк/л и 0,035-0,13 Бк/л соответственно и в среднем осталось на уровне 2022 года. Содержание ^{137}Cs в р. Караболка было ниже пределов обнаружения, а содержание ^{90}Sr в среднем осталось на уровне 2022 года. Следует отметить, что объёмная активность радионуклидов в воде рек Синара и Караболка в 2023 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание ^{90}Sr в этих реках было в 12–115 раз выше фонового уровня для рек России (0,0039 Бк/л). Содержание ^{137}Cs, ^{90}Sr и ^{3}H в р. Караболка, по данным ФГУП ПО «Маяк», в 2023 г. не превышало УВ [3]. По данным ПО «Маяк», среднегодовая объёмная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2023 г. составила: ^{90}Sr – 0,91 Бк/л, ^{137}Cs < 0,4 Бк/л, по ^{3}H <40 Бк/л [3], что не превышает УВ для этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [4].

Среднегодовая МАЭД гамма-излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРСа в 2023 г. колебалась от 0,10 до 0,11 мкЗв/ч [2] и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

4.2. Территории ЕТР, загрязнённые 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/км^2 (37 кБк/м^2) 19 субъектов Федерации. В 2023 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» не проводил дополнительных работ по уточнению радиационной обстановки в населённых пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Оценка радиационной обстановки в 2023 г. проводилась только по данным, накопленным в БД «Чернобыль» ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». В табл. 4.2.1 приведены обобщённые данные о количестве обследованных в 2016–2023 гг. населённых пунктов (н.п.).

Таблица 4.2.1

Количество загрязнённых в результате аварии на ЧАЭС населённых пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2015–2022 гг.

Республика, область	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022г.	2023 г.
Белгородская								
Брянская	38	12	1	15	70	80	93	
Воронежская								
Калужская								
Курская								
Ленинградская	28							
Липецкая								
Орловская								
Пензенская								
Рязанская								
Тульская								
Респ. Мордовия								
Всего н.п./проб	66/833	12/120	1/10	15/175	70/560	80/721	93/928	

В целом полученные в результате проведённых обследований экспериментальные результаты по содержанию ^{137}Cs в почве населённых пунктов хорошо согласуются с расчётными оценками, учитывающими уменьшение загрязнения почвы только за счёт распада ^{137}Cs [5, 6].

В табл. 4.2.2 представлены данные по количеству населённых пунктов в загрязнённых районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения ^{137}Cs по состоянию на 01.01.2024 г. [7].

Таблица 4.2.2

Распределение количества населённых пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязнённых в результате чернобыльской аварии, по уровню загрязнения ^{137}Cs (по состоянию на 01.01.2024 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	539	4			
2	Брянская	1852	1420	284	140	7	1
3	Воронежская	1144	1138	6			
4	Калужская	562	399	160	3		
5	Курская	1104	1061	43			
6	Липецкая	212	207	5			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1537	1279	258			
9	Рязанская	562	490	72			
10	Смоленская	79	79				
11	Тамбовская	109	109				
12	Тульская	2084	1512	560	12		
	Южный федеральный округ						
13	Волгоградская	5	5				
14	Ростовская	2	2				
	Приволжский федеральный округ						
15	Нижегородская	138	138				
16	Пензенская	173	171	2			
17	Саратовская	13	13				
18	Ульяновская	128	128				
19	Респ. Башкортостан	16	16				
20	Респ. Марий Эл	23	23				
21	Респ. Мордовия	331	331				
22	Чувашская Респ.	27	27				
	Северо-Западный федеральный округ						
23	Новгородская	82	82				
24	Ленинградская	156	153	3			
	Всего: **на 01.01.2023** на 01.01.2005 на 01.01.1999	 **10891** 11687 11695	 **9331** 8308 7529	 **1397** 3017 3664	 **155** 306 428	 **7** 53 74	 **1** 2 2

Количество населённых пунктов, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС по федеральным округам на 01.01.2012 г. и 01.01.2024 г.:

– Центральный федеральный округ (2684 на 01.01.2012 г.) – 1555 населённых пунктов с уровнями загрязнения более 1 Ки/км^2, из них (278 на 01.01.2012 г.) 163 населённых пункта имеет уровни загрязнения более 5 Ки/км^2;

– Южный федеральный округ (1 на 01.01.2012 г.) – 0 населённых пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2;

– Приволжский федеральный округ (24 на 01.01.2012 г.) – 2 населённых пункта с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2;

– Северо-Западный федеральный округ (13 на 01.01.2012 г.) – 3 населённых пункта с уровнем загрязнения более 1 Ки/км^2.

Список литературы к разделу 4

1. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / Под ред. Ю.А. Израэля. М.: ИГКЭ Росгидромета и РАН; Фонд «Инфосфера», 2013. 138 с.
2. Сердюк Г.Б., Банникова О.А., Гард В.А. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2023 году. Ежегодник. Екатеринбург: Уральское УГМС, 2023. 44 с.
3. Мокров Ю.Г., Дементьева А.Е., Хохрякова Е.И. и др. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2023 году. ФГУП «ПО Маяк».
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 населённых 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 населённых пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 // Ежегодник. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2024. 224 с.

5. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

5.1. Республика Беларусь

Радиационный мониторинг на территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским центром по гидрометеорологии, контроля радиоактивного загрязнения и мониторинга окружающей среды (Белгидромет) 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 10 пунктах – в 9 пунктах (Браслав, Гомель, Минск, Мозырь, Мстиславль, Пинск, Лынтупы, Нароч, Ошмяны) с суточной экспозицией и в 1 пункте (Могилёв) с десятидневной экспозицией;

– ежедневный отбор проб радиоактивных выпадений в 7 пунктах наблюдения, расположенных в зонах влияния работающих АЭС, с суточной экспозицией и в 18 пунктах с десятидневной экспозицией;

– измерение амбиентного эквивалента дозы γ-излучения (МАЭД) на 41 посту (ежесуточно);

– отбор проб воды на 6 реках Беларуси, протекающих по загрязнённым в результате аварии на Чернобыльской АЭС территориям: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень); 3 пункта наблюдений на трансграничных участках водных объектов: р. Сож (д. Коськово) – зона влияния Смоленской АЭС, р. Припять (д. Довляды) – зона влияния Чернобыльской АЭС; оз. Дрисвяты (д. Пашевичи) – бывший водоём-охладитель Игналинской АЭС; 3 пункта наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС: р. Вилия (д. Быстрица), оз. Нарочь (п.н. Нарочь), оз. Свирь (п. Свирь).

Для оперативного выявления аварийных ситуаций суточные пробы атмосферного воздуха, отобранные в районах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, подвергались анализу на содержание «свежих» продуктов распада, в первую очередь – ^{131}I.

Приземная атмосфера

На рис. 5.1 и 5.2 показаны среднегодовые значения объёмной Σβ и содержания ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2010–2023 годах.

Как и в предыдущие годы, повышенные уровни МД зарегистрированы в пунктах наблюдений в городах Брагин и Славгород, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения. Значения уровней МД в городе Брагин колебались в диапазоне от 0,39 до 0,52 мкЗв/ч, в городе Славгород – от 0,16 до 0,22 мкЗв/ч, при этом среднегодовые значения МД составляли в Брагине – 0,46 мкЗв/ч, в Славгороде – 0,18 мкЗв/ч.

Наибольшие среднегодовые значения Σβ в пробах радиоактивных выпадений из атмосферы в 2023 г. наблюдались на пунктах наблюдений в г. Костюковичи (3,3 Бк/м^{2}сут), г. Мстиславль (3,0 Бк/м^{2}сут) и г. Горки (3,7 Бк/м^{2}сут), а также в пункте наблюдений г. Славгород (3,2 Бк/м^{2}сут).

На рис. 5.1 представлены среднемесячные значения суммарной бета-активности в пробах аэрозолей на пунктах наблюдений за 2023 год.

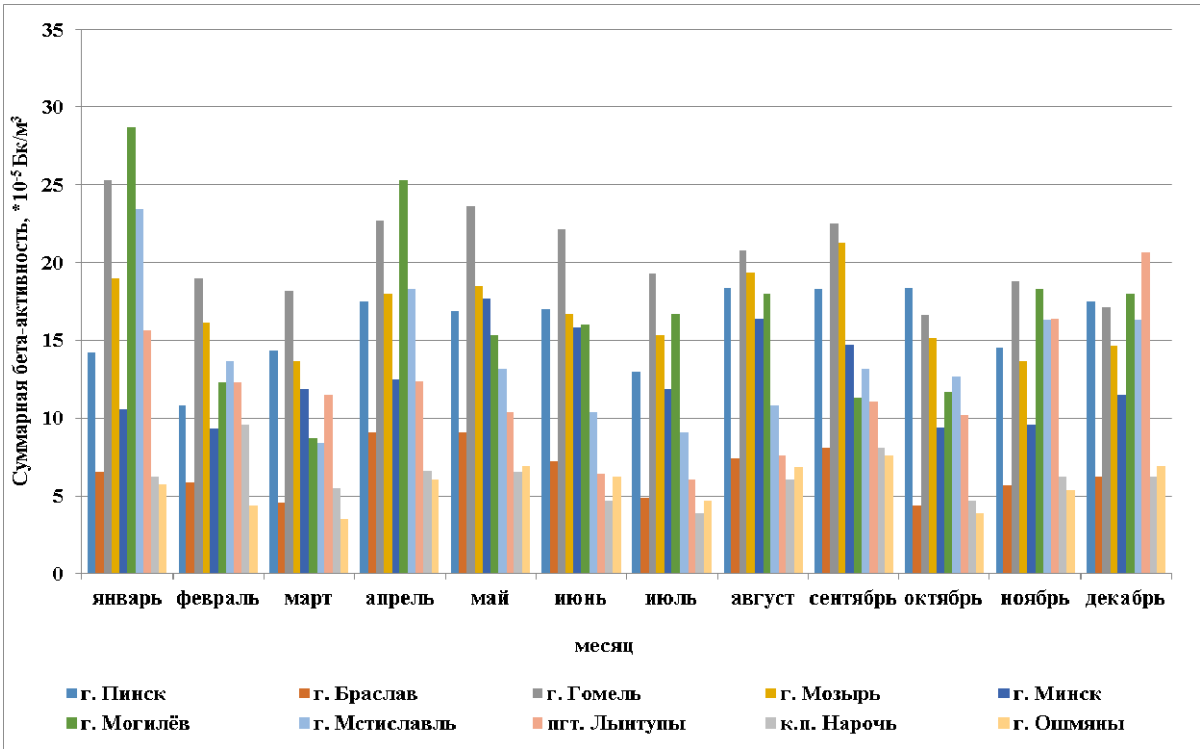


Рис. 5.1. Среднемесячные значения суммарной бета-активности в пробах аэрозолей на пунктах наблюдений за 2023 год

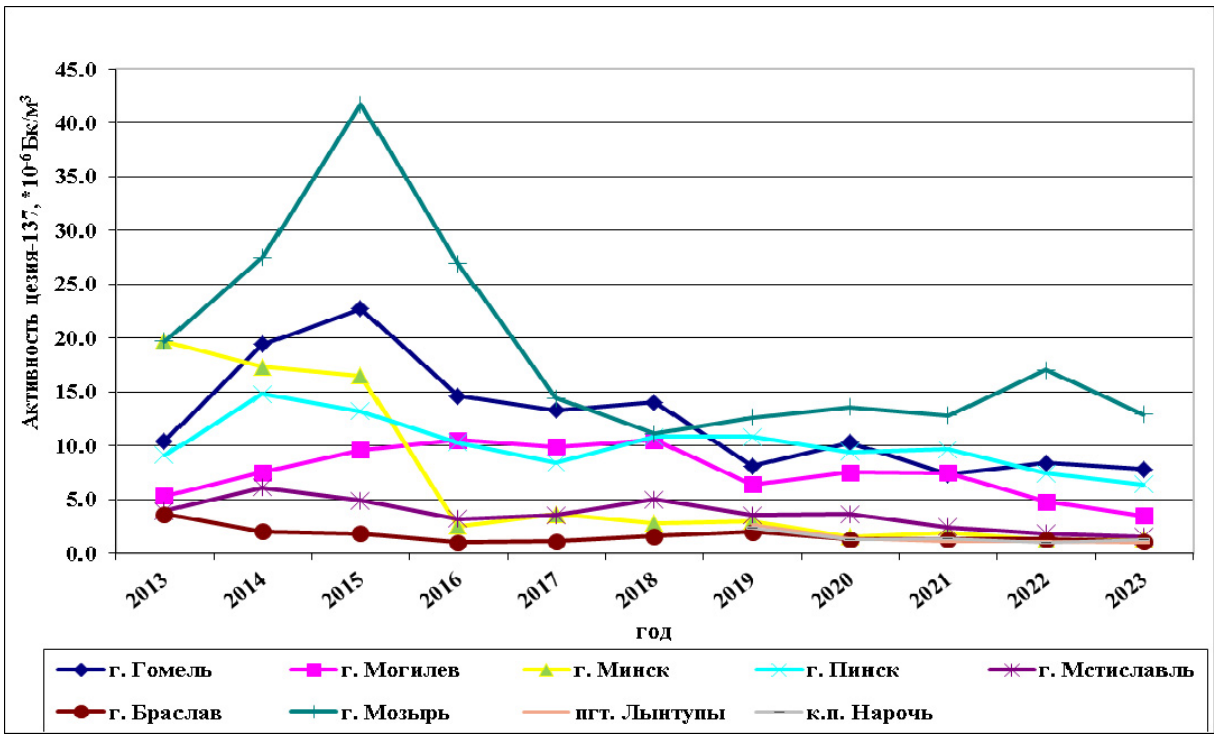


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2023 годах

Анализ результатов измерений суммарной бета-активности атмосферных аэрозолей в 2023 году показывает, что среднемесячные уровни суммарной бета-активности колебались в пределах $3{,}5 \cdot 10^{-5}$ – $28{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, что обусловлено вкладом в суммарную бета-активность естественных радионуклидов. Кроме того, активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в значительной степени определяется содержанием пыли в воздухе, т.е. процессами вторичного ветрового

подъёма, причём выпадение осадков в 3-4 раза снижает активность радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе. Наибольшие среднемесячные уровни наблюдались в пунктах наблюдений: г. Мстиславль ($23{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) – в январе и г. Могилев ($28{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) – в январе.

Среднегодовая величина объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы за последние 10 лет представлена на рис. 5.2. Максимумы, отмеченные в 2015 году на пунктах наблюдения Мозырь и Гомель, обусловлены крупными пожарами в зонах отчуждения, как на Украине, так и на территории Республики Беларусь.

В 2020 году в апреле наблюдались пожары в зоне «рыжего леса», однако, это не привело к повышению уровня радиоактивного загрязнения воздуха в пунктах наблюдения. В 2023 г. крупных пожаров, способных привести к повышению уровня радиоактивного загрязнения воздуха, не зафиксировано. Климатические условия не способствовали увеличению уровня пожароопасности на территории Республики Беларусь. Содержание ^{137}Cs в аэрозолях приземного слоя атмосферы находилось на уровне установившихся многолетних значений (без учёта данных 2015 года).

Таким образом, уровни радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, зафиксированные в 2023 г. на пунктах наблюдений радиационного мониторинга, соответствовали установившимся многолетним значениям и были значительно ниже уровней радиационного воздействия, обеспечивающих радиационную безопасность, установленных гигиеническим нормативом «Критерии радиационного воздействия», утверждённым постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 г. № 213.

В ноябре 2020 г. осуществлён запуск первого блока Белорусской АЭС. В районе размещения АЭС с 2019 года функционируют три пункта наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха (Лынтупы, Нарочь и Ошмяны), а в 2023 г. запущен второй энергоблок Белорусской АЭС.

На рис. 5.3 и 5.4 представлены среднемесячные значения суммарной бета-активности в пробах естественных выпадений из атмосферы и аэрозолей на пунктах наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС за 2023 год.

Данные радиационного мониторинга атмосферного воздуха, подтверждённые данными автоматизированной системы контроля радиационной обстановки в районе размещения Белорусской АЭС, свидетельствуют о том, что работа первого и запуск второго блока Белорусской АЭС не оказали негативного влияния на радиационный фон вокруг Белорусской АЭС.

Продолжались наблюдения за содержанием естественных радионуклидов в атмосферном воздухе. В объединённых за месяц пробах аэрозолей определялась объёмная активность ^{7}Be и ^{210}Pb. Активность естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы также соответствовала многолетним значениям. Содержание ^{7}Be в атмосферном воздухе на пунктах наблюдения в 2023 г. находилось в диапазоне от $480 \cdot 10^{-6}$ Бк/м^3 до $3998 \cdot 10^{-6}$ Бк/м^3, ^{210}Pb – от $23{,}0 \cdot 10^{-6}$ Бк/м^3 до $655{,}0 \cdot 10^{-6}$ Бк/м^3. Наиболее высокие уровни активности ^{7}Be фиксировались в июне месяце. Пик объёмной активности ^{210}Pb на многих пунктах наблюдения в 2022 г. пришёлся на ноябрь и декабрь.

