

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

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



ЕЖЕГОДНИК РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ В 2022 ГОДУ

2023

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

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

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ
в 2022 году**

ЕЖЕГОДНИК

**ОБНИНСК
2023**

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, 2023

© ФГБУ «НПО «Тайфун», 2023

© Росгидромет, 2023

АВТОРЫ

Раздел 1

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Каткова М.Н., Гниломедов В.Д.

Раздел 2

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Каткова М.Н., Богачёва Е.Г., Полянская О.Н., Зубачева А.А., Уваров А.Д., Козлова Е.Г., Яхрюшин В.Н., Степанова К.В., Баратова З.А.

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., Шленская 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., Зятков П.А., Садырев Ю.А.

Раздел 4

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н., Епифанов А.О., Кузьмин В.С., Артемьев Г.Б.

Уральское УГМС Сердюк Г.Б., Банникова О.А., Замятина Э.А., Голубцова И.В.

Раздел 5

ФГБУ «НПО «Тайфун» Гниломедов В.Д.

РЦРКМ Республики Беларусь Трафимчик З.И., Глинская С.Н., Замаро А.В., Кадочникова А.В.,
Кудина Е.И.

ГНО «Центр гидрометеорологии Азизян Л., Асикян А.
и мониторинга» Министерства
окружающей среды Республики
Армения

Приложения

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Гниломедов В.Д., Козлова Е.Г., Богачёва Е.Г., Артюхова Л.И.,
Полухина А.М., Ромашин Д.В., Прякина 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	41
2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов Российской Федерации	42
2.1. Центральный федеральный округ	42
2.1.1. Радиационная обстановка в Москве и Московской области	47
2.1.2. РОО г. Обнинска.....	53
2.2. Северо-Западный федеральный округ	62
2.2.1. РОО г. Северодвинска	67
2.2.2. РОО на территории Мурманской области	77
2.3. Южный федеральный округ.....	83
2.3.1. Филиал «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО», г. Ростов	87
2.3.2. Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО»	88
2.3.3. Республика Крым.....	88
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ	90
2.4.1. Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «ФЭО»	92
2.5. Приволжский федеральный округ.....	93
2.5.1. «АО «ГНЦ НИИАР», г. Димитровград.....	98
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона	102
2.6. Уральский федеральный округ	107
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона.....	111
2.6.2. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»	114
2.6.3. Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»	115
2.7. Сибирский федеральный округ	116
2.7.1. ПАО «НЗХК»	120
2.7.2. Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»	126
2.7.3. АО «АЭХК» и ПХРО филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО».....	129
2.8. Дальневосточный федеральный округ.....	133
2.8.1. РОО на территории Камчатской области.....	137
2.8.2. ПАО «ППГХО».....	140
Список литературы к разделу 2	147
3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла	148
3.1. Балаковская АЭС	148
3.2. Белоярская АЭС и АО «ИРМ».....	157
3.3. Билибинская АЭС	171
3.4. Калининская АЭС	177
3.5. Кольская АЭС.....	187
3.6. Курская АЭС	197
3.7. Ленинградская АЭС.....	210
3.8. Нововоронежская АЭС.....	220
3.9. Ростовская АЭС	229
3.10. Смоленская АЭС.....	234
3.11. ФГУП «ПО «Маяк».....	242
3.12. ФГУП «ГХК».....	266
3.13. АО «СХК».....	285

3.14. АО «ПАТЭС»	293
Список литературы к разделу 3	298
4. Радиационная обстановка в районах, загрязнённых в результате аварий на ФГУП «ПО «Маяк» и на Чернобыльской АЭС	301
4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС).....	301
4.2. Территории ЕТР, загрязнённые в результате аварии на Чернобыльской АЭС	303
Список литературы к разделу 4	305
5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств	306
5.1. Республика Беларусь	306
5.2. Республика Армения	313
Список литературы к разделу 5	314
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2022 году	315
Приложение А	318
Приложение В	330
Приложение С	331
Приложение D	344
Приложение E.....	345
Приложение F.....	347

Список сокращений

АГ	–	аналитическая группа
АГС	–	автомобильная гамма-съемка
АМБ	–	опытные энергетические реакторы «Атом Мирный Большой», установленные на Белоярской АЭС
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
Аэфф	–	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)
ДКб	–	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 радиэкологического 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	–	плавающий 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 радиэкологического 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 2022 г. данные о содержании техногенных радионуклидов в приземной атмосфере, атмосферных выпадениях, почве, растительности, снежном покрове, атмосферных осадках, пресных и морских водах на территории Российской Федерации, а также на территориях федеральных округов и субъектов Российской Федерации. Приведены данные о радиационной обстановке в районах расположения радиационно опасных объектов (РОО), к которым относятся предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), 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 2022 г.:

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

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

В настоящем Ежегоднике изложение результатов измерений 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]:

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

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

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

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

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

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

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

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

При мониторинге радиационной обстановки для характеристики гамма-фона используется мощность амбиентного эквивалента дозы (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 ($\Sigma\beta$, Бк) радионуклидов в источнике – это отношение числа dN бета-частиц, испускаемых всеми радионуклидами в источнике (образце) за интервал времени dt , к этому интервалу времени. Аналогично определяется суммарная альфа-активность. Если суммарная бета-активность источника за равные интервалы времени не меняется, то существенного дополнительного радиоактивного загрязнения не происходит.

Наблюдения за содержанием радионуклидов в объектах природной среды (воздух, поверхностные и морские воды, почва) и 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 2022 г. количество работающих пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

1269 – 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 ⁹⁰Sr;

10 – по отбору проб морской воды для определения содержания в них ⁹⁰Sr;

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	222* (184)	14	66	3	-	2	6
Дальневосточный	262**	7	85	9	3	6	12
Всего по РФ	1269	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.

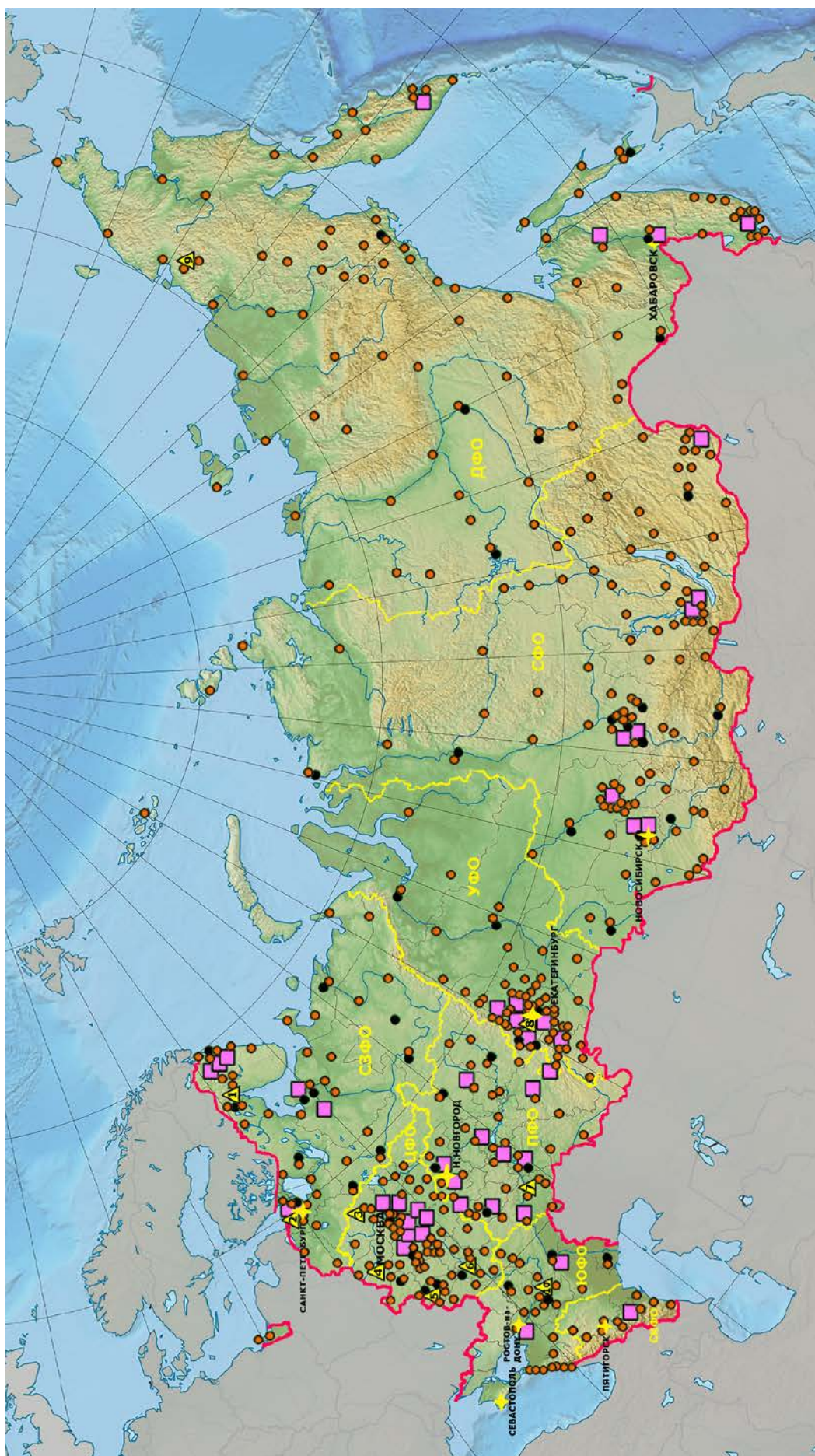


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:

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

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2022 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 ($\Sigma\beta$) суточных проб аэрозолей определяется дважды, через сутки и через пять суток после окончания отбора пробы. По результатам измерений $\Sigma\beta$ проб аэрозолей рассчитывалась объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводится объёмная $\Sigma\beta$ радионуклидов с измерением через пять суток после отбора. Если среднесуточная объёмная $\Sigma\beta$ по измерению через сутки превышает $3,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ или по измерению через пять суток в 5 раз и более превышает фоновый уровень за предыдущий месяц, то определяется радионуклидный состав суточной пробы с помощью γ -спектрометрического анализа. Если значения объёмной $\Sigma\beta$ не превышают вышеуказанных критериев, то пробы из пунктов, расположенных в 100-км зонах РОО, объединяются за месяц, а из пунктов вне 100-км зон РОО – за квартал. Затем проводится γ -спектрометрический анализ объединённых проб для определения активности техногенных и при-

родных 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 $\Sigma\beta$, 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».

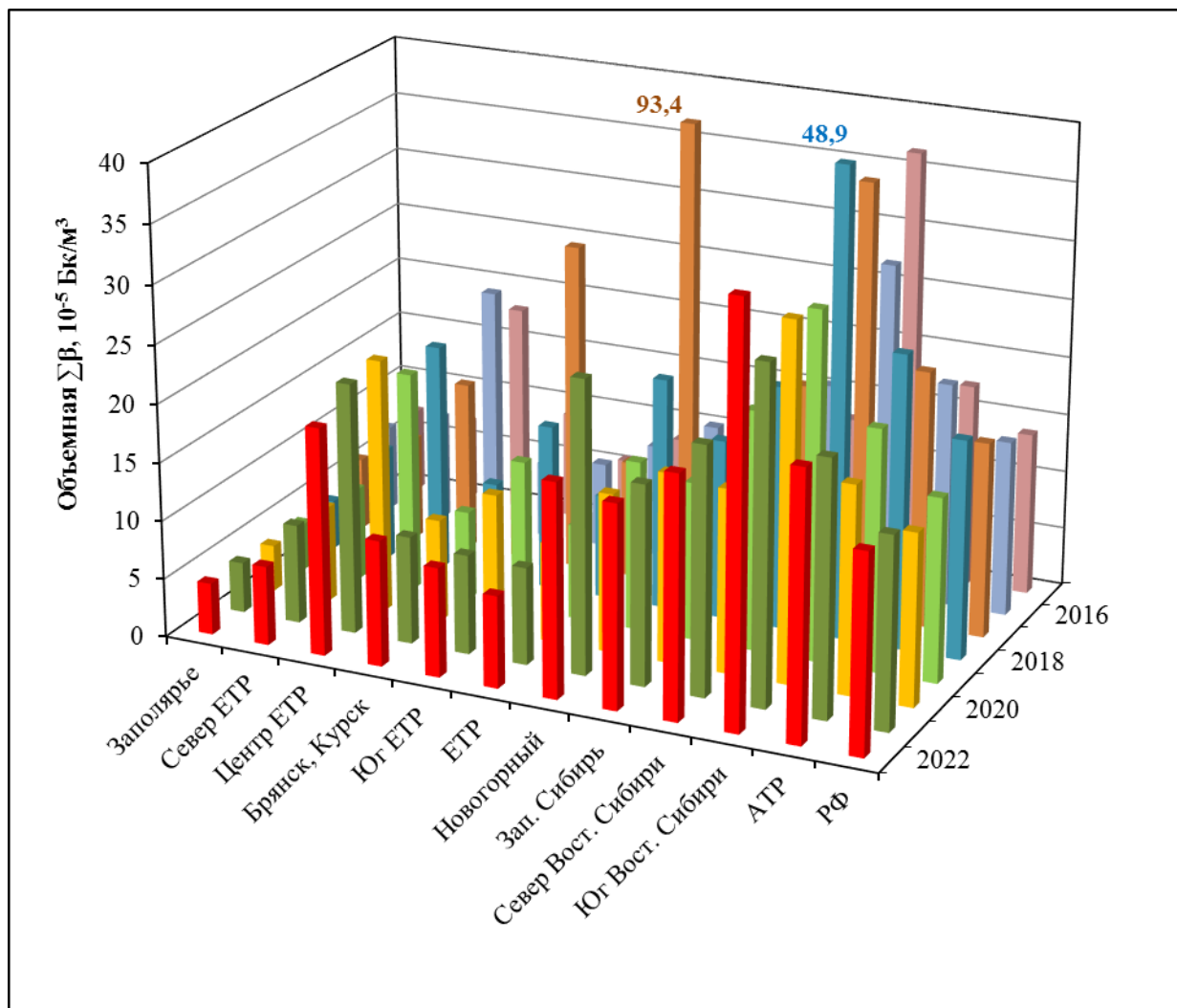


Рис. 1.1. Среднегодовые значения объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2015–2022 гг.

Группировка пунктов наблюдения за объёмной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ дана в Приложении А.2. В Приложениях А.3–А.5 даны средневзвешенные значения объёмной $\Sigma\beta$, активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2022 году.

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

По данным радиометрического мониторинга Росгидромета в 2022 г. случаев 10-кратного превышения уровней фонового загрязнения по величине выпадений и объёмной $\Sigma\beta$ радионуклидов на территории России не отмечалось. Случаев 5-кратного превышения было зафиксировано 80, из них 46 случаев – по выпадениям $\Sigma\beta$ и 34 случая – по объёмной $\Sigma\beta$.

В 2022 г. наиболее высокие значения объёмной $\Sigma\beta$ наблюдались в центре ЕТР – $19,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и на юге и севере Восточной Сибири – 35,5 и $20,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Средневзвешенное по территории РФ значение объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2022 г. составляло $16,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и было в пределах диапазона за предшествующие 10 лет ($13,9 \cdot 10^{-5}$ – $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Выраженной временной тенденции изменения величины объёмной $\Sigma\beta$ в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации общей радиационной обстановки в приземном слое атмосферы (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2010–2022 гг.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране													Допустимые уровни
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Воздух															ДОА _{НАС.} , Бк/м ³
Объёмная активность радионуклидов в приземной атмосфере															
$\Sigma\beta$	10^{-5} Бк/м ³	14,5	14,9	15,1	17,4	16	13,9	15,0	19,6	18,7	15,7	14,7	16,4	16,9	-
¹³⁷ Cs	10^{-7} Бк/м ³	2,4	54,8	2,5	2,6	2,6	2,4	1,8	1,6	1,6	1,4	1,7	1,4	1,6	27
⁹⁰ Sr	10^{-7} Бк/м ³	0,73	0,83	0,89	0,88	0,63	0,85	1,19	1,23	1,07	1,04	1,13	1,15	1,12	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (Обнинск)	10^{-9} Бк/м ³	11	6	3	24,9	7,1	27,0	8,2	9,45	3,5	4,9	5,6	5,6	9,1	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения															
$\Sigma\beta$	Бк/м ² сут	1,2	1,1	1,14	1,1	1,13	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,06	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,3	0,82	0,16	0,18	0,14	0,19	0,14	0,17	0,12	0,14	0,11	0,16	0,11	-
³ H	кБк/м ² год	1,15	1,21	1,26	1,04	0,8	0,83	0,87	0,87	0,79	0,89	0,72	0,76	0,88	-
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках															
³ H	Бк/л	2,2	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,7	1,75	1,65	1,78	1,34	1,50	1,79	-
Вода															УВ, Бк/л
Объёмная активность радионуклидов в речной воде															
⁹⁰ Sr*	мБк/л	4,2 (4,3)	4,1 (4,5)	4,8 (5,0)	4,3 (4,5)	4,9 (5,0)	4,8 (5,0)	4,6 (5,2)	5,5 (5,8)	3,7 (4,1)	3,6 (4,4)	3,6 (5,0)	3,6 (4,6)	4,2 (5,6)	4,9
³ H	Бк/л	1,6-2,9	1,6-2,5	1,3-3,4	1,2-2,7	1,2-2,4	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,55	1,66	7 600
Объёмная активность радионуклидов в морской воде															
⁹⁰ Sr	мБк/л	0,9-5,0	1,2-5,1	1,1-5,4	1,0-6,7	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1**	1,6-3,9**	1,2-4,8**	1,1-5,7	1,8-3,0**	1,4-3,6**	1,6-4,0**	-

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 ⁹⁰Sr в воде без учёта проб, отобранных в 2009–2012 гг. в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2013–2015 гг. – без р. Нева, в 2016–2022 гг. – без рек Кама, Вишера, Колва, данные в скобках с учётом всех проб;

** – без Таганрогского залива Азовского моря;

"-" – допустимые уровни не установлены.

Наибольшая средняя по региону величина объёмной $\Sigma\beta$ в последние годы наблюдается на юге Восточной Сибири. Значительный рост здесь произошёл в 2013 г. – до $38,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (с $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2012 г.). В 2014–2017 гг. значения колебались в диапазоне $28,7 \cdot 10^{-5}$ – $37,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2018 г. зафиксировано наиболее высокое значение за период с 2012 г. –

$48,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2019–2021 гг. её значение резко уменьшилось, приблизившись к нижнему пределу диапазона 2014–2017 гг., и составило $29,8 \cdot 10^{-5}$, $30,5 \cdot 10^{-5}$ и $28,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, а в 2022 г. – $35,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В зоне загрязнения ЧАЭС (Брянск, Курск) средневзвешенная объёмная $\Sigma\beta$ увеличилась с $9,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2021 г. до $15,4 \cdot 10^{-5}$ в 2022 году. При этом её средняя величина сильно отличается в этих пунктах, в Брянске она равна $6,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а Курске – $24,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В Новогорном объёмная $\Sigma\beta$, которая резко уменьшилась в 2018 г. по сравнению с 2017 г. от $93,4 \cdot 10^{-5}$ до $19,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 2019–2020 гг. составила $14,5 \cdot 10^{-5}$ и $13,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2021 г. вновь увеличилась до $25,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в 2022 г. уменьшилась до $18,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В 2022 г. на территории ЕТР наиболее высокие значения объёмной $\Sigma\beta$ наблюдались в сентябре в Балаково (Саратовская обл.) ($141,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесечном $40,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), в декабре в Обнинске (Калужская обл.) ($119,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесечном $24,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

На территории АТР в диапазоне $(100–180) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ максимальные значения фиксировались ещё в 9 городах, 4 из них расположены на юге Восточной Сибири – Хабаровск, Благовещенск, Иркутск, Ангарск. А самые высокие значения были зафиксированы на севере Восточной Сибири в феврале в пунктах Большая Мурта и В. Дуброво ($179,6 \cdot 10^{-5}$ и $174,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесечном $16,8 \cdot 10^{-5}$ и $45,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно).

Среднегодовая величина объёмной $\Sigma\beta$ по территории ЕТР в 2022 г. мало изменилась по сравнению с 2021 г. – $7,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $8,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. А по территории АТР среднегодовая величина объёмной $\Sigma\beta$ в 2022 г. была $21,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $21,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2021 году.

Повышенные значения объёмной $\Sigma\beta$, как правило, наблюдались за счёт природных радионуклидов.

По оперативным данным СРМ Росгидромета, в 2022 г., как и в 2021 г., на территории России не было зафиксировано повышения объёмной $\Sigma\beta$ до экстремально высоких значений. Случаев высоких значений объёмной $\Sigma\beta$ радионуклидов в аэрозолях (более пятикратного превышения над средним уровнем предыдущего месяца) в 2022 г. было 34 (в 2021 г. – 27 случаев). Наиболее высокие величины объёмной $\Sigma\beta$ в 2022 г. наблюдались в пунктах Большая Мурта ($179,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), В. Дуброво ($174,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Наиболее высокие уровни по выпадениям $\Sigma\beta$ (46 случаев) были зафиксированы в пунктах Канск ($105,6$ Бк/м²·сутки), Астрахань ($83,6$ Бк/м²·сутки) и Константиновск ($75,7$ Бк/м²·сутки). Максимальные превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в Кызыле были в 133 и 76 раз, Константиновске – 108 раз.

Наибольшее число случаев 10-кратного увеличения по выпадениям $\Sigma\beta$ по сравнению с фоновыми значениями за предыдущий месяц на территории России отмечалось зимой: в декабре – 32, январе – 9, в феврале – 7. Причём в 2022 г. максимумы величин объёмной $\Sigma\beta$ и выпадений $\Sigma\beta$, а также величины превышения фоновых значений были на уровне 2021 года.

На рис. 1.2 показана динамика среднемесячной объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2021–2022 гг. на территории РФ. Отчётливо видно, что в 2022 г. наиболее высокие значения объём-

ной $\Sigma\beta$ в среднем по РФ наблюдаются в холодный период года – в январе–феврале (от $18,9 \cdot 10^{-5}$ до $22,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и ноябре–декабре ($27,7 \cdot 10^{-5}$ и $19,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В тёплый период значения заметно меньше (от $11,1 \cdot 10^{-5}$ до $15,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2021 г. эта тенденция выражена слабее.

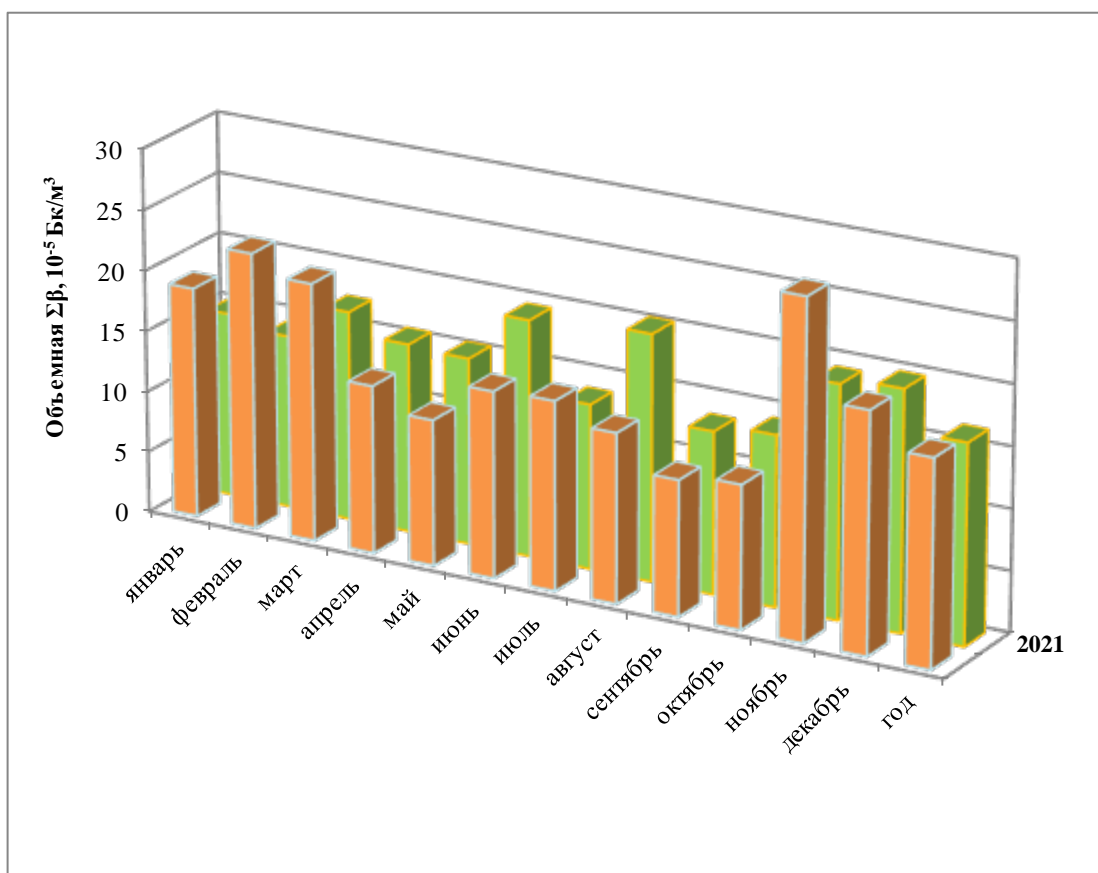


Рис. 1.2. Среднемесячные объёмные $\Sigma\beta$, средневзвешенные по территории РФ в 2021–2022 гг.

Среднемесячные величины объёмной $\Sigma\beta$, взвешенные по географическим регионам, приведены в Приложении А.3. Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении В.

Наиболее высокие среднемесячные значения объёмной $\Sigma\beta$ в отдельных населённых пунктах наблюдались на территории ЕТР в феврале в Курске ($110,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), в сентябре в Балаково ($50,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), в августе в Нижнем Новгороде ($48,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Обнинске ($40,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

На территории АТР наиболее высокие среднемесячные значения объёмной $\Sigma\beta$ наблюдались в Хабаровске (в январе-феврале $99,4 \cdot 10^{-5}$ и $63,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и ноябре-декабре – $63,6 \cdot 10^{-5}$ и $64,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в Благовещенске – с июня по декабрь в интервале от $57,3 \cdot 10^{-5}$ до $69,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в Иркутске – от $28,1 \cdot 10^{-5}$ в июле до $58,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в феврале, во Владивостоке с января по апрель – от $33,2 \cdot 10^{-5}$ до $53,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в В. Дуброво – от $21,3 \cdot 10^{-5}$ в июле до $104,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в феврале. В отдельные месяцы объёмная $\Sigma\beta$ в диапазоне $15 \cdot 10^{-5}$ – $50 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ наблюдалась в Ангарске, Якутске.

На рис. 1.3 показаны средние объёмные активности ^{137}Cs в воздухе в 2015–2022 гг., взвешенные по территориям отдельных географических районов России, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом.