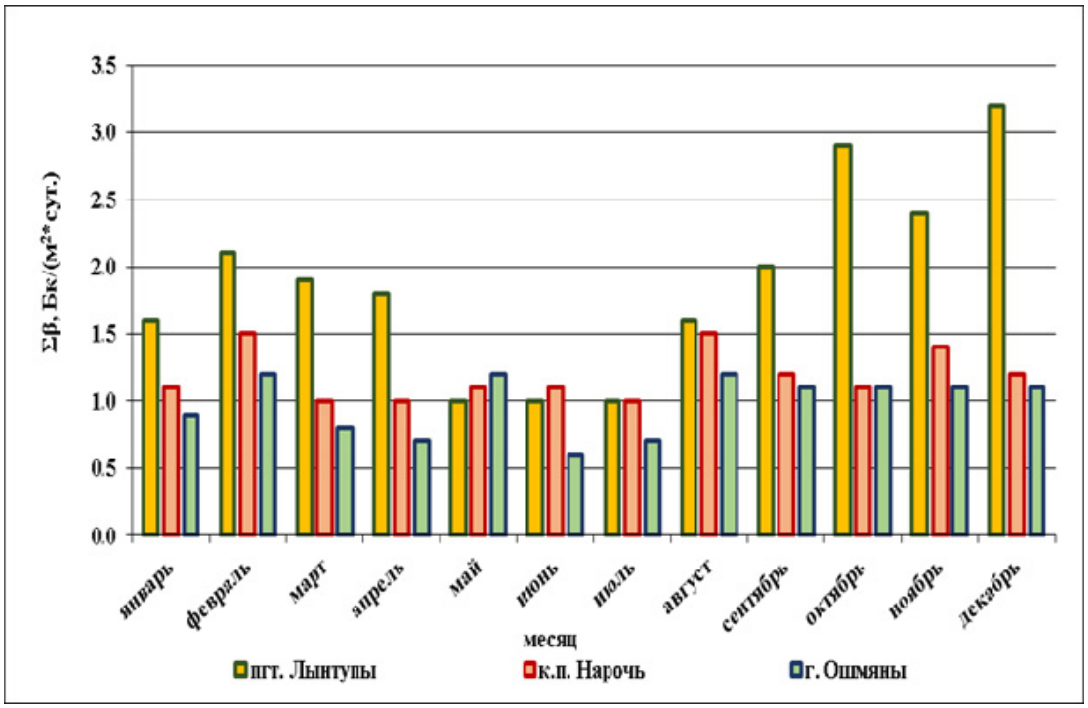


Рис. 5.3. Среднемесячные значения суммарной бета-активности в пробах радиоактивных выпадений из атмосферы на пунктах наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС, 2023 год

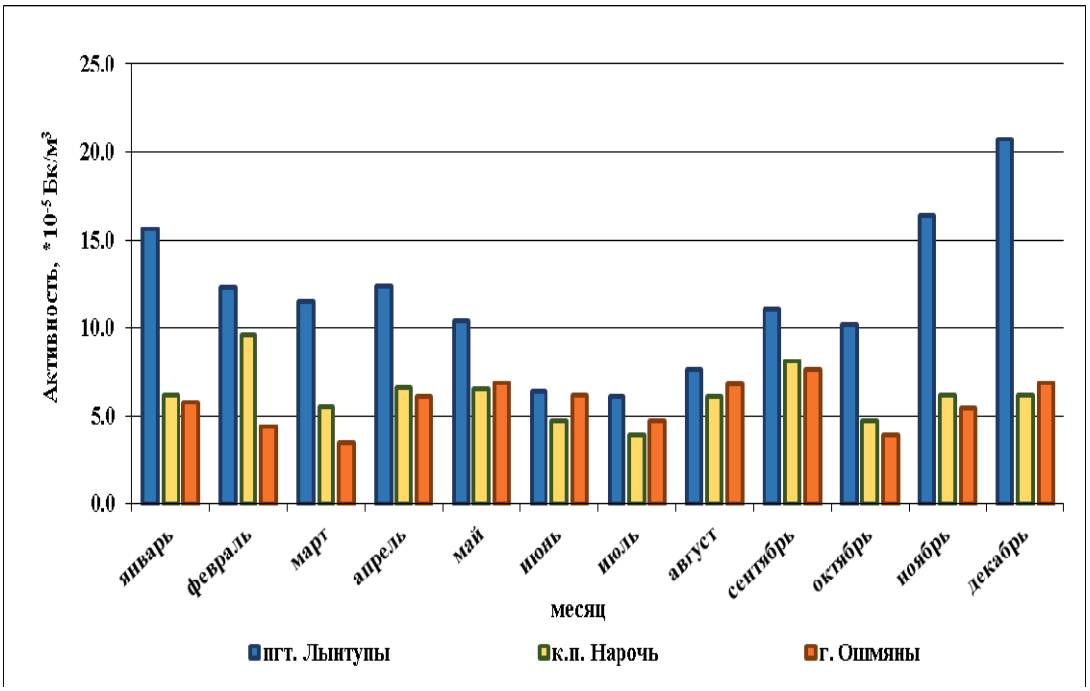


Рис. 5.4. Среднемесячные значения суммарной бета-активности в пробах аэрозолей на пунктах наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС, 2023 год

Атмосферные выпадения

Наиболее высокие среднемесячные уровни Σβ в пробах радиоактивных выпадений в 2023 году зафиксированы в пунктах наблюдений в городах: Мстиславль (14,1 Бк/м^{2}сут в январе), Горки (11,9 Бк/м^{2}сут в марте) и г. Лынтупы (10,0 Бк/м^{2}сут – в апреле).

В целом уровни радиационных выпадений Σβ на территории Республики в 2023 году мало отличаются от уровня 2022 года. Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/м^2·сут) в 2023 году в пунктах наблюдения не зафиксировано.

В суточных пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из атмосферы, отобранных в зонах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, случаев обнаружения короткоживущих изотопов, в том числе ^{131}I, которые являются индикаторами аварийных ситуаций на ядерно-опасных объектах, в 2023 году не было.

Сбор, обработка и хранение данных наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха проводится с использованием автоматизированных информационных систем Информационно-аналитического центра радиационного мониторинга.

Радиационный фон территорий

Как и в предыдущие годы, повышенные уровни МД зарегистрированы в пунктах наблюдений в городах Брагин и Славгород, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения. Значения уровней МД в г. Брагин колебались в диапазоне от 0,39 до 0,52 мкЗв/ч, в г. Славгород – от 0,16 до 0,22 мкЗв/ч, при этом среднегодовые значения МД составляли в Брагине – 0,46 мкЗв/ч, в Славгороде – 0,18 мкЗв/ч.

В остальных пунктах наблюдений МД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч). В областных городах Республики Беларусь в 2023 г. среднегодовой уровень МД находился в пределах от 0,10 до 0,13 мкЗв/ч. Следует отметить, что МД постоянно снижается за счёт естественного радиоактивного распада ^{137}Cs и процесса его заглубления в почве.

Результаты радиационного мониторинга свидетельствуют, что в 2023 году радиационная обстановка на территории Республики оставалась стабильной, не выявлено ни одного случая превышения уровней МД над установившимися многолетними значениями.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2023 г. проводился на 16 пунктах наблюдений:

– 6 пунктов наблюдений на крупных и средних реках Беларуси, водосборы которых подверглись радиоактивному загрязнению 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);

– 7 пунктов наблюдений за радиоактивным загрязнением поверхностных вод, проводимых на трансграничных участках водных объектов: р. Сож (д. Коськово), р. Припять (д. Довляды), р. Словечно (д. Скородное), р. Днепр (г. Лоев), р. Горынь (д. Речица), р. Стыр (д. Ладорож) и на оз. Дрисвяты (д. Пашевичи), которое являлось водоёмом-охладителем Игналинской АЭС;

– 3 пункта наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС: р. Вилия (д. Быстрица), оз. Нарочь (к.п. Нарочь), оз. Свирь (п. Свирь).

Наблюдения за радиоактивным загрязнением донных отложений проводились на 9 пунктах наблюдений: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень), р. Вилия (д. Быстрица), оз. Нарочь (к.п. Нарочь), оз. Свирь (п. Свирь).

В отобранных пробах воды и донных отложений определено содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr.

На рис. 5.5 представлены значения концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах за период 1988–2023 гг.

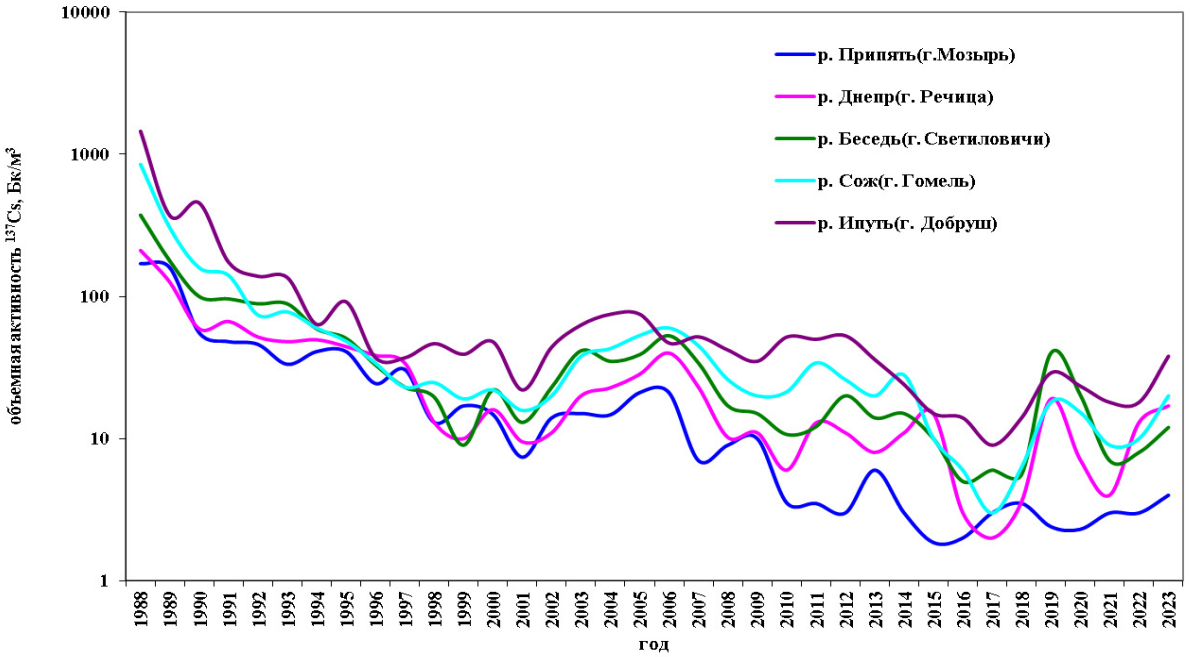


Рис. 5.5. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах рек Беларуси в 1988–2023 гг.

В 2023 г. содержание ^{137}Cs в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 2 до 7 Бк/м^3; в р. Днепр (г. Речица) – от 2 до 56 Бк/м^3; в р. Сож (г. Гомель) – от 9 до 41 Бк/м^3; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 5 до 102 Бк/м^3; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 4 до 53 Бк/м^3.

На рис. 5.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воде рек со времени чернобыльской аварии уменьшилась на два порядка. Однако в 2019 году она увеличилась, по сравнению с 2018 годом, во всех реках, кроме Припяти, где активность ^{137}Cs снизилась до уровня 2017 года и составила 2 мБк/л. Увеличение произошло в 2–8 раз.

В 2020–2021 годах во всех реках произошло снижение активности, кроме Припяти, где активность в 2021 году увеличилась до 3 мБк/л (в 2019– 2020 годах – 2 мБк/л). Наибольшее снижение активности ^{137}Cs зафиксировано в Беседи (г. Светловичи) – от 23 до 7 мБк/л, а наиболее высокая осталась в Ипути (г. Добруш) 18 мБк/л (в 2020 г. – 23 мБк/л).

Содержание ^{90}Sr в 2023 г. в р. Припять (г. Мозырь) от 4 до 11 Бк/м^3; в р. Днепр (г. Речица) – от 4 до 21 Бк/м^3; в р. Сож (г. Гомель) – от 12 до 42 Бк/м^3; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 10 до 33 Бк/м^3; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 12 до 30 Бк/м^3.

На рис. 5.6 представлены среднегодовые концентрации ^{90}Sr. в поверхностных водах за период 1990–2023 гг.

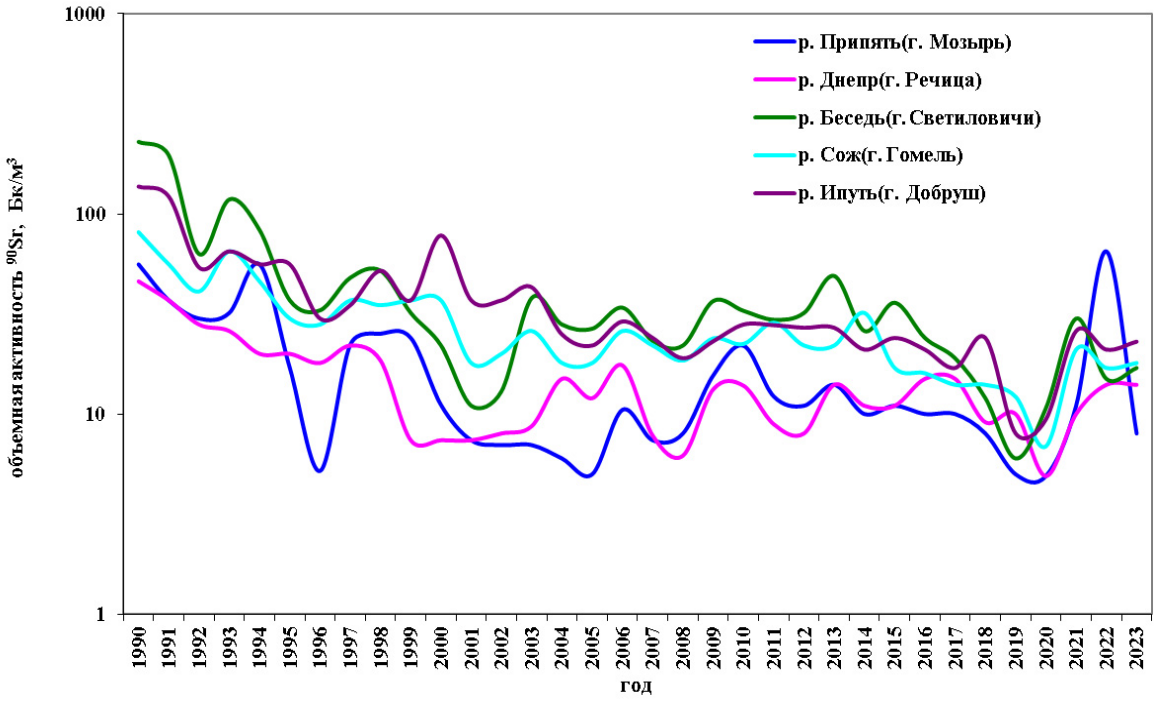


Рис. 5.6. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr. в поверхностных водах основных рек Беларуси за период 1990–2023 гг.

Как видно из рис. 5.6, до 2006 г. среднегодовые концентрации ^{90}Sr. в поверхностных водах имели тенденцию к снижению, после 2006 г. они стабилизировались, несмотря на довольно значительные флуктуации, обусловленные тем, что концентрации этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года. Поскольку ^{90}Sr в почве находится в основном в ионообменной форме, его смыв талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворённом состоянии, заметно усиливаясь во время паводков. В годы, характеризующиеся повышенной водностью, как правило, наблюдается увеличение объёмной активности ^{90}Sr в воде. Так и в 2023 г. отмечается всплеск активности этого радионуклида в поверхностных водах в связи с паводками.

2021 год отличался большой водностью, поэтому среднегодовые активности ^{90}Sr в поверхностных водах в 2021 году во всех реках заметно увеличились: Беседе, Ипути и Соже увеличение было наибольшим, здесь концентрация выросла от 10,7; 9,4 и 6,9 мБк/л в 2020 году до 30,0; 26,0 и 21 мБк/л соответственно. В реках Припяти и Днепре она увеличилась в обеих реках от 4,9 мБк/л в 2020 году до 11,0 и 10,0 мБк/л соответственно. В 2022 г. В этих реках тенденция увеличения сохранилась, а в Днепре значительно усилилась, достигнув наибольшей величины с 1990 г. – 79 мБк/л.

Содержание ^{90}Sr в 2021 году в единичных пробах вод Припяти (г. Мозырь) находилось в пределах от 4 до 18 мБк/л; Днепра (г. Речица) – от 2 до 18 мБк/л; Сожи (г. Гомель) – от 15 до 33 мБк/л; Ипути (г. Добруш) – от 11 до 62 мБк/л; Беседи (д. Светиловичи) – от 21 до 34 мБк/л.

В 2023 г. в воде водных объектов, расположенных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, «свежих» радиоактивных изотопов, в том числе ^{131}I, не обнаружено.

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2023 году оставалась стабильной. Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде рек 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 объёмная активность этих радионуклидов всё ещё выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

Таким образом, данные радиационного мониторинга показывают, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2023 году в целом оставалась стабильной. Уровни МАЭД и уровни загрязнения атмосферы и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям. Заметное увеличение концентрации ^{90}Sr в речных водах, вызванное климатическими особенностями года, не привело к необходимости принятия каких-либо защитных мероприятий.

5.2. Республика Армения

В Ереване, на ст. Аэрологическая, проводятся наблюдения за Σβ выпадений из атмосферы. Среднемесячная величина плотности суточных выпадений в 2022 году колебалась в пределах от 0,31 до 0,89 Бк/м^2·сут. В 2023 году диапазон среднемесячных значений Σβ выпадений мало изменился – 0,39–1,03 Бк/м^2·сут [3]. Среднегодовая плотность увеличилась, по сравнению с 2021 и 2022 г., с 0,52 и 0,57 Бк/м^2·сут соответственно до 0,60 Бк/м^2·сутки в 2023 году. Среднегодовая величина плотности Σβ выпадений в 2023 году ниже, чем в 2018 году, когда диапазон среднемесячных значений был в пределах от 0,63 до 1,3 Бк/м^2·сут, а среднегодовая величина составила 0,94 Бк/м^2·сут.

Измерения Σβ проб почвы и воды в 30-км зоне АЭС превышения фоновых значений не выявили.

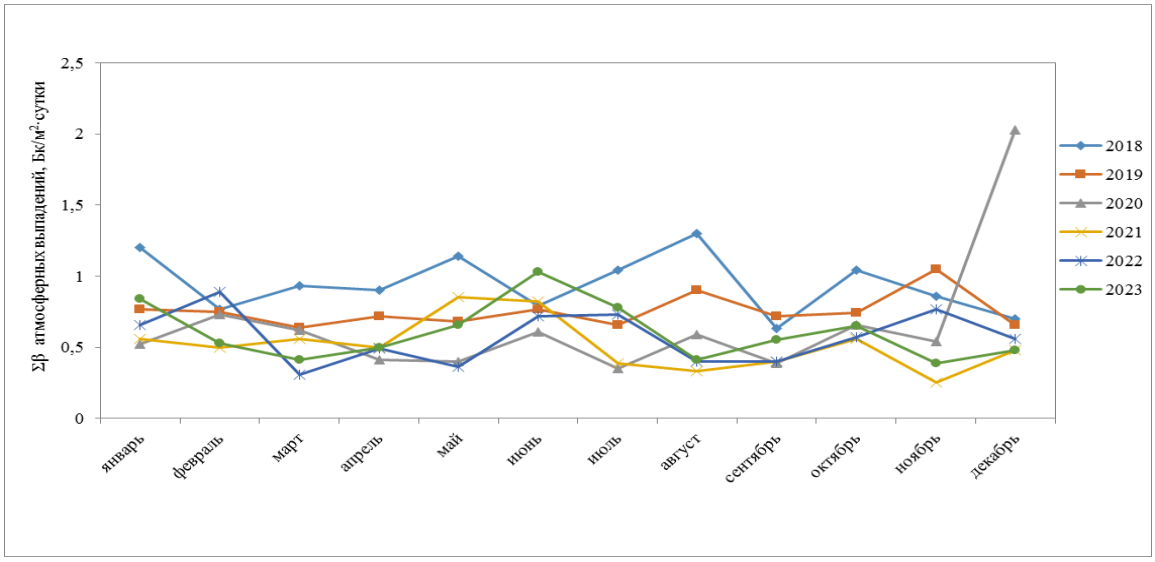


Рис. 5.7. Динамика среднемесячной суточной Σβ атмосферных выпадений в Ереване (ст. Аэрологическая) в 2018–2023 годах, Бк/м^2·сут

Ежедневные измерения МЭД, проводимые на ст. Аэрологическая в г. Ереване, показали, что значения колеблются в интервале от 13,8 до 17,5 мкР/ч, что лежит в пределах естественных колебаний γ-фона. Ежедневные измерения МЭД, проводимые на 15 постах, показали, что превышения допустимого уровня МЭД не наблюдалось.

Список литературы к разделу 5

1. Дюбайло О.В., Трафимчик З.И., Глинская С.Н., Кадочникова А.В., Кудина Е.И. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2023 г. Минск: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 2024.
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. Значения мощности экспозиционной дозы фонового гамма-излучения и суммарной бета-радиоактивности выпадений радиоактивной пыли за 2023 год. Министерство по чрезвычайным ситуациям РА ГНО «Служба по гидрометеорологии и активным воздействиям на атмосферные явления». Ереван, 2024.
4. Критерии радиационного воздействия, Минск, 2012. (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012г. № 213).

О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы
О СОДЕРЖАНИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2023 ГОДУ

В 2023 г. на территории России и за её пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Средневзвешенные по территории РФ объёмные активности техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы за пределами загрязнённых зон в 2023 г. составляли для суммарной β-активности долгоживущих (более четырёх суток) техногенных и природных радионуклидов $13{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, для ^{137}Cs – $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, для ^{90}Sr – $1{,}1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Анализ многолетних данных показывает, что содержание техногенных радионуклидов в воздухе постепенно уменьшается, претерпевая год от года незначительные колебания. В 2023 г. объёмная суммарная β-активность и объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr остались на уровне предыдущего года. Указанные объёмные активности были на шесть-семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

В атмосфере населённых пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2023 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объёмными активностями на пять и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Средневзвешенная по территории РФ суммарная β-активность выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность в 2023 г. (1,0 Бк/м^2·сут) была на уровне предыдущих пять лет. Выпадения ^{90}Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее 0,1 Бк/м^2·год). Выпадения ^{137}Cs (0,11 Бк/м^2·год) также оставались на уровне предыдущих 5 лет (0,10–0,16 Бк/м^2·год).

Радиационный фон на территории РФ, включая 100-км зоны РОО и территории, загрязнённые вследствие радиационных аварий и инцидентов, в основном не превышал многолетних фоновых значений 0,10–0,24 мкЗв/ч.

Содержание радионуклидов в пробах почвы, отобранных при маршрутных обследованиях в слое до 5 см и экспедиционных обследованиях в корнеобитаемых слоях до 30 см, по всей территории РФ было обусловлено их суммарным запасом в почве, сложившимся в предыдущие годы.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено выносом ^{90}Sr, накопившегося в почве в процессе глобальных выпадений, поверхностными и грунтовыми водами. В реках РФ (кроме рек, протекающих по загрязнённым зонам) объёмная активность ^{90}Sr в 2023 г. в среднем составила 3,9 мБк/л, что находится на уровне последних пять лет. В целом объёмная активность ^{90}Sr в реках была на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009.

Среднегодовое значение объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2023 г. составило 2,4 Бк/л, что в 1,3 раза выше уровня 2022 гг. (2018–2022 г. – 1,4–1,8 Бк/л). Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2023 г. также увеличилась в 1,3 раза и составила 19,14 ПБк (2018-2022 г. – 12,3–15,15 ПБк).

Среднегодовая объёмная активность трития в среднем по основным рекам РФ вне загрязнённых зон обусловлена выпадениями трития с осадками. В 2023 г. она составляла 2,1 Бк/л, изменяясь по отдельным рекам в диапазоне от 1,5 до 2,8 Бк/л. Наибольшая объёмная активность трития в воде наблюдалась в р. Амур (п. Благовещенск), но была 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 2023 г. объёмная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2022 годом. Максимальная объёмная активность ^{90}Sr наблюдалась в Каспийском море – 4,6 мБк/л, а минимальная – в Баренцевом море – 1,6 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 г. в 11 областях на начало 2023 г. остаются территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км^2. В Центральном федеральном округе в 1555 населённых пунктах плотность загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км^2, из них в 163 – уровни загрязнения – более 5 Ки/км^2. В Приволжском (на территории двух населённых пунктов) и Северо-Западном (три населённых пункта) округах плотность загрязнения почв ^{137}Cs составляет 1–5 Ки/км^2. Отношение ^{137}Cs/^{90}Sr после чернобыльской аварии в загрязнённых районах составляло около 10 (для глобального фона оно составляет 1,6).

На АТР, как и ранее, загрязнён район Южного Урала, где находятся:

– «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), образовавшийся вследствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 г., с отношением = 0,12;

– частично перекрывающий ВУРС «цезиевый» след, образовавшийся в 1967 г. вследствие ветрового выноса загрязнённой радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в СЗЗ ПО «Маяк», с отношением ^{137}Cs/^{90}Sr = 3.

Почва загрязнённых районов ЕТР и АТР продолжает оставаться источником вторичного ветрового подъёма радиоактивной пыли. Поэтому на этих территориях наблюдается повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе, превышающее фоновые уровни по стране.

В районах ЕТР, загрязнённых в результате аварии на ЧАЭС, наблюдается постепенное снижение уровней радиоактивного загрязнения в основном за счёт естественного распада радионуклидов. Атмосферные выпадения ^{137}Cs (усреднённые по 10 пунктам) в 2023 г. составили 0,69 Бк/м^2, что в 5 раз выше выпадений вне загрязнённых районов ЕТР (0,14 Бк/м^2·год). Годовые выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС в 2023 г. остались на уровне 2022 г. и составляли 1,8 Бк/м^2·год. Годовые выпадения ^{137}Cs уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2022 г. (1,3 Бк/м^2·год). Годовые выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2023 г. были выше средних фоновых выпадений для Уральского региона в 6,5 и 2,6 раза соответственно.

В 2023 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 (1,0 Бк/м^2·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усреднённые по 11 пунктам) в 2023 г. снизились в три раза по сравнению с данными 2022 г. (3,1 Бк/м^2·год), и достигли уровня регионального фона (0,7 Бк/м^2·год). Выпадения ^{137}Cs (2,4 Бк/м^2·год) увеличилась в 1,8 раза по сравнению с 2022 г. (1,3 Бк/м^2·год), и в 20 раз превышали региональный фоновый уровень (0,12 Бк/м^2·год). Максимальные выпадения ^{137}Cs (15 Бк/м^2·год) и ^{90}Sr (3,4 Бк/м^2·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 объёмная активность ^{137}Cs в воздухе – $3{,}2 \cdot 10^{-6}$ Бк/м^3, превышающая средневзвешенное значение по территории России в 20 раз. Это значение на семь порядков ниже допустимого уровня (27 Бк/м^3) в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Теча (п. Муслюмово, в 78 км от источника) составляла 7,8 Бк/л, что на три порядка выше среднего значения для рек России. Максимальное значение объёмной активности ^{90}Sr было зафиксировано в сентябре и составило 14 Бк/л, что в 2,9 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009.

В целом радиационная обстановка в 2023 г. на территории Российской Федерации была стабильной, параметры радиационной обстановки были на уровне предшествующих лет. В пределах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк», а также в районах расположения радиационно опасных объектов ситуация также была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов практически во всех наблюдаемых объектах окружающей среды имеет тенденцию к уменьшению и не представляет опасности для населения.

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	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция», Натальинское муниципальное образование Балаковского муниципального района, Саратовская область*
2	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция», г. Заречный, Свердловская область*
3	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Билибинская атомная станция», г. Билибино, Чукотский автономный округ*
4	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция», г. Волгодонск-28, Ростовская область*
5	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция», г. Удомля, Тверская область*
6	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная станция», г. Полярные Зори, Мурманская область*
7	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Курская атомная станция», г. Курчатов, Курская область*
8	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция», г. Сосновый Бор, Ленинградская область*
9	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция», г. Нововоронеж, Воронежская область*
10	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция» (ПАТЭС), г. Певек, Чукотский автономный округ. Ввод в промышленную эксплуатацию 22.05.2020 г.*
11	*Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция», г. Десногорск, Смоленская область*
Радиационно опасные объекты	
1	Акционерное общество «10-й Ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод», г. Полярный, Мурманская область
2	Акционерное общество «30-й судоремонтный завод», г. Фокино, посёлок городского типа Дунай, Приморский край
3	Акционерное общество «82-й судоремонтный завод», г. Мурманск, жилой район Росляково
4	Акционерное общество «Ангарский электролизный химический комбинат», г. Ангарск, Иркутская область
5	Акционерное общество «Атомспецтранс», г. Москва
6	Акционерное общество «Балтийский завод», г. Санкт-Петербург
7	Акционерное общество «Ведущий научно-исследовательский институт химической технологии», г. Москва
8	Акционерное общество «Всерегиональное объединение «Изотоп», г. Москва
9	Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», г. Москва
10	Акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов», г. Димитровград, Ульяновская область
11	Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований», г. Москва (Троицк)
12	Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского», г. Обнинск, Калужская область
13	Акционерное общество «Далур», с. Уксянское, Далматовский район, Курганская область
14	Акционерное общество «Дальневосточный завод «Звезда», г. Большой Камень, Приморский край
15	Акционерное общество «Изотоп», г. Екатеринбург
16	Акционерное общество «Институт реакторных материалов», г. Заречный, Свердловская область
17	Пункт исключён – распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.06.2022 года № 1690-р.
18	Акционерное общество «Научно-исследовательский институт приборов», г. Лыткарино, Московская область
19	Акционерное общество «Научно-исследовательский институт технической физики и автоматизации», г. Москва

20	Акционерное общество «Опытно-демонстрационный центр вывода из эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов», г. Северск, Томская область
21	Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И.И. Африкантова», г. Нижний Новгород
22	Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежаля», г. Москва
23	Пункт исключён – распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.06.2022 года №1690 – р.
24	Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», г. Обнинск, Калужская область
25	Акционерное общество «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие», г. Северодвинск, Архангельская область
26	Акционерное общество «Производственное объединение «Электрохимический завод», г. Зеленогорск, Красноярский край
27	Акционерное общество «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина», г. Санкт-Петербург
28	Акционерное общество «Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях», г. Москва
29	Акционерное общество «Санкт-Петербургский «ИЗОТОП», г. Санкт-Петербург
30	Акционерное общество «Северо-Восточный ремонтный центр», г. Вилючинск, Камчатский край
31	Акционерное общество «Сибирский химический комбинат», г. Северск, Томская область
32	Акционерное общество «ТВЭЛ», г. Москва
33	Акционерное общество «Уральский электрохимический комбинат», г. Новоуральск, Свердловская область
34	Акционерное общество «Федеральный центр ядерной и радиационной безопасности», г. Москва
35	Акционерное общество «Хиагда», с. Багдарин, Баунтовский эвенкийский муниципальный район, Республика Бурятия
36	Акционерное общество «Центр судоремонта «Звёздочка», г. Северодвинск, Архангельская область
37	Акционерное общество «Чепецкий механический завод», г. Глазов, Удмуртская Республика
38	Открытое акционерное общество «Гидрометаллургический завод», г. Лермонтов, Ставропольский край
39	Объединённый институт ядерных исследований, г. Дубна, Московская область
40	Публичное акционерное общество «Амурский судостроительный завод», г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край
41	Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод», г. Электросталь, Московская область
42	Публичное акционерное общество «Новосибирский завод химконцентратов», г. Новосибирск
43	Публичное акционерное общество «Приаргунское производственное горно-химическое объединение», г. Краснокаменск, Забайкальский край
44	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск
45	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва
46	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь
47	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», г. Москва
48	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва
49	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Протвино, Московская область
50	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва
51	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина, Ленинградская область

52	Акционерное общество «Аварийно-технический центр Минатома России», г. Санкт-Петербург. (Пункт в редакции, введённой в действие с 11.10.2019 г. постановлением Правительства РФ от 30.09.2019г. № 1273).
53	Федеральное государственное унитарное предприятие атомного флота, г. Мурманск
54	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики имени Н.Л. Духова», г. Москва
55	Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат», г. Железногорск, Красноярский край
56	Федеральное государственное унитарное предприятие «Комбинат «Электрохимприбор», г. Лесной, Свердловская область
57	Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр», г. Санкт-Петербург
58	Акционерное общество «Научно-исследовательский институт Научно-производственное объединение «ЛУЧ», г. Подольск, Московская область. (Пункт в редакции, введённой в действие распоряжением Правительства РФ от 21 марта 2022 г. № 556-р.)
59	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова», г. Сосновый Бор, Ленинградская область
60	Федеральное государственное унитарное предприятие «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами», г. Москва
61	Федеральное государственное унитарное предприятие «Объединённый эколого-технологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды», г. Москва
62	Федеральное государственное унитарное предприятие «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО», г. Москва
63	Федеральное государственное унитарное предприятие «Приборостроительный завод», г. Трёхгорный, Челябинская область
64	Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк», г. Озёрск, Челябинская область
65	Акционерное общество Производственное объединение «Север», г. Новосибирск. (Пункт в редакции, введённой в действие с 11.10.2019 г. постановлением Правительства РФ от 30.09.2019 г. № 1273)
66	Пункт исключён – распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.06.2022 года №1690 – р.
67	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», г. Снежинск, Челябинская область
68	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров, Нижегородская область
69	Акционерное общество «Уральский электромеханический завод», г. Екатеринбург. (Пункт в редакции, введённой в действие с 11.10.2019 г. постановлением Правительства РФ от 30.09.2019 г. № 1273)
70	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Санкт-Петербург
71	Федеральное государственное унитарное предприятие «Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства, г. Озёрск, Челябинская область
72	Акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Производственное объединение «Старт» имени М.В. Проценко», г. Заречный, Пензенская область (Пункт дополнительно включён распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2018 г. № 1819-р)
73	Акционерное общество «Техснабэкспорт», г. Москва. (Пункт дополнительно включён распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. № 2591-р)

Примечание: эксплуатацию особо радиационно опасных и ядерно опасных производств и объектов осуществляют также воинские части и организации Вооружённых сил Российской Федерации, имеющие в своём составе ядерные боеприпасы, ядерные энергетические установки и ядерные исследовательские установки.

Приложение А.2

Группировка пунктов наблюдения за объёмной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ

Европейская территория России		
Крайний Север		
1. Обсерватория им. Кренкеля, о. Хейса (н/р)		
Заполярье*		
1. Диксон	4. Кандалакша (экспозиция 5 дней)	7. Туруханск
2. Зашеек (экспозиция 5 дней)	5. Салехард	8. Амдерма (н/р)
3. Мурманск (экспозиция 5 дней)	6. Нарьян-Мар	9. Норильск
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск (экспозиция 5 дней)
2. Ухта (закрыта, н/р)	5. Вологда	8. Охоны
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Санкт-Петербург (экспозиция 5 дней)
Центр		
1. Нижний Новгород	5. Казань	9. Тушино (экспозиция 5 дней)
2. Самара	6. Ельня (н/р)	10. Нововоронеж (экспозиция 5 дней)
3. Пенза (экспозиция 5 дней)	7. Обнинск	11. Курчатов (экспозиция 5 дней)
4. Балаково	8. Подмосковная	
1. Брянск (экспозиция 5 дней)	2. Курск	
Юг		
1. Астрахань (экспозиция 5 дней)	3. Цимлянск (н/р 3 месяца, экспозиция 5 дней)	5. Севастополь (н/р)
2. Волгоград (экспозиция 5 дней)	4. Ростов-на-Дону (экспозиция 5 дней)	
Азиатская территория России		
Западная Сибирь		
1. Кызыл	6. В. Дуброво (экспозиция 5 дней)	11. Барнаул (экспозиция 5 дней)
2. Огурцово (н/р)	7. Красноярск	12. Колпашево (экспозиция 5 дней)
3. Кыштым **(экспозиция 5 дней)	8. Большая Мурта	13. Томск (экспозиция 5 дней)
4. Аргаяш** (экспозиция 5 дней)	9. Сухобузимское	14. Ханты-Мансийск
5. Новогорный** (экспозиция 5 дней)	10. Уяр (н/р 1 месяц)	15. Омск
Север Восточной Сибири		
1. Якутск (экспозиция 5 дней)	3. Мирный (н/р)	5. Магадан (экспозиция 5 дней)
2. Петропавловск-Камчатский (н/р)	4. Алдан (н/р)	
Юг Восточной Сибири		
1. Владивосток (экспозиция 5 дней)	4. Южно-Сахалинск (экспозиция 5 дней)	7. Благовещенск (экспозиция 5 дней)
2. Иркутск	5. Чита (н/р 2 месяца)	8. Хабаровск (экспозиция 5 дней)
3. Ангарск	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: Кыштым, Новогорный, Аргаяш (все пункты входят в 100-км зону ПО «Маяк») при подсчёте средневзвешенных объёмных активностей Σβ, ^{137}Cs и ^{90}Sr по АТР и РФ в целом не учитывались.

Приложение А.3

Объёмная Σβ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2023 г., 10^{-5}·Бк/м^3

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	5,9	7,3	24,6	12,3	12,7	9,8
Февраль	-	8,3	9,3	29,2	6,0	12,3	12,0
Март	-	5,1	11,3	18,1	6,0	7,7	8,7
Апрель	-	4,2	10,5	36,4	9,6	8,3	10,9
Май	-	5,5	6,1	27,3	8,8	8,6	9,2
Июнь	-	4,3	9,0	24,7	9,8	8,2	8,9
Июль	-	4,0	6,7	27,9	9,4	6,5	8,5
Август	-	4,3	7,3	26,4	11,4	11,6	9,1
Сентябрь	-	4,3	6,4	27,9	13,5	8,3	8,9
Октябрь	-	4,3	3,6	17,7	6,9	6,6	6,4
Ноябрь	-	4,7	3,7	21,1	6,9	4,4	6,9
Декабрь	-	4,6	4,5	18,7	5,6	5,9	6,8
Среднее:							
2023 г.	**-**	**4,9**	**7,1**	**25,0**	**8,9**	**8,4**	**8,8**
2022 г.	-	4,4	6,6	20,2	10,7	9,3	7,8
2021 г.	-	4,3	8,4	21,4	9,2	8,5	8,3
2020 г.	-	3,9	8,2	21,7	8,8	11,8	8,4
2019 г.	-	4,0	8,0	18,8	7,6	12,8	8,1
2018 г.	-	4,2	9,7	19,6	8,3	14,2	8,9
2017 г.	-	6,2	8,7	13,8	6,6	28,1	10,1
2016 г.	-	7,3	9,1	16,1	6,6	7,3	9,2

Азиатская территория России						
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзве-шенное по АТР	Средневзве-шенное по РФ
Январь	29,7	21,3	11,7	36,9	19,1	15,5
Февраль	29,4	25,6	12,8	32,5	19,9	16,8
Март	10,8	18,5	20,7	26,8	21,4	16,4
Апрель	15,6	16,8	17,1	21,7	17,9	15,2
Май	21,8	17,2	14,6	13,4	15,0	12,7
Июнь	12,6	13,1	14,2	14,5	14,0	12,0
Июль	14,1	21,6	15,7	14,0	16,8	13,5
Август	12,2	20,4	17,6	14,1	17,6	14,3
Сентябрь	12,1	19,0	9,0	18,0	13,2	11,5
Октябрь	9,4	17,4	10,5	21,9	14,5	11,3
Ноябрь	8,9	17,7	15,9	27,4	18,7	14,1
Декабрь	10,0	18,7	12,0	27,3	16,7	12,9
Среднее:						
2023 г.	**15,5**	**18,9**	**14,3**	**22,4**	**17,1**	**13,8**
2022 г.	19,6	18,6	21,0	35,6	23,4	17,1
2021 г.	25,0	17,1	21,2	28,7	21,8	16,4
2020 г.	13,6	16,2	15,7	30,5	18,8	14,7
2019 г.	14,5	13,5	20,5	29,7	20,6	15,7
2018 г.	19,8	15,4	20,8	48,9	25,1	18,7
2017 г.	93,4	15,2	26,4	37,1	25,8	19,6
2016 г.	12,3	14,4	23,3	28,7	22,2	17,2

Примечание: - – нет данных.