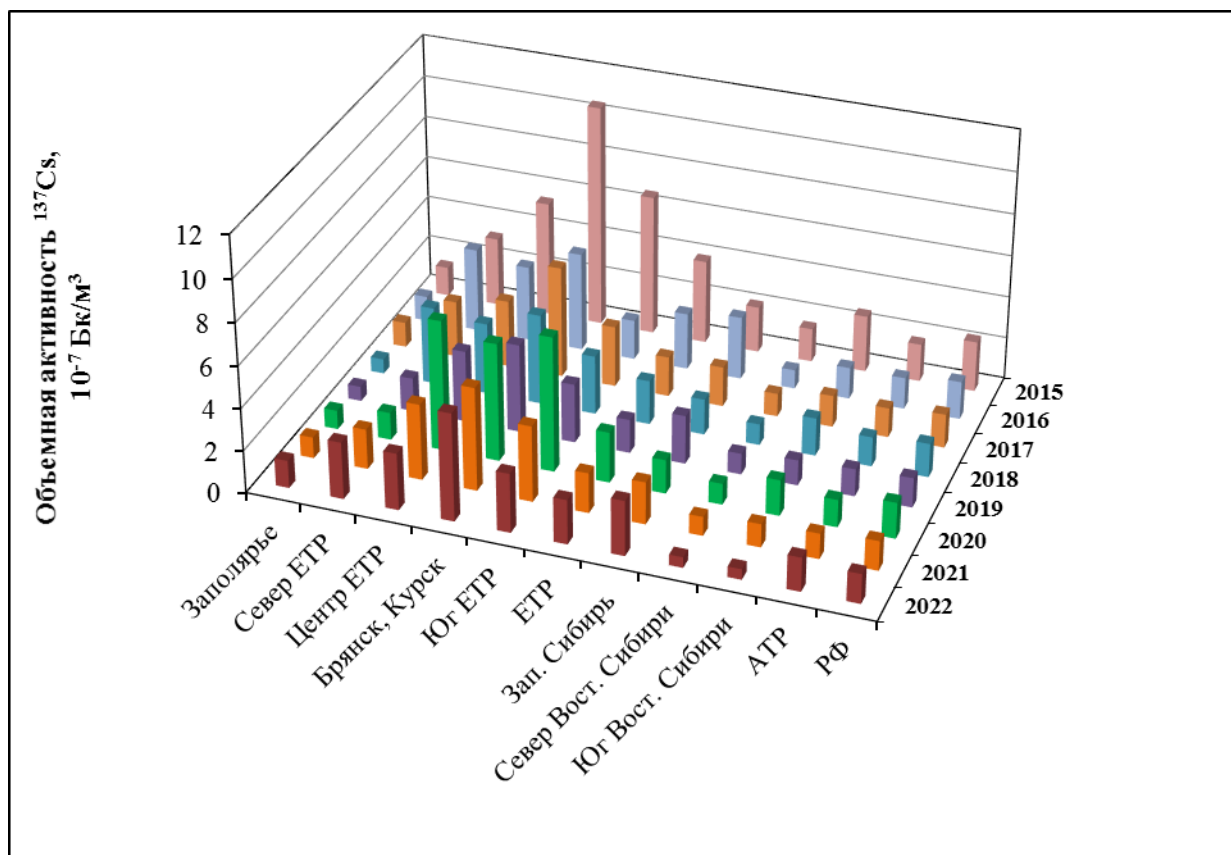


Рис. 1.3. Средние значения объёмной активности ^{137}Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2015–2022 гг.

Наиболее высокие значения объёмной активности ^{137}Cs постоянно фиксируются в загрязнённой в результате аварии на ЧАЭС зоне (Брянск, Курск).

До 2020 г. они в 1,5–2 раза превышали средние уровни центра ЕТР. Однако в 2020 г. произошло существенное увеличение объёмной активности ^{137}Cs в центре ЕТР (с $3,4 \cdot 10^{-7}$ до $6,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и на юге ЕТР (с $2,8 \cdot 10^{-7}$ до $6,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В загрязнённой зоне также произошло увеличение, но менее значительное – с $4,2 \cdot 10^{-7}$ до $5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, т.е. среднегодовая величина в загрязнённой зоне оказалась меньше, чем в промышленно развитых районах ЕТР.

В 2021 г. обычное распределение объёмной активности ^{137}Cs на территории ЕТР восстановилось – в загрязнённой зоне её величина составила $4,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в центре и на юге ЕТР.

В 2022 г. распределение активности ^{137}Cs в воздухе по регионам изменилось незначительно. Несколько увеличилась активность в Заполярье и на севере ЕТР – до $1,3 \cdot 10^{-7}$ и $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $1,0 \cdot 10^{-7}$ и $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2021 году. На юге ЕТР наблюдалось уменьшение его активности – с $3,6 \cdot 10^{-7}$ до $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В целом по ЕТР произошло незначительное увеличение с $1,9 \cdot 10^{-7}$ до

$2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а по АТР – с $1,2 \cdot 10^{-7}$ до $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. При этом в Восточной Сибири в течение всего года активность ¹³⁷Cs была ниже порога обнаружения, на рисунке обозначены значения в половину порога обнаружения, чтобы показать, что и здесь наблюдения проводились. В целом по территории России объёмная активность ¹³⁷Cs осталась на уровне 2021 г. – $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Существенно более высокие значения объёмной активности ¹³⁷Cs наблюдаются в п. Новогорном (Челябинская обл., ПО «Маяк»), наибольшие значения относятся к 2012 г. – $4,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что на два порядка выше, чем в других регионах, и в 170 раз больше средневзвешенной по РФ в том же году ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В последующие годы она постоянно снижалась к 2017 г., в 2018 г. несколько увеличилась и составила $18,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2015 г. – $67,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2016 г. – $28,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2017 г. – $16,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В 2020 г. уменьшение продолжилось, объёмная активность ¹³⁷Cs здесь составила $13,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $16,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2019 г. В 2021 г. произошло резкое увеличение объёмной активности ¹³⁷Cs до $66,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, главным образом за счёт высокой концентрации в феврале, составившей $480,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2022 г. распределение было более равномерным – от $10,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в январе и феврале до $157,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в августе, составив в среднем $40,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В Кыштыме и Аргаяше среднемесячные значения были в диапазоне от $3,0 \cdot 10^{-7}$ до $25,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, составив в среднем за год $6,7 \cdot 10^{-7}$ и $9,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Повышенные на порядок значения объёмной активности ¹³⁷Cs по всем регионам и по РФ в целом наблюдались в 2011 г., что было связано с поступлением аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» (табл. 1.1). Наиболее высокие среднегодовые значения объёмной активности ¹³⁷Cs (не считая п. Новогорный) были на юге ЕТР и в загрязнённой зоне (Брянск, Курск) – $160 \cdot 10^{-7}$ и $127 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объёмной активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2020–2022 гг., взвешенные по территории РФ. Обращает на себя внимание заметное увеличение среднемесячных концентраций ¹³⁷Cs в марте 2022 г. (до $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), как и в апреле 2020 г. (до $3,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в III квартале ($1,8$ – $2,1$) $\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, против 2021 г. – ($1,3$ – $1,5$) $\cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В остальные месяцы значения были в диапазоне $1,3$ – $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что не отличается от значений 2021 года.

Средневзвешенные по отдельным районам величины среднемесячной объёмной активности ¹³⁷Cs приведены в Приложении А.4.

Увеличение активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2020 г. в значительной степени определялось концентрациями в апреле в Курчатове (Курская АЭС) – $224 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (среднегодовое – $30,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в Нововоронеже – $86 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (среднегодовое – $15,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В 2022 г. наиболее высокая активность ¹³⁷Cs в воздухе в марте отмечалась в Брянске – $14,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Курчатове и Нарьян-Маре – $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Цимлянске – $5,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Вологде – $5,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (среднее по ЕТР в марте – $2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Приведённые выше максимальные среднемесячные объёмные активности ¹³⁷Cs были на шесть–семь порядков ниже допустимой объёмной активности ¹³⁷Cs в воздухе для населения (ДОНАС. равна 27 Бк/м³ по НРБ-99/2009) [1].

Средневзвешенная по территории РФ объёмная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2021–2022 гг. представлена на рис. 1.5. В 2022 г. во всех регионах РФ, за исключением севера Восточной Сибири, объёмная активность ⁹⁰Sr уменьшилась, как и в целом по

ЕТР. На севере Восточной Сибири она не изменилась – $1,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, и в среднем по РФ составила $1,12 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $1,15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2021 г. Значительное уменьшение наблюдалось в загрязнённой зоне (Брянск, Курск) – до $0,47 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $0,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2021 г., на юге ЕТР – до $0,57 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $1,07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Средневзвешенная по территории ЕТР объёмная активность ⁹⁰Sr составила $0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2021 г. – $0,46 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наибольшее снижение среднегодовой объёмной активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 2022 г. наблюдалось в Западной Сибири – $0,68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $1,35 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в 2021 году.

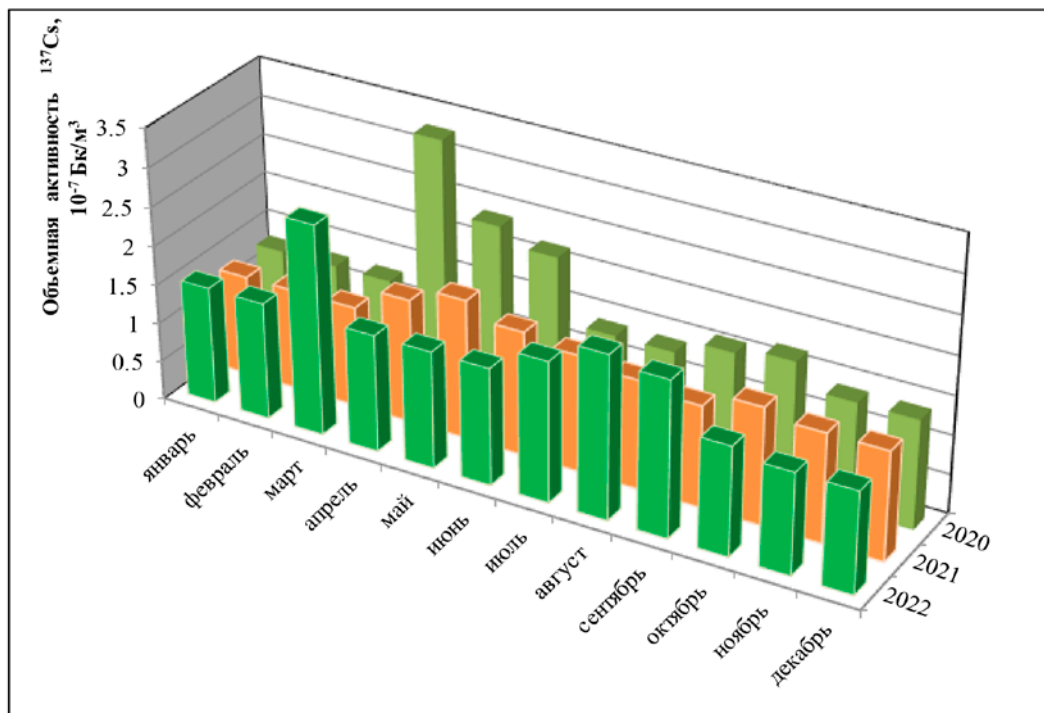


Рис. 1.4. Среднемесячная объёмная активность ¹³⁷Cs по территории РФ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2020–2022 гг.

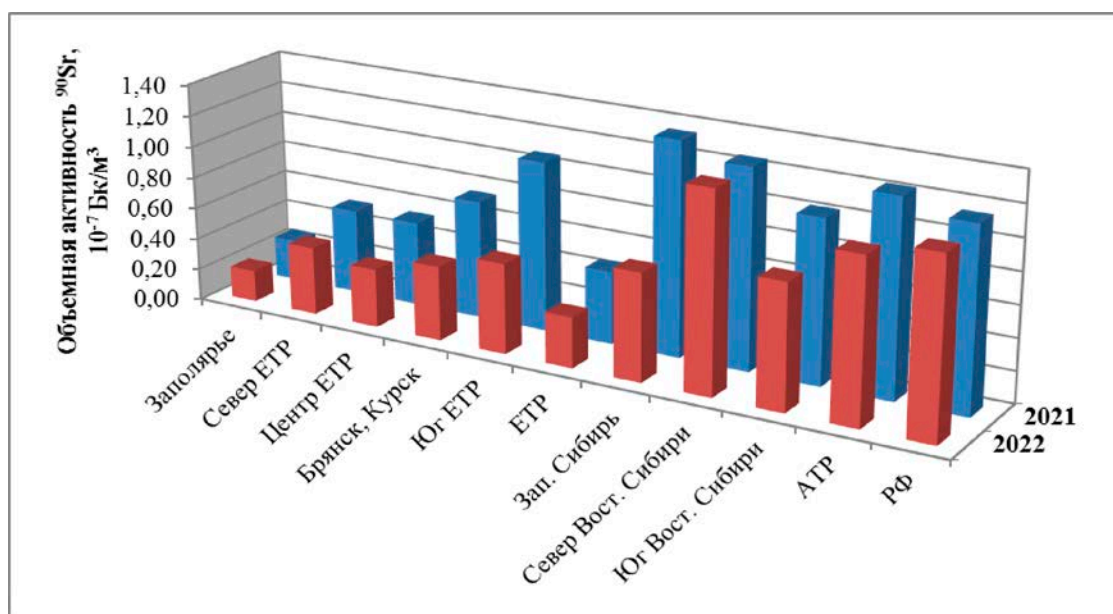


Рис. 1.5. Средневзвешенная объёмная активность ⁹⁰Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2021–2022 гг.

Средневзвешенная по территории РФ объёмная активность ^{90}Sr в 2016–2017 гг. заметно увеличилась по сравнению со средними значениями за 2005–2015 гг. (от $0,73 \cdot 10^{-7}$ до $0,97 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и составила $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2018 г. она уменьшилась до $1,07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2019 г. – до $1,04 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2020–2022 гг. вновь увеличилась до $1,11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $1,15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $1,03 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, но по-прежнему остаётся выше диапазона 2005–2015 гг. (рис. 1.6).

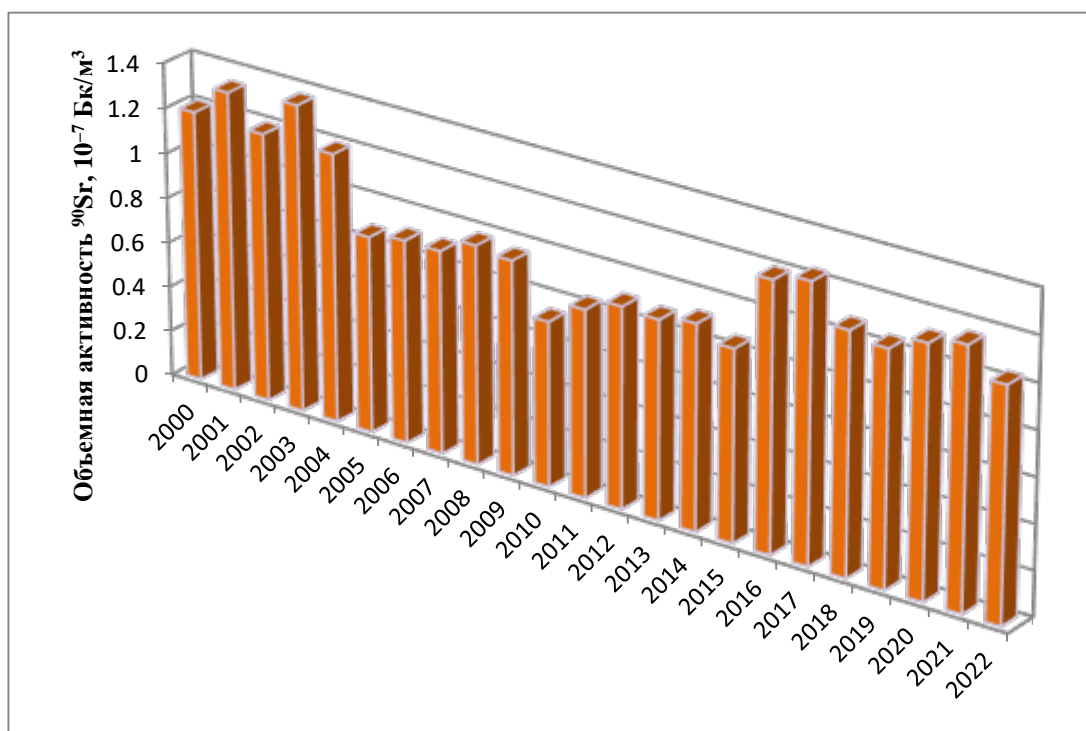


Рис. 1.6. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000–2022 гг.

На ЕТР наиболее высокая объёмная активность ^{90}Sr была зафиксирована в 1-м полугодии 2022 г. в Кандалякше ($0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Кирове ($1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Среднегодовые значения здесь составили $0,52 \cdot 10^{-7}$ и $0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Во всех остальных пунктах наблюдения на ЕТР объёмная активность ^{90}Sr была меньше этих значений, за исключением Ростова-на Дону, Астрахани и Обнинска, где было $0,75 \cdot 10^{-7}$, $0,64 \cdot 10^{-7}$ и $0,53 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Наиболее высокие среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr на АТР в 2022 г. наблюдались в Благовещенске ($2,05 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС) ($1,95 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Якутске ($1,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Повышенные среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr отмечены в Красноярске и Владивостоке (по $0,85 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Наиболее высокие значения наблюдались в 1-м полугодии в п. В. Дуброво Свердловской области (в районе Белоярской АЭС) – $2,40 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (самое высокое значение активности ^{90}Sr , зафиксированное в 2022 г.), и в Благовещенске – $2,30 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ – во 2-м полугодии. Указанные выше объёмные активности ^{90}Sr до 2,4 раза превышали средневзвешенную активность по территории РФ, но на семь порядков ниже ДОО_{НАС} ^{90}Sr в воздухе ($2,7$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1].

Объёмная активность ^{90}Sr в загрязнённой в результате аварии на ЧАЭС зоне (Брянск, Курск) с 2010 г. по 2020 г. не превышала уровней, наблюдавшихся на незагрязнённой территории центра

ЕТР. В 2021–2022 гг. её уровень заметно понизился – до $0,75 \cdot 10^{-7}$ и $0,47 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, хотя по-прежнему превышает средний уровень по ЕТР – $0,46 \cdot 10^{-7}$ и $0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Средние за квартал и по полугодиям объёмные активности ⁹⁰Sr даны в Приложении А.5.

Следует отметить, что объёмные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход, наибольшие значения наблюдаются во II и III кварталах (что обусловлено сельскохозяйственными работами, сопровождающимися пылением почвы). Начиная с 2015 г. определение объёмной активности ⁹⁰Sr проводится по полугодиям.

На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объёмной активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2022 годах. Величина активности в этот период изменялась в диапазоне $(0,8–1,2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2000–2004 и 2016–2022 гг. среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr была ближе к верхнему значению диапазона $((1,0–1,2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), а в 2005–2015 гг. – к нижнему $((0,7–0,9) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В Институте проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных в г. Обнинске Калужской обл. (ГНЦ РФ ФЭИ им. А.И. Лейпунского), 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 суммы изотопов плутония ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в приземном слое атмосферы г. Обнинска и Курска показаны на рис. 1.7.

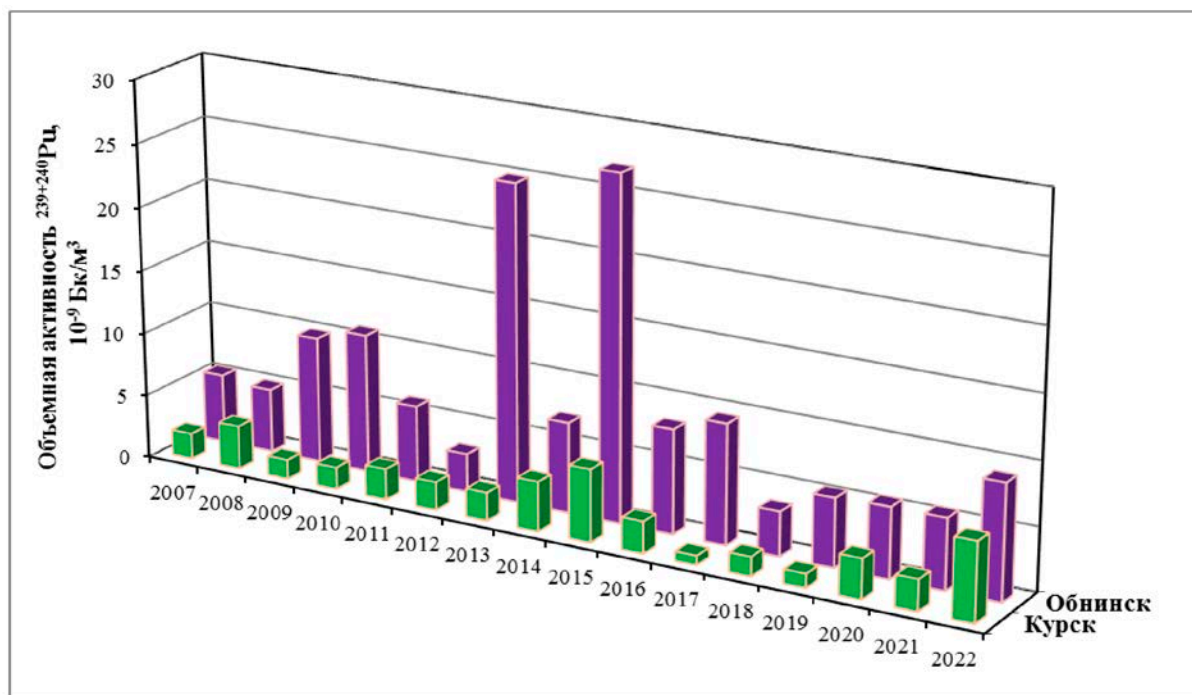


Рис. 1.7. Среднегодовая объёмная активность ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007–2022 гг.

Хорошо видно, что в г. Обнинске в 2009 и 2010 гг. средняя объёмная активность ²³⁹⁺²⁴⁰Pu была в 2 раза больше, чем в 2007–2008 гг. ($10,4 \cdot 10^{-9}$ и $5,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³). В 2011 и 2012 гг. наблюдалось уменьшение объёмной активности до $6 \cdot 10^{-9}$ и $3 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. В 2013 г. среднегодовая объёмная активность ²³⁹⁺²⁴⁰Pu резко выросла до $24,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ за счёт высокого уровня в октябре –

$247 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В 2014 г. среднегодовая объёмная активность $^{239+240}\text{Pu}$ значительно уменьшилась – до $7,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. А в 2015 г. вновь увеличилась до $27,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, как и в 2013 г., за счёт резких кратковременных скачков активности в феврале и октябре – $123,2 \cdot 10^{-9}$ и $60,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. В 2018 г. объёмная активность $^{239+240}\text{Pu}$ имеет наименьшее значение с 2013 г., равное $3,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В 2019–2021 гг. наблюдается стабилизация объёмной активности $^{239+240}\text{Pu}$ на уровне около $5,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Среднемесячная объёмная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в г. Обнинске в этот период изменялась в широком диапазоне, особенно в 2020 г. – от $0,26 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в июне до $23,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в августе. В 2022 г. также наблюдался широкий диапазон значений – от $1,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в июле до $24,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в мае, однако среднее значение увеличилось в 1,8 раза – до $9,07 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Все зафиксированные значения на пять–шесть порядков ниже ДОА_{НАС}. $^{239+240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объёмные активности изотопов плутония в 2022 г. приведены в табл. 3 Приложения А.5.

В г. Курске, где измерения до 2017 г. проводились поквартально, а позже по полугодиям, средняя объёмная активность $^{239+240}\text{Pu}$ имеет меньшую величину и распределена по годам более равномерно, в диапазоне от $0,7 \cdot 10^{-9}$ до $5,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ (в 2017 и 2015 гг. соответственно). Однако обычно находится в диапазоне от $1,5 \cdot 10^{-9}$ до $2,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В 2022 г. зафиксировано максимальное значение с 2007 г. – $6,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Объёмные активности ^{238}Pu в Обнинске в этот период (рис. 1.8) распределены очень неравномерно и изменялись от $2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в 2012 г. до $26,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в 2020 г., максимальное значение зафиксировано в 2022 г. – $79,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В Курске среднегодовые значения активности ^{238}Pu не превышают $3 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, и только в 2015 и в 2022 гг. его активность достигла максимальных величин и составила $11,5 \cdot 10^{-9}$ и $11,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно.

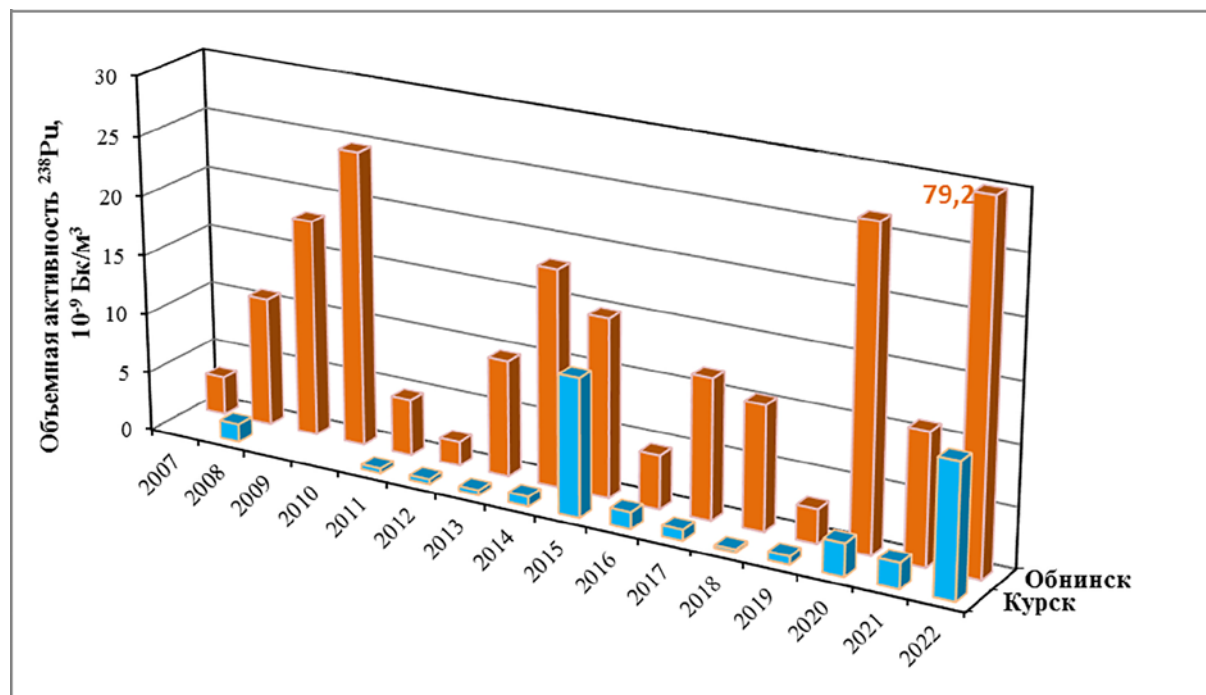


Рис. 1.8. Среднегодовая объёмная активность ^{238}Pu в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007–2022 гг.

Основным источником плутония в Курске является Курская АЭС, для которой, как и для других АЭС в режиме генерации электроэнергии, характерен стабильный и наиболее низкий уровень выбросов радионуклидов. В этот период колебания активности в приземном воздухе связаны в основном с условиями рассеяния. Значительные увеличения, как в 2015 и 2022 гг., очевидно, связаны с техническим обслуживанием оборудования. Более подробно разные типы источников плутония рассмотрены в [18].

В приземном слое атмосферы г. Обнинска ^{131}I обнаруживается преимущественно в молекулярной форме, в 2022 г. при ежедневных наблюдениях ^{131}I фиксировался 108 раз, его средняя активность составляет $240 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2021 г. – $400 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В остальные дни года его активность оказывалась меньше порога обнаружения ($< 0,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Максимальная величина объёмной активности ^{131}I в приземной атмосфере г. Обнинска в 2022 г. наблюдалась в декабре и составила $116 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале 2021 г. – $133 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Также достаточно высокая концентрация наблюдалась в январе, феврале и апреле – $61 \cdot 10^{-5}$, $23 \cdot 10^{-5}$ и $44 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. В остальные месяцы суммарная концентрация не превышала $0,9 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная активность ^{131}I в 2022 г. уменьшилась относительно 2021 г. и составила $24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2021 г. – $40 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Появление йода обусловлено местным источником – филиалом АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». Все зафиксированные значения были на два–пять порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ДОА_{НАС.}, равного 7,3 Бк/м³.