Приложение А.4

Среднемесячные объёмные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2023 г., 10^{-7}·Бк/м^3

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	2,3	1,3	2,0	3,9	2,0	2,0
Февраль	-	2,3	2,1	1,8	2,9	2,0	2,2
Март	-	2,3	1,9	2,0	2,8	2,0	2,1
Апрель	-	1,0	2,3	2,3	4,7	2,6	1,7
Май	-	1,0	2,9	2,6	4,7	2,9	1,9
Июнь	-	1,0	2,3	2,7	5,0	3,1	1,8
Июль	-	0,9	1,1	2,1	3,2	2,6	1,4
Август	-	0,9	1,1	2,5	5,6	2,6	1,5
Сентябрь	-	0,9	1,5	4,1	6,5	2,6	1,8
Октябрь	-	0,9	1,2	4,1	6,2	3,3	1,8
Ноябрь	-	0,9	1,4	2,2	3,9	3,1	1,5
Декабрь	-	1,0	1,6	1,9	2,2	3,3	1,5
Среднее:							
2023 г.	**-**	**1,3**	**1,7**	**2,5**	**4,3**	**2,6**	**1,8**
2022 г.	-	1,3	2,7	2,7	5,1	2,8	2,1
2021 г.	-	1,0	1,9	3,6	4,9	3,6	1,9
2020 г.	-	0,9	1,3	5,9	5,6	6,4	2,4
2019 г.	-	0,7	1,6	3,4	4,2	2,8	1,6
2018 г.	-	0,7	3,7	3,4	4,3	2,8	2,1
2017 г.	-	1,2	2,7	3,2	4,1	2,9	1,9
2016 г.	-	1,2	4,0	3,6	4,7	1,9	2,7

Азиатская территория России						
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзве-шенное по АТР	Средневзве-шенное по РФ
Январь	4,0	1,5	1,0	2,2	1,3	1,6
Февраль	10,0	1,5	1,0	2,2	1,3	1,7
Март	10,0	2,8	1,0	2,2	1,6	1,8
Апрель	31,0	2,8	0,7	1,0	1,2	1,4
Май	28,0	2,8	0,7	1,0	1,2	1,5
Июнь	40,0	2,8	0,7	1,0	1,2	1,5
Июль	28,0	2,5	1,0	1,1	1,3	1,3
Август	99,0	2,5	1,0	1,1	1,3	1,4
Сентябрь	34,0	2,5	1,0	1,1	1,3	1,5
Октябрь	12,0	5,2	1,0	1,0	1,9	1,9
Ноябрь	24,0	5,2	1,0	1,0	1,9	1,8
Декабрь	65,0	5,2	1,0	1,0	1,9	1,7
Среднее:						
2023 г.	**32,0**	**3,1**	**0,9**	**1,3**	**1,5**	**1,6**
2022 г.	40,0	2,6	1,0	1,0	1,4	1,6
2021 г.	66,7	2,0	0,9	1,1	1,2	1,4
2020 г.	13,8	1,9	1,0	1,7	1,3	1,7
2019 г.	16,2	2,2	1,0	1,1	1,3	1,4
2018 г.	18,4	1,7	1,0	1,8	1,4	1,6
2017 г.	16,9	1,9	1,1	1,5	1,4	1,6
2016 г.	28,1	3,0	0,9	1,5	1,5	1,8

Примечание: - – нет данных.

Приложение А.5

Таблица 1

Средневзвешенная по отдельным регионам объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2023 г., 10^{-7} Бк/м^3

Район	I полугодие	II полугодие	Среднее за год
Европейская территория России			
Заполярье	0,34	0,30	0,32
Север	0,76	0,29	0,53
Центр	0,42	0,41	0,41
Юг	0,74	0,56	0,65
Брянск, Курск	0,51	0,54	0,53
Азиатская территория России			
Западная Сибирь	2,32	2,23	2,27
Север Восточной Сибири	0,79	0,62	0,71
Юг Восточной Сибири	1,09	0,84	0,96
Средневзвешенное по России			
	0,93	1,3	1,11

Примечание: данные представлены с п. В. Дуброво.

Таблица 2

Средневзвешенные по территории страны объёмные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 2008–2023 годах, 10^{-7} Бк/м^3

Квартал	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	**2023**
I	0,89	0,63	0,66	0,74	0,76	0,75	0,72	0,86	1,07	1,34	1,03	0,95	0,9	1,0	0,71	**0,72**
II	1,30	1,18	0,77	1,05	1,12	1,17	1,03									
III	0,87	1,15	0,84	0,84	0,99	0,85	0,87	0,85	1,30	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	**1,12**
IV	0,77	0,83	0,73	0,78	0,69	0,75	0,63									
Среднее	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,81	0,85	1,19	1,23	1,07	1,04	1,01	1,05	0,91	**0,92**

Примечание: данные представлены без п. В. Дуброво.

Таблица 3

Среднегодовые объёмные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в городах Обнинск и Курск, 10^{-9} Бк/м^3

Год	г. Обнинск		г. Курск	
	^{238}Pu	$^{239,240}Pu$	^{238}Pu	$^{239,240}Pu$
2022	175,1	9,07		
2021	10,94	5,58	2,12	2,46
2020	26,53	5,56	2,70	3,14
2019	2,85	4,91	0,68	1,09
2018	10,44	3,49	0,24	1,54
2017	11,70	9,45	0,87	0,69
2016	4,5	8,2	1,4	2,5
2015	15,4	27,0	11,5	5,7
2014	18,1 (11,5)	7,1 (3,9)	0,8	3,9
2013	9,7 (2,2)	24,9 (4,7)	0,4	2,2
2012	2,0	3,0	0,4	2,2

Примечание: в скобках приведены значения без учёта данных за октябрь 2013 г. и за октябрь 2014 года.

Приложение А.6

Группировка пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями по географическим районам РФ

Европейская территория России
Заполярье*
УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бухта Провидения, г. Певек) и Диксон (Северное УГМС), Тикси (Якутское УГМС)
Север
УГМС: Северное (без Диксона) Северо-Западное (включая Калининградский ЦГМС)
Центр
УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Республики Татарстан, Центральное, Центрально-Чернозёмных областей (кроме загрязнённой зоны)
Зона, загрязнённая при аварии на ЧАЭС
В Центральном УГМС и УГМС Центрально-Чернозёмных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орёл (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 расчёте средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по ЕТР и РФ не учитывались.
Юг
Северо-Кавказское (включая Крымское УГМС)
Азиатская территория России
Западная Сибирь
УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское
Север Восточной Сибири
УГМС: Якутское (без Тикси), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)
Юг Восточной Сибири
УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское

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

Приложение А.7

Таблица 1

Σβ атмосферных выпадений радионуклидов на территории РФ в 2023 г., Бк/м²·сут

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязнённая зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,85	0,77	1,20	0,94	1,03	0,96
Февраль	0,66	0,57	1,17	0,85	0,91	0,82
Март	0,59	0,56	1,13	0,89	0,78	0,77
Апрель	0,98	0,55	1,23	0,89	0,83	0,90
Май	1,01	0,56	1,05	0,65	0,73	0,85
Июнь	0,97	0,45	1,14	0,66	0,70	0,82
Июль	0,44	0,40	1,06	0,67	0,66	0,65
Август	0,93	0,41	1,02	0,73	0,74	0,77
Сентябрь	0,95	0,55	1,02	0,72	0,78	0,83
Октябрь	1,10	0,57	1,07	1,14	0,77	0,88
Ноябрь	0,69	0,65	1,09	0,98	0,87	0,82
Декабрь	0,74	0,59	1,00	0,80	0,89	0,79
Среднее:						
2023 г.	**0,83**	**0,55**	**1,10**	**0,83**	**0,81**	**0,82**
2022 г.	0,77	0,57	1,34	0,88	0,74	0,88
2021 г.	0,69	0,50	1,38	0,87	0,73	0,85
2020 г.	0,69	0,48	1,28	0,81	0,73	0,81
2019 г.	0,68	0,68	1,14	0,75	0,93	0,85
2018 г.	0,68	0,66	0,88	0,67	0,80	0,75
2017 г.	0,60	0,73	0,89	0,63	0,78	0,76
2016 г.	0,66	0,71	1,12	0,78	0,83	0,84

Азиатская территория России					
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ
Январь	1,68	0,56	1,46	1,24	1,17
Февраль	1,73	0,56	1,57	1,28	1,16
Март	1,48	0,57	1,42	1,14	1,05
Апрель	1,24	0,62	1,42	1,05	1,01
Май	1,36	0,68	1,21	1,09	1,03
Июнь	1,07	0,69	1,23	0,96	0,93
Июль	1,12	0,63	1,28	0,97	0,89
Август	1,38	0,58	1,50	1,11	1,02
Сентябрь	1,43	0,52	1,61	1,14	1,06
Октябрь	1,33	0,52	1,67	1,10	1,04
Ноябрь	1,35	0,61	1,56	1,12	1,04
Декабрь	1,40	0,61	1,56	1,15	1,06
Среднее:					
2023 г.	**1,38**	**0,59**	**1,46**	**1,11**	**1,04**
2022 г.	1,34	0,70	1,41	1,13	1,06
2021 г.	1,40	0,72	1,54	1,18	1,09
2020 г.	1,19	0,77	1,49	1,10	1,02
2019 г.	1,25	0,81	1,39	1,09	1,03
2018 г.	1,27	0,82	1,18	1,09	1,0
2017 г.	1,35	0,87	1,14	1,14	1,04
2016 г.	1,35	0,82	1,13	1,12	1,05

Таблица 2

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2023 г., Бк/м^2·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год					
					2023	2022	2021	2020	2019	2018
Заполярье	0,015	0,012	0,021	нпо	**0,06**	0,09	0,06	0,07	0,11	0,14
Север	0,038	0,067	0,026	0,038	**0,17**	0,16	0,15	0,17	0,19	0,20
Центр ЕТР (без загр. зоны)	0,018	0,084	0,039	0,041	**0,18**	0,20	0,25	0,28	0,33	0,22
Юг	0,011	0,05	0,04	0,043	**0,15**	0,19	0,27	0,28	0,22	0,26
Средневзвешенное по ЕТР (без загр. зоны)	0,022	0,053	0,030	0,033	**0,14**	0,15	0,17	0,18	0,21	0,20
Загрязнённая зона	0,092	0,25	0,20	0,14	**0,69**	0,84	0,25*	-	0,87	0,74

Примечание: * – по данным за III и IV кварталы;
нпо -- ниже предела обнаружения;
- -- данные отсутствуют.

Приложение А.8

Таблица 1

Среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м^2· месяц), усреднённые по 32 пунктам на территории России

Месяц	2023 г.		2022 г.		2021 г.		2020 г.		2019 г.		2018 г.	
	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения
Январь	2,07	44,30	1,14	36,42	1,36	44,72	0,94	28,02	1,44	37,80	1,37	50,77
Февраль	2,21	49,82	1,23	23,47	1,19	34,76	1,1	31,94	1,86	49,06	1,67	33,91
Март	2,52	80,82	1,5	23,75	1,17	30,64	1,24	31,26	1,61	38,85	1,66	49,67
Апрель	2,84	67,38	1,77	52,05	1,56	57,73	1,30	29,22	2,03	40,26	1,96	59,75
Май	2,72	81,63	2,37	83,89	1,78	75,83	1,34	64,9	2,08	80,60	2,13	70,41
Июнь	2,76	123,74	2,28	106,6	2,01	106,35	1,67	92,09	2,17	104,81	1,85	101,90
Июль	2,68	160,05	2,33	159,27	1,98	116,00	1,85	120,65	2,42	177,63	2,04	122,24
Август	2,68	150,13	2,12	109,94	1,60	91,11	2,02	136,09	2,17	146,81	1,97	101,56
Сентябрь	2,55	107,15	1,87	108,84	1,69	75,10	1,56	71,7	1,62	76,61	1,60	73,81
Октябрь	1,99	106,99	1,78	67,63	1,25	43,47	1,12	47,2	1,23	53,24	1,22	50,68
Ноябрь	1,95	88,51	1,56	56,3	1,14	46,82	1,08	28,28	1,15	41,55	1,13	35,61
Декабрь	1,65	57,22	1,42	56,4	1,14	40,31	1,26	36,57	1,38	39,82	1,21	37,51
Среднее	2,39	93,15	1,79	73,71	1,49	63,57	1,37	59,8	1,78	73,92	1,65	65,65
Сумма, кБк/м^2·год		1,11		0,88		0,76		0,72		0,89		0,79
Выпадения на территории РФ, Бк		$19{,}1\cdot10^{15}$		$15{,}2\cdot10^{15}$		$13{,}0\cdot10^{15}$		$12{,}3\cdot10^{15}$		$14{,}9\cdot10^{15}$		$13{,}5\cdot10^{15}$

Таблица 2

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

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
2001	7,2	4,7	6,0	9,8*	18,3
2002	5,9	3,6	4,8	8,1*	15,6
2003	6,4	4,5	5,5	7,0*	22,0
2004	7,6	4,7	6,2	6,2	25,6
2005	6,7 (8,2)	4,7	5,7 (6,4)	5,5	19,7
2006	6,1 (9,1)	4,4	5,3 (6,7)	4,8	15,4
2007	5,6 (6,7)	4,5	5,1 (5,7)	4,8	12,0
2008	5,0 (7,8)	4,1	4,5 (6,0)	3,7	10,3
2009	4,7 (6,9)	3,9	4,3 (5,6)	4,5	6,8
2010	4,2 (4,4)	4,2	4,2 (4,3)	3,0	7,8
2011	3,7 (4,6)	4,3	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
2017	4,2 (5,0)	6,7	5,5 (5,8)	2,3	7,2
2018	3,7 (6,1)	4,2	4,1 (5,0)	2,5	6,0
2019	3,0 (4,5)	4,2	3,6 (4,4)	2,0	5,7
2020	2,5 (5,3)	4,7	3,6 (5,0)	2,0	4,9
2021	2,5 (4,7)	4,5	3,5 (4,6)	1,3	5,1
2022	3,3 (6,2)	5,1	4,0 (5,6)	1,8	5,4
2023	**3,8**	**4**	**3,9**	**1,4**	**5,5**

Примечания: за 2005–2012 и 2016–2017 годы приводятся среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr без учёта данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учётом;
за 2013–2015 годы – без учёта данных по р. Нева (Новосаратовка), а в скобках – с их учётом;
* − данные только по Онежскому озеру;
- − пробы не отбирались.

Приложение А.9

Таблица 1

Среднегодовая объёмная активность трития в основных реках РФ, Бк/л

Регион стока	Река (пункт)	Год																						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	**2023**
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	р. Северная Двина (Соломбала)	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	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,5
	р. Печора (Городецкий Шар)	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	1,5	1,2	1,4	1,3	1,05	1,3	1,8
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	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	1,7	1,4	1,3	1,0	1,1	1,3	1,8
	р. Волга (В. Лебяжье)	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	1,2	1,3	0,9	1,2	1,0	1,1	1,6
	р. Волга (Брейтово)	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5	2,4	1,3	1,6	2,4	1,3	1,2	1,0	1,5	1,1	1,3	1,1	1,0	1,1	1,6	1,6
Центр ЕТР	р. Дон (Аксай)	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	1,9	1,5	1,8	1,9	1,5	1,7	2,2
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	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	1,8	1,9	1,7	1,6	1,8	1,4	2,2
	р. Лена (Хабарова)	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	1,8	2,2	2,1	1,9	1,9	1,9	2,3
	р. Колыма (Черский)	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	1,7	1,5	1,5	1,3	1,5	1,8	2,3
	р. Н.Тунгуска (Тура)	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	1,8	1,9	1,9	1,5	1,3	1,4	2,5
	р. Индигирка (Индигирский)	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	2,0	2,2	2,2	1,9	2,1	2,0	2,7
	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	1,8	1,6	1,7	1,5	1,4	1,5	1,9
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	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	2,2	2,3	2,1	2,1	2,6	2,2	2,8
	р. Амур (Хабаровск)	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	2,2	2,1	1,8	1,4	1,7	1,7	2,2
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	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	1,9	2,1	1,8	1,5	1,9	2,0	2,2

Таблица 2

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

Море	Кол-во проб в 2023 г.	Год																			
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	**2023**
Азовское	1	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	18,2	14,95	12,2	5,6	5,5	3,7-	6,3	6,4	-	**2,46**
Чёрное	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Каспийское	6	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1	5,4	6,7	8,9	3,47	6,14	3,88	4,79	3,31	-	2,55	4,05	**4,59**
Баренцево	4	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	1,98	1,95	1,93	2,18	2,14	2,08	**1,64**
Белое	5	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	2,49	2,30	2,10	3,03	2,66	2,10	**2,16**
Охотское	4	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	1,94	1,24	1,55	1,81	1,63	1,58	**1,93**
Японское	4	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	1,60	2,0	1,48	2,29	2,15	1,82	**1,71**
Тихий океан*	12	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	1,56	1,64	1,14	1,77	1,79	1,62	**2,39**

Примечания: - – пробы не отбирались;
* – прибрежные воды Восточной Камчатки

Приложение В

Схема соотнесения 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 автономный округ: 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 автономный округ.: 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-Чернозёмных областей (ЦЧО) (Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская обл.) (кроме загрязнённой зоны)	Центральный федеральный округ
Зона, загрязнённая при аварии на ЧАЭС, – УГМС Центрально-Чернозёмных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орёл (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.); Крымское (Республика Крым)	Южный федеральный округ
УГМС: Северо-Кавказское (Республики: Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская; Ставропольский край)	Северо-Кавказский федеральный округ
Азиатская территория России:	
Западная Сибирь	
УГМС: Башкирское (Республика Башкортостан)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Пермский край)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Курганская, Свердловская и Челябинская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО, Тюменская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Омская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Западно-Сибирское (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Среднесибирское (Республики: Хакасия, Тыва; Красноярский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Иркутское (Иркутская обл.)	Сибирский федеральный округ
Север Восточной Сибири	
УГМС: Якутское (Республика Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский АО)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Колымское (Магаданская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Камчатское (Камчатский край)	Дальневосточный федеральный округ
Юг Восточной Сибири	
УГМС: Забайкальское (Республика Бурятия, Забайкальский край)	Дальневосточный 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

Примечания: * – в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР;
** – вошли в Дальневосточный федеральный округ в ноябре 2018 года.