На рис. 1.9 показана динамика средневзвешенных по территории РФ среднегодовых объёмных активностей ^{90}Sr , ^{137}Cs и объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2022 годах. Их объёмные активности в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr с 1991 г. уменьшились к 2010 г. в 9 и 3 раза соответственно. Величина объёмной активности ^{90}Sr в 2016–2022 гг. несколько повысилась по сравнению с 2010–2015 гг. и колебалась в диапазоне $(1,04–1,2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

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 при прохождении аварийных выбросов по территории России 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 2022 г. колебалась в пределах 1,1–2,4 Бк/л и в среднем за год составила 1,79 Бк/л.

Хотя техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в последней декаде марта и в апреле 2011 г. в результате аварии на АЭС «Фукусима-1», и кратковременно увеличили содержание техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы, все зарегистрированные величины были на шесть–семь порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99/2009 [1].

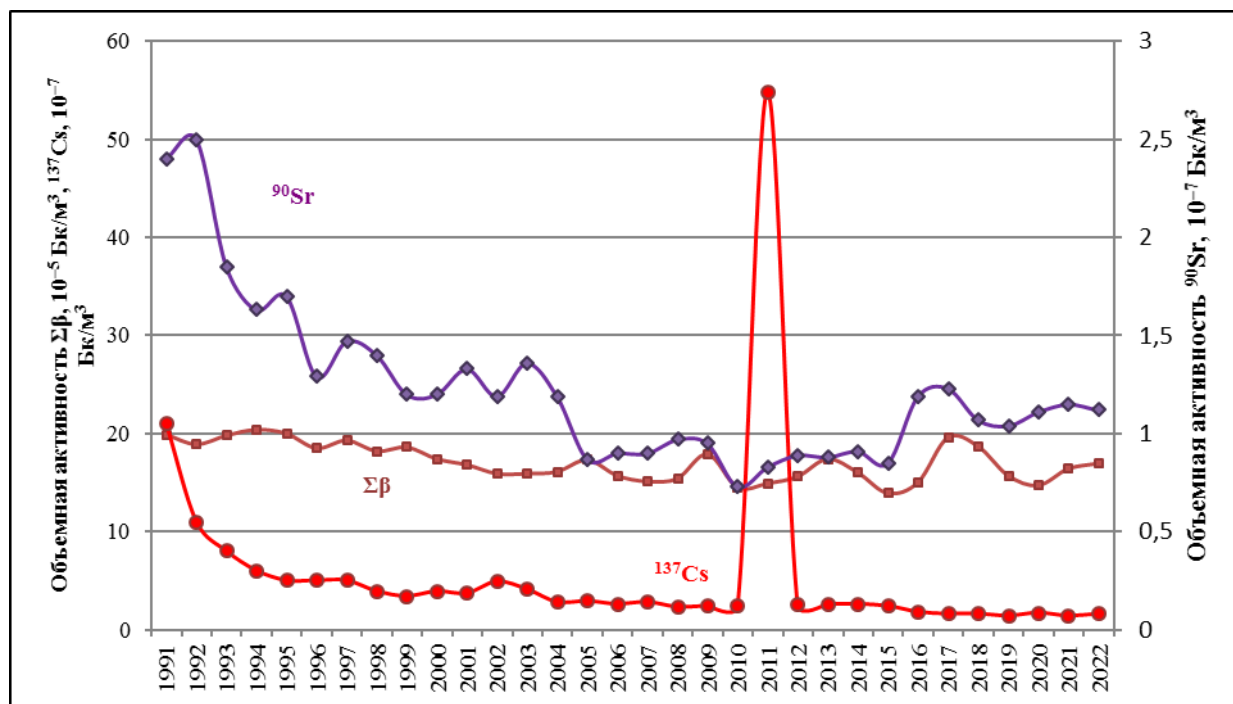


Рис. 1.9. Динамика объёмной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2022 гг.

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2022 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения $\Sigma\beta$ и радионуклидного 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 $\Sigma\beta$ для этих районов – в Приложении А.7, табл. 1.

Как видно на рис. 1.10, средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений по географическим районам в 2022 г. изменились незначительно по сравнению с предыдущим годом, – расхождение не превышало $0,2 \text{ Bq/m}^2$, а в целом по России не изменились и составили $1,1 \text{ Bq/m}^2$.

В 2022 г. максимальные величины $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения Иркутского УГМС – в Усолье-Сибирском и Иркутске в феврале – $12,6 \text{ Bq/m}^2\text{-сут}$ и $12,1 \text{ Bq/m}^2\text{-сут}$, что на два порядка выше средней величины по РФ ($0,55 \text{ Bq/m}^2$), среднегодовая величина $\Sigma\beta$ выпадений здесь составила $5,3$ и $4,7 \text{ Bq/m}^2$. В остальных пунктах наблюдения Иркутского УГМС среднемесячные величины $\Sigma\beta$ выпадений были, как правило, на порядок выше, чем в других пунктах наблюдения России, а среднегодовые лежат в диапазоне $3,9 – 4,7 \text{ Bq/m}^2$.

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР в 2015–2022 гг. показаны на рис. 1.11. Средние по кварталам 2022 г. значения выпадений ^{137}Cs , средневзвешенные по регионам ЕТР, приведены в Приложении А.7, табл. 2.

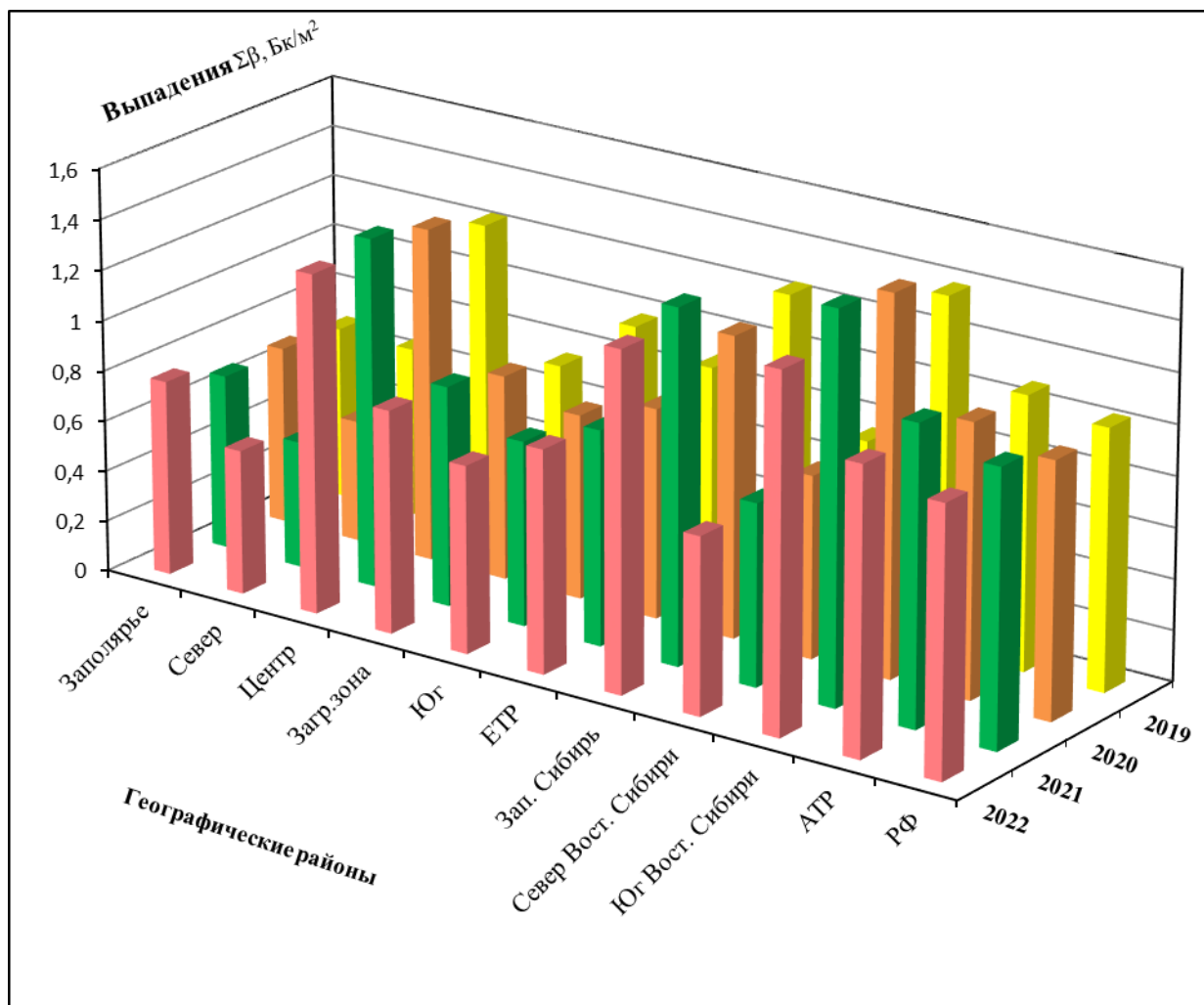


Рис. 1.10. Средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений по географическим районам РФ в 2019–2022 гг.

Как видно на рис. 1.10, средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений по географическим районам в 2022 г. изменились незначительно по сравнению с предыдущим годом, – расхождение не превышало $0,2 \text{ Бк/м}^2$, а в целом по России не изменились и составили $1,1 \text{ Бк/м}^2$.

В 2022 г. максимальные величины $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения Иркутского УГМС – в Усолье-Сибирском и Иркутске в феврале – $12,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сут}$ и $12,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сут}$, что на два порядка выше средней величины по РФ ($0,55 \text{ Бк/м}^2$), среднегодовая величина $\Sigma\beta$ выпадений здесь составила $5,3$ и $4,7 \text{ Бк/м}^2$. В остальных пунктах наблюдения Иркутского УГМС среднемесячные величины $\Sigma\beta$ выпадений были, как правило, на порядок выше, чем в других пунктах наблюдения России, а среднегодовые лежат в диапазоне $3,9 - 4,7 \text{ Бк/м}^2$.

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР в 2015–2022 гг. показаны на рис. 1.11. Средние по кварталам 2022 г. значения выпадений ^{137}Cs , средневзвешенные по регионам ЕТР, приведены в Приложении А.7, табл. 2.

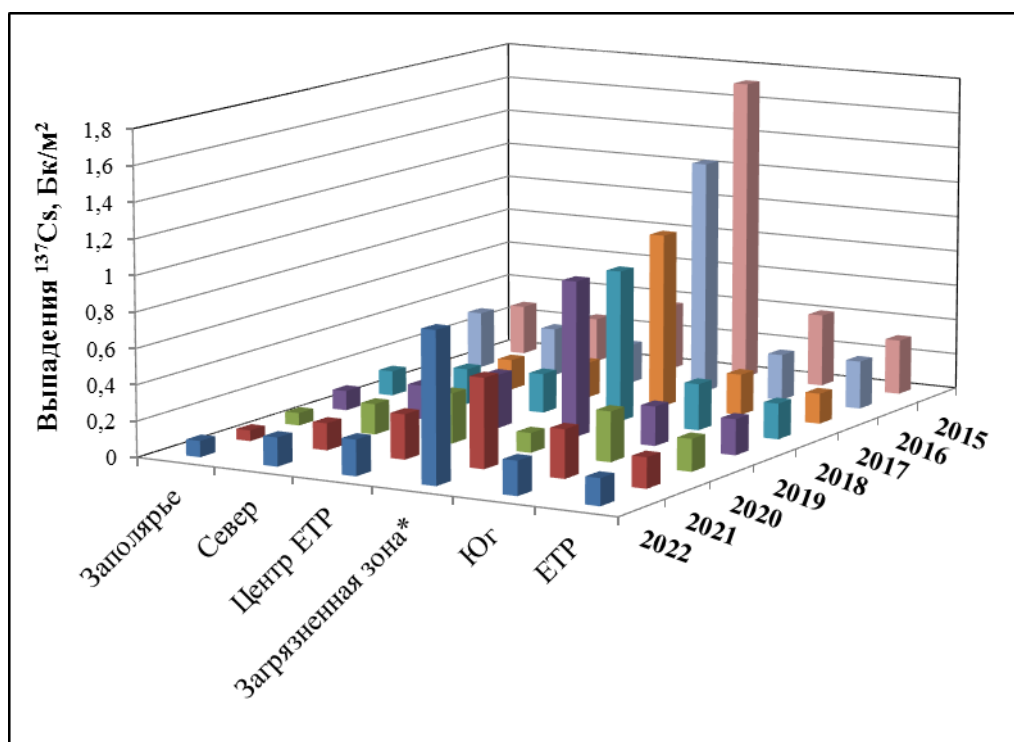


Рис. 1.11. Средневзвешенные годовые значения выпадений ^{137}Cs по регионам ЕТР в 2015–2022 годах.
* В 2020 г. в загрязнённой зоне данные за первые три месяца.

Годовые выпадения ^{137}Cs по районам ЕТР, за исключением загрязнённой зоны (Брянск, Курск), в 2022 г. отличаются от значений 2021 г. не более чем на $0,1 \text{ Бк/м}^2$. Только в загрязнённой зоне произошло увеличение до $0,8$ с $0,5 \text{ Бк/м}^2$. В целом по ЕТР величина выпадений практически не изменилась – $0,15$ против $0,17 \text{ Бк/м}^2$. Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения. В целом выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2022 г. составили $0,11 \text{ Бк/м}^2$ против $0,16 \text{ Бк/м}^2$ в 2021 году.

На всех загрязнённых после чернобыльской аварии территориях годовое выпадение ^{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 2022 г. составило $0,44 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$.

Повышенные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР в 2022 г. наблюдались в Тверской области (п. Максатиха) – $0,6 \text{ Бк/м}^2$, что почти в три раза меньше, чем в 2021 г., – $1,7 \text{ Бк/м}^2$ – и в 5,5 раза больше среднегодовых значений по РФ в 2022 году.

Наиболее высокие выпадения наблюдаются здесь после радиационного инцидента в г. Электросталь Московской области в апреле 2013 г. (подробнее об инциденте сказано в [17]). Квартальные выпадения ^{137}Cs после инцидента в апреле 2013 г. в среднем по Тверской области повысились на три порядка – с $0,12 \text{ Бк/м}^2$ в I квартале до 105 Бк/м^2 – во II. Центральная часть выброса прошла восточнее Твери через п. Максатиха.

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs за 2010–2022 гг. наблюдались в 2012 г. ($53,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$) в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Годовые выпадения в 2022 г. здесь составили $4,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ (в 2021 г. – $6,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Средние месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорном бы-

ли в пределах 0,1–0,9 Бк/м²·месяц. Причём наибольшая величина выпадений наблюдалась в мае, в остальное время года выпадения были в диапазоне 0,1–0,5 Бк/м²·месяц.

Величина выпадений ⁹⁰Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (<0,1 Бк/м²·год).

Среднемесячные выпадения трития (³H) с атмосферными осадками в 2017–2022 гг., усреднённые по 32 пунктам, показаны на рис. 1.12. Среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2016–2021 гг. и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России, приведены в Приложении А.8, табл. 1.

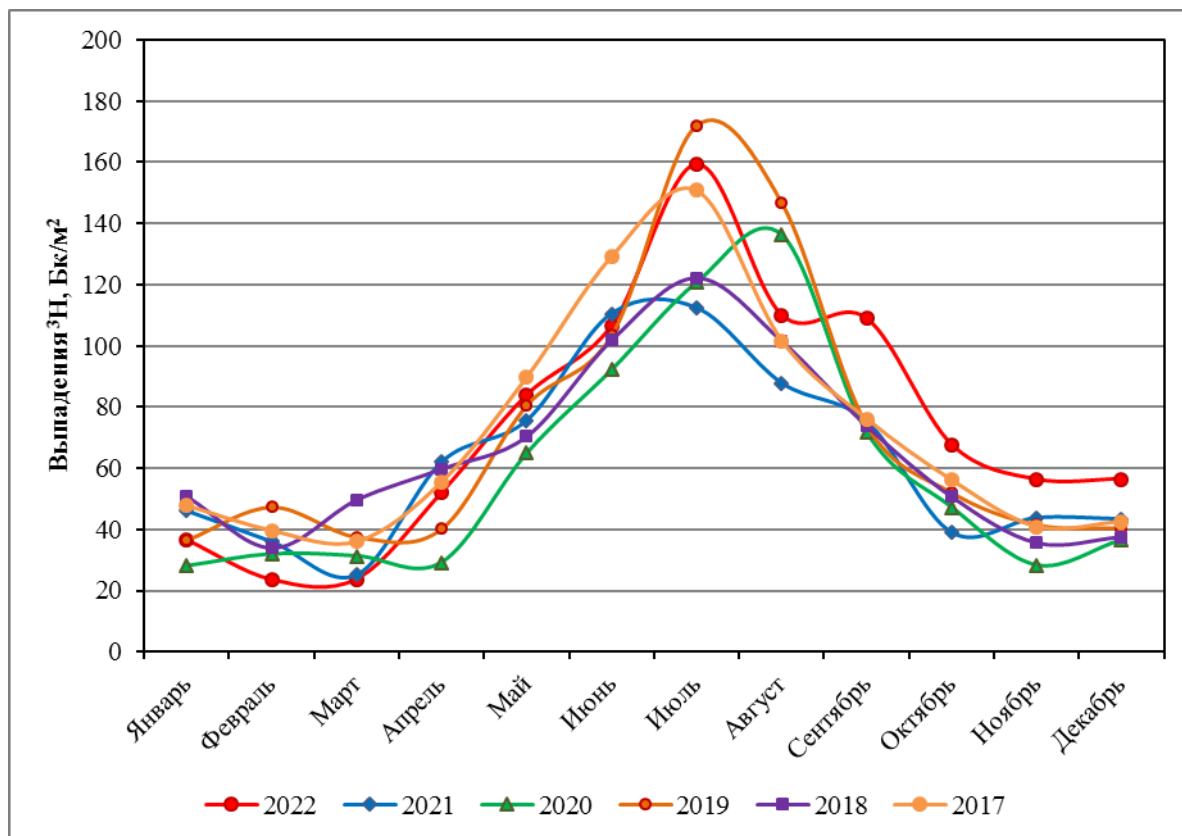


Рис. 1.12. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2017–2022 гг.

Среднемесячные значения объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2022 г. изменялись в диапазоне 1,0–3,1 Бк/л. Среднее за год среднемесячное значение объёмной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2022 г. несколько увеличилось по сравнению с 2021 г. (1,5 Бк/л) и составило 1,8 Бк/л.

На рис. 1.13 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, т.к. в тёплый период наблюдается и увеличение количества атмосферных осадков.

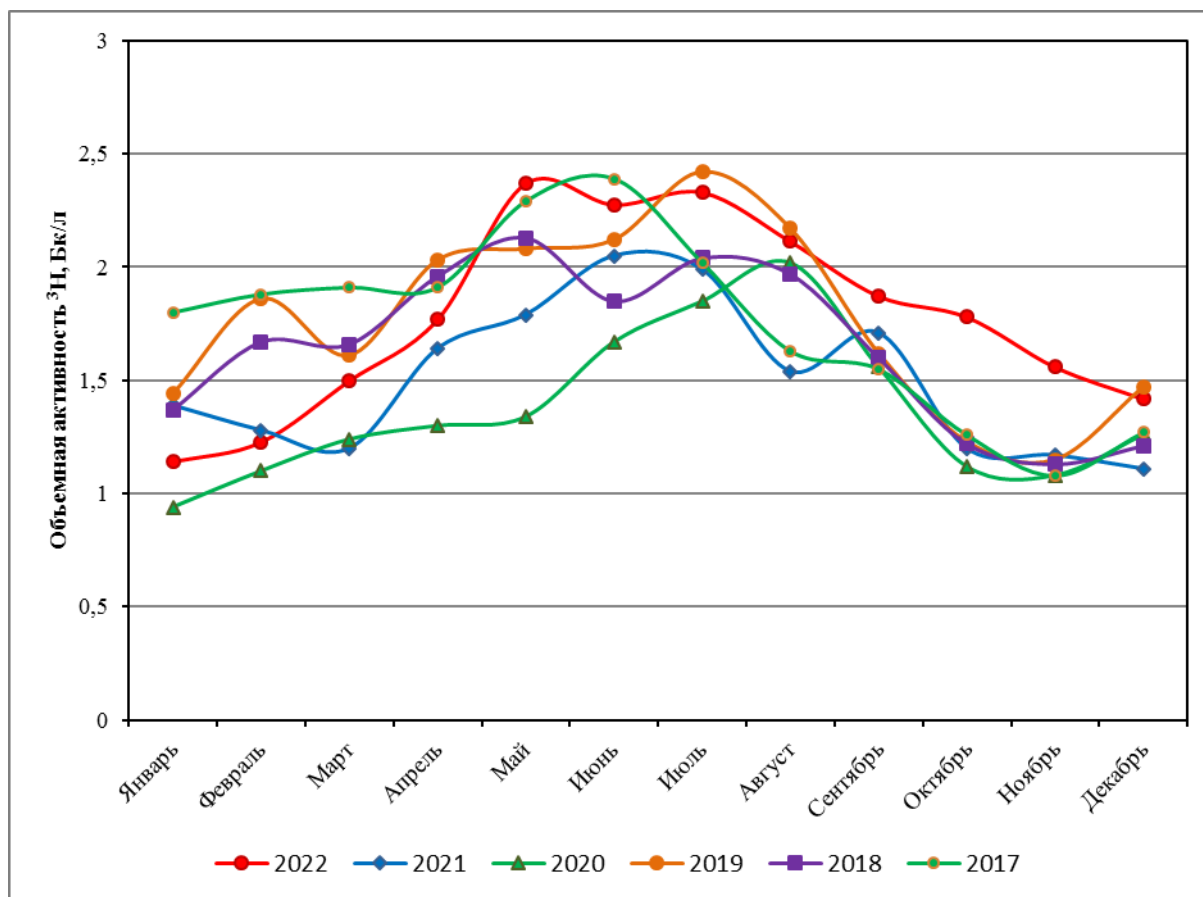


Рис. 1.13. Годовой ход среднемесячных значений объёмной активности трития в атмосферных осадках на территории РФ в 2017–2022 гг.

На рис. 1.14 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. Сезонный ход величины выпадений трития выражен особенно контрастно из-за синхронного увеличения в тёплый период его объёмной активности в атмосферных осадках, в 1,5 раза, и количества атмосферных осадков. Плотность выпадения трития в 2022 г. увеличивается в тёплый период года в 3,2 раза, как и сумма атмосферных осадков, – в 2,4 раза.

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2022 г. колебались в пределах 23–159 Бк/м², составив в среднем 74 Бк/м². Средняя величина среднемесячных выпадений увеличилась по сравнению с 2021 г. (64 Бк/м²), как и сумма выпадений по территории РФ в целом – 15,2·10¹⁵ Бк против 13,0·10¹⁵ Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осреднённых по территории России, на площадь территории России (17,125·10⁶ км²).

Среднегодовое значение объёмной активности трития в атмосферных осадках в 2022 г. 1,78 Бк/л, несколько больше, чем в 2021 г. – 1,50 Бк/л, что по-прежнему ниже интервала значений за период 2004–2019 гг. – 1,6–2,8 Бк/л.

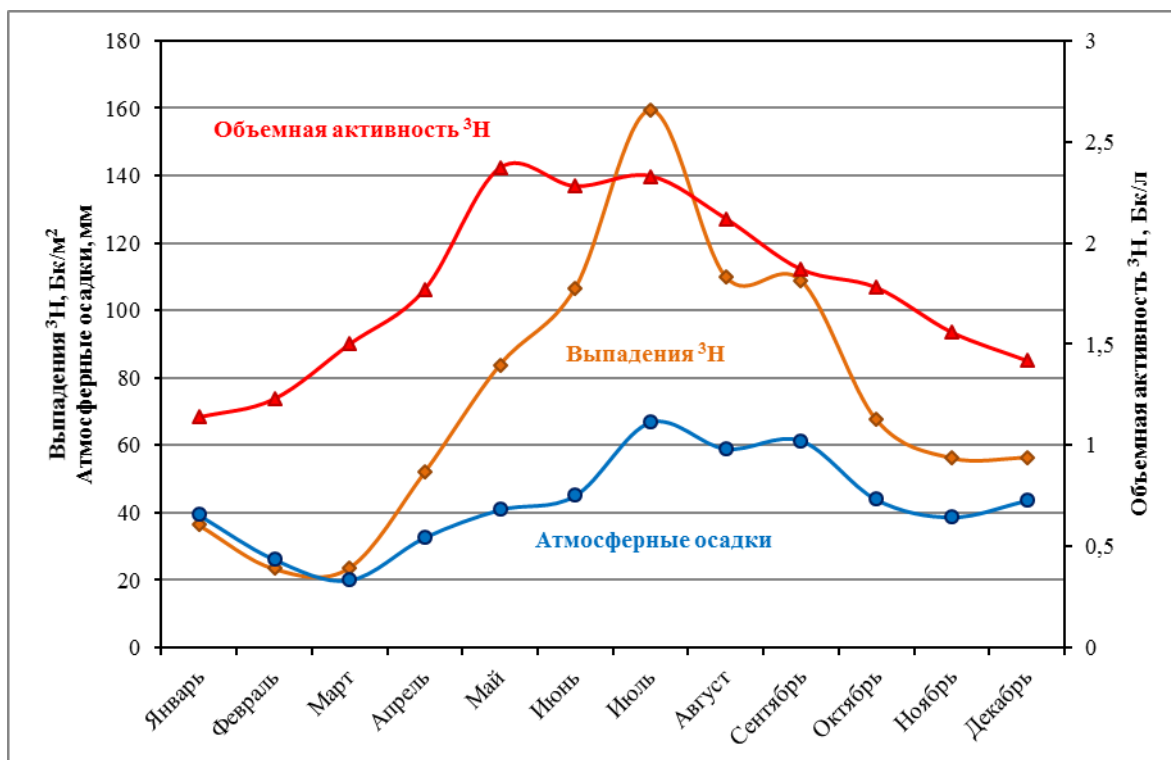


Рис. 1.14. Среднемесячная объёмная активность ^3H в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, осреднённые по 32 пунктам на территории РФ в 2022 г.

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.

Авария на АЭС «Фукусима-1» не оказала заметного влияния на среднемесячные величины выпадений и объёмной активности трития в атмосферных осадках, как и на суммарные показатели по всей территории РФ.

На рис. 1.15 показана динамика годовых сумм выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ^{137}Cs и значений $\Sigma\beta$ на территории РФ в 1991–2022 годах. Выпадения ^{137}Cs за указанный период уменьшились более чем в 12 раз, выпадения трития – в 2–3 раза, а $\Sigma\beta$ выпадений – в 1,5–2 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 $\Sigma\beta$ выпадений и выпадениях трития аварийные выбросы практически не отразились.