Приложение С

ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ» В 2023 ГОДУ

Таблица С.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Госкорпорации «Росатом» в 2023 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
БАРИЙ-139			$2{,}55\cdot10^{9}$	$4{,}66\cdot10^{9}$	$+2{,}11\cdot10^{9}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}09\cdot10^{11}$	$2{,}55\cdot10^{9}$	$4{,}66\cdot10^{9}$	$+2{,}11\cdot10^{9}$
ВИСМУТ-214			$6{,}35\cdot10^{13}$	$8{,}10\cdot10^{13}$	$+1{,}75\cdot10^{13}$
	ПАО «ППГХО»	$3{,}07\cdot10^{14}$	$6{,}35\cdot10^{13}$	$8{,}10\cdot10^{13}$	$+1{,}75\cdot10^{13}$
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ			$2{,}72\cdot10^{5}$	$1{,}64\cdot10^{6}$	$+1{,}37\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}51\cdot10^{11}$	$6{,}59\cdot10^{4}$	$6{,}04\cdot10^{5}$	$+5{,}38\cdot10^{5}$
	ФГУП «Атомфлот»	$1{,}79\cdot10^{9}$	$2{,}06\cdot10^{5}$	$9{,}81\cdot10^{5}$	$+7{,}75\cdot10^{5}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}13\cdot10^{7}$	-	$5{,}88\cdot10^{4}$	$+5{,}88\cdot10^{4}$
ЖЕЛЕЗО-59			$4{,}35\cdot10^{7}$	$1{,}64\cdot10^{8}$	$+1{,}21\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}35\cdot10^{11}$	$8{,}48\cdot10^{6}$	$9{,}66\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$5{,}31\cdot10^{11}$	$9{,}26\cdot10^{4}$	$1{,}03\cdot10^{5}$	$+1{,}04\cdot10^{4}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$3{,}0\cdot10^{12}$	$2{,}85\cdot10^{7}$	$1{,}51\cdot10^{8}$	$+1{,}23\cdot10^{8}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$1{,}24\cdot10^{13}$	$6{,}51\cdot10^{6}$	$2{,}93\cdot10^{6}$	$-3{,}58\cdot10^{6}$
ЙОД -129			$5{,}42\cdot10^{10}$	$1{,}36\cdot10^{11}$	$+8{,}18\cdot10^{10}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4{,}79\cdot10^{11}$	$5{,}42\cdot10^{10}$	$1{,}36\cdot10^{11}$	$+8{,}18\cdot10^{10}$
ЙОД-131			$7{,}29\cdot10^{9}$	$1{,}02\cdot10^{11}$	$+9{,}47\cdot10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$1{,}80\cdot10^{12}$	$1{,}10\cdot10^{5}$	$1{,}59\cdot10^{5}$	$+4{,}90\cdot10^{4}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}80\cdot10^{10}$	$1{,}24\cdot10^{7}$	$1{,}13\cdot10^{7}$	$-1{,}10\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1{,}80\cdot10^{10}$	$1{,}53\cdot10^{8}$	$1{,}55\cdot10^{8}$	$+2{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1{,}80\cdot10^{10}$	$2{,}37\cdot10^{7}$	$1{,}45\cdot10^{8}$	$+1{,}21\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$3{,}60\cdot10^{10}$	$4{,}13\cdot10^{7}$	$3{,}43\cdot10^{7}$	$-7{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$9{,}30\cdot10^{10}$	$3{,}98\cdot10^{8}$	$2{,}13\cdot10^{8}$	$-1{,}85\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$9{,}30\cdot10^{10}$	$3{,}10\cdot10^{8}$	$2{,}29\cdot10^{8}$	$-8{,}10\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1{,}80\cdot10^{10}$	$4{,}18\cdot10^{7}$	$5{,}59\cdot10^{8}$	$+5{,}17\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$2{,}10\cdot10^{10}$	$6{,}57\cdot10^{7}$	$3{,}98\cdot10^{7}$	$-2{,}59\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$4{,}91\cdot10^{12}$	$8{,}19\cdot10^{7}$	$2{,}43\cdot10^{8}$	$+1{,}61\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$9{,}69\cdot10^{10}$	$1{,}42\cdot10^{6}$	$1{,}87\cdot10^{6}$	$+4{,}50\cdot10^{5}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешён-ный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}79\cdot10^{12}$	$6{,}05\cdot10^{9}$	$6{,}53\cdot10^{9}$	$+4{,}80\cdot10^{8}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$5{,}64\cdot10^{10}$	-	$1{,}09\cdot10^{6}$	$+1{,}09\cdot10^{6}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$7{,}48\cdot10^{11}$	$5{,}32\cdot10^{7}$	$3{,}95\cdot10^{7}$	$-1{,}37\cdot10^{7}$
ЙОД -132			$1{,}40\cdot10^{9}$	$8{,}54\cdot10^{8}$	$-5{,}46\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$9{,}83\cdot10^{11}$	$1{,}40\cdot10^{9}$	$8{,}54\cdot10^{8}$	$-5{,}46\cdot10^{8}$
ЙОД -133			$3{,}67\cdot10^{9}$	$2{,}39\cdot10^{9}$	$-1{,}28\cdot10^{9}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$8{,}12\cdot10^{11}$	$3{,}45\cdot10^{9}$	$2{,}27\cdot10^{9}$	$-1{,}18\cdot10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$5{,}68\cdot10^{13}$	$1{,}26\cdot10^{8}$	$3{,}75\cdot10^{7}$	$-8{,}85\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$5{,}10\cdot10^{14}$	$8{,}92\cdot10^{7}$	$7{,}89\cdot10^{7}$	$-1{,}03\cdot10^{7}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}58\cdot10^{11}$	-	$1{,}18\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
ЙОД -134			$1{,}38\cdot10^{8}$	$3{,}20\cdot10^{8}$	$+1{,}82\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4{,}49\cdot10^{10}$	$1{,}38\cdot10^{8}$	$3{,}20\cdot10^{8}$	$+1{,}82\cdot10^{8}$
ЙОД -135			$1{,}15\cdot10^{9}$	$9{,}16\cdot10^{8}$	$-2{,}34\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}14\cdot10^{11}$	$1{,}15\cdot10^{9}$	$9{,}06\cdot10^{8}$	$-2{,}44\cdot10^{8}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}07\cdot10^{11}$	-	$1{,}01\cdot10^{7}$	$+1{,}01\cdot10^{7}$
КАЛИЙ-40			$2{,}31\cdot10^{9}$	$2{,}54\cdot10^{9}$	$+2{,}30\cdot10^{8}$
	ПАО «ППГХО»	$3{,}62\cdot10^{10}$	$2{,}31\cdot10^{9}$	$2{,}54\cdot10^{9}$	$+2{,}30\cdot10^{8}$
КОБАЛЬТ-57			$2{,}73\cdot10^{6}$	$6{,}88\cdot10^{5}$	$-2{,}04\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$1{,}51\cdot10^{10}$	$2{,}73\cdot10^{6}$	$6{,}80\cdot10^{5}$	$-2{,}05\cdot10^{6}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$3{,}42\cdot10^{8}$	$6{,}04\cdot10^{3}$	$8{,}37\cdot10^{3}$	$+2{,}33\cdot10^{3}$
КОБАЛЬТ-58			$4{,}70\cdot10^{7}$	$4{,}99\cdot10^{7}$	$+2{,}90\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}30\cdot10^{11}$	$2{,}91\cdot10^{7}$	$3{,}28\cdot10^{7}$	$+3{,}70\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$5{,}23\cdot10^{11}$	$7{,}83\cdot10^{5}$	$6{,}45\cdot10^{5}$	$-1{,}38\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$1{,}03\cdot10^{11}$	$1{,}39\cdot10^{7}$	$1{,}47\cdot10^{7}$	$+8{,}00\cdot10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$4{,}38\cdot10^{12}$	$3{,}15\cdot10^{6}$	$1{,}65\cdot10^{6}$	$-1{,}50\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}41\cdot10^{10}$	-	$5{,}53\cdot10^{4}$	$+5{,}53\cdot10^{4}$
КОБАЛЬТ-60			$9{,}82\cdot10^{8}$	$1{,}22\cdot10^{9}$	$+2{,}38\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$7{,}40\cdot10^{11}$	$1{,}62\cdot10^{5}$	$1{,}54\cdot10^{5}$	$-8{,}00\cdot10^{3}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$7{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}13\cdot10^{6}$	$9{,}69\cdot10^{5}$	$-1{,}61\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$7{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$2{,}61\cdot10^{7}$	$+1{,}32\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$7{,}40\cdot10^{9}$	$1{,}23\cdot10^{7}$	$1{,}43\cdot10^{7}$	$+2{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом филиал» Кольская АЭС	$1{,}48\cdot10^{10}$	$1{,}62\cdot10^{7}$	$1{,}91\cdot10^{7}$	$+2{,}90\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2{,}50\cdot10^{9}$	$2{,}49\cdot10^{8}$	$4{,}01\cdot10^{8}$	$+1{,}52\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$7{,}40\cdot10^{9}$	$2{,}70\cdot10^{8}$	$3{,}29\cdot10^{8}$	$+5{,}90\cdot10^{7}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$7{,}40 \cdot 10^{9}$	$1{,}16 \cdot 10^{8}$	$1{,}25 \cdot 10^{8}$	$+9{,}00 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$9{,}91 \cdot 10^{10}$	$4{,}64 \cdot 10^{7}$	$1{,}33 \cdot 10^{8}$	$+8{,}66 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$2{,}10 \cdot 10^{10}$	$5{,}68 \cdot 10^{7}$	$5{,}35 \cdot 10^{7}$	$-3{,}30 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$1{,}52 \cdot 10^{11}$	$1{,}35 \cdot 10^{6}$	$5{,}20 \cdot 10^{6}$	$+3{,}85 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$2{,}68 \cdot 10^{9}$	$1{,}38 \cdot 10^{7}$	$1{,}38 \cdot 10^{7}$	-
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$7{,}66 \cdot 10^{10}$	$3{,}13 \cdot 10^{6}$	$1{,}71 \cdot 10^{6}$	$-1{,}42 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$5{,}10 \cdot 10^{9}$	$2{,}02 \cdot 10^{5}$	$4{,}89 \cdot 10^{5}$	$+2{,}87 \cdot 10^{5}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}60 \cdot 10^{11}$	$1{,}72 \cdot 10^{8}$	$7{,}23 \cdot 10^{7}$	$-9{,}97 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6{,}96 \cdot 10^{8}$	$9{,}16 \cdot 10^{5}$	$1{,}20 \cdot 10^{6}$	$+2{,}84 \cdot 10^{5}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$8{,}14 \cdot 10^{9}$	$4{,}67 \cdot 10^{3}$	-	$-4{,}67 \cdot 10^{3}$
	ФГУП «Атомфлот»	$9{,}37 \cdot 10^{9}$	$5{,}29 \cdot 10^{5}$	$1{,}10 \cdot 10^{5}$	$-4{,}19 \cdot 10^{5}$
	ФГУП «ГХК»	$2{,}45 \cdot 10^{11}$	$4{,}44 \cdot 10^{5}$	$4{,}11 \cdot 10^{5}$	$-3{,}30 \cdot 10^{4}$
	АО «ОДЦ УГР»	$3{,}96 \cdot 10^{10}$	$8{,}63 \cdot 10^{6}$	$2{,}07 \cdot 10^{7}$	$+1{,}21 \cdot 10^{7}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$4{,}23 \cdot 10^{8}$	$1{,}22 \cdot 10^{5}$	$1{,}73 \cdot 10^{5}$	$+5{,}10 \cdot 10^{4}$
КЮРИЙ-242			$8{,}75 \cdot 10^{5}$	$6{,}73 \cdot 10^{5}$	$-2{,}02 \cdot 10^{5}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$8{,}73 \cdot 10^{7}$	$8{,}75 \cdot 10^{5}$	$6{,}73 \cdot 10^{5}$	$-2{,}02 \cdot 10^{5}$
КЮРИЙ-244			$1{,}70 \cdot 10^{7}$	$1{,}11 \cdot 10^{7}$	$-5{,}90 \cdot 10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6{,}75 \cdot 10^{9}$	$1{,}70 \cdot 10^{7}$	$1{,}11 \cdot 10^{7}$	$-5{,}90 \cdot 10^{6}$
МАРГАНЕЦ-54			$2{,}33 \cdot 10^{8}$	$4{,}37 \cdot 10^{8}$	$+2{,}04 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$8{,}20 \cdot 10^{12}$	-	$9{,}72 \cdot 10^{3}$	$+9{,}72 \cdot 10^{3}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}23 \cdot 10^{11}$	$2{,}05 \cdot 10^{6}$	$2{,}18 \cdot 10^{6}$	$+1{,}30 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$3{,}10 \cdot 10^{11}$	$3{,}35 \cdot 10^{6}$	$3{,}43 \cdot 10^{6}$	$+8{,}00 \cdot 10^{4}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$8{,}21 \cdot 10^{11}$	$9{,}43 \cdot 10^{7}$	$2{,}80 \cdot 10^{8}$	$+1{,}86 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$7{,}38 \cdot 10^{11}$	$2{,}50 \cdot 10^{6}$	$8{,}86 \cdot 10^{6}$	$+6{,}36 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$5{,}10 \cdot 10^{13}$	$2{,}67 \cdot 10^{7}$	$7{,}44 \cdot 10^{7}$	$+4{,}77 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3{,}67 \cdot 10^{10}$	$1{,}33 \cdot 10^{7}$	$1{,}42 \cdot 10^{7}$	$+9{,}00 \cdot 10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$1{,}38 \cdot 10^{12}$	$1{,}24 \cdot 10^{7}$	$2{,}10 \cdot 10^{6}$	$-1{,}03 \cdot 10^{7}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}13 \cdot 10^{11}$	$7{,}87 \cdot 10^{7}$	$5{,}22 \cdot 10^{7}$	$-2{,}65 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}35 \cdot 10^{9}$	-	$5{,}77 \cdot 10^{4}$	$+5{,}77 \cdot 10^{4}$
МЫШЬЯК-76			$2{,}98 \cdot 10^{7}$	$1{,}42 \cdot 10^{8}$	$+1{,}12 \cdot 10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6{,}97 \cdot 10^{9}$	$2{,}98 \cdot 10^{7}$	$1{,}42 \cdot 10^{8}$	$+1{,}12 \cdot 10^{8}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешён-ный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
НИОБИЙ-95			$1{,}02\cdot10^{8}$	$7{,}37\cdot10^{7}$	$-3{,}23\cdot10^{7}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$3{,}87\cdot10^{10}$	$8{,}26\cdot10^{7}$	$6{,}17\cdot10^{7}$	$-2{,}09\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3{,}08\cdot10^{11}$	$8{,}45\cdot10^{6}$	$9{,}05\cdot10^{6}$	$+6{,}00\cdot10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$1{,}13\cdot10^{13}$	$3{,}79\cdot10^{6}$	$1{,}64\cdot10^{6}$	$-2{,}15\cdot10^{6}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4{,}55\cdot10^{8}$	$1{,}08\cdot10^{7}$	$1{,}17\cdot10^{6}$	$-9{,}63\cdot10^{6}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9{,}12\cdot10^{7}$	$1{,}98\cdot10^{5}$	$1{,}53\cdot10^{5}$	$-4{,}50\cdot10^{4}$
ПЛУТОНИЙ-238			$8{,}18\cdot10^{8}$	$3{,}54\cdot10^{9}$	$+2{,}72\cdot10^{9}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1{,}52\cdot10^{7}$	$3{,}89\cdot10^{2}$	$9{,}68\cdot10^{3}$	$+9{,}29\cdot10^{3}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}07\cdot10^{10}$	$2{,}33\cdot10^{7}$	$2{,}75\cdot10^{7}$	$+4{,}20\cdot10^{6}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6{,}75\cdot10^{8}$	$2{,}44\cdot10^{4}$	$1{,}36\cdot10^{4}$	$-1{,}08\cdot10^{4}$
	ФГУП «ГХК»	$1{,}26\cdot10^{11}$	$7{,}95\cdot10^{8}$	$3{,}51\cdot10^{9}$	$+2{,}72\cdot10^{9}$
ПЛУТОНИЙ-239			$9{,}22\cdot10^{8}$	$2{,}21\cdot10^{9}$	$+1{,}29\cdot10^{9}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$1{,}03\cdot10^{8}$	$1{,}44\cdot10^{6}$	$2{,}67\cdot10^{6}$	$+1{,}23\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4{,}93\cdot10^{9}$	$2{,}48\cdot10^{7}$	$2{,}86\cdot10^{7}$	$+3{,}80\cdot10^{6}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$9{,}08\cdot10^{7}$	$3{,}89\cdot10^{2}$	$9{,}68\cdot10^{3}$	$+9{,}29\cdot10^{3}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6.19\cdot10^{8}$	$1{,}26\cdot10^{5}$	$1{,}35\cdot10^{5}$	$+9{,}00\cdot10^{3}$
	ФГУП «ГХК»	$3{,}98\cdot10^{11}$	$6{,}12\cdot10^{9}$	$1{,}45\cdot10^{9}$	$+8{,}38\cdot10^{8}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}03\cdot10^{10}$	$2{,}83\cdot10^{8}$	$7{,}33\cdot10^{8}$	$+4{,}50\cdot10^{8}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$5{,}56\cdot10^{6}$	$3{,}45\cdot10^{5}$	$1{,}81\cdot10^{5}$	$-1{,}64\cdot10^{5}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$2.35\cdot10^{8}$	$4{,}08\cdot10^{4}$	$7{,}63\cdot10^{4}$	$+3{,}55\cdot10^{4}$
ПОЛОНИЙ-210			$1{,}44\cdot10^{6}$	$2{,}67\cdot10^{6}$	$+1{,}23\cdot10^{6}$
	АО «ЧМЗ»	$9{,}87\cdot10^{8}$	-	$2{,}13\cdot10^{4}$	$+2{,}13\cdot10^{4}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$1{,}03\cdot10^{8}$	$1{,}44\cdot10^{6}$	$2{,}69\cdot10^{6}$	$+1{,}25\cdot10^{6}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$2{,}39\cdot10^{5}$	$3{,}09\cdot10^{3}$	$2{,}66\cdot10^{3}$	$-4{,}30\cdot10^{2}$
РАДИЙ-226			$4{,}07\cdot10^{6}$	$6{,}05\cdot10^{6}$	$+1{,}98\cdot10^{6}$
	АО «ЧМЗ»	$1{,}11\cdot10^{9}$	$4{,}07\cdot10^{6}$	$6{,}05\cdot10^{6}$	$+1{,}98\cdot10^{6}$
РАДОН-222			$7{,}07\cdot10^{14}$	$7{,}76\cdot10^{14}$	$+6{,}90\cdot10^{13}$
	ПАО «ППГХО»	$4{,}62\cdot10^{15}$	$7{,}07\cdot10^{14}$	$7{,}76\cdot10^{14}$	$+6{,}90\cdot10^{13}$
РУБИДИЙ-88			$5{,}23\cdot10^{11}$	$4{,}60\cdot10^{11}$	$-6{,}30\cdot10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7{,}44\cdot10^{13}$	$5{,}23\cdot10^{11}$	$4{,}60\cdot10^{11}$	$-6{,}30\cdot10^{10}$
РУБИДИЙ-89			$2{,}01\cdot10^{10}$	$7{,}19\cdot10^{9}$	$-1{,}29\cdot10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5{,}89\cdot10^{13}$	$2{,}01\cdot10^{10}$	$7{,}19\cdot10^{9}$	$-1{,}29\cdot10^{10}$
РУТЕНИЙ-103			$1{,}63\cdot10^{7}$	$1{,}24\cdot10^{7}$	$-3{,}90\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}27\cdot10^{9}$	$7{,}77\cdot10^{6}$	$3{,}45\cdot10^{6}$	$-4{,}32\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3{,}70\cdot10^{11}$	$8{,}46\cdot10^{6}$	$8{,}73\cdot10^{6}$	$+2{,}70\cdot10^{5}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9{,}12\cdot10^{7}$	$1{,}06\cdot10^{5}$	$1{,}19\cdot10^{5}$	$+1{,}30\cdot10^{4}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}25\cdot10^{10}$	-	$5{,}53\cdot10^{4}$	$+5{,}53\cdot10^{4}$
РУТЕНИЙ-106			$7{,}37\cdot10^{8}$	$1{,}03\cdot10^{9}$	$+2{,}93\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5{,}90\cdot10^{9}$	$1{,}70\cdot10^{7}$	$6{,}24\cdot10^{4}$	$-1{,}69\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$8{,}29\cdot10^{10}$	$8{,}45\cdot10^{6}$	$8{,}66\cdot10^{6}$	$+2{,}10\cdot10^{5}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4{,}05\cdot10^{10}$	$7{,}11\cdot10^{8}$	$1{,}02\cdot10^{9}$	$+3{,}09\cdot10^{8}$
	ФГУП «ГХК»	$4{,}10\cdot10^{9}$	$4{,}00\cdot10^{3}$	$1{,}25\cdot10^{5}$	$+1{,}21\cdot10^{5}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$6{,}85\cdot10^{9}$	$9{,}64\cdot10^{5}$	$1{,}07\cdot10^{6}$	$+1{,}06\cdot10^{5}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$8{,}24\cdot10^{9}$	-	$2{,}01\cdot10^{5}$	$+2{,}01\cdot10^{5}$
СВИНЕЦ-210			$2{,}61\cdot10^{6}$	$3{,}93\cdot10^{6}$	$+1{,}32\cdot10^{6}$
	АО «ЧМЗ»	$9{,}87\cdot10^{8}$	-	$2{,}13\cdot10^{4}$	$+2{,}13\cdot10^{4}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$5{,}18\cdot10^{8}$	$2{,}61\cdot10^{6}$	$3{,}91\cdot10^{6}$	$+1{,}30\cdot10^{6}$
СВИНЕЦ-214			$9{,}47\cdot10^{13}$	$1{,}10\cdot10^{14}$	$+1{,}53\cdot10^{13}$
	ПАО «ППГХО»	$5{,}11\cdot10^{14}$	$9{,}47\cdot10^{13}$	$1{,}10\cdot10^{14}$	$+1{,}53\cdot10^{13}$
СЕЛЕН-75			$1{,}93\cdot10^{9}$	$7{,}13\cdot10^{4}$	$-1{,}93\cdot10^{9}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6{,}08\cdot10^{12}$	$1{,}93\cdot10^{9}$	$7{,}13\cdot10^{4}$	$-1{,}93\cdot10^{9}$
СТРОНЦИЙ-89			$1{,}54\cdot10^{7}$	$1{,}54\cdot10^{7}$	-
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}73\cdot10^{10}$	$1{,}54\cdot10^{7}$	$1{,}54\cdot10^{7}$	-
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$5{,}61\cdot10^{9}$	-	$5{,}53\cdot10^{3}$	$+5{,}53\cdot10^{3}$