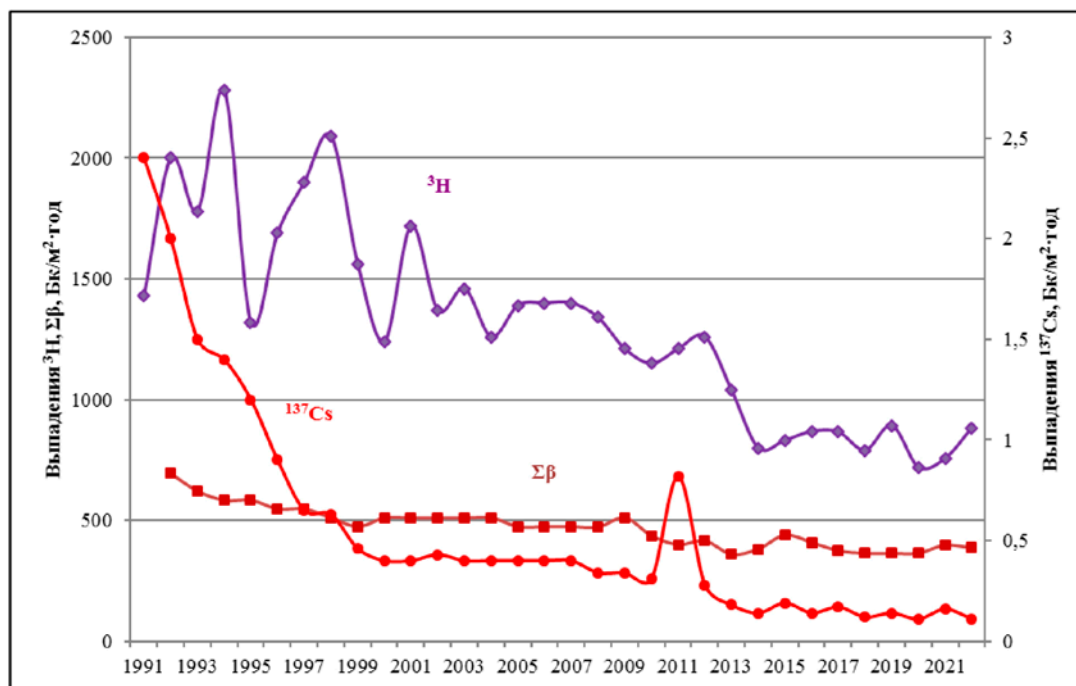


Рис. 1.15. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязнённых зон РФ в 1991–2022 гг.

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 объёмная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась, достигнув в 2011 г. наименьшего значения в 4,0 мБк/л. В 2012–2016 гг. она колебалась в диапазоне (4,5–4,8) мБк/л, в 2017 г. составила 5,5 мБк/л. В дальнейшем объёмная активность ^{90}Sr в целом понижалась, при небольшом повышении в 2019 г. (4,4 мБк/л), и в 2020 г. составила 3,6 мБк/л. В 2021–2022 гг. наблюдалось повышение его содержания до 4,6 и 6,2 мБк/л соответственно. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л).

До 2013 г. и в 2016–2021 гг. в средние по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колве (п. Чердынь), Вишере (п. Рябино), 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 (рис. 1.16).

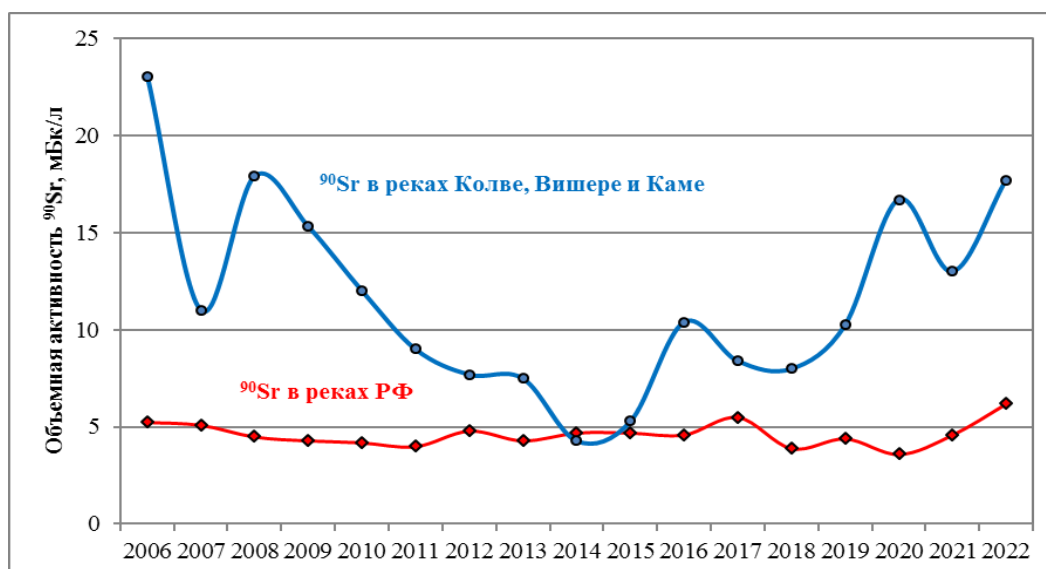


Рис. 1.16. Средние значения объёмной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и реках Колве (п. Чердынь), Вишере (п. Рябинино), Каме (п. Тюлькино) в 2006–2022 гг.

В 2013–2015 гг. уровни активности ^{90}Sr в воде этих рек снизились до значений, близких к средним в реках РФ, и целесообразность исключения этих данных из расчёта средней активности отпала. Однако с 2016 г. уровни активности ^{90}Sr здесь вновь превысили средние значения по рекам РФ и в 2020 г. достигли 16,7 мБк/л, в 2021 г. произошло снижение до 13,0 мБк/л. Однако в 2022 г. активность ^{90}Sr вновь увеличилась до 17,7 мБк/л.

В 2013–2015 гг. заметно увеличивалась активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка), в эти годы она составила 9,7–11,1 мБк/л, что примерно в 2 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (рис. 1.17).

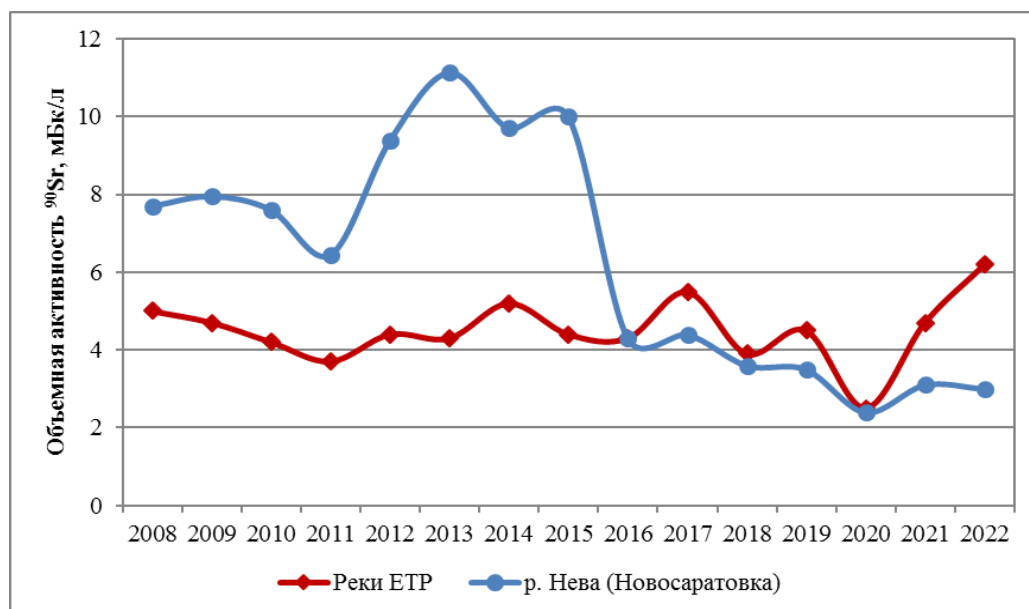


Рис. 1.17. Средние значения объёмной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и р. Невы (п. Новосаратовка) в 2008–2022 гг.

В 2016 г. среднее значение активности ^{90}Sr в р. Неве сравнялось со средним значением для рек ЕТР – 4,3 мБк/л. Однако в пробах, отобранных в тёплый сезон 2016 г., активность ^{90}Sr осталась высокой –

8,7 мБк/л. В 2017 г. среднее значение активности ^{90}Sr в р. Неве составило 3,5 мБк/л, при диапазоне для отдельных проб от 0,8 до 5,3 мБк/л. В дальнейшем средняя активность ^{90}Sr в р. Неве была меньше, чем в реках ЕТР, и в 2021 г. составила 3,1 мБк/л против 4,7 мБк/л. В 2022 г. расхождение увеличилось – 3,0 мБк/л в р. Неве против 6,3 мБк/л в реках ЕТР.

В осреднение также не включаются результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи, а также рек Исети, Караболки, Синары 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. Течу жидких радиоактивных отходов, а также вследствие строительства в 1951–1964 гг. плотин и обводных каналов поступление радионуклидов в р. Течу существенно уменьшилось. Тем не менее загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr , до сих пор остаётся достаточно высоким. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Першинское) в 2021–2022 гг. составила 3,45 и 2,85 Бк/л соответственно. В 2017 г. концентрация ^{90}Sr в воде р. Течи впервые уменьшилась ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л), но по-прежнему на три порядка выше фонового уровня для рек России в 2022 г. (5,6 мБк/л).

На рис. 1.18 приведены среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1992–2022 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить о стабилизации объёмной активности ^{90}Sr в реках, хотя в 2022 г. наблюдается некоторое увеличение его активности как в реках АТР, так и в реках ЕТР – 5,1 и 6,2 Бк/л соответственно.

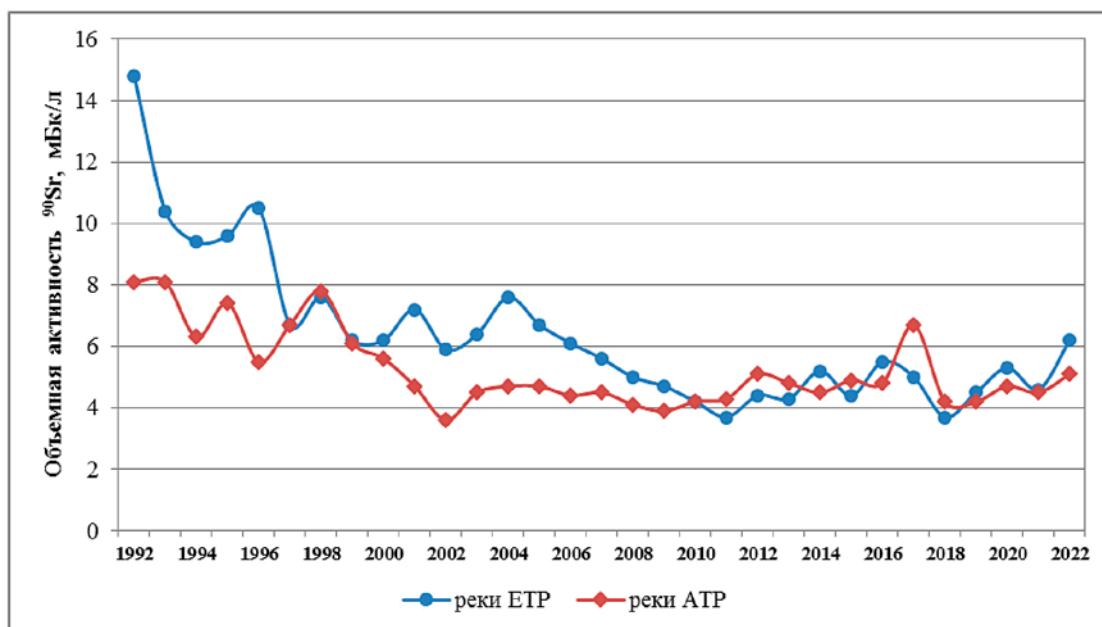


Рис. 1.18. Динамика объёмной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1992–2022 гг.

Средняя объёмная активность ^{90}Sr в воде рек на ЕТР увеличилась в 2019 г. по сравнению с 2018 г. – 4,5 и 3,7 мБк/л. В 2021 и 2022 гг., без учёта рек Колва, Кама и Вишера, снизилась до 2,5 и 3,3 мБк/л, а с учётом всех рек составила 4,6 и 6,2 мБк/л соответственно.

На рис. 1.18 содержание ^{90}Sr в реках ЕТР показано с учётом значений по этим рекам, которые в 2019–2022 гг. находятся в диапазоне 15,3–20,0 мБк/л.

На АТР значительное уменьшение произошло в 2018 г. по сравнению с 2017 г. – от 6,7 до 4,2 мБк/л, которое сохранилось и в 2019 г., в 2021–2022 гг. произошло некоторое увеличение до 4,5 и 5,1 мБк/л соответственно.

Наиболее заметные уменьшения содержания зафиксированы в 2018 г., по сравнению с 2017 г., в Енисее (Игарка) – от 13,4 до 3,7 мБк/л, Ангаре (Иркутск) – от 10,9 до 3,4 мБк/л, Оби (Салехард) – от 10,2 до 6,5 мБк/л. В 2020 г. произошло наибольшее увеличение активности ^{90}Sr в этих реках по сравнению с 2019 г.: в Енисее – 5,3 и 3,7 мБк/л, Ангаре – 6,1 и 5,0 мБк/л, Оби – 8,6 и 7,6 мБк/л соответственно, в 2021 г. повышенные уровни в этих реках сохранились: в Енисее – 5,0 мБк/л, Ангаре – 5,8 мБк/л, Оби – 6,7 мБк/л. В 2022 г. в Енисее содержание ^{90}Sr увеличилось до 6,0 мБк/л, а в Ангаре и Оби уменьшилось до 4,3 и 5,9 мБк/л соответственно.

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 2022 г. содержание ^{90}Sr определяется в озёрах Имандра и Онежское, а на АТР – в озере Ханка, концентрация ^{90}Sr в озёрной воде составляет 1,4, 2,4 и 5,4 мБк/л соответственно. По озёрам Онежское и Ханка имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большому числу водоёмов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих ежегодниках. Данные для озёр в 2001–2021 гг. представлены в Приложении А.8, табл. 2.

В Приложении А.9, табл. 1 приведены среднегодовые (осреднённые по 5–6 пробам) объёмные активности ^3H в 2001–2021 гг. в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Объёмная активность трития в водах рек, рассчитанная по 15 пунктам на 11 реках, постепенно уменьшавшаяся в последние годы, сохранилась в 2013–2021 гг. в диапазоне 1,6–1,9 Бк/л (2,6 Бк/л в 2012 г.). Средняя активность трития в обследованных реках РФ в 2022 г. колебалась в пределах 1,1–2,15 Бк/л – меньшее из этих значений относится к р. Волге (п. Верхнее Лебяжье), а большее – к р. Амур (Благовещенск).

На рис. 1.19 показана динамика объёмных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1992–2022 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 Камы, Колвы, Вишеры) постепенно уменьшалась до 2011 г., и за период 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.

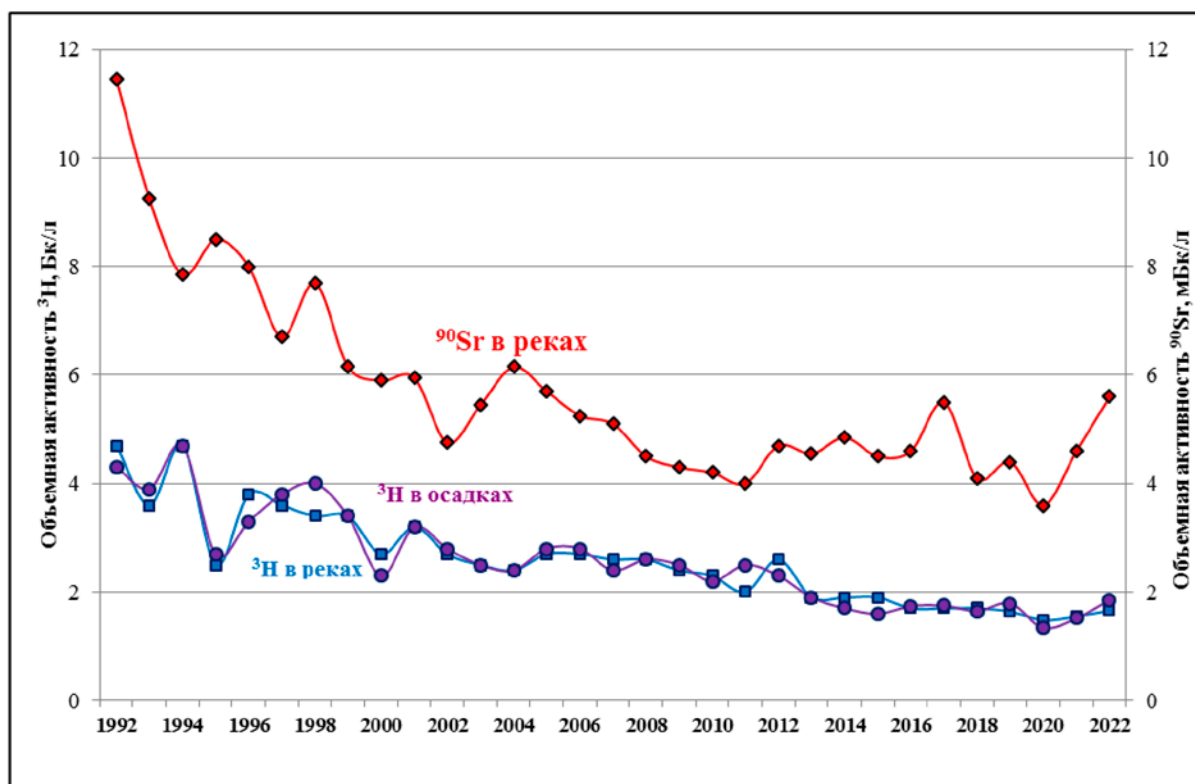


Рис. 1.19. Динамика объёмной активности ^3H в реках и атмосферных осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ в 1992–2022 гг.

Содержание трития в водах основных рек России и атмосферных осадках за период 1991–2013 гг. заметно уменьшилось как в осадках, так и в речной воде. Хорошо видно, что объёмная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2013–2022 гг. содержание трития в осадках и речной воде колебалось в диапазоне 1,3–1,9 Бк/л, что можно рассматривать как стабилизацию концентрации в обоих случаях.

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».

В 2022 г. в Каспийском море произошло увеличение активности ^{90}Sr до 4,1 мБк/л с 2,9 мБк/л в 2021 г. Во всех других морях произошло небольшое снижение, за исключением Охотского и Баренцева морей, где активность осталась на уровне предыдущего года – 1,6 и 2,1 мБк/л соответственно.

На рис. 1.20 показано изменение активности ^{90}Sr в период 2000–2022 годов. Наибольшая изменчивость концентраций характерна для Каспийского моря (данные 2007–2022 гг.). Динамика объёмной активности ^{90}Sr в других морях происходила в меньшем диапазоне, и не имеет отчётливо выраженной тенденции, что можно рассматривать как стабилизацию ситуацию со ^{90}Sr в их водах. Однако можно отметить тенденцию к уменьшению его активности с 2000 г. до 2012–2015 годов. В дальнейшем есть слабая тенденция к повышению активности.

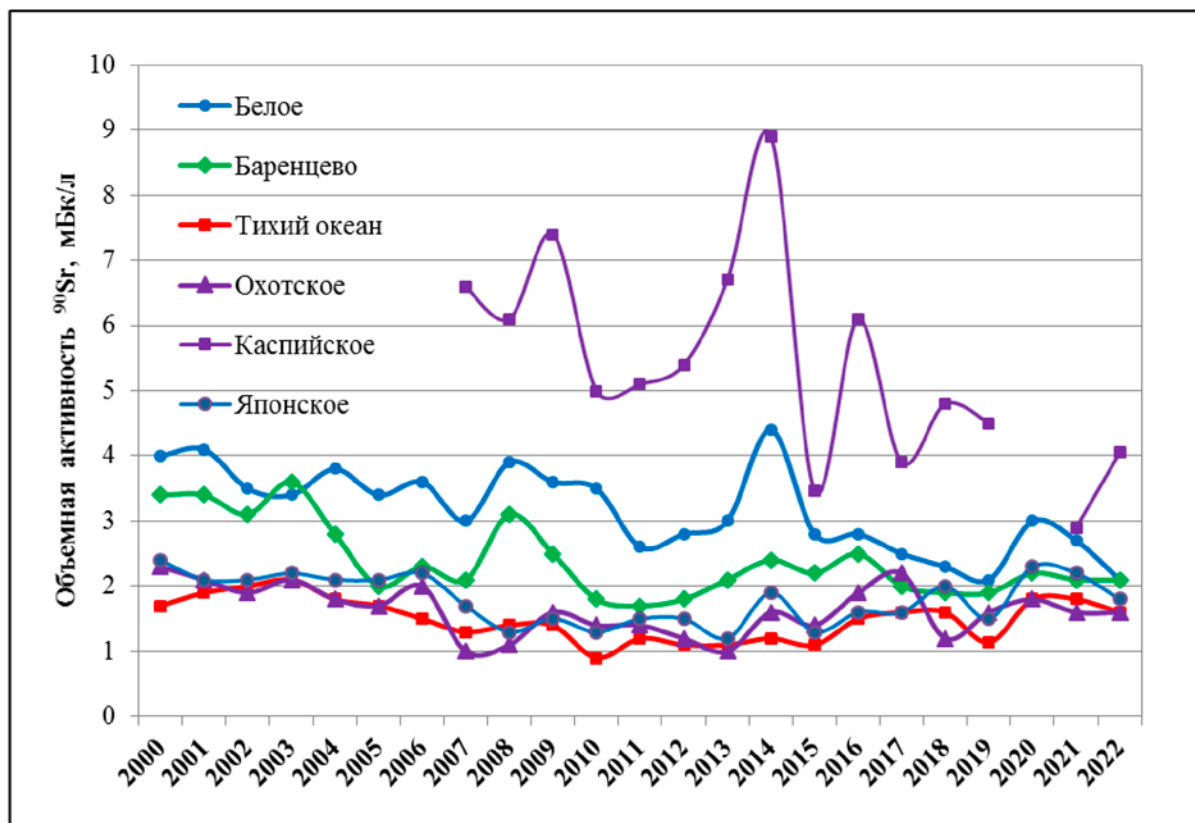


Рис. 1.20. Динамика объёмной активности ^{90}Sr в морях и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 2000–2022 гг.

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr в 2016 г. во всех обследованных морях и Тихом океане у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) незначительно увеличились по сравнению с 2015 г., за исключением Каспийского моря, где объёмная активность увеличилась в 1,8 раза (рис. 1.20). В 2017 г. повышенное содержание сохранилось в Авачинской губе и Японском море, а в Охотском море даже несколько выросло – от 1,9 до 2,2 мБк/л. В Белом, Баренцевом и Каспийском морях произошло снижение объёмной активности ^{90}Sr , особенно значительное в Каспийском море – в 1,6 раза – до 3,9 мБк/л. Среднегодовые объёмные активности этого радионуклида в 2017 г. в поверхностных водах других обследованных морей и Тихого океана колебались в пределах от 1,56 мБк/л в Авачинской губе до 2,5 мБк/л – в Белом море. В 2018 г. заметное снижение объёмной активности ^{90}Sr наблюдается в Охотском море – от 2,2 до 1,2 мБк/л, Белом и Баренцевом изменения были незначительными. Повысилась активность ^{90}Sr в Японском море – от 1,6 до 2,0 мБк/л и наиболее заметно в Каспийском море – от 3,9 до 4,8 мБк/л. В Авачинской губе активность ^{90}Sr не изменилась (1,6 мБк/л). В 2019 г. в морях произошло снижение активности и только в Охотском произошёл рост – от 1,2 до 1,6 мБк/л.

В 2020 г. в Каспийском море опробование не проводилось, в 2021 г. было установлено самое низкое содержание ^{90}Sr за весь период наблюдения – 2,9 мБк/л, а 2022 г. его содержание увеличилось до 4,05 мБк/л. Во всех других морях и Авачинской губе в 2022 г. активность ^{90}Sr уменьшилась относительно 2021 г., наиболее заметное уменьшение произошло в Японском море – от 2,7 до 2,1 мБк/л, а в Охотском и Баренцевом морях осталось на уровне 2021 г. – 1,6 и 2,1 мБк/л.

Максимальная объёмная активность ^{90}Sr была зарегистрирована в Таганрогском заливе Азовского моря, в 2017–2018 гг. – 5,6 и 5,5 мБк/л, в 2015–2016 гг. здесь также фиксировались максимальные содержания – 16,8 и 12,2 мБк/л соответственно, в 2019 г. здесь активность ^{90}Sr заметно уменьшилась до 3,7 мБк/л, а в 2020–2021 гг. вновь увеличилась до 6,3 и 6,0 мБк/л (Приложение А.9, табл. 2). В 2022 г. Пробы в Таганрогском заливе не отбирались.

Радиационный фон территорий

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2022 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2022 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1305 постоянных пунктах наблюдения, в течение 2022 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 (0,08–0,17 мкЗв/ч). В 100-км зонах вокруг РОО значения МАЭД в основном не превышали фоновых уровней.

Измерения МАЭД, проведённые в марте–апреле 2011 г., во время аварии на АЭС «Фукусима-1» на всей территории РФ не выявили ни одного случая превышения пределов фоновых уровней этого параметра радиационной обстановки.

Превышения фоновых значений МАЭД зафиксированы на загрязнённых после чернобыльской аварии территориях ЦФО с плотностью загрязнения ^{137}Cs 5–15 Ки/км² в Брянской, Калужской, Курской, Орловской и Тульской областях в диапазоне 0,13–0,23 мкЗв/ч. На территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² значения МАЭД находились в пределах от 0,12 до 0,19 мкЗв/ч. При плотности загрязнения менее 1 Ки/км² значения МАЭД не превышают фоновых уровней. В районах расположения РОО величина МАЭД также не выходила за пределы диапазона фоновых значений.

В 2022 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 0,11–0,16 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

В предгорных и горных районах южной части СФО зафиксированы повышенные уровни МАЭД. Здесь среднегодовые величины колебались от 0,13 мкЗв/ч в Иркутске (исток Ангары) до 0,15 мкЗв/ч – в Красноярске, максимальные значения в течение 2022 г. здесь достигали 0,18 и 0,23 мкЗв/ч соответственно.

Анализ всей совокупности данных 1991–2022 гг. показал, что в 2022 г. радиационная обстановка на территории РФ за этот период была спокойной и практически по всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

Список литературы к введению и разделу 1

1. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). М., 2001.
3. 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.: Гидрометеиздат, 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.: Гидрометеиздат, 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.: Гидрометеиздат, 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 ¹³⁷Cs 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 Atomic 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.
17. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник. Обнинск: НПО «Тайфун», 2014.
18. Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н. и др. Плутоний в районах расположения локальных источников и его вовлечённость в глобальную циркуляцию. Известия вузов Ядерная энергетика. 2017. № 2. 13.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

По состоянию на 2022 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. км², население – 39 104,4 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 ¹³⁷Cs более 1 Ки/км² [4] (подробнее см. раздел 4).

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Центральным, Центрально-Чернозёмным 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 атмосфер-

ных 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 .

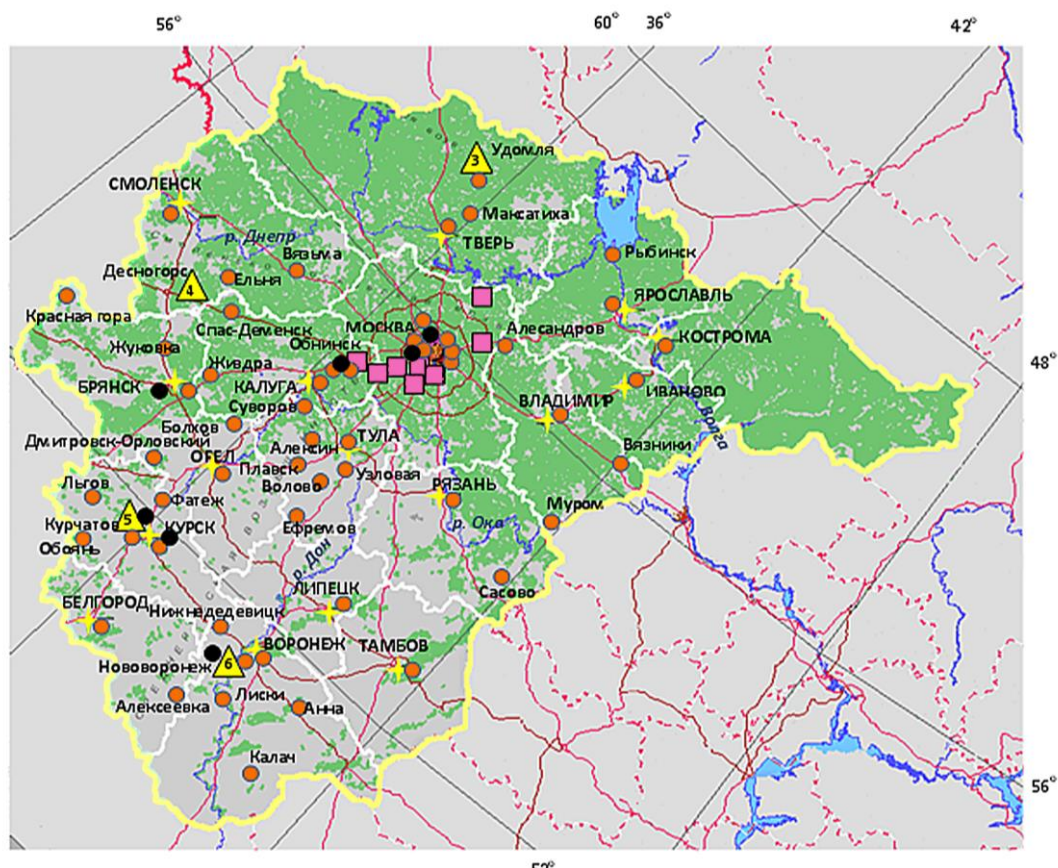


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа:

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

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание $\Sigma\beta$ 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 (0,18 мкЗв/ч) наблюдалось в Красной Горе Брянской области, максимальное измеренное суточное значение МАЭД (0,23 мкЗв/ч) – в пунктах Узловая Тульской области и Болхов Орловской области.

Таблица 2.1.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МАЭД в субъектах ЦФО в 2022 г., мкЗв/ч

Область	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Белгородская	7	0,11	0,17 (Белгород)
Брянская	8	0,12	0,22 (Красная Гора)
Владимирская	7	0,11	0,18 (Муром)
Воронежская	11	0,11	0,18 (Нижедевицк)
Ивановская	5	0,11	0,16 (Приволжск)
Калужская	6	0,12	0,20 (Калуга)
Костромская	10	0,09	0,16 (Чухлома)
Курская	10	0,12	0,18 (Железногорск, Тим)
Липецкая	5	0,10	0,16 (Лев Толстой)
Москва	4	0,12	0,18 (Балчуг)
Московская	13	0,12	0,22 (Кашира)
Орловская	6	0,13	0,23 (Болхов)
Рязанская	10	0,11	0,18 (Рязск)
Смоленская	8	0,12	0,22 (Смоленск)
Тамбовская	7	0,10	0,13 (Жердевка, Кирсанов, Обловка)
Тверская	13	0,11	0,20 (Лесной заповедник)
Тульская	8	0,13	0,23 (Узловая)
Ярославская	9	0,10	0,17 (Брейтово)
ЦФО	147	0,11	0,23

По результатам измерений МАЭД, проводимых в июле 2022 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/км²) – от 0,13 до 0,15 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5–15 Ки/км²) – от 0,15 до 0,18 мкЗв/ч, п. Творишино (5–15 Ки/км²) – от 0,18 до 0,26 мкЗв/ч, п. Ущерпье (15–40 Ки/км²) – от 0,28 до 0,35 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, Курчатова, 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/м³**

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Московская область						
Подмосковная	2,4	3,1	4,0	0,31	0,39	0,91
Тушино	2,4	-	-	0,34	-	-
Калужская область						
Обнинск (ФЭИ, НИФХИ)	3,3	5,1	5,0	0,53	0,47	1,53
Курская область						
Курск (Курская АЭС)	5,6	6,7	11	0,43	1	0,62
Курчатов (Курская АЭС)	8,1	13,6	30	0,47	0,53	4,21
Воронежская область						
Нововоронеж (НВАЭС)	5,5	6,3	15	0,28	1,05	1,19
Брянская область						
Брянск	4,4	4,3	3,9	0,49	0,67	1,52
Средневзвешенное по Центру ЕТР	2,7	3,6	5,9	0,37	0,54	0,98

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 ¹³⁷Cs в 2022 г. уменьшилась в 1,3 раза, по сравнению с 2021 г., и составляла $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ¹³⁷Cs по НРБ-99/2009. Во всех пунктах наблюдения ЦФО, за исключением Брянска, среднегодовые значения объёмной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы уменьшились в 1,2–1,7 раза по сравнению с 2021 годом. В пункте Брянск значение осталось на уровне прошлого года. При этом только в пункте Подмосковная объёмная активность ¹³⁷Cs была ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР. Наибольшее значение ($8,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), как и в предыдущие два года, наблюдалось в г. Курчатове.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объёмной активности ¹³⁷Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2022 год. Высокие значения среднегодовой объёмной активности ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs имеет тенденцию к уменьшению. За указанный период она уменьшилась почти в четыре раза.

Объёмная активность ⁹⁰Sr в воздухе во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО в 2022 г. приведена в табл. 2.1.2. Средневзвешенная объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. в Центре ЕТР и среднегодовая объёмная активность во всех пунктах наблюдения ЦФО (кроме Обнинска) уменьшились по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.1.2). В Обнинске объёмная активность ⁹⁰Sr была в 1,4 раза выше средневзвешенной объёмной активности ⁹⁰Sr в Центре ЕТР, в остальных пунктах – на уровне или ниже. Все наблюдаемые в течение года величины объёмной активности ⁹⁰Sr в

воздухе на территории ЦФО были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr по НРБ-99/2009 [8].

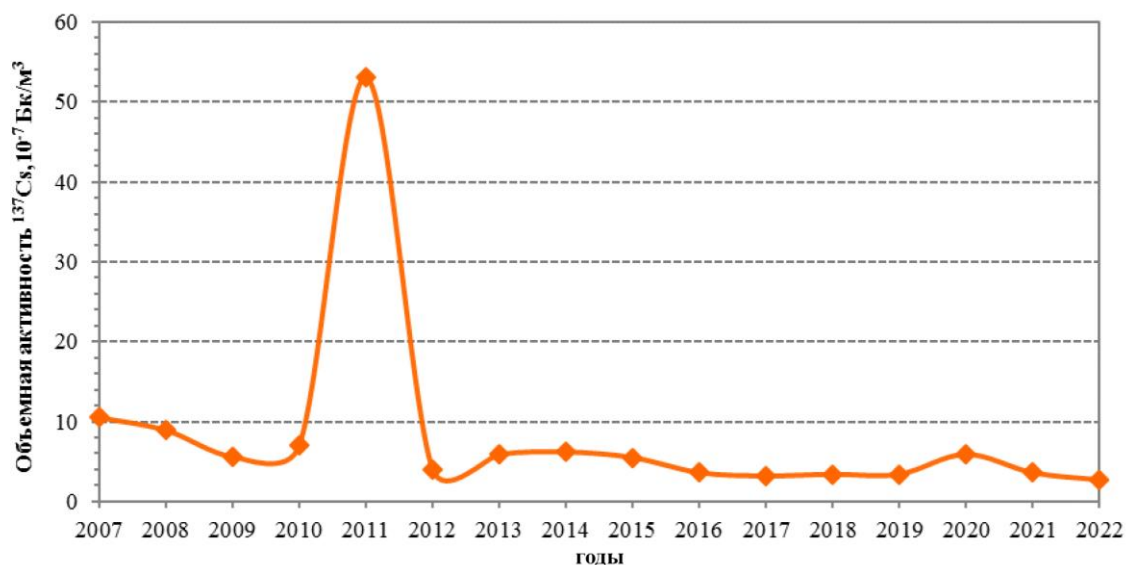


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2022 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО в 2021 и 2022 гг. представлены в табл. 2.1.3.

Таблица 2.1.3

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

Область	Выпадения ^{137}Cs	
	2022 г.	2021 г.
Белгородская	0,21	-
Брянская	0,21	-
Владимирская	0,11	0,17
Воронежская	0,3	-
Ивановская	0,11	0,17
Калужская	0,18	0,36
Костромская	0,11	0,17
Курская	0,68	-
Липецкая	0,21	-
Москва	0,08	0,19
Московская	0,08	0,19
Орловская	0,84	-
Рязанская	0,11	0,17
Смоленская	0,33	0,89
Тамбовская	0,21	-
Тверская (Тверь/Максатиха)	0,6	0,21/1,7
Тульская	0,84	-
Ярославская	0,11	0,17
Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязнённых территорий)	0,2	0,25

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения ^{137}Cs остались примерно на уровне 2021 г. на всей территории ЦФО. Средневзвешенные значения выпадений ^{137}Cs на незагрязнённой территории Центра ЕТР остались на уровне прошлого года.

Выпадения ^{137}Cs на загрязнённых после чернобыльской аварии территориях постепенно снижаются – с 1995 г. ($12,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$) 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 2022 г. показан на рис. 2.1.3. Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs в 2011 г. обусловлены радиоактивными продуктами аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

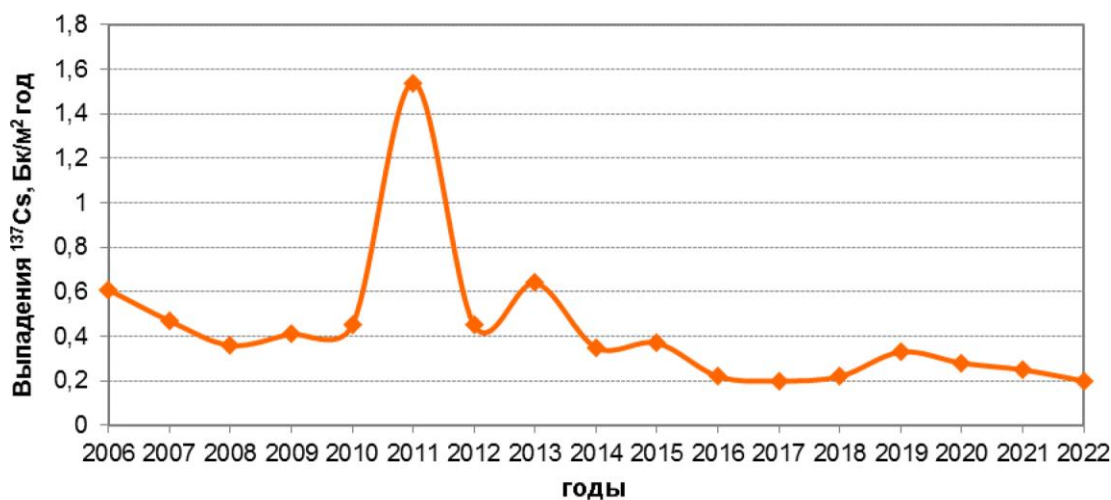


Рис. 2.1.3. Изменение выпадений ^{137}Cs вне загрязнённых территорий ЦФО

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 2022 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. Москвы для определения содержания в них ^{90}Sr .

Данные об объёмной $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземном слое воздуха и выпадениях на подстилающую поверхность представлены в табл. 2.1.4.

Таблица 2.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения $\Sigma\beta$ и объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. 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	2022 г.	2021 г.	2020 г.
		Выпадения, Бк/м ² ·сут														
Алексин	с	0,90	0,80	0,60	0,90	0,30	0,60	0,50	0,90	1,20	1,40	0,60	0,80	0,79	0,88	0,76
	м	1,80	1,40	1,40	3,50	1,20	1,50	1,70	2,50	2,70	2,70	1,70	2,10			
Балчуг	с	1,10	0,90	1,00	1,20	0,80	1,20	1,30	1,30	1,80	1,70	1,00	1,10	1,20	1,56	1,06
	м	2,30	2,10	4,10	2,90	2,40	4,50	4,50	3,70	3,40	5,20	3,50	4,00			
ВДНХ	с	0,90	1,80	0,70	1,70	0,80	2,00	1,30	4,60	0,90	3,10	0,90	2,90	1,08	1,47	0,94
	м	1,80	1,70	2,00	4,60	3,10	2,90	4,30	2,70	4,20	5,20	3,10	2,50			
Ново-Иерусалим	с	1,20	1,10	1,10	1,20	1,10	1,10	1,80	1,50	1,60	1,40	1,00	1,00	1,26	1,28	1,05
	м	3,10	2,00	2,30	2,70	1,90	3,70	5,00	4,30	3,20	4,00	2,50	3,00			
Подмосковная	с	1,10	1,20	1,00	1,10	1,00	0,80	1,50	1,00	1,70	1,60	0,80	0,80	1,13	1,05	0,69
	м	4,00	2,40	2,30	4,60	2,90	4,00	4,90	2,40	3,80	5,70	1,50	2,50			
Тушино	с	0,90	1,00	1,00	1,30	0,90	1,00	1,40	1,60	1,30	1,60	0,70	0,90	1,13	1,4	0,78
	м	3,80	4,10	2,40	5,40	3,40	4,50	3,70	9,50	3,50	4,50	1,60	2,80			
Среднее, Бк/м ² ·сут:																
- по зоне наблюдения		1,02	0,95	0,92	1,17	0,83	0,93	1,32	1,25	1,52	1,55	0,85	0,90	1,10	1,27	0,88
- по Центру ЕТР		1,28	1,35	1,42	1,46	1,43	1,33	1,24	1,33	1,46	1,33	1,18	1,26	1,34	1,38	1,28
Объёмная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³																
Подмосковная	с	6,90	6,60	13,10	10,00	9,40	11,00	12,70	13,50	7,60	10,60	9,50	18,50	10,78	15,28	16,53
	м	18,50	13,20	26,60	14,60	14,10	14,80	19,00	19,60	10,90	22,40	14,50	29,60			
Тушино	с	13,40	12,00	20,70	16,20	13,80	14,40	14,60	23,80	9,60	9,70	12,90	22,10	15,27	-	-
	м	24,40	16,30	42,80	23,50	22,40	21,90	21,60	29,10	12,90	18,70	17,60	35,50			

Примечание: - - наблюдения не проводились.

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2022 г. среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $10,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в п. Тушино – $15,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,9 и 1,3 раза ниже средневзвешенной объёмной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($20,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) соответственно. Максимальная среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в п. Подмосковная ($18,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в декабре, в п. Тушино ($23,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) – в августе.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из пунктов Подмосковная и Тушино за 2020–2022 гг. приведены в табл. 2.1.5.

Таблица 2.1.5

Объёмная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная, 10⁻⁷ Бк/м³ (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	2020	3,7	6,6	2,3	3,4	4,0	5,9	
	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	
Тушино	2022	2,4	2,4	2,7	2,1	2,4		
⁹⁰ Sr								
Подмосковная	1-е полугодие			2-е полугодие			0,91	0,98
	2020	1,42		0,40				
	2021	0,55		0,23		0,39	0,54	
	2022	0,20		0,42		0,31	0,37	
Тушино	2022	0,36		0,32		0,34		

Из табл. 2.1.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2022 г. в пунктах Подмосковная и Тушино была равна $2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже значения в п. Подмосковная за 2021 г. ($3,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2022 г. составляла $0,31 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в п. Тушино – $0,34 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что ниже значения в п. Подмосковная за 2021 г. ($0,39 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). 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 $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2022 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,79–1,26 Бк/м²·сут. Максимальные суточные выпадения (5,7 Бк/м²·сут) были зарегистрированы в октябре в п. Подмосковная. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. (1,1 Бк/м²·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 2022 г. (табл. 2.1.3) были в 2,4 раза ниже предыдущего года (0,19 Бк/м²·год) и составили 0,08 Бк/м²·год, что в 2,5 раза ниже уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,2 Бк/м²·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 2022 г. составляла 1,47 и 1,51 Бк/л соответственно, что ниже среднегодового значения для всей территории России (1,79 Бк/л).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Москвы (данные ФГБУ «НПО «Тайфун») в течение 2022 г. колебалась в пределах от 3,9 до 5,0 мБк/л при среднем значении 4,5 мБк/л, что ниже среднего значения для рек ЕТР (6,2 мБк/л). Самая низкая объёмная активность ^{90}Sr наблюдалась в пунктах отбора Бабьегородская плотина и Звенигород (2,12 мБк/л) в июле, а самая высокая (12,02 мБк/л) – в пункте Бабьегородская плотина в мае.

Среднегодовая величина МАЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,10 мкЗв/ч (Немчиновка) до 0,15 мкЗв/ч (Волоколамск), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,22 мкЗв/ч (Кашира).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП «Радон». Схема размещения элементов системы радиационно-экологического мониторинга г. Москвы в 2022 г. представлена на рис. 2.1.4.

Объёмы выполненных работ по радиационно-экологическому мониторингу на территории г. Москвы общей площадью 2561,5 км² в 2022 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 Москвы-реки (450 л) – 71; донных отложений – 304; растений травянистого яруса – 267;

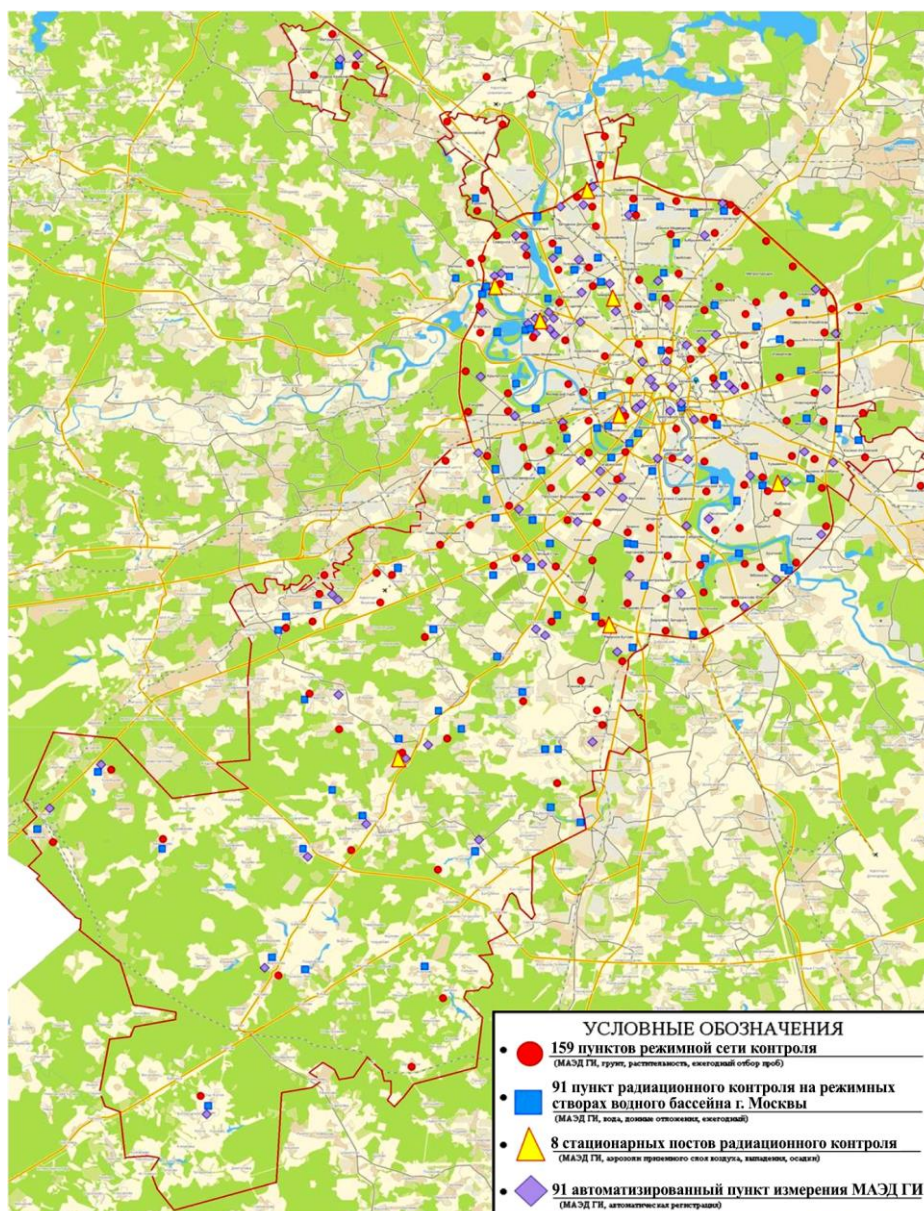


Рис. 2.1.4. Схема размещения элементов системы радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

– проведено 1674 измерения МАЭД гамма-излучения; 562 измерения интегральной поглощённой дозы; 7792 анализа отобранных проб различных объектов окружающей среды; 8500 км автомобильной гамма-съёмки дорог 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 2022 г. (данные ФГУП «Радон»)

Радионуклид	Объёмная активность радионуклидов, Бк/м ³			ДОА _{НАС.} , Бк/м ³ [8]
	минимальная	средняя	максимальная	
⁷ Be	5,3·10 ⁻⁴	2,1·10 ⁻³	4,6·10 ⁻³	2,0·10 ³
²² Na	< 3,4·10 ⁻⁸	2,9·10 ⁻⁷	8,0·10 ⁻⁷	7,2·10 ⁻¹
⁴⁰ K	< 2,0·10 ⁻⁶	1,1·10 ⁻⁵	2,5·10 ⁻⁵	3,1·10 ¹
²²⁶ Ra	< 7,0·10 ⁻⁸	4,4·10 ⁻⁷	4,4·10 ⁻⁶	3,0·10 ⁻²
²³² Th	< 2,0·10 ⁻⁷	9,3·10 ⁻⁷	4,8·10 ⁻⁶	4,9·10 ⁻³
¹³¹ I	< 2,0·10 ⁻⁷	4,7·10 ⁻⁶	4,3·10 ⁻⁵	7,3
¹³⁷ Cs	< 8,7·10 ⁻⁸	2,5·10 ⁻⁷	1,0·10 ⁻⁶	2,7·10 ¹
⁹⁰ Sr	< 2,0·10 ⁻⁷	2,6·10 ⁻⁷	6,5·10 ⁻⁷	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	< 1,1·10 ⁻⁸	1,1·10 ⁻⁷	5,0·10 ⁻⁷	2,5·10 ⁻³
∑β	< 1,2·10 ⁻⁵	8,2·10 ⁻⁵	1,4·10 ⁻³	-

Анализ сведений, представленных в табл. 2.1.6, показывает:

- средняя объёмная активность космогенных радионуклидов ⁷Be на 6 порядков, а ²²Na – на 8 порядков меньше допустимой объёмной активности для населения меньше ДОА_{НАС.};
- средняя объёмная активность терригенных радионуклидов ⁴⁰K, ²²⁶Ra и ²³²Th на 6, 5 и 4 порядка соответственно меньше ДОА_{НАС.};
- средняя объёмная активность техногенных радионуклидов ⁹⁰Sr ниже ДОА_{НАС.} на 7 порядков, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu – на 4 порядка, и ¹³⁷Cs – на 8 порядков и ¹³¹I – 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 (⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu) также находилась на уровне фоновых значений и не представляла опасности для населения.

В пробах атмосферных выпадений (планшет + осадки) определялось содержание радионуклидов ⁷Be, ⁴⁰K, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra, ²³²Th, а также ∑β. Сведения о выпадениях природных и техногенных радионуклидов, а также о выпадениях ∑β, 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	3,7·10 ⁻²	3,6·10 ⁰	4,2·10 ⁻¹
⁷ Be	8,8·10 ⁻²	9,3·10 ⁰	1,4·10 ⁰
⁴⁰ K	1,8·10 ⁻¹	2,7·10 ¹	1,7·10 ⁰
²²⁶ Ra	2,2·10 ⁻²	7,4·10 ⁻¹	2,9·10 ⁻¹
²³² Th	26·10 ⁻²	2,8·10 ⁰	2,6·10 ⁻¹
⁹⁰ Sr	< 2,8·10 ⁻³	2,5·10 ⁻²	6·10 ⁻³
¹³⁷ Cs	9,3·10 ⁻²	7,4·10 ⁰	1,7·10 ⁻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 2022 г. (данные ФГУП «Радон»)

Значение	Удельная активность радионуклида, Бк/кг							
	$\Sigma\beta$	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	$A_{\text{эфф}}$	^{137}Cs	$^{239+240}\text{Pu}$	^{90}Sr
Минимальное	216	230	6	9	41	< 1,7	< 0,5	< 0,7
Среднее	547	388	17	19	76	4,6	1,5	3,1
Максимальное	1730	650	50	41	136	25	2,5	250

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

Удельная активность радионуклидов в растительности травянистого яруса

Средние удельные суммарные альфа- и бета-активности радионуклидов ($\Sigma\alpha$, $\Sigma\beta$) и средние удельные активности ^7Be , ^{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						
	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	^7Be	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th	^{137}Cs
Минимальное	<20	190	18	120	<3	<3	<2
Среднее	36	1000	168	843	12	11	6
Максимальное	290	1900	820	1600	43	65	22

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. Москвы

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						
	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	^{40}K	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	$A_{\text{эфф}}$
Минимальное	<15	121	<103	247	217	<1,3	<7	6	<38
Среднее	45	197	185	354	285	≤ 4	12	11	50
Максимальное	102	291	278	550	443	7	20	23	78

Радиационное обследование акватории р. Москвы в 2022 г. выполнялось с борта теплохода «РАДОН».

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	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	^7Be	^{226}Ra	^{232}Th	^{90}Sr	^{137}Cs
Вода, 450 л:							
минимальное	16	63	-	-	-	< 4,7	-
среднее	43	188	-	-	-	6,8	-
максимальное	118	647	-	-	-	11	-
Взвесь, 450 л:							
минимальное	1,1	1,3	1,1	0,2	0,3	-	0,1
среднее	3,1	6,0	3,8	0,8	0,6	-	0,9
максимальное	8,1	25,4	13,5	1,9	1,3	-	2,8

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 Москвы-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. Москвы, 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	0,12	0,12	0,10	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 2022 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
⁴¹ Ar	$1,81 \cdot 10^{12}$	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^{10}$	$-1,0 \cdot 10^9$
⁸⁸ Kr	$2,55 \cdot 10^{12}$	$1,5 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$+2,0 \cdot 10^7$
⁵⁷ Co	$1,51 \cdot 10^{10}$	$2,7 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^5$	$+2,3 \cdot 10^6$
⁹⁰ Sr	$1,69 \cdot 10^8$	-	$5,3 \cdot 10^5$	$-5,3 \cdot 10^5$
¹³⁷ Cs	$1,17 \cdot 10^{10}$	$3,4 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^7$	$+2,3 \cdot 10^7$

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	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2019 г.	2018 г.
¹³¹ I	$1,5 \cdot 10^{12}$	$7,0 \cdot 10^{11}$	$1,3 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$1,2 \cdot 10^{12}$	$2,2 \cdot 10^{12}$
¹³² I	$1,5 \cdot 10^{12}$	$5,1 \cdot 10^{11}$	$6,8 \cdot 10^{11}$	$1,0 \cdot 10^{12}$	$8,4 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^{12}$
¹³³ I	$4,6 \cdot 10^{11}$	$6,8 \cdot 10^{10}$	$5,9 \cdot 10^{10}$	$3,1 \cdot 10^{11}$	$1,8 \cdot 10^{11}$	$1,6 \cdot 10^{12}$
¹³⁵ I	$4,3 \cdot 10^{11}$	$1,7 \cdot 10^8$	$3,1 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^{11}$
⁴¹ Ar	$3,0 \cdot 10^{14}$	$9,1 \cdot 10^{13}$	$1,1 \cdot 10^{14}$	$9,0 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^{14}$	$8,3 \cdot 10^{13}$
^{85m} Kr	$1,0 \cdot 10^{14}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	$1,6 \cdot 10^{13}$	$1,4 \cdot 10^{13}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$
¹³³ Xe	$7,5 \cdot 10^{14}$	$7,6 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^{14}$	$7,3 \cdot 10^{13}$	$7,2 \cdot 10^{13}$	$7,2 \cdot 10^{13}$
¹³⁵ Xe	$8,1 \cdot 10^{14}$	$1,5 \cdot 10^{14}$	$1,5 \cdot 10^{14}$	$1,2 \cdot 10^{14}$	$1,0 \cdot 10^{14}$	$1,4 \cdot 10^{14}$
^{135m} Xe	$3,0 \cdot 10^{14}$	$1,8 \cdot 10^{13}$	$1,9 \cdot 10^{13}$	$1,0 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$

Из табл. 2.1.13 видно, что в АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в 2022 г. годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,005 % (⁸⁸Kr) до 0,87 % (⁴¹Ar) предельно допустимых выбросов.