СТРОНЦИЙ-90			$7{,}42\cdot10^{8}$	$1{,}14\cdot10^{9}$	$+3{,}98\cdot10^{8}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$2{,}07\cdot10^{9}$	$1{,}05\cdot10^{7}$	$1{,}56\cdot10^{7}$	$+5{,}10\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$3{,}21\cdot10^{8}$	-	$2{,}00\cdot10^{4}$	$+2{,}00\cdot10^{4}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}30\cdot10^{11}$	$2{,}02\cdot10^{6}$	$3{,}08\cdot10^{6}$	$+1{,}06\cdot10^{6}$
	АО «ОДЦ УГР»	$7{,}75\cdot10^{9}$	$2{,}93\cdot10^{6}$	$3{,}36\cdot10^{6}$	$+4{,}30\cdot10^{5}$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$4{,}45\cdot10^{8}$	-	$6{,}85\cdot10^{6}$	$+6{,}85\cdot10^{6}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$2{,}33\cdot10^{9}$	$4{,}27\cdot10^{5}$	$5{,}39\cdot10^{6}$	$+4{,}96\cdot10^{6}$
	ФГУП «ГХК»	$4{,}79\cdot10^{10}$	$3{,}19\cdot10^{7}$	$3{,}60\cdot10^{7}$	$+4{,}10\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}14\cdot10^{10}$	$6{,}52\cdot10^{4}$	$5{,}93\cdot10^{4}$	$-5{,}90\cdot10^{3}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$9{,}55\cdot10^{10}$	$6{,}92\cdot10^{8}$	$1{,}07\cdot10^{9}$	$+3{,}78\cdot10^{8}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$3{,}41\cdot10^{9}$	$8{,}37\cdot10^{5}$	$9{,}67\cdot10^{3}$	$-8{,}27\cdot10^{5}$
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	$5{,}99\cdot10^{8}$	$1{,}16\cdot10^{6}$	$7{,}51\cdot10^{5}$	$-4{,}09\cdot10^{5}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9{,}35\cdot10^{8}$	$1{,}54\cdot10^{5}$	$1{,}38\cdot10^{5}$	$-1{,}60\cdot10^{4}$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$3{,}22\cdot10^{9}$	$3{,}02\cdot10^{9}$	$-2{,}00\cdot10^{8}$
	АО «СХК»	$1{,}37\cdot10^{11}$	$3{,}22\cdot10^{9}$	$3{,}02\cdot10^{9}$	$-2{,}00\cdot10^{8}$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$3{,}18\cdot10^{9}$	$2{,}95\cdot10^{9}$	$-2{,}30\cdot10^{8}$
	АО «СХК»	$3{,}51\cdot10^{11}$	$3{,}18\cdot10^{9}$	$2{,}95\cdot10^{9}$	$-2{,}30\cdot10^{8}$
СУММА ИРГ			$3{,}53\cdot10^{16}$	$4{,}34\cdot10^{16}$	$+8{,}10\cdot10^{15}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$1{,}79\cdot10^{17}$	$3{,}51\cdot10^{11}$	$2{,}66\cdot10^{11}$	$-8{,}50\cdot10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$6{,}10\cdot10^{15}$	$1{,}22\cdot10^{12}$	$1{,}12\cdot10^{12}$	$-1{,}00\cdot10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1{,}24\cdot10^{15}$	$3{,}35\cdot10^{14}$	$3{,}56\cdot10^{14}$	$+2{,}1\cdot10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1{,}98\cdot10^{15}$	$2{,}56\cdot10^{11}$	$3{,}44\cdot10^{12}$	$+3{,}18\cdot10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$4{,}14\cdot10^{15}$	$6{,}65\cdot10^{12}$	$5{,}41\cdot10^{12}$	$-1{,}24\cdot10^{12}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2{,}42\cdot10^{16}$	$2{,}50\cdot10^{14}$	$2{,}16\cdot10^{14}$	$-3{,}40\cdot10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}97\cdot10^{16}$	$3{,}36\cdot10^{14}$	$2{,}35\cdot10^{14}$	$-1{,}01\cdot10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$3{,}45\cdot10^{15}$	$8{,}47\cdot10^{12}$	$3{,}60\cdot10^{13}$	$+2{,}75\cdot10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$8{,}60\cdot10^{14}$	$1{,}23\cdot10^{13}$	$8{,}63\cdot10^{12}$	$-3{,}67\cdot10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}03\cdot10^{18}$	$2{,}13\cdot10^{14}$	$1{,}77\cdot10^{14}$	$-3{,}60\cdot10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$2{,}92\cdot10^{21}$	$3{,}97\cdot10^{9}$	$4{,}33\cdot10^{9}$	$+3{,}60\cdot10^{8}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$2{,}70\cdot10^{16}$	$2{,}70\cdot10^{13}$	$2{,}53\cdot10^{13}$	$-1{,}70\cdot10^{12}$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$4{,}36\cdot10^{12}$	$1{,}58\cdot10^{10}$	$1{,}30\cdot10^{10}$	$-2{,}80\cdot10^{9}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$3{,}13\cdot10^{17}$	$3{,}07\cdot10^{15}$	$3{,}48\cdot10^{15}$	$+4{,}10\cdot10^{14}$
	ФГУП «Атомфлот»	$6{,}73\cdot10^{14}$	$6{,}25\cdot10^{10}$	$3{,}11\cdot10^{11}$	$+2{,}49\cdot10^{11}$
	ФГУП «ГХК»	$1{,}10\cdot10^{18}$	$2{,}20\cdot10^{11}$	$3{,}41\cdot10^{11}$	$+1{,}21\cdot10^{11}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}48\cdot10^{16}$	$2{,}19\cdot10^{13}$	$1{,}51\cdot10^{13}$	$-6{,}80\cdot10^{12}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4{,}08\cdot10^{17}$	$3{,}10\cdot10^{16}$	$3{,}88\cdot10^{16}$	$+7{,}80\cdot10^{15}$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$2{,}05\cdot10^{10}$	$1{,}01\cdot10^{10}$	$-1{,}04\cdot10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6{,}90\cdot10^{10}$	$4{,}76\cdot10^{7}$	$4{,}86\cdot10^{7}$	$+1{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$7{,}57\cdot10^{6}$	$6{,}88\cdot10^{3}$	$2{,}04\cdot10^{4}$	$+1{,}35\cdot10^{4}$
	АО «ЧМЗ»	$1{,}03\cdot10^{10}$	$2{,}08\cdot10^{7}$	$2{,}16\cdot10^{7}$	$+8{,}00\cdot10^{5}$
	АО «ПО «ЭХЗ»	$1{,}90\cdot10^{10}$	$1{,}13\cdot10^{8}$	$3{,}84\cdot10^{7}$	$-7{,}46\cdot10^{7}$
	АО «УЭХК»	$6{,}12\cdot10^{8}$	$5{,}84\cdot10^{7}$	$1{,}24\cdot10^{8}$	$+6{,}56\cdot10^{7}$
	ПАО «НЗХК»	$3{,}76\cdot10^{10}$	$6{,}76\cdot10^{7}$	$1{,}54\cdot10^{8}$	$+8{,}64\cdot10^{7}$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$1{,}06\cdot10^{9}$	$2{,}45\cdot10^{7}$	$2{,}24\cdot10^{7}$	$-2{,}10\cdot10^{6}$
	ФГУП «ПСЗ»	$6{,}29\cdot10^{5}$	$7{,}56\cdot10^{4}$	$5{,}19\cdot10^{4}$	$-2{,}37\cdot10^{4}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6{,}66\cdot10^{10}$	$2{,}44\cdot10^{9}$	$3{,}54\cdot10^{9}$	$+1{,}10\cdot10^{9}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$4{,}20\cdot10^{10}$	$1{,}77\cdot10^{10}$	$6{,}12\cdot10^{9}$	$-1{,}16\cdot10^{10}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$4{,}92\cdot10^{8}$	$1{,}33\cdot10^{5}$	$7{,}89\cdot10^{4}$	$-5{,}41\cdot10^{4}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1{,}52\cdot10^{10}$	$6{,}67\cdot10^{4}$	$5{,}81\cdot10^{4}$	$-8{,}60\cdot10^{3}$
СУРЬМА-124			$9{,}30\cdot10^{5}$	$2{,}11\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}12\cdot10^{10}$	$9{,}30\cdot10^{5}$	$2{,}11\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
СУРЬМА-125			$4{,}89\cdot10^{7}$	$5{,}82\cdot10^{7}$	$+9{,}30\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}20\cdot10^{11}$	$2{,}88\cdot10^{7}$	$3{,}45\cdot10^{7}$	$+5{,}70\cdot10^{6}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3{,}48\cdot10^{9}$	$2{,}01\cdot10^{7}$	$2{,}37\cdot10^{7}$	$+3{,}60\cdot10^{6}$
ТЕХНЕЦИЙ-99М			$4{,}46\cdot10^{8}$	$5{,}56\cdot10^{8}$	$+1{,}10\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}53\cdot10^{11}$	$4{,}46\cdot10^{8}$	$5{,}56\cdot10^{8}$	$+1{,}10\cdot10^{8}$
ТОРИЙ-230			$4{,}00\cdot10^{6}$	$6{,}01\cdot10^{6}$	$+2{,}01\cdot10^{6}$
	АО «ЧМЗ»	$1{,}03\cdot10^{9}$	$4{,}00\cdot10^{6}$	$6{,}01\cdot10^{6}$	$+2{,}01\cdot10^{6}$
ТОРИЙ-232			$9{,}10\cdot10^{8}$	$8{,}04\cdot10^{8}$	$-1{,}06\cdot10^{8}$
	АО «ЧМЗ»	$2{,}05\cdot10^{8}$	$1{,}23\cdot10^{6}$	$1{,}84\cdot10^{6}$	$+6{,}10\cdot10^{5}$
	ПАО «ППГХО»	$8{,}46\cdot10^{9}$	$9{,}09\cdot10^{8}$	$8{,}03\cdot10^{8}$	$-1{,}06\cdot10^{8}$
ТОРИЙ-234			$8{,}75\cdot10^{5}$	$7{,}05\cdot10^{5}$	$-1{,}70\cdot10^{5}$
	АО «ЧМЗ»	$1{,}29\cdot10^{7}$	$8{,}75\cdot10^{5}$	$7{,}05\cdot10^{5}$	$-1{,}70\cdot10^{5}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
ТРИТИЙ			$1{,}61 \cdot 10^{15}$	$1{,}43 \cdot 10^{15}$	$-1{,}80 \cdot 10^{14}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$4{,}01 \cdot 10^{13}$	$2{,}30 \cdot 10^{12}$	$3{,}60 \cdot 10^{12}$	$+1{,}30 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$6{,}56 \cdot 10^{16}$	$9{,}67 \cdot 10^{11}$	$1{,}80 \cdot 10^{12}$	$+8{,}33 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}98 \cdot 10^{14}$	$2{,}96 \cdot 10^{10}$	$2{,}67 \cdot 10^{10}$	$-2{,}90 \cdot 10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1{,}99 \cdot 10^{14}$	$5{,}32 \cdot 10^{8}$	$4{,}99 \cdot 10^{8}$	$-3{,}30 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$4{,}23 \cdot 10^{14}$	$1{,}04 \cdot 10^{11}$	$6{,}48 \cdot 10^{10}$	$-3{,}92 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1{,}28 \cdot 10^{15}$	$2{,}32 \cdot 10^{12}$	$2{,}06 \cdot 10^{12}$	$-2{,}60 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$8{,}89 \cdot 10^{14}$	$6{,}08 \cdot 10^{11}$	$6{,}60 \cdot 10^{11}$	$+5{,}20 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}03 \cdot 10^{15}$	$1{,}20 \cdot 10^{12}$	$1{,}92 \cdot 10^{12}$	$+7{,}20 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6{,}15 \cdot 10^{14}$	$7{,}07 \cdot 10^{12}$	$1{,}09 \cdot 10^{13}$	$+3{,}83 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$4{,}55 \cdot 10^{14}$	$1{,}23 \cdot 10^{12}$	$1{,}26 \cdot 10^{12}$	$+3{,}00 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$4{,}79 \cdot 10^{16}$	$1{,}23 \cdot 10^{10}$	$1{,}17 \cdot 10^{9}$	$-1{,}11 \cdot 10^{10}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$3{,}94 \cdot 10^{12}$	$6{,}04 \cdot 10^{9}$	$3{,}69 \cdot 10^{10}$	$+3{,}09 \cdot 10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7{,}12 \cdot 10^{14}$	$5{,}36 \cdot 10^{12}$	$4{,}68 \cdot 10^{12}$	$-6{,}80 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}90 \cdot 10^{16}$	$1{,}44 \cdot 10^{15}$	$1{,}28 \cdot 10^{15}$	$-1{,}60 \cdot 10^{14}$
	ФГУП «ГХК»	$9{,}80 \cdot 10^{15}$	$2{,}19 \cdot 10^{12}$	$3{,}49 \cdot 10^{12}$	$+1{,}30 \cdot 10^{12}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$1{,}06 \cdot 10^{15}$	$1{,}19 \cdot 10^{14}$	$1{,}19 \cdot 10^{14}$	-
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$1{,}85 \cdot 10^{14}$	$2{,}53 \cdot 10^{13}$	$2{,}18 \cdot 10^{12}$	$-2{,}31 \cdot 10^{13}$
УГЛЕРОД-14			$3{,}40 \cdot 10^{12}$	$3{,}72 \cdot 10^{12}$	$+3{,}20 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$7{,}45 \cdot 10^{14}$	$8{,}10 \cdot 10^{7}$	$9{,}77 \cdot 10^{7}$	$+1{,}67 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$2{,}72 \cdot 10^{12}$	$1{,}11 \cdot 10^{9}$	$1{,}04 \cdot 10^{9}$	$-7{,}00 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$2{,}76 \cdot 10^{12}$	$5{,}22 \cdot 10^{8}$	$5{,}04 \cdot 10^{8}$	$-1{,}80 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$5{,}91 \cdot 10^{12}$	$3{,}41 \cdot 10^{10}$	$9{,}47 \cdot 10^{8}$	$-3{,}32 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1{,}12 \cdot 10^{13}$	$1{,}22 \cdot 10^{11}$	$1{,}15 \cdot 10^{11}$	$-7{,}00 \cdot 10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}29 \cdot 10^{13}$	$7{,}38 \cdot 10^{11}$	$8{,}36 \cdot 10^{11}$	$+9{,}80 \cdot 10^{10}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешён-ный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}34 \cdot 10^{13}$	$7{,}80 \cdot 10^{11}$	$7{,}00 \cdot 10^{11}$	$-8{,}00 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$8{,}75 \cdot 10^{12}$	$1{,}01 \cdot 10^{12}$	$1{,}55 \cdot 10^{12}$	$+5{,}40 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$6{,}60 \cdot 10^{12}$	$1{,}01 \cdot 10^{11}$	$1{,}12 \cdot 10^{11}$	$+1{,}10 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$7{,}30 \cdot 10^{14}$	$2{,}31 \cdot 10^{9}$	$2{,}30 \cdot 10^{8}$	$-2{,}08 \cdot 10^{9}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}20 \cdot 10^{13}$	$6{,}16 \cdot 10^{11}$	$3{,}19 \cdot 10^{11}$	$-2{,}97 \cdot 10^{11}$
ХРОМ-51			$6{,}12 \cdot 10^{7}$	$1{,}28 \cdot 10^{8}$	$+6{,}68 \cdot 10^{7}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4{,}96 \cdot 10^{10}$	$4{,}74 \cdot 10^{7}$	$1{,}17 \cdot 10^{8}$	$+6{,}96 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}91 \cdot 10^{10}$	-	$2{,}06 \cdot 10^{5}$	$+2{,}06 \cdot 10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$2{,}88 \cdot 10^{14}$	$1{,}38 \cdot 10^{7}$	$1{,}09 \cdot 10^{7}$	$-2{,}90 \cdot 10^{6}$
ЦЕЗИЙ-134			$1{,}14 \cdot 10^{9}$	$6{,}85 \cdot 10^{8}$	$-4{,}55 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$9{,}00 \cdot 10^{10}$	$1{,}04 \cdot 10^{5}$	$7{,}98 \cdot 10^{4}$	$-2{,}42 \cdot 10^{4}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$9{,}00 \cdot 10^{8}$	$1{,}22 \cdot 10^{6}$	$9{,}69 \cdot 10^{5}$	$-2{,}51 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$9{,}00 \cdot 10^{8}$	$2{,}03 \cdot 10^{4}$	$2{,}06 \cdot 10^{4}$	$+3{,}00 \cdot 10^{2}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$9{,}00 \cdot 10^{8}$	$1{,}04 \cdot 10^{7}$	$1{,}18 \cdot 10^{7}$	$+1{,}40 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}40 \cdot 10^{9}$	$8{,}77 \cdot 10^{6}$	$1{,}40 \cdot 10^{7}$	$+5{,}23 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$3{,}60 \cdot 10^{9}$	$1{,}77 \cdot 10^{6}$	$1{,}61 \cdot 10^{6}$	$-1{,}60 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}40 \cdot 10^{9}$	$2{,}00 \cdot 10^{8}$	$2{,}18 \cdot 10^{8}$	$+1{,}80 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$9{,}00 \cdot 10^{8}$	$5{,}51 \cdot 10^{7}$	$8{,}15 \cdot 10^{7}$	$+2{,}64 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$3{,}98 \cdot 10^{9}$	$4{,}00 \cdot 10^{7}$	$3{,}85 \cdot 10^{7}$	$-1{,}50 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$8{,}40 \cdot 10^{10}$	$2{,}02 \cdot 10^{7}$	$4{,}73 \cdot 10^{7}$	$+2{,}71 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$2{,}31 \cdot 10^{10}$	$2{,}19 \cdot 10^{5}$	$2{,}03 \cdot 10^{6}$	$+1{,}81 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$8{,}35 \cdot 10^{9}$	$8{,}52 \cdot 10^{6}$	$9{,}11 \cdot 10^{6}$	$+5{,}90 \cdot 10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$1{,}86 \cdot 10^{11}$	$1{,}65 \cdot 10^{6}$	$1{,}79 \cdot 10^{6}$	$+1{,}40 \cdot 10^{5}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}82 \cdot 10^{11}$	$2{,}65 \cdot 10^{8}$	$1{,}52 \cdot 10^{8}$	$-1{,}13 \cdot 10^{8}$
	ФГУП «ГХК»	$1{,}42 \cdot 10^{11}$	$2{,}84 \cdot 10^{4}$	$8{,}11 \cdot 10^{4}$	$+5{,}27 \cdot 10^{4}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}08 \cdot 10^{10}$	$5{,}28 \cdot 10^{8}$	$1{,}06 \cdot 10^{8}$	$-4{,}22 \cdot 10^{8}$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}25\cdot10^{10}$	-	$5{,}53\cdot10^{4}$	$+5{,}53\cdot10^{4}$
ЦЕЗИЙ-137			$2{,}83\cdot10^{9}$	$4{,}16\cdot10^{9}$	$+1{,}33\cdot10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$2{,}00\cdot10^{11}$	$1{,}39\cdot10^{5}$	$2{,}01\cdot10^{5}$	$+6{,}20\cdot10^{4}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$2{,}00\cdot10^{9}$	$8{,}53\cdot10^{6}$	$4{,}44\cdot10^{8}$	$+4{,}35\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$2{,}00\cdot10^{9}$	$2{,}08\cdot10^{4}$	$2{,}06\cdot10^{4}$	$-2{,}00\cdot10^{2}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2{,}00\cdot10^{9}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$1{,}84\cdot10^{7}$	$+5{,}50\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$4{,}00\cdot10^{9}$	$6{,}06\cdot10^{6}$	$7{,}61\cdot10^{6}$	$+1{,}55\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$4{,}00\cdot10^{9}$	$4{,}83\cdot10^{7}$	$4{,}45\cdot10^{7}$	$-3{,}80\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$4{,}00\cdot10^{9}$	$2{,}00\cdot10^{8}$	$2{,}23\cdot10^{8}$	$+2{,}30\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2{,}00\cdot10^{9}$	$5{,}47\cdot10^{7}$	$9{,}66\cdot10^{7}$	$+4{,}19\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$8{,}40\cdot10^{9}$	$5{,}33\cdot10^{7}$	$4{,}76\cdot10^{7}$	$-5{,}70\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2{,}12\cdot10^{11}$	$3{,}34\cdot10^{7}$	$7{,}61\cdot10^{7}$	$+4{,}27\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$4{,}37\cdot10^{10}$	$2{,}00\cdot10^{7}$	$7{,}83\cdot10^{7}$	$+5{,}83\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$4{,}03\cdot10^{9}$	$8{,}51\cdot10^{6}$	$9{,}19\cdot10^{6}$	$+6{,}80\cdot10^{5}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$1{,}64\cdot10^{11}$	$1{,}05\cdot10^{7}$	$1{,}42\cdot10^{6}$	$-9{,}08\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$1{,}17\cdot10^{10}$	$3{,}43\cdot10^{7}$	$2{,}83\cdot10^{7}$	$-6{,}00\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7{,}69\cdot10^{11}$	$1{,}10\cdot10^{9}$	$8{,}76\cdot10^{8}$	$-2{,}24\cdot10^{8}$
	АО «ОДЦ УГР»	$4{,}37\cdot10^{10}$	$1{,}13\cdot10^{7}$	$1{,}59\cdot10^{7}$	$+4{,}60\cdot10^{6}$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$3{,}42\cdot10^{8}$	$2{,}72\cdot10^{3}$	$9{,}63\cdot10^{3}$	$+6{,}91\cdot10^{3}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$2{,}59\cdot10^{9}$	$1{,}37\cdot10^{7}$	$1{,}96\cdot10^{7}$	$+5{,}90\cdot10^{6}$
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	$6{,}71\cdot10^{8}$	$1{,}72\cdot10^{5}$	$2{,}00\cdot10^{5}$	$+2{,}80\cdot10^{4}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1{,}83\cdot10^{8}$	$1{,}32\cdot10^{5}$	$1{,}44\cdot10^{5}$	$+1{,}20\cdot10^{4}$
	ФГУП «ГХК»	$4{,}80\cdot10^{11}$	$9{,}05\cdot10^{6}$	$1{,}12\cdot10^{7}$	$+2{,}15\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}84\cdot10^{10}$	$1{,}48\cdot10^{5}$	$8{,}29\cdot10^{4}$	$-6{,}51\cdot10^{4}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6{,}83\cdot10^{10}$	$1{,}08\cdot10^{9}$	$2{,}14\cdot10^{9}$	$+1{,}06\cdot10^{9}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$3{,}84\cdot10^{9}$	$1{,}21\cdot10^{7}$	$3{,}28\cdot10^{6}$	$-8{,}82\cdot10^{6}$
	ФГУП «Атомфлот»	$2{,}14\cdot10^{11}$	$1{,}14\cdot10^{8}$	$1{,}23\cdot10^{7}$	$-1{,}02\cdot10^{8}$
ЦЕЗИЙ-138			$1{,}48\cdot10^{11}$	-	$-1{,}48\cdot10^{11}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}13\cdot10^{13}$	$1{,}48\cdot10^{11}$	-	$-1{,}48\cdot10^{11}$