Выбросы АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2022 г. (табл. 2.1.14) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 0,04 % (¹³⁵I) до 46,7 % (¹³¹I) допустимых выбросов. Суммарный выброс нуклидов йода АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2022 г. был ниже, чем в 2021 г. ($2 \cdot 10^{12}$ Бк) и составил $1,3 \cdot 10^{12}$ 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 2022 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).

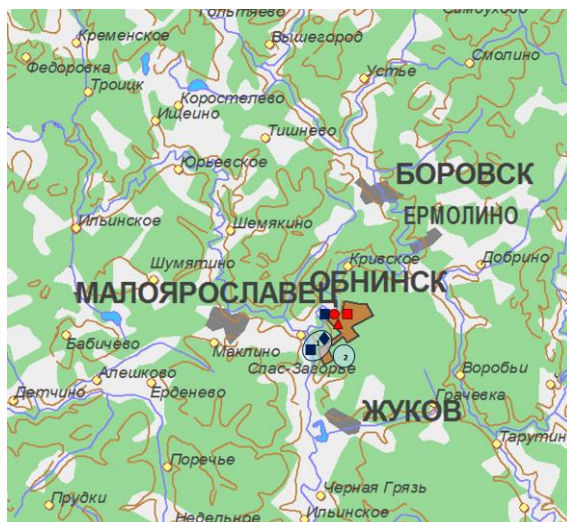


Рис. 2.1.5. Расположение СЗЗ АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (1), СЗЗ АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

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».

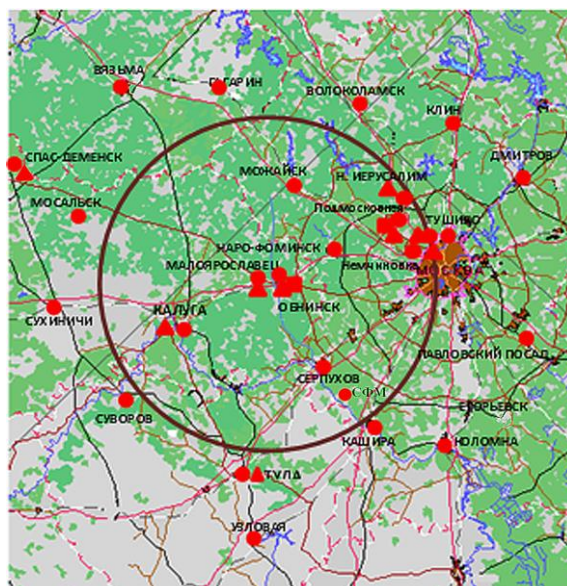


Рис. 2.1.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» и филиала АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (г. Обнинск):

- | | |
|---|--|
| ● | – наблюдения за гамма-фоном; |
| ▲ | – отбор проб атмосферных выпадений; |
| ■ | – наблюдения за атмосферными аэрозолями. |

В 2022 г. службой внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в СЗЗ и ЗН контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

- значения МАЭД;
- содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в почве, растительности, воде р. Протвы и $\Sigma\beta$ 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 РФ-ФЭИ» 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 м², 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 2022 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (рис. 2.1.6):

- за объёмной активностью радиоактивных аэрозолей в двух пунктах (Подмосковная и Тушино);
- радиоактивными атмосферными выпадениями в 5 пунктах;
- величиной МАЭД в 7 пунктах наблюдения.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

По данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», среднегодовая объёмная $\Sigma\alpha$ в 2022 г. в воздухе СЗЗ составила $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при допустимом значении для предприятия 0,6 Бк/м³; среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ составляла $7,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно при допустимом значении 13,25 Бк/м³.

Объёмная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» в 2022 г. была ниже предела обнаружения (менее $3,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ ФЭИ составила $2,5 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, что в 67,6 раза выше средневзвешенной объёмной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 47 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 $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2022 г. приведены в табл. 2.1.15.

Из табл. 2.1.15 видно, что среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,7 до 1,4 Бк/м²·сут. Максимальные суточные значения

изменялись от месяца к месяцу в пределах 2,7–7,5 Бк/м²·сут. Среднее за год значение $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 1,04 Бк/м²·сут, на уровне значения 2021 г. и в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2022 г. (1,34 Бк/м²·сут).

Таблица 2.1.15

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сут) и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2022 г. (данные Центрального УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н-Иерусалим	Тушино		Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	0,9	0,7	0,8	16,0	1,2	0,9	13,4	1,1	34,1	1,3	13,4
	м	2,1	1,5	5,7	58,5	3,1	3,8	24,4	4,0	139,9		
Февраль	с	-	0,7	1,1	14,0	1,1	1,0	12	1,2	10,9	1,3	13,0
	м	-	1,2	7,5	38,6	2,0	4,1	16,3	2,4	32,6		
Март	с	0,8	0,6	0,8	24,8	1,1	1,0	20,7	1,0	11,0	1,4	16,8
	м	1,3	1,7	4,0	51,5	2,3	2,4	42,8	2,3	43,5		
Апрель	с	0,8	0,7	1,1	16,9	1,2	1,3	16,2	1,1	13,2	1,5	17,1
	м	1,4	1,6	3,6	27,7	2,7	5,4	23,5	4,6	45,8		
Май	с	1,0	0,8	1,4	24,0	1,1	0,9	13,8	1,0	13,7	1,4	17,1
	м	1,7	1,8	7,1	44,3	1,9	3,4	22,4	2,9	30,1		
Июнь	с	0,9	0,8	1,3	23,2	1,1	1,0	14,4	0,8	17,8	1,3	19,2
	м	1,6	1,5	4,9	43,9	3,7	4,5	21,9	4,0	32,7		
Июль	с	1,0	0,6	0,7	20,0	1,8	1,4	14,6	1,5	17,6	1,2	20,4
	м	2,1	1,2	2,7	49,3	5,0	3,7	21,6	4,9	35,1		
Август	с	1,1	0,8	1,1	40,8	1,5	1,6	23,8	1,0	19,3	1,3	36,7
	м	2,2	1,5	5,9	76,1	4,3	9,5	29,1	2,4	45,6		
Сентябрь	с	0,6	0,9	1,2	22,7	1,6	1,3	9,6	1,7	12,8	1,5	19,7
	м	1,2	1,7	4,8	53,0	3,2	3,5	12,9	3,8	50,8		
Октябрь	с	0,6	0,8	1,2	21,3	1,4	1,6	9,7	1,6	15,5	1,3	17,4
	м	1,7	2,0	3,7	52,7	4,0	4,5	18,7	5,7	46,4		
Ноябрь	с	1,0	0,6	0,8	28,3	1,0	0,7	12,9	0,8	8,7	1,2	19,8
	м	1,8	1,4	4,7	70,4	2,5	1,6	17,6	1,5	27,0		
Декабрь	с	0,9	0,6	1,0	39,9	1,0	0,9	22,1	0,8	8,7	1,3	31,2
	м	1,8	2,9	4,1	119,0	3,0	2,8	35,5	2,5	33,8		
Среднее:												
	2022 г.	0,88	0,7	1,04	24,33	1,26	1,1	15,27	1,1	15,28	1,34	20,2
	2021 г.	0,78	0,9	1,14	28,74	1,28	1,4	-	1,05	15,28	1,38	21,4
Сумма, Бк/м ² ·год:												
	2022 г.	239	256	392		459,9	412,5		412,5		489,1	
2021 г.	292	329	347		468,5	512,4		384,3		505,1		

Примечания: - - нет данных;

* – данные ФГБУ «НПО «Тайфун».

Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.15) в 2022 г., по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», колебалась в пределах $(14-40,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение $(24,33 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) осталось на уровне прошлого года. Наблюдаемая в 2022 г. среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска в 1,6 раза выше, 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 в 1,2 раза выше средневзвешенной объёмной активности в Центре ЕТР $(20,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в центре г. Обнинска в 2022 г., как и в предыдущие годы, регулярно регистрировались ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, изотопы плутония и ¹³¹I (табл. 2.1.16 [6]).

Из таблицы видно, что среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs и ¹³¹I уменьшилась в 1,5 и 1,7 раза соответственно в сравнении с предыдущим годом, а объёмная активность ⁹⁰Sr изменились

незначительно и осталась практически на том же уровне. Сравнительно высокая среднемесячная активность $^{239+240}\text{Pu}$ была зафиксирована в октябре – $1260 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Она была в 116 раз выше среднегодовой объёмной активности за 2021 г., но почти в 2000 раз меньше среднегодовой объёмной активности ДОА_{НАС}. [8].

Таблица 2.1.16

Среднемесячная объёмная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска, Бк/м³
(данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Месяц	$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$			$^{238}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{239+240}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{90}\text{Sr}, \cdot 10^{-7}$		$^{131}\text{I}, \cdot 10^{-5}$		$^7\text{Be}, \cdot 10^{-5}$	
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2021 г.	2020 г.
Январь	3,4	4,2	3,8	9,6	9,3	6,6	1,8	} 0,70	} 0,35	61	72	116	188
Февраль	4,4	7,8	3,7	нпо	2,5	9,0	0,8			23	133	172	185
Март	2,3	2,6	5,1	198	7,7	21,1	1,3			9,1	9,7	265	134
Апрель	2,7	4,5	18	48,9	22,6	2,9	2,5			44	68	267	163
Май	4,7	5,3	3,1	139	16,2	24,8	7,0			1,4	15	362	434
Июнь	3,4	4,2	2,1	86,0	7,9	10,8	3,6			3,8	11	479	438
Июль	1,0	3,6	1,8	9,4	9,1	1,8	21,8	} 0,35	} 0,58	8,2	4,6	180	316
Август	5,8	1,0	2,5	9,6	11,7	2,1	11,7			5,6	41	435	228
Сентябрь	3,3	2,4	5,0	21,8	3,5	11,2	1,9			3,0	2,0	143	140
Октябрь	2,8	12	6,9	1260	5,4	4,87	5,4			6,1	100	142	125
Ноябрь	2,2	8,0	4,0	143,8	22,4	4,64	2,8			3,7	1,1	151	131
Декабрь	3,5	5,7	4,0	-	13,0	-	6,5			116	28	212	184
Среднее	3,3	5,1	5,0	175,1 (66,6*)	10,9	9,07	5,6	0,53	0,47	24	40	244	222

Примечание: - – нет данных;
* – без октября;
нпо – ниже предела обнаружения.

Средняя за год объёмная активность ^{137}Cs составила $3,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше, чем в п. Подмосковная ($2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 1,2 раза выше средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР в 2022 г. ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr составила $0,53 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,7 и 1,6 раза выше соответственно, чем в п. Подмосковная ($0,31 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Тушино ($0,34 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 1,4 выше средневзвешенной объёмной активности ^{90}Sr для Центра ЕТР ($0,37 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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/м³, для $^{239+240}\text{Pu}$ – $2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, для ^{238}Pu – $2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, для ^{90}Sr – 2,7 Бк/м³.

В 2022 г. отношение среднегодовых объёмных активностей $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ было равно 7,34, что в 147 раз выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [10]. Это подтверждает, что загрязнение приземного слоя атмосферы г. Обнинска указанными изотопами плутония обусловлено не только глобальным фоном, но и в основном местным техногенным источником – АО «ГНЦ РФ – ФЭИ».

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 2022 г. (108) практически не изменилось по сравнению с 2021 г. (109 случаев). Среднегодовая объёмная активность ^{131}I в воздухе Обнинска в 2022 г. находилась на уровне предыдущего года и составила $2,4 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, что на четыре порядка ниже допустимой сред-

негодовой 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 2022 г. наблюдалось 05–06 декабря 2022 г. и составляло $1,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ (за сутки), что всего на два порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I ($\text{ДОА}_{\text{НАС.}} = 7,3$ Бк/м³ в соответствии с НРБ-99/2009 [8]). За весь период наблюдений самые высокие зафиксированные среднесуточные объёмные активности ^{131}I в г. Обнинске составляли $7,36 \cdot 10^{-3}$ – $6,3 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³. 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/м³, и в октябре 2018 г. – 0,25 Бк/м³, что всего на один порядок ниже норматива [8].

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска регулярно определялись ^7Be и ^{40}K . Среднегодовая объёмная активность ^7Be в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2022 г. составляла $244 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объёмная активность ^{40}K в 2022 г. изменялась в диапазоне $(0,28–1,7) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $0,83 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что равно уровню 2021 года.

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		
	2022	2021	2020	2022	2021	2020	2022	2021	2020
Январь	0,028	нпо	0,1	} < 0,04	} < 0,1	} 0,065	< 0,1	нпо	нпо
Февраль	нпо	нпо	0,1						
Март	нпо	нпо	нпо						
Апрель	нпо	нпо	0,73	} 0,15	} 0,16	} 0,32	0,32	нпо	0,5
Май	нпо	нпо	0,15						
Июнь	нпо	нпо	нпо						
Июль	нпо	нпо	0,1	} 0,12	} 0,10	} 0,15	0,37	0,20	0,47
Август	нпо	нпо	0,12						
Сентябрь	нпо	нпо	0,11						
Октябрь	0,063	нпо	нпо						
Ноябрь	нпо	нпо	нпо	} < 0,03	} 0,09	} 0,10	0,042	0,14	нпо
Декабрь	нпо	нпо	нпо						
Сумма за год, Бк/м ² ·год	< 1,1	< 1,2	1,9	0,34	0,45	0,64	0,83	1,5	2,6

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

нпо – ниже предела обнаружения, < 0,1 Бк/м².

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (табл. 2.1.17) в 2022 г. уменьшились в 1,3 раза по сравнению с прошлым годом и составили 0,34 Бк/м²·год. В Обнинске годовые выпадения ^{137}Cs в 2022 г. были ниже 1,1 Бк/м²·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 2022 г. ($0,83$ Бк/м²·год) уменьшилась почти в два раза по сравнению с 2021 г. и была в 4,6 раза выше фоновых выпадений по Калужской области.

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2022 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида ^7Be в 2022 г. изменялись в диапазоне 21–130 Бк/м²·месяц, составив за год 659 Бк/м². Выпадения природного ^{40}K составили 43 Бк/м², изменяясь от 1 до 14 Бк/м²·месяц.

Наблюдавшиеся в 2022 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 2022 г. показал, что объёмная $\Sigma\beta$ в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,1 до 408 Бк/л. Объёмные $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в воде р. Протвы составляли <0,1 и <0,20 Бк/л соответственно и не превышали контрольных уровней для питьевой воды 0,2 Бк/л для $\Sigma\alpha$ и 1,0 Бк/л для $\Sigma\beta$ в соответствии с НРБ-99/2009.

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития. Поступление трития в подземные воды связано с нарушением герметичности хранилищ 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 проводил отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Анализ питьевой воды, отобранной на территории ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2022 г., показал, что содержание трития в питьевой воде в течение года варьировало в пределах от 1,33 до 5,22 Бк/л при среднем значении 3,36 Бк/л (табл. 2.1.18), что примерно на три порядка ниже УВ [8] и в 5 раз 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»)

2022 г.		2021 г.	
Месяц	Объёмная активность	Месяц	Объёмная активность
Январь	1,33	Январь	5,41
Февраль	2,94	Февраль	7,32
Март	3,97	Март	5,14
Апрель	4,82	Апрель	2,37
Май	5,22	Май	7,15
Июнь	2,09	Июнь	3,7
Июль	-	Июль	4,73
Август	-	Август	4,83
Сентябрь	-	Сентябрь	2,83
Октябрь	-	Октябрь	4,68
Ноябрь	3,15	Ноябрь	2,93
Декабрь	-	Декабрь	4,44
Среднее	3,36	Среднее	4,62

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.

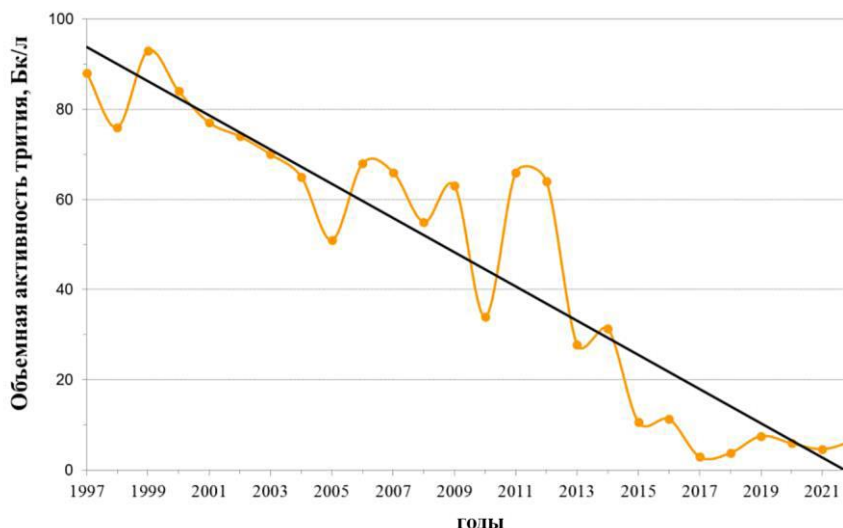


Рис. 2.1.7. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории ФГБУ «НПО «Тайфун»

Содержание $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», по данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», составило 376 и 688 Бк/кг соответственно, а $\Sigma\alpha$ в СЗЗ и ЗН – 3140 Бк/кг. Содержание $\Sigma\beta$ в растительности в СЗЗ составило 445 Бк/кг, а в ЗН – 296 Бк/кг. Содержание $\Sigma\alpha$ в растительности в СЗЗ составило 31 Бк/кг, а в ЗН – 42 Бк/кг.

Среднегодовые значения МАЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.6) в 2022 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: Малоярославец, Ново-Иерусалим – 0,11 мкЗв/ч, Можайск, Наро-Фоминск, Москва, Подмосковная, Калуга, Серпухов – 0,12 мкЗв/ч, Немчиновка – 0,10 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 2022 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 2022 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. км², население – 13 901,1 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. Девять 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).

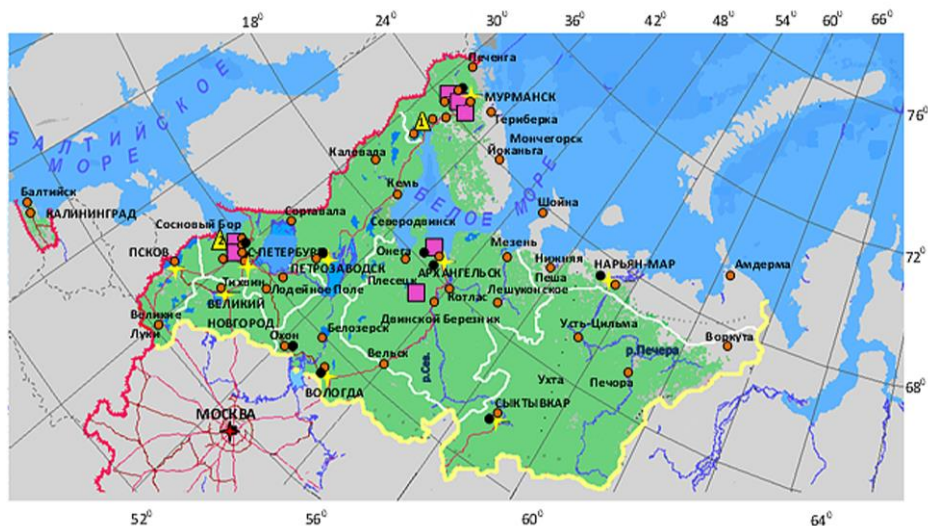


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

- – 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; 5 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 $\Sigma\beta$ 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 2022 г. на территории СЗФО МАЭД находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от $< 0,06$ до $0,20$ мкЗв/ч. Среднегодовые значения МАЭД в 2022 г. на территории СЗФО варьировали от $0,07$ до $0,20$ 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 2022 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Республика Карелия	20	0,09	0,19 (Паданы)
Республика Коми	18	0,09	0,17 (Якша)
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	40	0,09	0,17 (Унский Маяк, Ходовариха)
Вологодская область	14	0,10	0,17 (Бирякова)
Калининградская область	7	0,13	0,17 (Балтийск и др.)
Ленинградская область, Санкт-Петербург	23	0,11	0,30 (Озерки)
Мурманская область	30	0,11	0,26 (Териберка)
Новгородская область	7	0,12	0,19 (Старая Руса)
Псковская область	7	0,10	0,15 (Гдов)
СЗФО	166	0,10	0,30

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 $0,11$ мкЗв/ч, Кольской АЭС – от $0,08$ до $0,11$ мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МАЭД по СЗФО в 2022 г. составило $0,10$ мкЗв/ч.

Приземная атмосфера

На территории СЗФО из 11 субъектов только в 8 имеются пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ. Пункты наблюдения Мурманск, Зашеек, Санкт-Петербург, Архангельск, Северодвинск, Охоны расположены в 100-км зонах РОО, и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источников. Остальные пункты наблюдения за

радиоактивными аэрозолями воздуха расположены в фоновых районах. Поэтому данные по 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 2020–2022 гг. [5, 6].

Таблица 2.2.2
Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах СЗФО, 10^{-7} Бк/м³

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Мурманская область						
Мурманск	1,2	1,0	н/р	0,16	0,15	0,10*
Кандалакша	1,0	1,1	н/р	0,52	0,15	0,38*
Зашеек	0,8	1,1	н/р	0,13	0,10	0,09*
Республика Коми						
Сыктывкар	3,1	1,4	0,7	0,30	0,43	0,32
Ленинградская область и г. Санкт-Петербург						
Санкт-Петербург	2,5	3,1	2,9	0,61	0,56	0,79
Карелия						
Петрозаводск	1,8	3,1	2,5	0,40	1,17	1,25
Вологодская область						
Вологда	5,6***	0,7	0,8	0,16	0,59	1,69
Архангельская область						
Архангельск	2,1	0,7	0,5	0,51	0,41	0,46
Северодвинск	1,2	1,6	1,0	0,43	1,1	0,69
НАО						
Нарьян-Мар	4,3***	0,8	0,7	0,10	0,09	0,60
Новгородская область						
Охоны	1,2	н/р	1,0	0,20	н/р	0,24**
Среднее по округу	2,3	1,5	1,2	0,32	0,46	0,75

Примечания: н/р – станция не работала;

* данные за 2-е полугодие (сентябрь, IV квартал), 1-е полугодие станция не работала;

** данные за 1-е полугодие, 2-е полугодие станция не работала;

*** данные ФГБУ «Северное УГМС»

Увеличение среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs в 2022 г., по сравнению с 2021 г., произошло в Сыктывкаре – в 2,2 раза, в Вологде – в 8 раз, в Архангельске – в 3 раза, в Нарьян-Маре – в 5,4 раза, уменьшение – в Зашееке в 1,4 раза, в Петрозаводске – в 1,7 раза, в Северодвинске – в 1,3 раза, в пунктах Мурманск, Кандалакша и Санкт-Петербург уровень среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs остался таким же, как и в 2021 году. Максимальная среднегодовая объёмная активность наблюдалась в г. Вологде ($5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Нарьян-Маре ($4,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), пробы измерялись в ФГБУ «Северное УГМС», сравнительный анализ в НПО «Тайфун» не проводился.

На рис. 2.2.2 представлена динамика среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2011–2022 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 увеличилось в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и составило $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. (табл. 2.2.2) увеличилась по сравнению с 2021 г. в пунктах Зашееке – в 1,3 раза, в Кандалакше – в 3,5 раза и Архангельске – в 1,2 раза. В Мурманске, Санкт-Петербурге и Нарьян-Маре среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в 2022 г. остались на уровне предыдущего года. В остальных пунктах СЗФО объёмная активность ^{90}Sr уменьшилась в 1,4–3,7 раза. Осреднённые по всей территории СЗФО объёмные активности ^{90}Sr в 2022 г. уменьшились по сравнению с 2021 г. в 1,6 раза.

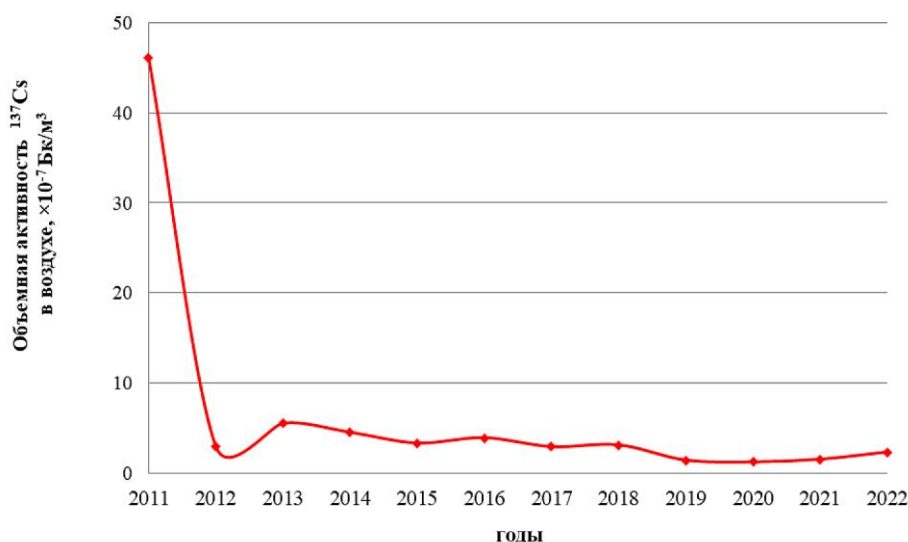


Рис. 2.2.2. Динамика объёмной активности ¹³⁷Cs на территории СЗФО в 2011–2022 гг.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2022 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения (<0,1 Бк/м²·год). Годовые выпадения ¹³⁷Cs в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.3.

Таблица 2.2.3

Годовые выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы на территории субъектов СЗФО в 2022 г., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Республика Карелия	0,37	<0,32	0,29
Республика Коми	0,09	0,08	0,12
Архангельская область	0,09	0,08	0,12
Ненецкий автономный округ*	0,09	0,08	0,12
Вологодская область	0,09	0,08	0,12
Калининградская область	<0,04	<0,35	<0,35
Ленинградская область	0,37	<0,32	0,29
Мурманская область*	0,17	0,18	0,26
Новгородская область	0,37	<0,32	0,29
Псковская область	0,37	<0,32	0,29
Санкт-Петербург	0,37	<0,32	0,29
Среднее для СЗФО	<0,22	<0,22	0,22
Средневзвешенное для Севера ЕТР	0,16	0,15	0,17
Средневзвешенное для Заполярья	0,09	0,06	0,07

Примечание: * – субъекты, расположенные в Заполярье.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, в 2022 г. значения годовых атмосферных выпадений ¹³⁷Cs выше средневзвешенного значения для Заполярья (0,09 Бк/м²·год): на территории Мурманской области (0,17 Бк/м²·год) – в 1,9 раза, на территории Ненецкого автономного округа – значение на уровне средневзвешенного значения. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях годовые выпадения ¹³⁷Cs составили 0,09 Бк/м²·год, в Республике Карелия, Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г. Санкт-Петербурге – 0,37 Бк/м²·год.

Средние выпадения ¹³⁷Cs за год на территории СЗФО в 2022 г. (<0,22 Бк/м²·год) находились на уровне предыдущих трёх лет.

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений ^{137}Cs на территории округа в период с 2012 по 2022 год.

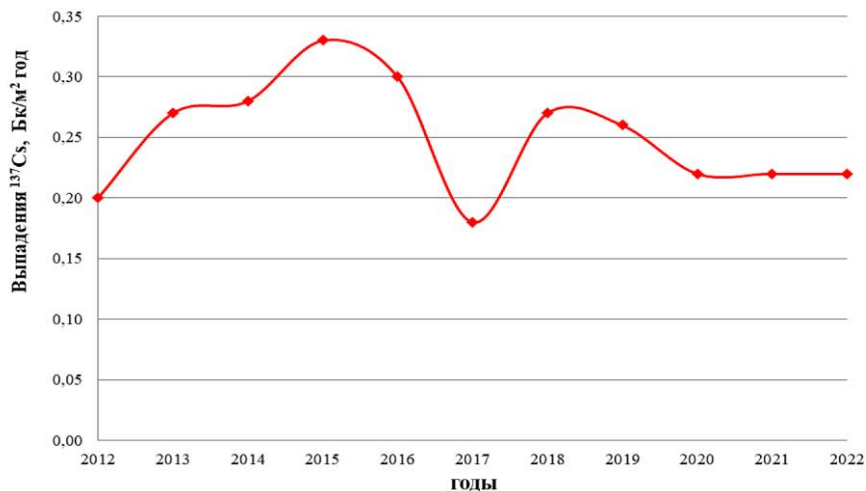


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений ^{137}Cs на территории СЗФО в 2012–2022 гг.

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 2020–2022 годах.

Таблица 2.2.4

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

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2022	2021	2020
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа (2 точки отбора)	2,4	1,3	2,3
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	1,4	1,3	1,6
	оз. Имандра	Зашеек	1,3	1,4	1,8
Архангельская область	р. Северная Двина	Архангельск (п. Соломбала)	2,7	3,0	2,8
	р. Мезень	Дорогорское	2,1	2,3	1,5
	р. Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	3,0	3,5	3,1
Ненецкий автономный округ	р. Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор. порт)	1,6	1,6	2,4
Ленинградская область	р. Нева	Новосаратовка	3,0	3,1	2,4
Среднее по рекам ЕТР			6,2	4,5	4,1
Среднее по рекам и озёрам ЕТР			4,0	3,3	3,8

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, р. Печоре и р. Нева в 2022 г. остались на уровне 2021 года. Уменьшение среднегодовой объёмной активности наблюдалось для р. Онеге –

в 1,2 раза. Для оз. Онежское отмечается незначительное увеличение среднегодового значения объёмной активности ^{90}Sr в 1,8 раза.

Значения среднегодовых объёмных активностей ^{90}Sr в озёрах и реках СЗФО не превышали среднее значение по рекам и озёрам ЕТР (4,0 мБк/л) и среднее значение по рекам ЕТР (6,2 мБк/л).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2022 г. составила 2,1 мБк/л. Аналогичный параметр в 2005–2021 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 2022 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 2022 г. составила 1,3 и 1,1 Бк/л соответственно, что ниже среднегодового значения для основных рек России – 1,6 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по содержанию трития в указанных реках в 2022 г. и в предыдущие годы (2005–2021) также указывает на стабильную ситуацию с содержанием трития в реках СЗФО.

Среднегодовые значения трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Архангельске, Калининграде, Мурманске и Нарьян-Маре, в 2022 г. составили 1,5, 1,2, 1,4 и 1,5 Бк/л соответственно и были ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2022 г. (1,8 Бк/л). Суммарные годовые выпадения трития на территорию СЗФО в 2022 г. составили 3120,6 Бк/м².

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях, имеются территории, загрязнённые в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2023 г. [4] в Ленинградской области один пункт имеет плотность загрязнения территории ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Новгородской области населённых пунктов с уровнями выше 1 Ки/км² на 1 января 2023 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 Мурманска, Северодвинска и СЗЦ «СевРАО» – филиал ФГУП «ФЭО».

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 2022 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. Северной Двине (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 5 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 2022 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 $\Sigma\beta$ 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 $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2022 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 2022 г. среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(2,3\text{--}7,6) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(3,5\text{--}12,4) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении в Архангельске $4,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Северодвинске $6,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В Северодвинске среднегодовая объёмная активность превышала среднее значение по Северному УГМС ($3,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,8 раза, в Архангельске значение находилось на уровне среднего значения по Северному УГМС.

Таблица 2.2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сут) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2022 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северо-двинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	0,64	2,3	0,99	3,5	0,68	1,8
	м	3,43	4,9	4,38	9,2	4,81	9,2
Февраль	с	1,08	2,9	0,88	4,1	0,66	2,7
	м	3,81	6,1	2,14	9,0	5,29	9,0
Март	с	0,47	4,6	0,58	6,3	0,52	3,7
	м	2,38	10,0	1,69	18,3	4,50	18,3
Апрель	с	0,44	4,7	0,60	8,0	0,57	4,1
	м	1,86	13,4	1,43	28,8	3,12	28,8
Май	с	0,57	4,6	1,03	7,9	0,46	3,8
	м	2,06	5,7	3,60	37,9	5,38	37,9
Июнь	с	0,51	5,1	0,42	8,3	0,37	4,0
	м	1,95	14,0	2,34	21,5	2,48	21,5
Июль	с	0,27	6,3	0,41	9,2	0,38	4,8
	м	1,56	15,6	1,30	26,6	2,76	26,6
Август	с	0,30	7,6	0,32	12,4	0,49	6,3
	м	1,43	20,0	1,17	28,5	4,05	28,5
Сентябрь	с	0,64	5,6	0,35	6,3	0,49	3,7
	м	2,48	15,6	1,29	18,7	4,43	18,7
Октябрь	с	0,50	2,3	0,59	4,0	0,70	2,6
	м	1,33	5,6	3,07	9,0	5,66	17,0
Ноябрь	с	0,62	3,1	0,74	4,0	0,71	2,7
	м	4,00	7,2	3,76	9,0	5,33	11,4
Декабрь	с	0,71	4,7	1,05	8,5	0,80	5,7
	м	3,47	13,4	4,00	19,3	5,38	37,5
Среднее:							
	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
	2020 г.	0,7	2,1	0,5	4,2	0,5	1,7

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

Объёмные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2022 г., а также динамика изменения этих величин за период 2020–2022 гг. приведены в табл. 2.2.6.

Таблица 2.2.6

Объёмная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное значение по территории Севера ЕТР
¹³⁷Cs							
Архангельск	2020	0,4	0,5	1,0	0,3	0,5	1,3
	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
Северодвинск	2020	0,7	1,7	1,1	0,4	1,0	1,3
	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
⁹⁰Sr							
Архангельск	2020	0,6		0,3		0,5	0,7
	2021	0,4		0,4		0,4	0,6
	2022	0,7		0,3		0,5	0,4
Северодвинск	2020	0,6		0,8		0,7	0,7
	2021	2,0		0,2		1,1	0,6
	2022	0,5		0,4		0,4	0,4

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2022 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске – $2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенная объёмная активность ^{137}Cs наблюдалась в г. Северодвинске в III квартале ($1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в г. Архангельске во II и III квартале ($2,3 \cdot 10^{-7}$ и $3,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в 2022 г. в г. Архангельске была в 3 раза выше уровня 2021 г., но ниже средневзвешенного значения по Северу ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в Архангельске в 2022 г. была на уровне предыдущего года ($0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и на уровне средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР. В Северодвинске среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 3 раза ($0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) при средневзвешенной объёмной активности по территории Севера ЕТР, равной $0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

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 $\sum\beta$ в 2022 г. (табл. 2.2.5) изменялись в пределах ($0,27-1,08$) Бк/м²·сут в Архангельске и ($0,32-1,05$) Бк/м²·сут – в Онеге при среднегодовых значениях $0,6$ Бк/м²·сут соответственно, что находится на уровне среднего значения для территории ответственности Северного УГМС. В 2022 г. в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска случаев высокого загрязнения в атмосферных выпадениях не зарегистрировано.

В 2022 г. средние годовые выпадения ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС составляли $0,09$ Бк/м²·год (табл. 2.2.3), что ниже среднего значения по территории СЗФО ($<0,22$ Бк/м²·год) и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2022 г. ($0,16$ Бк/м²·год).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2022 г. составили $923,9$ Бк/м²·год при годовом количестве осадков $579,8$ мм. Месячные выпадения трития изменялись от 19 Бк/м²·месяц (апрель) до 269 Бк/м²·месяц (июль). Среднемесячная объёмная активность трития в осадках в 2022 г. изменялась в диапазоне от $0,7$ до $2,3$ Бк/л при среднегодовом значении $1,5$ Бк/л, что меньше среднего значения по территории России ($1,8$ 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 $0,06-0,17$ 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 $0,26$ 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. Северной Двине в 2022 г. находилась на уровне предыдущего года, а в р. Онеге незначительно выше в 1,2 раза. В Северной Двине и Онеге среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr составила $2,7$ и $3,0$ мБк/л соответственно, что

в 2–2,3 раза ниже среднего значения для рек ЕТР (6,2 мБк/л) и на три порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения ($^{90}\text{Sr} = 4,9 \text{ Бк/л}$).

Таблица 2.2.7

Объёмная активность ^{90}Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2022 г., мБк/л (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объёмная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	15.03	3,7
	16.05	2,0
	09.08	1,1
	25.10	4,1
Среднее	2022 г.	2,7
	2021 г.	3,0
	2020 г.	2,8
р. Онега (п. Порог)	20.03	2,5
	01.05	3,9
	13.11	2,5
Среднее	2022 г.	3,0
	2021 г.	2,3
	2020 г.	3,1
Среднее по ЕТР	2022 г.	6,2
	2021 г.	4,7
	2020 г.	5,3

Объёмная активность трития в 2022 г. в р. Северной Двине составляла 1,1 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,5 раза ниже средней величины для рек России (1,6 Бк/л). Из табл. 2.2.8 видно, что содержание трития в р. Северной Двине в последние 5 лет колеблется от 1,1 до 1,2 Бк/л.

Таблица 2.2.8

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

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
^3H	2,2	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

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ^{90}Sr в 2022 г. проводился Северным УГМС на 6 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
16.06	Горло	2,1
17.06	Бассейн, поверхн.	2,1
17.06	Бассейн, дно	1,8
08.08	Двинской залив	1,9
04.07	Онежский залив	2,2
17.06	Кандалакшский залив	2,5
Среднее:	2022 г.	2,1
	2021 г.	2,7

Из табл. 2.2.9 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. в Белом море составляла 2,1 мБк/л, что в 1,3 раза ниже значения 2021 г. [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 1,5 до 4,2 Бк/кг воздушно-сухой массы проб при среднем значении 3,1 Бк/кг.

Таблица 2.2.10

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

№ п/п	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина отбора, м	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса
1	64°39 05 с.ш.; 39 35 06 в.д.	15.07.2022	13	4,18 ± 0,74
2	64°41 04 с.ш.; 39 38 05 в.д.	15.07.2022	14	3,56 ± 0,49
3	64°44 03 с.ш.; 39 35 06 в.д.	15.07.2022	16	3,18 ± 0,55
4	64°44 03 с.ш.; 39 38 06 в.д.	15.07.2022	17	2,23 ± 0,54
5	64°42 08 с.ш.; 39 35 00 в.д.	15.07.2022	15	1,46 ± 0,46
6	64°41 01 с.ш.; 39 31 06 в.д.	15.07.2022	15	2,96 ± 0,46
7	64°40 00 с.ш.; 39 29 00 в.д.	15.07.2022	16	3,72 ± 0,68
8	64°38 01 с.ш.; 39 25 00 в.д.	15.07.2022	12	2,66 ± 0,47
9	64°38 08 с.ш.; 39 28 00 в.д.	15.07.2022	14	2,87 ± 0,63
10	64°38 09 с.ш.; 39 32 00 в.д.	15.07.2022	14	3,67 ± 0,54
Среднее				3,05

В табл. 2.2.11 представлены многолетние данные загрязнения морских грунтов в этом районе, из которых следует, что загрязнение морского дна ¹³⁷Cs постепенно уменьшается. С 2002 г. оно уменьшилось в 2,3 раза, но было выше значений последних пяти лет.

Таблица 2.2.11

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

Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
¹³⁷ Cs	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4	5,7	4,3	3,9	3,8	3,1	4,9	2,4	2,0	2,0	2,2	2,6	< 1,4	< 1,3	3,1

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Почва, растительность

В 2022 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 период с июля по август было отобрано по 25 проб почвы и растительности. Отбор проб проведен в точках, совпадающих с точками отбора проб снега. Фоновые пробы почвы и растительности были отобраны в г. Архангельске. В отобранных пробах определялось содержание ¹³⁷Cs и природных ²³²Th, ²²⁶Ra и ⁴⁰K. 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 ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения в почве находилось на фоновом уровне и составило 3,2–14,1 Бк/кг. Удельная активность природных радионуклидов ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K в пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от 2,6 до 13,7 Бк/кг для ²²⁶Ra и от 2,0 до 18,7 Бк/кг для ²³²Th. Наибольшие значения удельной активности природного радионуклида ⁴⁰K наблюдались в т. 21 «о. Тиноватик» – 431 Бк/кг. В остальных пробах содержание ⁴⁰K было в пределах от 156 до 374 Бк/кг. Максимальное значение эффективной удельной активности A_{эфф} в 2022 г. рассчитано в пробе почвы т. 21 «о. Тиноватик» и составило 72,2 Бк/кг, что ниже в 5 раз безопасного уровня, равного 370 Бк/кг, согласно НРБ-99/2009.

Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2022 г., Бк/кг (данные Северного УГМС)

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МАЭД, мкЗв/ч на высоте		Почва					плотность загрязнения по ¹³⁷ Cs, Бк/м ²	Растительность			
	1 м	10 см	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	Аэфф, Бк/кг		¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K
г. 1 – Малое Тайнокурье	0,07	0,06	-	13,7	18,7	331	67,7	-	-	-	-	432
г. 2 – Цигломень	0,09	0,05	14,1	10,6	8,5	251	44,3	42,8	-	5,8	-	743
г. 3 – Лайский Док	0,07	0,05	-	4,0	3,2	156	22,2	-	-	-	-	520
г. 4 – Рикасиха	0,06	0,10	-	12,2	12,6	356	60,7	-	-	-	-	557
г. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,06	0,04	-	7,2	2,4	210	29,1	-	-	-	-	593
г. 6 – база отдыха	0,07	0,07	-	7,3	2,0	324	39,1	-	-	-	-	520
г. 7 – Урочище Конецбор	0,08	0,09	2,9	8,5	3,0	155	26,5	9,8	2,6	-	-	636
г. 8 – Миронова гора	0,09	0,09	-	5,6	2,9	154	23,1	-	-	-	-	555
г. 9 – р. Солза	0,09	0,08	-	7,5	7,2	304	44,1	-	-	-	-	640
г. 10 – волость	0,08	0,09	3,2	6,8	9,4	334	49,1	9,5	-	-	-	479
г. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,08	0,08	-	10,1	5,0	309	44,5	-	-	-	-	620
г. 12 – после Мироновой горы	0,08	0,06	-	3,6	5,8	359	43,4	-	-	-	-	357
г. 13 – переезд у д. Солза	0,07	0,08	-	2,6	-	226	24,9	-	17,6	-	5,1	370
г. 14 – дачи	0,08	0,06	-	9,5	9,0	374	54,9	-	2,6	-	2,3	562
г. 15 – садовые участки	0,08	0,07	-	4,5	2,2	176	23,2	-	2,3	-	3,0	551
г. 16 – заправка	0,10	0,07	-	11,7	8,3	331	52,2	-	-	-	-	342
г. 17 – гаражи	0,09	0,07	-	7,7	7,0	307	44,4	-	-	-	-	529
г. 18 – обелиск	0,08	0,09	-	9,9	7,0	312	47,1	-	-	-	4,7	962
г. 19 – военная часть	0,06	0,05	-	8,4	10,7	372	55,8	-	4,1	-	6,1	547
г. 20 – о. Андрианов	0,08	0,07	5,0	10,0	11,2	367	57,7	26,8	-	-	-	502
г. 21 – о. Тиноватик	0,10	0,08	7,1	11,8	16,6	431	72,2	45,2	3,7	-	-	455
г. 22 – о. Кего	0,08	0,07	-	9,5	7,2	300	45,9	-	-	-	-	562
г. 23 – о. Никольский	0,08	0,08	5,4	6,0	7,9	277	41,2	42,1	-	-	-	401
г. 24 – (фон) М2 Архан- гельск	0,08	0,09	-	6,5	2,0	173	24,8	-	3,5	-	-	859
г. 25 – Аэрологическая станция	0,10	0,12	-	7,0	3,7	161	26,4	-	-	-	-	748

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

Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что удельная активность ^{226}Ra (96 %) и ^{232}Th (80 %) большинства отобранных и измеренных проб растительности была ниже чувствительности прибора. Значение удельной активности ^{226}Ra было зафиксировано в т. 2 «Цигломень» и составила 5,8 Бк/кг, максимальная удельная активность ^{232}Th была зарегистрирована в т. 19 «Военная часть» и составила 6,1 Бк/кг. Удельная активность ^{40}K по всей зоне наблюдения изменялась в пределах 342–962 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности ^{40}K было зафиксировано в т. 18 «Обелиск» и составило 962 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности ^{137}Cs зафиксировано в пункте «переезд у д. Солза» и составило 17,6 Бк/кг.

Значения МАЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,06 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 2022 г. варьировалось от 2,3 Бк/кг (т. 23 «о. Тиноватик») до 913,6 Бк/кг (т. 22 «о. Андрианов»). Максимальное значение удельной суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов в 2022 г. было зафиксировано в точке «Военная часть» (1084,1 Бк/кг). Среднее по зоне наблюдения значение составило 387,7 Бк/кг.

Отбор проб снежного покрова в 2022 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 $\Sigma\beta$ талой воды изменялась от 2,0 Бк/м³ (т. 4) до 25,0 Бк/м³ (т. 19). Минимальная плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ наблюдалась также в т. 4 «Рикасиха» и составила 0,07 Бк/м², максимальная – в т. 19 «Военная часть» (0,9 Бк/м²). Среднее значение объёмной $\Sigma\beta$ составило 11,3 Бк/м³.

В 2022 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 ^{226}Ra (7,5 Бк/кг) в почве зарегистрированы в МГ-2 Северодвинск, ^{232}Th (9,1 Бк/кг) и ^{40}K (417 Бк/кг) в МГ-2 Онега. Максимальные значения удельной активности ^{137}Cs (4,8 Бк/кг) зафиксированы у МГ-2 Унский Маяк.

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 2022 г. не предоставлялась.

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

В 2022 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 гамма-излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря один раз в год;
- содержания радионуклидов в морской воде в точке отбора донных отложений один раз в год в летний период;
- содержания радионуклидов в гидробионтах;
- содержание радионуклидов в грунтовых водах;
- содержания радионуклидов в почве в трёх точках;
- измерение МАЭД.

В ЗН контролировались пешеходные магистрали. Мощность дозы γ -излучения в местах контроля составила 0,08–0,10 МкЗв/ч, поверхностное загрязнение 6,0 β -част/(см²мин).

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

Таблица 2.2.14

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звёздочка» в 2022 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звёздочка»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co	⁴⁰ K	¹⁴⁴ Ce	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Cs
Атмосферные аэрозоли 10⁻⁵ Бк/м³								
ЗН	20,0	<0,035	<0,012	<0,0053	-	<0,025	<0,018	<0,0012
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год								
ЗН	9,2	<0,44	<0,87	<0,22	-	-	-	-
Почва, Бк/кг								
пр. Бутомы	480,0	3,3	<0,60	<0,12	350	-	-	-
ул. Макаренко	450,0	11,0	<0,70	<0,11	320	-	-	-
Мемориальный комплекс на о. Ягры	470,0	13,0	<0,65	<0,27	370	-	-	-
Донные отложения, Бк/кг								
ЗН, район Мемориала	380	0,35	<0,62	<0,14	350	-	-	-
Морская вода, Бк/кг								
ЗН, район Мемориала	4,9	<0,0026	<0,0015	<0,0021	-	-	-	-
Гидробионты (рыба), Бк/кг								
Акватория Никольского устья	120	<1,0	<1,5	<0,09	104	<0,54	-	-

Примечание: - – данные отсутствуют.

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звёздочка» в 2022 г. составляла $20 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне предыдущего года и в 2,9 раза выше среднегодовой объёмной активности в г. Северодвинске (табл. 2.2.5). Из техногенных радионуклидов в воздухе на территории ЗН ЦС «Звёздочка» определялись ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁶⁰Co, ¹⁴⁴Ce, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁴Cs. Объёмная активность ¹³⁷Cs составляла $<3,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, среднегодовая объёмная активность в Северодвинске – $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (по данным Северного УГМС). Содержание ⁹⁰Sr было менее $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ⁶⁰Co, отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на четыре порядка ниже контрольного уровня для предприятия.

В выпадениях определялись ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co, годовые выпадения которых составляли менее 0,44 Бк/м²·год для ¹³⁷Cs; менее 0,87 Бк/м²·год для ⁹⁰Sr и менее 0,22 Бк/м²·год для ⁶⁰Co.

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

Содержание ^{137}Cs в донных отложениях составляло 0,35 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 0,62 Бк/кг и не превышало уровней глобального фона, а содержание ^{60}Co было менее 0,14 Бк/кг.

Суммарная $\Sigma\beta$ воды в Двинском заливе Белого моря составляла 4,9 Бк/кг, объёмная активность ^{137}Cs была менее 0,003 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 0,002 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 120 Бк/кг, ^{137}Cs – менее 1,0 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 1,5 Бк/кг, ^{144}Ce – менее 0,54 Бк/кг, а ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее 0,09 Бк/кг.

В жилом микрорайоне о. Ягры осуществлялся отбор водопроводной воды на водонапорной станции ВНС-5. Измеренная суммарная объёмная активность бета-излучающих радионуклидов составила 0,03 Бк/м³, что почти в 40 раз ниже контрольного уровня, суммарная объёмная активность альфа-излучающих радионуклидов была ниже 0,011 Бк/м³. Было измерено также содержание радионуклидов ^{14}C , ^{131}I , ^3H , объёмные активности данных радионуклидов составили менее 0,57, менее 0,14, менее 22,0 Бк/ м³ 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 2022 г. в открытую гидрографическую сеть сбросы ФГУП «Атомфлот» ^{60}Co 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2021 г.	2022 г.	
^{60}Co	$1,39 \cdot 10^6$	$7,12 \cdot 10^5$	$1,12 \cdot 10^6$	$+4,08 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$5,45 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^5$	$7,63 \cdot 10^4$	$- 2,07 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$5,71 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^7$	$5,26 \cdot 10^6$	$- 4,84 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$1,22 \cdot 10^9$	$2,37 \cdot 10^7$	$1,17 \cdot 10^7$	$-1,20 \cdot 10^7$
^3H	$8,56 \cdot 10^{10}$	$1,14 \cdot 10^{10}$	$5,76 \cdot 10^{10}$	$-4,62 \cdot 10^{10}$

В 2022 г. выбросы радионуклидов ФГУП «Атомфлот» в атмосферу увеличились для радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs , но были на несколько порядков ниже допустимого выброса. Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2022 г. не превышают значений установленных нормативов выбросов радиоактивных веществ в атмосферу (см. табл. 2.2.16).

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

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2021 г.	2022 г.	
^{60}Co	$9,37 \cdot 10^9$	$3,13 \cdot 10^5$	$5,29 \cdot 10^5$	$+ 2,16 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,14 \cdot 10^{11}$	$2,80 \cdot 10^7$	$1,14 \cdot 10^8$	$+ 8,60 \cdot 10^7$
^{90}Sr	$3,00 \cdot 10^{10}$	$1,86 \cdot 10^4$	-	-
Σ нуклидов Eu	$1,79 \cdot 10^9$	-	$2,06 \cdot 10^5$	-
Сумма ИРГ	$6,73 \cdot 10^{14}$	$1,43 \cdot 10^{11}$	$6,25 \cdot 10^{10}$	$- 8,05 \cdot 10^{10}$

Примечание: - – данные отсутствуют.

В 2022 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. Терiberка;
- 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.

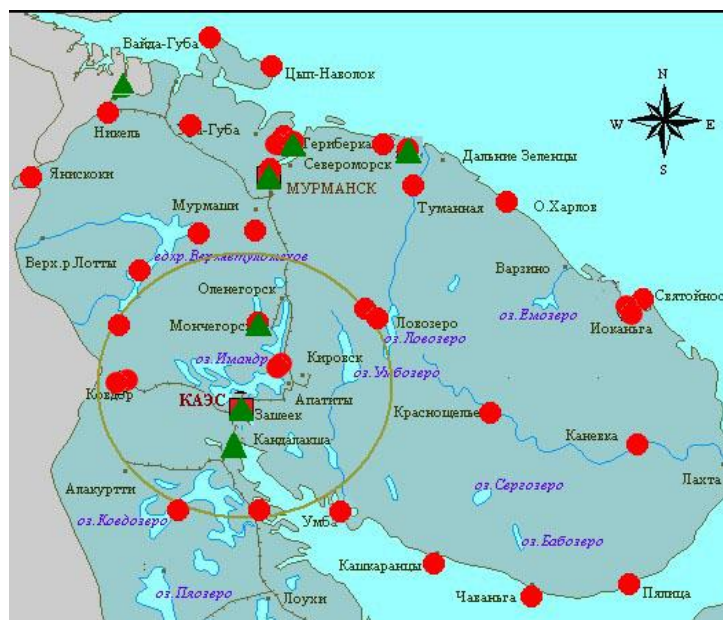


Рис. 2.2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

- – 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 $\Sigma\beta$ в воздухе в районе РОО на северном и северо-восточном побережьях Кольского полуострова представлены в табл. 2.2.17. Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в Мурманске колебалась от $5,2 \cdot 10^{-5}$ до $12,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $8,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Случаев превышения суточных значений объёмной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз за время работы станции не наблюдалось.

Таблица 2.2.17

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²сут) и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережьях Кольского полуострова в 2022 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	1,51	1,08	1,61	6,1
	м	3,03	3,25	7,84	10,1
Февраль	с	1,75	1,36	1,00	8,3
	м	5,00	3,23	1,99	12,3
Март	с	0,93	1,59	1,08	7,4
	м	1,69	3,85	2,57	10,0
Апрель	с	1,72	0,95	1,26	8,3
	м	4,20	1,82	2,71	13,8
Май	с	1,25	1,58	1,01	8,7
	м	4,29	5,11	1,99	11,5
Июнь	с	0,79	1,15	1,39	7,3
	м	1,34	2,25	3,68	10,9
Июль	с	0,80	1,62	1,06	12,6
	м	2,16	3,44	2,99	29,8
Август	с	0,74	1,18	0,85	8,0
	м	1,21	4,96	2,12	13,6
Сентябрь	с	1,18	1,27	0,83	7,2
	м	2,55	2,38	2,38	10,0
Октябрь	с	1,72	1,43	1,13	5,2
	м	6,36	2,95	3,18	7,5
Ноябрь	с	1,16	1,22	1,17	7,3
	м	3,51	7,36	2,85	14,5
Декабрь	с	2,11	1,20	1,20	12,3
	м	10,39	7,43	2,94	25,1
Среднее: 2022 г.		1,31	1,30	1,13	8,2
2021 г.		1,51	1,48	1,18	7,5
2020 г.		1,42	1,53	1,39	-

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова не превышали значения 2021 г. (табл. 2.2.17). Выпадения $\Sigma\beta$ в п. Печенга и Полярное в 2022 г. были выше значения $\Sigma\beta$ в г. Мурманске в 1,2 раза и превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья ($0,9$ Бк/м²·сут) в 1,5 раза. Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах

находились в пределах от 0,74 Бк/м²·сут (в августе в п. Полярное) до 2,11 Бк/м²·сут (в декабре в п. Полярное). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений (10,39 Бк/м²·сут) в 2022 г. наблюдалось в декабре в п. Полярное. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2022 г. в этих пунктах не отмечалось.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объёмных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2018–2022 гг. представлена в табл. 2.2.18.