Окончание таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			в 2022 г.	в 2023 г.	
ЦЕРИЙ-141			$6{,}60\cdot10^{6}$	$2{,}51\cdot10^{5}$	$-6{,}35\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	8,47·10	$6{,}43\cdot10^{6}$	-	$-6{,}43\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}75\cdot10^{9}$	-	$3{,}35\cdot10^{4}$	$+3{,}35\cdot10^{4}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$2{,}74\cdot10^{8}$	$1{,}68\cdot10^{5}$	$2{,}18\cdot10^{5}$	$+5{,}00\cdot10^{4}$
ЦЕРИЙ-144			$7{,}67\cdot10^{8}$	$1{,}94\cdot10^{8}$	$-5{,}73\cdot10^{8}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6{,}33\cdot10^{9}$	$3{,}53\cdot10^{7}$	$1{,}17\cdot10^{8}$	$+8{,}17\cdot10^{7}$
	ФГУП «ГХК»	$2{,}10\cdot10^{8}$	$5{,}40\cdot10^{4}$	$1{,}27\cdot10^{5}$	$+7{,}30\cdot10^{4}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1{,}00\cdot10^{9}$	$7{,}09\cdot10^{5}$	$8{,}17\cdot10^{5}$	$+1{,}08\cdot10^{5}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}36\cdot10^{10}$	$7{,}31\cdot10^{8}$	$7{,}55\cdot10^{7}$	$-6{,}56\cdot10^{8}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$4{,}12\cdot10^{9}$	-	$1{,}50\cdot10^{5}$	$+1{,}50\cdot10^{5}$
ЦИНК-65			$4{,}18\cdot10^{7}$	$4{,}58\cdot10^{7}$	$+4{,}00\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2{,}34\cdot10^{11}$	$4{,}18\cdot10^{7}$	$4{,}58\cdot10^{7}$	$+4{,}00\cdot10^{6}$
ЦИРКОНИЙ-95			$3{,}16\cdot10^{7}$	$2{,}79\cdot10^{7}$	$-3{,}70\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$3{,}83\cdot10^{11}$	$9{,}00\cdot10^{5}$	$5{,}30\cdot10^{5}$	$-3{,}70\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}82\cdot10^{11}$	$9{,}26\cdot10^{4}$	$1{,}03\cdot10^{5}$	$+1{,}04\cdot10^{4}$
	АО «ЭО «Запорожская АЭС»	$5{,}84\cdot10^{12}$	$5{,}27\cdot10^{6}$	$2{,}55\cdot10^{6}$	$-2{,}72\cdot10^{6}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1{,}28\cdot10^{10}$	$2{,}36\cdot10^{7}$	$2{,}40\cdot10^{7}$	$+4{,}00\cdot10^{5}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}09\cdot10^{9}$	$1{,}59\cdot10^{6}$	$5{,}12\cdot10^{5}$	$-1{,}08\cdot10^{6}$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1{,}83\cdot10^{8}$	$1{,}10\cdot10^{5}$	$1{,}73\cdot10^{5}$	$+6{,}30\cdot10^{4}$

Таблица С.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2023 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2022 г.	2023 г.	
ЖЕЛЕЗО-59			$3{,}19\cdot10^{7}$	$2{,}84\cdot10^{7}$	$-3{,}50\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$3{,}90\cdot10^{10}$	$2{,}81\cdot10^{6}$	$3{,}67\cdot10^{6}$	$+8{,}60\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}18\cdot10^{11}$	$2{,}72\cdot10^{7}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$-5{,}50\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2{,}38\cdot10^{10}$	$1{,}88\cdot10^{6}$	$3{,}06\cdot10^{6}$	$+1{,}18\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$3{,}78\cdot10^{11}$	-	$1{,}73\cdot10^{4}$	$+1{,}73\cdot10^{4}$
ЙОД-131			$3{,}08\cdot10^{7}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$-9{,}10\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}82\cdot10^{12}$	$2{,}99\cdot10^{7}$	$2{,}17\cdot10^{7}$	$-8{,}20\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}94\cdot10^{9}$	$9{,}33\cdot10^{5}$	-	$-9{,}33\cdot10^{5}$
КОБАЛЬТ-58			$3{,}20\cdot10^{7}$	$2{,}77\cdot10^{7}$	$-4{,}30\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2{,}53\cdot10^{10}$	$5{,}70\cdot10^{6}$	$3{,}72\cdot10^{6}$	$-1{,}98\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}60\cdot10^{9}$	$4{,}29\cdot10^{5}$	$1{,}06\cdot10^{6}$	$+6{,}31\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}42\cdot10^{12}$	$2{,}45\cdot10^{7}$	$2{,}13\cdot10^{7}$	$-3{,}20\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$6{,}30\cdot10^{11}$	$1{,}35\cdot10^{6}$	$1{,}29\cdot10^{6}$	$-6{,}00\cdot10^{4}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}18\cdot10^{11}$	-	$3{,}32\cdot10^{5}$	$+3{,}32\cdot10^{5}$

Продолжение таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2022 г.	2023 г.	
КОБАЛЬТ-60			$4{,}84\cdot10^{8}$	$6{,}21\cdot10^{8}$	$+1{,}37\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}07\cdot10^{9}$	$3{,}07\cdot10^{6}$	$2{,}64\cdot10^{6}$	$-4{,}30\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1{,}67\cdot10^{10}$	$2{,}05\cdot10^{8}$	$2{,}11\cdot10^{8}$	$+6{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$6{,}00\cdot10^{9}$	$5{,}83\cdot10^{6}$	$3{,}72\cdot10^{6}$	$-2{,}11\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6{,}39\cdot10^{10}$	$1{,}17\cdot10^{7}$	$1{,}15\cdot10^{7}$	$-2{,}00\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}86\cdot10^{8}$	$5{,}04\cdot10^{5}$	$1{,}29\cdot10^{6}$	$+7{,}86\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}70\cdot10^{11}$	$3{,}06\cdot10^{7}$	$2{,}29\cdot10^{7}$	$-7{,}70\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$4{,}64\cdot10^{10}$	$1{,}50\cdot10^{8}$	$2{,}95\cdot10^{8}$	$+1{,}45\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2{,}20\cdot10^{11}$	$2{,}97\cdot10^{6}$	-	$-2{,}97\cdot10^{6}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6{,}36\cdot10^{7}$	$2{,}94\cdot10^{6}$	$6{,}56\cdot10^{4}$	$-2{,}87\cdot10^{6}$
	ФГУП «Атомфлот»	$1{,}39\cdot10^{6}$	$1{,}12\cdot10^{6}$	$3{,}91\cdot10^{4}$	$-1{,}08\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}39\cdot10^{11}$	-	$3{,}92\cdot10^{5}$	$+3{,}92\cdot10^{5}$
	ФГУП «ГХК»	$1{,}85\cdot10^{12}$	$7{,}02\cdot10^{7}$	$7{,}19\cdot10^{7}$	$+1{,}70\cdot10^{6}$
МАРГАНЕЦ-54			$1{,}64\cdot10^{8}$	$6{,}84\cdot10^{7}$	$-9{,}56\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$7{,}06\cdot10^{9}$	$9{,}36\cdot10^{6}$	$1{,}08\cdot10^{7}$	$+1{,}44\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$2{,}90\cdot10^{9}$	$3{,}89\cdot10^{7}$	$2{,}76\cdot10^{7}$	$-1{,}13\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2{,}34\cdot10^{10}$	$6{,}09\cdot10^{6}$	$3{,}94\cdot10^{6}$	$-2{,}15\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$5{,}25\cdot10^{8}$	$4{,}44\cdot10^{5}$	$1{,}10\cdot10^{6}$	$+6{,}56\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2{,}40\cdot10^{11}$	$3{,}93\cdot10^{7}$	$2{,}13\cdot10^{7}$	$-1{,}80\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6{,}34\cdot10^{9}$	$1{,}45\cdot10^{7}$	-	$-1{,}45\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$5{,}07\cdot10^{10}$	$2{,}04\cdot10^{6}$	$3{,}37\cdot10^{6}$	$+1{,}33\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}15\cdot10^{11}$	-	$3{,}32\cdot10^{5}$	$+3{,}32\cdot10^{5}$
ПЛУТОНИЙ-238			$1{,}59\cdot10^{10}$	$1{,}40\cdot10^{9}$	$-1{,}45\cdot10^{10}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$3{,}29\cdot10^{7}$	$5{,}40\cdot10^{5}$	$9{,}45\cdot10^{5}$	$+4{,}05\cdot10^{5}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$1{,}40\cdot10^{7}$	$1{,}40\cdot10^{5}$	$2{,}64\cdot10^{5}$	$+1{,}24\cdot10^{5}$
	ФГУП «ГХК»	$4{,}11\cdot10^{10}$	$1{,}59\cdot10^{10}$	$1{,}40\cdot10^{9}$	$-1{,}45\cdot10^{10}$
ПЛУТОНИЙ-239			$1{,}82\cdot10^{6}$	$8{,}57\cdot10^{6}$	$+6{,}75\cdot10^{6}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$2{,}51\cdot10^{7}$	$7{,}10\cdot10^{5}$	$1{,}41\cdot10^{6}$	$+7{,}00\cdot10^{5}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$1{,}30\cdot10^{7}$	$1{,}11\cdot10^{6}$	$7{,}16\cdot10^{6}$	$+6{,}05\cdot10^{6}$
РУТЕНИЙ-106			$2{,}50\cdot10^{8}$	$7{,}33\cdot10^{7}$	$-1{,}77\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}40\cdot10^{10}$	$2{,}42\cdot10^{6}$	$2{,}78\cdot10^{6}$	$+3{,}60\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1{,}75\cdot10^{10}$	$5{,}12\cdot10^{7}$	$3{,}30\cdot10^{7}$	$-1{,}82\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}90\cdot10^{9}$	$4{,}08\cdot10^{6}$	$1{,}08\cdot10^{7}$	$+6{,}72\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}88\cdot10^{11}$	$6{,}48\cdot10^{7}$	$2{,}60\cdot10^{7}$	$-3{,}88\cdot10^{7}$

Продолжение таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешён-ный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2022 г.	2023 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2{,}28 \cdot 10^{10}$	$1{,}24 \cdot 10^{8}$	-	$-1{,}24 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$6{,}27 \cdot 10^{9}$	$3{,}61 \cdot 10^{6}$	-	$-3{,}61 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$4{,}54 \cdot 10^{11}$	-	$8{,}51 \cdot 10^{5}$	$+8{,}51 \cdot 10^{5}$
СТРОНЦИЙ-89			$1{,}10 \cdot 10^{9}$	$1{,}21 \cdot 10^{9}$	$+1{,}10 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}12 \cdot 10^{13}$	$1{,}10 \cdot 10^{9}$	$1{,}21 \cdot 10^{9}$	$+1{,}10 \cdot 10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}66 \cdot 10^{10}$	$2{,}05 \cdot 10^{6}$	-	$-2{,}05 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}73 \cdot 10^{13}$	-	$3{,}32 \cdot 10^{5}$	$+3{,}32 \cdot 10^{5}$
СТРОНЦИЙ-90			$2{,}34 \cdot 10^{10}$	$6{,}04 \cdot 10^{9}$	$-1{,}74 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$5{,}37 \cdot 10^{9}$	$5{,}42 \cdot 10^{7}$	$2{,}80 \cdot 10^{7}$	$-2{,}62 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$4{,}29 \cdot 10^{9}$	$1{,}40 \cdot 10^{6}$	$9{,}00 \cdot 10^{5}$	$-5{,}00 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}71 \cdot 10^{12}$	$5{,}50 \cdot 10^{8}$	$6{,}06 \cdot 10^{8}$	$+5{,}60 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}54 \cdot 10^{9}$	$1{,}50 \cdot 10^{6}$	-	$-1{,}50 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «Атомфлот»	$1{,}22 \cdot 10^{9}$	$1{,}17 \cdot 10^{7}$	$2{,}44 \cdot 10^{6}$	$-9{,}26 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «ГХК»	$3{,}40 \cdot 10^{11}$	$7{,}11 \cdot 10^{8}$	$7{,}43 \cdot 10^{8}$	$+3{,}20 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}60 \cdot 10^{12}$	$6{,}68 \cdot 10^{4}$	$4{,}53 \cdot 10^{7}$	$+4{,}52 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1{,}95 \cdot 10^{12}$	$2{,}20 \cdot 10^{10}$	$4{,}60 \cdot 10^{9}$	$-1{,}74 \cdot 10^{10}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6{,}74 \cdot 10^{9}$	$2{,}49 \cdot 10^{7}$	$1{,}23 \cdot 10^{7}$	$-1{,}26 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$4{,}00 \cdot 10^{7}$	$2{,}56 \cdot 10^{6}$	$4{,}22 \cdot 10^{6}$	$+1{,}66 \cdot 10^{6}$
ТРИТИЙ			$3{,}83 \cdot 10^{13}$	$8{,}98 \cdot 10^{13}$	$+5{,}15 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$6{,}27 \cdot 10^{12}$	$1{,}30 \cdot 10^{11}$	$1{,}28 \cdot 10^{11}$	$-2{,}00 \cdot 10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1{,}35 \cdot 10^{13}$	$1{,}20 \cdot 10^{11}$	$6{,}35 \cdot 10^{10}$	$-5{,}65 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$8{,}76 \cdot 10^{12}$	$1{,}94 \cdot 10^{9}$	$8{,}65 \cdot 10^{8}$	$-1{,}08 \cdot 10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$5{,}61 \cdot 10^{13}$	$1{,}27 \cdot 10^{13}$	$1{,}20 \cdot 10^{13}$	$-7{,}00 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}02 \cdot 10^{14}$	$1{,}28 \cdot 10^{10}$	$3{,}15 \cdot 10^{10}$	$+1{,}87 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$4{,}20 \cdot 10^{14}$	$1{,}21 \cdot 10^{13}$	$2{,}24 \cdot 10^{13}$	$+1{,}03 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1{,}18 \cdot 10^{15}$	$1{,}29 \cdot 10^{13}$	$5{,}46 \cdot 10^{13}$	$+4{,}17 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$3{,}13 \cdot 10^{12}$	$7{,}91 \cdot 10^{10}$	$6{,}66 \cdot 10^{10}$	$-1{,}25 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$3{,}25 \cdot 10^{15}$	$6{,}51 \cdot 10^{9}$	$1{,}38 \cdot 10^{10}$	$+7{,}29 \cdot 10^{9}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1{,}22 \cdot 10^{13}$	$1{,}82 \cdot 10^{11}$	$1{,}20 \cdot 10^{11}$	$-6{,}20 \cdot 10^{10}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$2{,}90 \cdot 10^{12}$	$3{,}64 \cdot 10^{10}$	$3{,}15 \cdot 10^{11}$	$+2{,}79 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «Атомфлот»	$8{,}56 \cdot 10^{10}$	$5{,}76 \cdot 10^{10}$	-	$-5{,}76 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$2{,}00 \cdot 10^{11}$	$1{,}61 \cdot 10^{9}$	$3{,}05 \cdot 10^{10}$	$+2{,}89 \cdot 10^{10}$

Продолжение таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2022 г.	2023 г.	
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$1{,}46\cdot10^{10}$	$1{,}47\cdot10^{10}$	$+1{,}00\cdot10^{8}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$4{,}60\cdot10^{7}$	$2{,}36\cdot10^{6}$	$5{,}50\cdot10^{6}$	$+3{,}14\cdot10^{6}$
	ПАО «ППГХО»	$1{,}86\cdot10^{10}$	$1{,}43\cdot10^{10}$	$1{,}31\cdot10^{10}$	$-1{,}20\cdot10^{9}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$1{,}20\cdot10^{8}$	$1{,}30\cdot10^{6}$	$1{,}50\cdot10^{6}$	$+2{,}00\cdot10^{5}$
	ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»	$1{,}60\cdot10^{9}$	$3{,}16\cdot10^{8}$	$1{,}60\cdot10^{9}$	$+1{,}28\cdot10^{9}$
ХРОМ-51			$7{,}26\cdot10^{7}$	$2{,}69\cdot10^{7}$	$-4{,}57\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}12\cdot10^{14}$	$6{,}48\cdot10^{7}$	$2{,}60\cdot10^{7}$	$-3{,}88\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}13\cdot10^{12}$	$7{,}79\cdot10^{6}$	-	$-7{,}79\cdot10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$6{,}40\cdot10^{14}$	-	$9{,}11\cdot10^{5}$	$+9{,}11\cdot10^{5}$
ЦЕЗИЙ-134			$1{,}42\cdot10^{8}$	$2{,}19\cdot10^{8}$	$+7{,}70\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}73\cdot10^{9}$	$2{,}99\cdot10^{6}$	$3{,}37\cdot10^{6}$	$+3{,}80\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$6{,}47\cdot10^{9}$	$8{,}89\cdot10^{3}$	$8{,}88\cdot10^{3}$	$-1{,}00\cdot10$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$6{,}31\cdot10^{9}$	$3{,}63\cdot10^{7}$	$7{,}23\cdot10^{6}$	$-2{,}91\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1{,}18\cdot10^{10}$	$1{,}00\cdot10^{7}$	$1{,}09\cdot10^{7}$	$+9{,}00\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}73\cdot10^{8}$	$4{,}47\cdot10^{5}$	$1{,}20\cdot10^{6}$	$+7{,}53\cdot10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$7{,}40\cdot10^{10}$	$2{,}52\cdot10^{7}$	$2{,}15\cdot10^{7}$	$-3{,}70\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2{,}97\cdot10^{9}$	$6{,}60\cdot10^{7}$	$1{,}73\cdot10^{8}$	$+1{,}07\cdot10^{8}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2{,}26\cdot10^{9}$	$7{,}31\cdot10^{6}$	$8{,}32\cdot10^{5}$	$-6{,}48\cdot10^{6}$
	ФГУП «Атомфлот»	$5{,}45\cdot10^{7}$	$7{,}63\cdot10^{4}$	$1{,}58\cdot10^{5}$	$+8{,}17\cdot10^{4}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}35\cdot10^{12}$	-	$3{,}32\cdot10^{5}$	$+3{,}32\cdot10^{5}$
ЦЕЗИЙ-137			$3{,}17\cdot10^{9}$	$4{,}61\cdot10^{9}$	$+1{,}44\cdot10^{9}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}60\cdot10^{9}$	$6{,}58\cdot10^{7}$	$6{,}08\cdot10^{7}$	$-5{,}00\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$9{,}92\cdot10^{9}$	$1{,}37\cdot10^{4}$	$1{,}36\cdot10^{4}$	$-1{,}00\cdot10^{2}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$9{,}64\cdot10^{9}$	$7{,}74\cdot10^{7}$	$1{,}97\cdot10^{7}$	$-5{,}77\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1{,}27\cdot10^{10}$	$1{,}09\cdot10^{7}$	$1{,}81\cdot10^{7}$	$+7{,}20\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2{,}93\cdot10^{8}$	$6{,}98\cdot10^{7}$	$1{,}71\cdot10^{6}$	$-6{,}81\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1{,}18\cdot10^{11}$	$2{,}59\cdot10^{7}$	$2{,}15\cdot10^{7}$	$-4{,}40\cdot10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$4{,}36\cdot10^{9}$	$8{,}30\cdot10^{7}$	$1{,}81\cdot10^{8}$	$+9{,}80\cdot10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2{,}99\cdot10^{9}$	$6{,}07\cdot10^{6}$	$4{,}11\cdot10^{6}$	$-1{,}96\cdot10^{6}$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1{,}99\cdot10^{8}$	$1{,}12\cdot10^{7}$	$7{,}19\cdot10^{6}$	$-4{,}01\cdot10^{6}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РАДОН»	$1{,}20\cdot10^{9}$	$6{,}25\cdot10^{6}$	$5{,}51\cdot10^{7}$	$+4{,}89\cdot10^{7}$
	ФГУП «Атомфлот»	$5{,}71\cdot10^{7}$	$5{,}26\cdot10^{6}$	$1{,}29\cdot10^{7}$	$+7{,}64\cdot10^{6}$
	ФГУП «ГХК»	$7{,}54\cdot10^{11}$	$2{,}81\cdot10^{9}$	$4{,}22\cdot10^{9}$	$+1{,}41\cdot10^{9}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}74\cdot10^{12}$	$4{,}53\cdot10^{5}$	$9{,}32\cdot10^{5}$	$+4{,}79\cdot10^{5}$

Окончание таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешён-ный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2023 г. по сравнению с 2022 г.
			2022 г.	2023 г.	
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$9{,}00 \cdot 10^{7}$	$2{,}88 \cdot 10^{6}$	$4{,}22 \cdot 10^{6}$	$+1{,}34 \cdot 10^{6}$
ЦЕРИЙ-144			$1{,}16 \cdot 10^{8}$	$6{,}66 \cdot 10^{7}$	$-4{,}94 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}22 \cdot 10^{10}$	$4{,}67 \cdot 10^{6}$	$5{,}36 \cdot 10^{6}$	$+6{,}90 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$9{,}81 \cdot 10^{10}$	$1{,}26 \cdot 10^{5}$	$1{,}27 \cdot 10^{5}$	$+1{,}00 \cdot 10^{3}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2{,}28 \cdot 10^{10}$	$4{,}40 \cdot 10^{7}$	$2{,}84 \cdot 10^{7}$	$-1{,}56 \cdot 10^{7}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1{,}48 \cdot 10^{10}$	$2{,}50 \cdot 10^{6}$	$6{,}93 \cdot 10^{6}$	$+4{,}43 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$3{,}00 \cdot 10^{11}$	$5{,}82 \cdot 10^{7}$	$2{,}52 \cdot 10^{7}$	$-3{,}30 \cdot 10^{7}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$5{,}53 \cdot 10^{12}$	-	$6{,}04 \cdot 10^{5}$	$+6{,}04 \cdot 10^{5}$
ЦИНК-65			$6{,}70 \cdot 10^{7}$	$5{,}98 \cdot 10^{7}$	$-7{,}20 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1{,}91 \cdot 10^{10}$	$5{,}29 \cdot 10^{6}$	$5{,}77 \cdot 10^{6}$	$+4{,}80 \cdot 10^{5}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$2{,}37 \cdot 10^{10}$	$1{,}98 \cdot 10^{4}$	$1{,}98 \cdot 10^{4}$	-
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1{,}52 \cdot 10^{10}$	$1{,}29 \cdot 10^{7}$	$8{,}33 \cdot 10^{6}$	$-4{,}57 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6{,}70 \cdot 10^{10}$	$1{,}64 \cdot 10^{7}$	$1{,}75 \cdot 10^{7}$	$+1{,}10 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$7{,}68 \cdot 10^{8}$	$8{,}87 \cdot 10^{5}$	$2{,}26 \cdot 10^{6}$	$+1{,}37 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2{,}60 \cdot 10^{11}$	$2{,}85 \cdot 10^{7}$	$2{,}18 \cdot 10^{7}$	$-6{,}70 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$7{,}80 \cdot 10^{9}$	-	$4{,}05 \cdot 10^{6}$	$+4{,}05 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1{,}10 \cdot 10^{10}$	$2{,}95 \cdot 10^{6}$	-	$-2{,}95 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2{,}40 \cdot 10^{11}$	-	$1{,}73 \cdot 10^{4}$	$+1{,}73 \cdot 10^{4}$
ЦИРКОНИЙ-95			$3{,}16 \cdot 10^{7}$	$2{,}32 \cdot 10^{7}$	$-8{,}40 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$4{,}40 \cdot 10^{11}$	$2{,}87 \cdot 10^{7}$	$2{,}17 \cdot 10^{7}$	$-7{,}00 \cdot 10^{6}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$5{,}88 \cdot 10^{11}$	$2{,}93 \cdot 10^{6}$	$1{,}52 \cdot 10^{6}$	$-1{,}41 \cdot 10^{6}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1{,}66 \cdot 10^{12}$	-	$1{,}73 \cdot 10^{4}$	$+1{,}73 \cdot 10^{4}$

Приложение D

Средняя, максимальная и минимальная суточная Σβ атмосферных выпадений в Армении на станции «Аэрологическая», г. Ереван в 2023 году, Бк/м^2·сут

Месяц	Макс.	Мин.	Сред.	Сумма
Январь	2,55	0,02	0,84	26,03
Февраль	3,79	0,03	0,53	14,92
Март	1,30	0,05	0,41	12,79
Апрель	1,98	0,03	0,50	14,89
Май	3,00	0,05	0,66	20,54
Июнь	8,04	0,05	1,03	30,97
Июль	2,26	0,02	0,78	24,27
Август	2,54	0,05	0,41	12,74
Сентябрь	1,87	0,02	0,55	16,63
Октябрь	2,38	0,05	0,65	20,08
Ноябрь	1,92	0,05	0,39	11,72
Декабрь	1,93	0,04	0,48	14,80
Макс.	8,04	0,05	1,03	30,97
Мин.	1,3	0,02	0,39	11,72
Среднее				18,365
Год				220,38

Приложение Е

Объёмные активности Σβ, ^{137}Cs, ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2023 г.

Код	Субъект РФ	^{137}Cs,10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.	^{90}Sr, 10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.	Σβ, 10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.
01	Республика Адыгея	0,3**	0,07**	84**
02	Республика Алтай	0,3**	0,23**	189**
03	Республика Башкортостан	0,3**	0,23**	189**
04	Республика Бурятия	0,1**	0,10**	224**
05	Республика Дагестан	0,3**	0,07**	84**
06	Республика Ингушетия	0,3**	0,07**	84**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,3**	0,07**	84**
08	Республика Калмыкия	0,3**	0,07**	84**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,3**	0,07**	84**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,5/1,0*	0,11*	118/353*
11	Республика Коми (Сыктывкар)	0,1/0,3*	0,04*	43/656*
12	Республика Марий Эл	0,3**	0,04**	250**
13	Республика Мордовия	0,3**	0,04**	250**
14	Республика Саха (Якутия, Якутск)	0,1/0,1*	0,08*	207/637*
15	Республика Северная Осетия	0,3**	0,07**	84**
16	Республика Татарстан (Казань)	<0,1/0,1*	0,02*	288/998*
17	Республика Тыва (Кызыл)	<0,1/0,1*	0,05*	54/392*
18	Удмуртская Республика	0,3**	0,04**	250**
19	Республика Хакасия	0,3**	0,23**	189**
20	Чеченская Республика	0,3**	0,07**	84**
21	Чувашская Республика	0,3**	0,04**	250**
22	Алтайский край (Барнаул)	<0,1/0,1*	0,10*	39/134*
23	Камчатский край	0,1**	0,07**	143**
24	Краснодарский край	0,3**	0,07**	84**
25	Красноярский край (Красноярск) 100-км зона ГХК: Сухобузимское	<0,1/0,1* 0,2/1,7*	0,08* 0,06*	94/494* 267/2754*
26	Приморский край (Владивосток)	<0,1/0,1*	0,10*	182/587*
27	Ставропольский край	0,3**	0,07**	84**
28	Хабаровский край (Хабаровск)	<0,1/0,1*	0,08*	389/971*
29	Амурская область (Благовещенск)	<0,1/0,1*	0,19*	285/935*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,1/0,2* 0,1/0,2*	0,04* 0,04*	40/526* 63/518*
31	Астраханская область (Астрахань)	0,5/0,6*	0,08*	136/512*
32	Белгородская область	0,3**	0,04**	250**
33	Брянская область (Брянск)	0,4/0,7*	0,05*	66/135*
34	Владимирская область	0,3**	0,04**	250**
35	Волгоградская область (Волгоград)	0,2/0,2*	0,07*	51/184*
36	Вологодская область (Вологда)	0,1/0,3*	0,02*	37/488*
37	Воронежская область Нововоронеж	0,3** 0,7/1,7*	0,04** 0,04*	250**
38	Ивановская область	0,3**	0,04**	250**
39	Иркутская область (Иркутск) (Ангарск)	0,4/1,2* 0,1/0,2*	0,03* 0,15*	312/1669* 229/1051*
40	Калининградская область	0,2 **	0,05**	71**
41	Калужская область (Обнинск)	0,3** 0,4/0,7*	0,04** 0,06*	250** 260/2142*
42	Кемеровская область	0,3**	0,23**	189**
43	Кировская область (Киров)	0,2/0,2*	0,06*	152/548*
44	Костромская область	0,3**	0,04**	250**
45	Курганская область	0,3**	0,23**	189**
46	Курская область (Курск)	0,5/0,8*	0,05*	154/746*
47	Ленинградская область	0,2 **	0,05**	71**
48	Санкт-Петербург	0,3/1,0*	0,10*	80/245*
49	Липецкая область	0,3**	0,04**	250**
50	Магаданская область (Магадан)	<0,1/0,1*	0,06*	52/119*
51	Московская область (Подмосковная)	0,2/0,2*	0,03*	125/510*
52	Москва Тушино	0,3** 0,2/0,2*	0,04** 0,04*	250** 146/381*
53	Мурманская область (Мурманск) (Зашеек) (Кандалакша)	0,1/0,1* 0,1/0,1* 0,1/0,2*	0,01* 0,01* 0,02*	84/291* 75/256* 77/418*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,3/0,3*	0,06*	259/906*

Код	Субъект РФ	^{137}Cs,10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.	^{90}Sr, 10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.	Σβ, 10^{-6} Бк/м^3 среднее/макс.
55	Новгородская область	0,2 **	0,05**	71**
56	Новосибирская область	0,3**	0,23**	189**
57	Омская область (Омск)	<0,1/0,1*	0,04*	244/1041*
58	Оренбургская область	0,3**	0,04**	250**
59	Орловская область	0,3**	0,04**	250**
60	Пензенская область (Пенза)	0,1 /0,1*	0,01*	35/109*
61	Пермский край	0,3**	0,23**	189**
62	Псковская область	0,2 **	0,05**	71**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	0,3/0,4* 0,2/0,3*	0,07* 0,04*	107/326* 58/203*
64	Рязанская область	0,3**	0,04**	250**
65	Самарская область (Самара)	0,1/0,2*	0,04*	169/887*
66	Саратовская область	0,3**	0,04**	250**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	<0,1/0,1*	0,08*	144/338*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	1,0/2,0*	0,75*	496/890*
69	Смоленская область	0,3**	0,04**	250**
70	Тамбовская область	0,3**	0,04**	250**
71	Тверская область	0,3**	0,04**	250**
72	Томская область (Томск) (Колпашево)	<0,1/0,1* <0,1/0,1*	0,32* 0,06*	68/362* 12/69*
73	Тульская область	0,3**	0,04**	250**
74	Тюменская область	0,3**	0,23**	189**
75	Ульяновская область	0,3**	0,04**	250**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,3** 1,2/6,9* 0,7/1,5* 3,2/9,9*	0,23**	189** 156/479* 151/599* 155/474*
77	Забайкальский край (Чита)	<0,1/0,1*	0,07*	51/385*
78	Ярославская область	0,3**	0,04**	250**
79	Еврейский АО	0,1**	0,10**	224**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,1/0,1*	0,01*	25/209*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	0,3/0,8*	0,06*	106/421*
82	Чукотский АО	0,1**	0,07**	143**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,1/0,1*	0,11*	74/235*

Примечания: среднее/макс. – среднегодовое значение/максимальное значение (месячное или квартальное для ^{137}Cs, суточное – для Σβ);

* – значение, полученное экспериментальным (измеренным) путём, при наличии воздухофильтрующих установок (ВФУ) в данном субъекте РФ. Если на территории субъекта РФ расположено несколько ВФУ, то берётся их среднее значение;

** – значение, полученное расчётным путём, 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	$5{,}73\cdot10^{3}$ (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	$1{,}28\cdot10^{9}$ (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	$7{,}50\cdot10^{4}$ (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	$1{,}6\cdot10^{3}$ (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	$1{,}405\cdot10^{10}$ (лет)
^{99m}Tc	технеций-99m	6,006 (час)	^{234}U	уран-234	$2{,}445\cdot10^{5}$ (лет)
^{103}Ru	рутений-103	39,28 (сут)	^{235}U	уран-235	$7{,}04\cdot10^{8}$(лет)
^{106}Ru	рутений-106	368,2 (сут)	^{238}U	уран-238	$4{,}47\cdot10^{9}$ (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	$2{,}41\cdot10^{4}$ (лет)
^{113}Sn	олово-113	115,2 (сут)	^{240}Pu	плутоний-240	$6{,}54\cdot10^{3}$ (лет)
^{119m}Sn	олово-119m	250 (сут)	^{241}Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
^{122}Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	^{241}Am	америций-241	432 (лет)
^{124}Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	^{243}Am	америций-243	7380 (лет)
^{125}Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	^{252}Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2023 году

Ежегодник

Составитель Каткова Маргарита Николаевна

Технический редактор: *Козлова Е.Г.*

Корректор: *Иванова Н.А.*

Художник: *Ромашин Д.В.*

Дизайн обложки: *Игнатенко О.В.*

Компьютерная вёрстка: *Богачева Е.Г., Хомченкова Н.Б.*

Утверждено и подписано к печати 12.09.2024. Формат издания 60×84/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 39. Тираж 335 экз. Заказ № 20.

Оригинал-макет подготовлен ФГБУ «НПО «Тайфун», 249038, г. Обнинск, Калужская область, ул. Победы, 4.

Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 249035, г. Обнинск, ул. Королёва, 6.