Таблица 2.2.18

Объёмные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске, 10⁻⁷ Бк/м³ (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
¹³⁷Cs							
Мурманск	2018	1,9	1,2	2,1	0,9	1,5	0,7
	2019	1,2	1,1	1,1	нпо	1,1	0,7
	2019	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
⁹⁰Sr							
Мурманск	2018	0,29		0,22		0,26	0,36
	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

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

Выпадения ¹³⁷Cs в 2022 г. в пунктах г. Мурманск, п. Печенга, п. Полярное, п. Териберка составили 0,17 Бк/м²·год.

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2022 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 ⁹⁰Sr в пробах воды Баренцева моря в 2022 г. колебалась от 1,6 до 2,4 Бк/м³ при среднем значении 2,08 Бк/м³ и ненамного отличается от показателя 2021 г. [6].

Таблица 2.2.19

Объёмная активность ⁹⁰Sr 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.
17.03.2022	1,94
19.05.2022	1,58
27.07.2022	2,44
09.11.2022	2,36
Среднее: 2022 г.	2,08
2021 г.	2,14

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2022 г. среднемесячная объёмная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,8 Бк/л (в апреле) до 1,8 Бк/л (в июле). Среднегодовое значение объёмной

активности трития в 2022 г. было выше в 1,4 раза, чем в 2021 г. и в 1,3 раза ниже среднего значения объёмной активности трития в осадках на территории РФ в 2022 г. (1,8 Бк/л).

В 2022 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 , ^{40}K , ^{232}Th , ^{106}Ru , ^{212}Pb , ^{134}Cs , ^{137}Cs .

Таблица 2.2.20

Результаты измерений проб почвы в 20-км зоне ФГУП «Атомфлот» в 2022 г.

Точка отбора	Почва, удельная активность, Бк/кг							
	^{137}Cs	^{134}Cs	^{212}Pb	^{106}Ru	^{232}Th	^{40}K	^{226}Ra	^{214}Pb
г. 1	-	-	-	-	16,2	-	3,5	
г. 2	-	-	18,0	-	20,0	-	6,7	
г. 3	-	-	12,5	-	7,4	-	4,9	15,0
г. 4	2,5	-	-	-	8,8	-	5,1	-
г. 5	-	-	7,7	-	7,9	-	4,6	45,0
г. 6	0,8	-	19,0	-	17,0	-	-	83,0
г. 7	-	-	8,8	-	-	-	-	45,0
г. 8	-	-	16,0	-	4,4	-	4,4	17,0
г. 9	-	-	20,8	-	2,7	-	8,6	73,0
г. 10	-	-	10,0	-	11,3	-	-	77,0

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом, в 2022 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 0,08 мкЗв/ч (Ковдор) до 0,20 мкЗв/ч (Териберка), максимальные значения МАЭД не превышали 0,26 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2022 г. практически не изменилась по сравнению с 2021 годом.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СЗФО в 2022 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 семь субъектов Федерации: Республика Адыгея и Республика Калмыкия, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области и Республика Крым (данные по Крыму см. раздел 2.3.3). Площадь территории региона составляет 447,8 тыс. км², население – 16 434,9 тыс. человек [1, 2].

Согласно [3], на территории округа расположены следующие РОО: Ростовская АЭС и два 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 ¹³⁷Cs в результате чернобыльской аварии более 1 Ки/км² [4].

Организация радиационного мониторинга

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

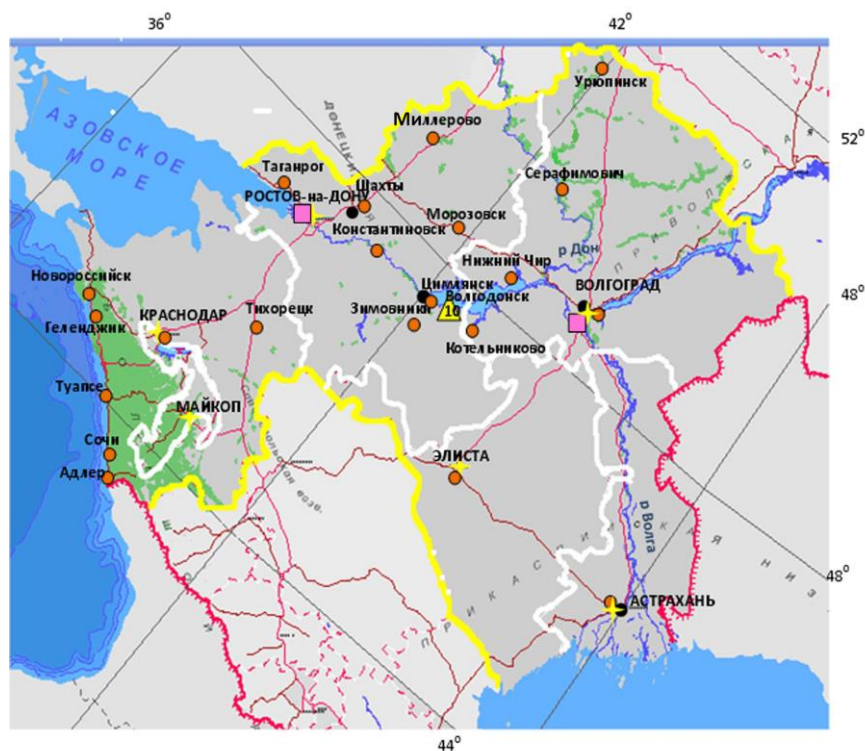


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

- – 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 – пять суток); 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 2022 г. отбирались и Азовское море, Таганрогский залив – пробы в 2022 г. 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 $\Sigma\beta$ 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 2022 г. изменялись от 0,07 (Досанг) до 0,16 мкЗв/ч (Каневская). Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах округа приведены в табл. 2.3.1. Усреднённый по всей территории округа радиационный фон в 2022 г. составлял 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ЮФО в предыдущие годы.

Из табл. 2.3.1 следует, что среднегодовое значение МАЭД в степных районах ниже, чем в горных: в большинстве субъектов – 0,10–0,13 мкЗв/ч, а в Республике Адыгея – 0,14 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МАЭД 0,22 мкЗв/ч наблюдалось в п. Ремонтное.

Таблица 2.3.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах ЮФО в 2022 г., мкЗв/ч (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Ростовская область*	26	0,13	0,22 (Ремонтное)
Астраханская область	7	0,13	0,20 (Чёрный Яр и др.)
Волгоградская область	17	0,10	0,17 (Камышин)
Краснодарский край	28	0,12	0,21 (Кущёвская)
Сочи и Красная Поляна	3	0,11	0,17 (Сочи М-2)
Республика Адыгея	2	0,14	0,19 (Даховская)
Республика Калмыкия	10	0,13	0,19 (Малые Дербеты)
ЮФО	93	0,12	0,22

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

* – включая 4 ПНЗ в Ростове-на-Дону.

Приземная атмосфера

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

Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения, кроме Цимлянска, была на уровне 2021 г. (в Цимлянске. наблюдалось повышение в 1,4 раза) и незначительно превышала средневзвешенную объёмную активность ^{137}Cs по ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. была ниже уровней 2021 г. в 1,5–2,6 раза и во всех пунктах наблюдения (кроме Ростова-на-Дону) незначительно отличалась от средневзвешенного значения по ЕТР ($0,51 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдавшиеся объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объёмной активности этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [8].

Таблица 2.3.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Ростовская область						
Ростов-на-Дону	2,7	2,0	9,8	0,75	0,73	1,5
Цимлянск	3,6	2,5	7,4	0,48	0,91	0,42
Волгоградская область						
Волгоград	2,2	2,2	4,2	0,45	1,2	1,7
Астраханская область						
Астрахань	3,8	7,5	5,4	0,64	1,35	1,0
Средневзвешенное по югу ЕТР (ЮФО)	2,8	3,6	6,4	0,57	1,07	1,2
Средневзвешенное по ЕТР	2,1	1,9	2,4	0,51	0,46	0,58

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.

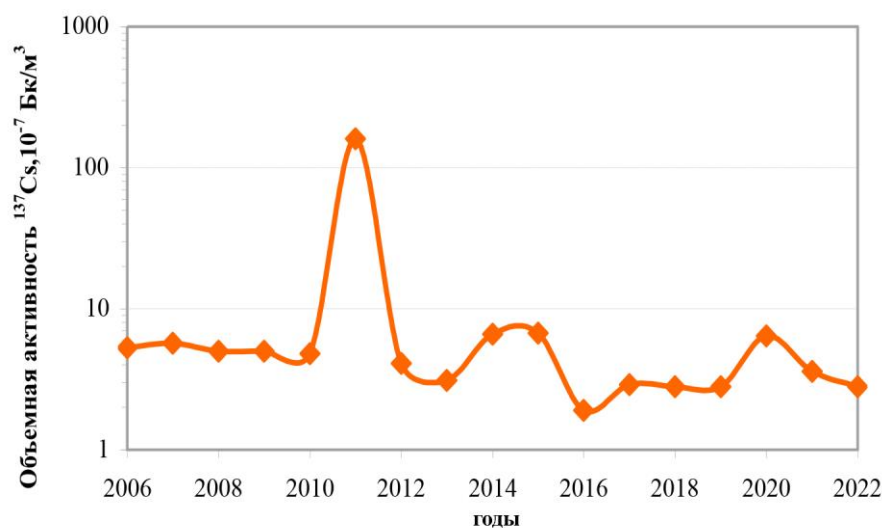


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Радиоактивные выпадения

В 2022 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территории ЮФО соответствуют уровням 2021 г., изменяясь от 0,47 Бк/м²·сут (в Морозовске) до 2,3 Бк/м²·сут (в Астрахани), при среднем значении для территории округа 0,8 Бк/м²·сут. Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2022 г. также в Астрахани в августе и в декабре (6,97 и 9,29 Бк/м²·сут).

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО составляли в 2022 г. 0,18 Бк/м²·год, что ниже значений пяти предыдущих лет (0,2–0,4 Бк/м²·год). Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3. Если исключить данные 2011 г., обусловленные аварией на АЭС «Фукусима-1», то из рис. 2.3.3 видно, что выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО имеют тенденцию к уменьшению и практически находятся на пределе обнаружения.

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2022 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

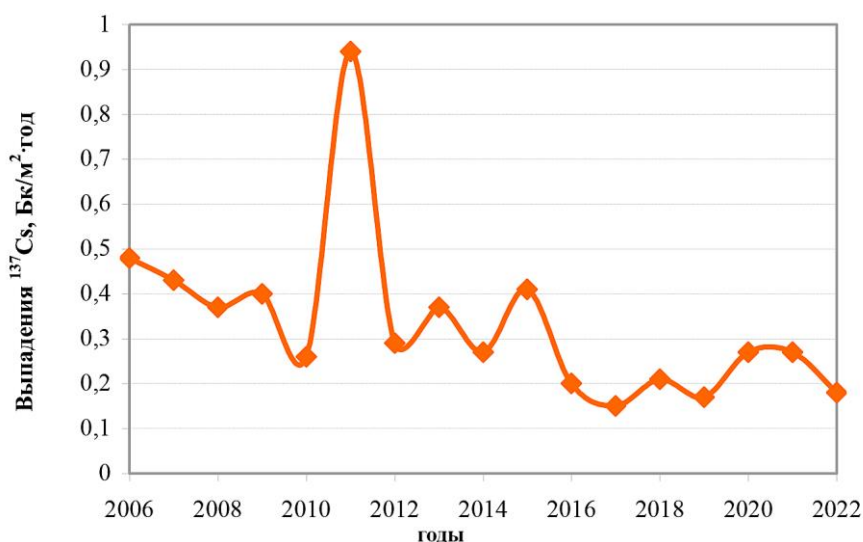


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

В 2022 г. на территории ЮФО в отобранных пробах было зарегистрировано 2 случая (Астрахань) повышенных относительно фоновых значений $\Sigma\beta$ атмосферных аэрозолей и 13 случаев (Астрахань, Волгоград, Константиновск) повышенных значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений (максимальное значение 83,6 Бк/м²·сут наблюдалось в декабре в Астрахани). По всем случаям проводился гамма-спектрометрический анализ, техногенные радионуклиды в суточных пробах не обнаружены или находились на пределе обнаружения.

Поверхностные и морские воды

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

Объёмная активность трития в осадках в 2022 г. в Астрахани и Цимлянске составляла 2,78 и 1,22 Бк/л соответственно, и объёмная активность в Астрахани была выше среднего значения по территории РФ (1,42 Бк/л) почти в 2 раза.

Объёмная активность трития в воде р. Волги (п. В. Лебяжье) и р. Дон (п. Аксай) в 2022 г. составляла 1,1 и 1,7 Бк/л соответственно, что незначительно отличается от среднего значения по территории РФ (1,59 Бк/л).

Объёмная активность ^{90}Sr составляла: 3,5 мБк/л в р. Дон (Ростовская область), 4,8 мБк/л в р. Кубани (Краснодарский край), 3,3 мБк/л в р. Волге (Астраханская область), что незначительно отличается от среднего значения для рек ЕТР (3,0 мБк/л).

Объёмная активность ^{90}Sr в Каспийском море составляла 4 мБк/л, (в 2007–2021 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 2022 г. объёмные активности ^{137}Cs ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{90}Sr ($0,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) незначительно превышали соответствующие средневзвешенные значения по ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ и $0,51 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Годовые выпадения ^{137}Cs по 4 пунктам наблюдений в 2022 г. были ниже предела обнаружения (менее $0,1$ Бк/м²·год) и не превышали выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

В 2022 г. среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПХРО изменялись от 0,44 до 1,8 Бк/м²·сут, среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов – от 0,54 до 1,26 Бк/м²·сут (при среднем значении $0,75$ Бк/м²·сут).

Мощность дозы варьировалась в 100-км зоне ПХРО в течение года от 0,10 до 0,21 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 2022 г. в г. Волгограде объёмная активность ^{137}Cs ($2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{90}Sr ($0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) находились на уровне средневзвешенных значений по ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ и $0,51 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Волгограде в 2022 г. были ниже предела обнаружения (менее $0,1$ Бк/м²·год) и не превышали уровня выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне 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. км².

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 2022 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.

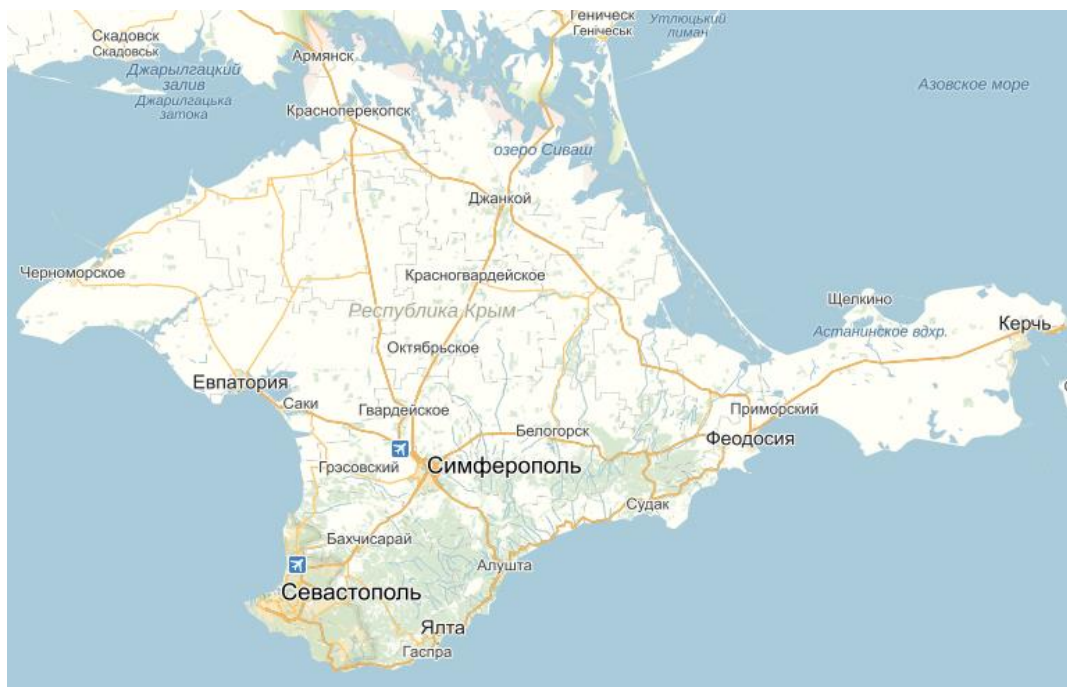


Рис. 2.3.4. Карта Республики Крым

Анализ отобранных проб выпадений на содержание $\Sigma\beta$ 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 2022 г. изменялись от 0,08 (Мысовое) до 0,13 (АМЦ Симферополь) мкЗв/ч, среднегодовые – от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МАЭД (0,22 мкЗв/ч) наблюдалось в ноябре в Джанкое. Усреднённое по всей территории Крыма значение МАЭД в 2022 г. составляло 0,10 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на остальной территории РФ.

Радиоактивные выпадения

В 2022 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территории Республики Крым (табл. 2.3.3) незначительно превышали значения семи предыдущих лет (0,38–0,73 Бк/м²·сут) и составили 0,87 Бк/м²·сут, что также незначительно отличается от средневзвешенного значения по югу ЕТР (0,74 Бк/м²·сут). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2022 г. на М-Симферополь в январе (1,7 Бк/м²·сут).

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

Выпадения ¹³⁷Cs на территории Республики Крым в 2022 г., как и в предыдущие пять лет, имеют тенденцию к уменьшению и составили 0,40 Бк/м²·год, что, однако, в 2,6 раза превышает выпадения этого радионуклида по территории ЕТР (0,15 Бк/м²·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 $\Sigma\beta$ на территории Республики Крым в 2022 г., Бк/м²·сут (данные ФГБУ «НПО «Тайфун», измерались объединённые месячные пробы)

	Месяц												Среднее 2022 г.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Керчь	1,2	1,4	1,0	1,1	0,7	0,7	1,3	0,8	0,8	1,1	1,0	1,0	1,0
Феодосия	1,1	1,5	1,2	1,1	1,2	0,6	0,5	0,9	0,9	1,0	0,8	0,8	1,0
Симферополь АМЦ	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7
Симферополь М	1,7	1,7	1,5	0,9	0,7	0,9	0,6	1,2	0,7	0,7	0,8	0,7	1,0
Севастополь	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7
Черноморское	1,5	1,5	1,1	1,1	0,9	1,0	0,8	0,5	0,6	0,5	0,8	0,9	0,9
Среднее, Бк/м ² ·сут:													
- по Республике Крым	1,13	1,25	1,02	0,95	0,82	0,73	0,70	0,80	0,68	0,75	0,78	0,80	0,87
- по Югу ЕТР	0,70	0,74	0,68	0,69	0,70	0,64	0,66	0,87	0,65	0,66	0,76	1,15	0,74

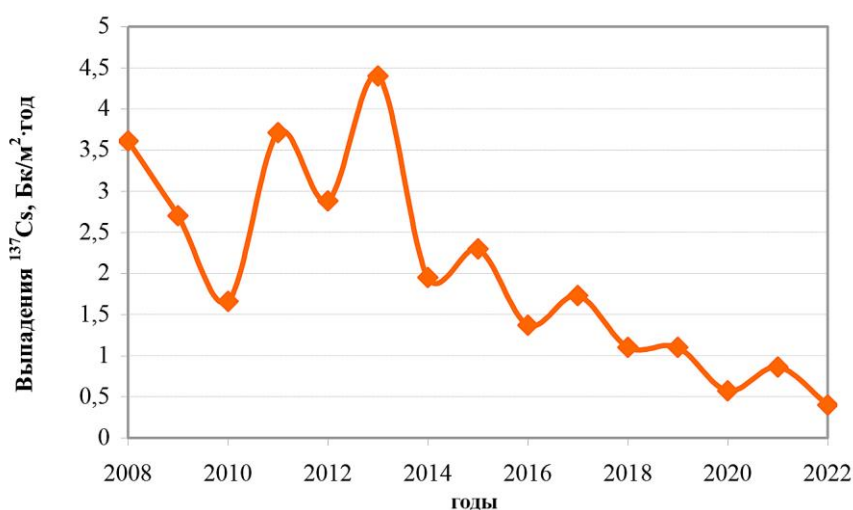


Рис. 2.3.5. Динамика изменения выпадений ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Республики Крым

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории Республики Крым в 2022 г. были ниже предела обнаружения.

Выводы

Радиационная обстановка на территории ЮФО в 2022 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 НРБ-99/2009 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. км², население – 9 997,3 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 2 пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание ⁹⁰Sr: Каспийское море (разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, Астраханская область) – 3 точки отбора; и Таганрогский залив Азовского моря (где в 2022 г. пробы не отбирались из-за проведения спецоперации на Украине).

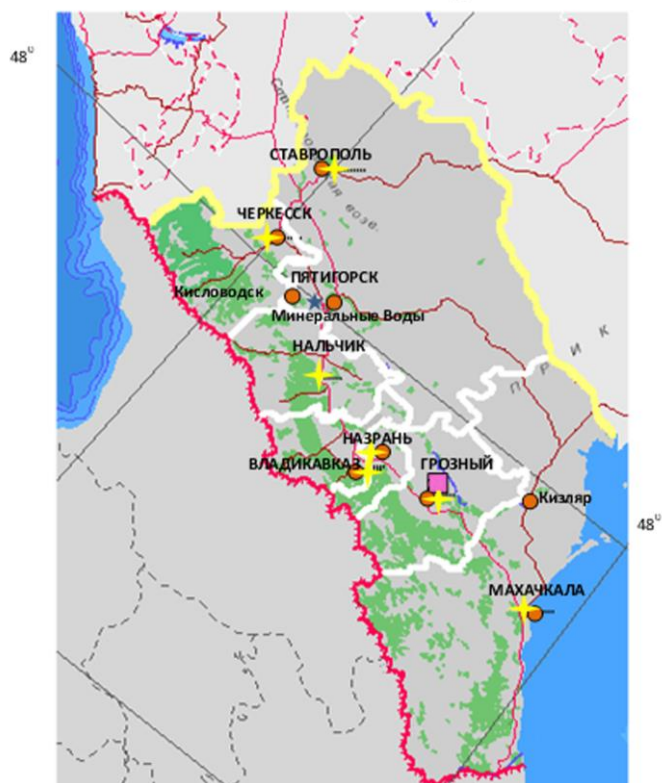


Рис. 2.4.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

- – 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 2022 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Дагестан	14	0,11	0,22 (Касумкент)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,15	0,21 (Владикавказ)
Республика Ингушетия	1	0,11	0,23 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,13	0,17 (Прохладная)
Карачаево-Черкесская Республика	3	0,17	0,25 (Теберда)
Чеченская Республика	5	0,12	0,18 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,12	0,20 (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 2022 г. изменялись от 0,07 (Сергокала и др.) до 0,19 (Теберда) мкЗв/ч. Усреднённый по всей территории округа радиационный фон в 2022 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 2022 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2021 г., изменяясь от 0,54 в Кисловодске до 0,91 Бк/м²·сут в Назрани (при среднем значении для территории округа 0,69 Бк/м²·сут). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2022 г. в Махачкале в ноябре (1,2 Бк/м²·сут).

Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3. Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории СКФО составляли в 2022 г. 0,18 Бк/м²·год, что незначительно ниже значений пяти предыдущих лет (0,2–0,4 Бк/м²·год). Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории СКФО в 2022 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2022 г. на территории СКФО случаи 10-кратного превышения $\Sigma\beta$ 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 2022 г. выпадения ^{137}Cs по 3 пунктам наблюдений в 100-км зоне ПХРО были ниже предела обнаружения (менее $0,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПХРО изменялись от $0,3$ до $1,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$, среднегодовые – от $0,61$ до $0,91 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$ (при среднем значении $0,78 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$), что соответствует значениям предыдущих лет.

Среднемесячная мощность дозы в 100-км зоне ПХРО в течение года изменялась от $0,10$ до $0,16 \text{ мкЗв/ч}$ (максимальная суточная – $0,23 \text{ мкЗв/ч}$ в Назрани в августе), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2022 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 $1035,9 \text{ тыс. км}^2$, население – $28\,844,3 \text{ тыс. человек}$ [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 атмосферных осадков и поверхностных вод на содержание трития проводится в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун», поверхностных вод на ^{90}Sr – в лабораториях ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС.

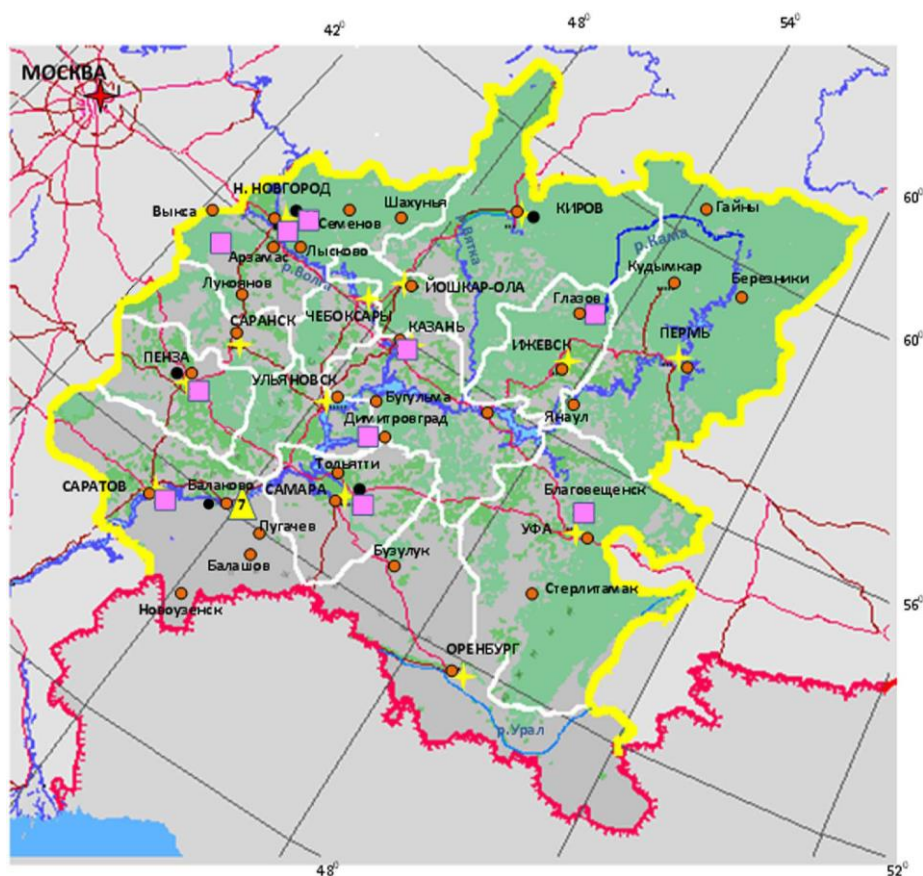


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- (red) – магистральные федеральные автодороги;
- (orange) – прочие федеральные автодороги;
- (white) – границы субъектов РФ;
- (yellow) – границы федеральных округов;
- (red) – 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 2022 г. (данные УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Башкортостан	34	0,11	0,23 (Зилаир, Стерлитамак)
Республика Марий Эл	4	0,11	0,17 (Козьмодемьянск)
Республика Мордовия	6	0,10	0,14 (Б. Березняки и др.)
Удмуртская Республика	8	0,11	0,17 (Ижевск)
Чувашская Республика	5	0,12	0,16 (Чебоксары)
Кировская область	20	0,10	0,15 (Кильмез, Уржум)
Нижегородская область	18	0,11	0,20 (Арзамас, Д. Константиново)
Республика Татарстан	17	0,11	0,19 (Чистополь)
Оренбургская область	16	0,12	0,18 (Оренбург, Айдырля)
Пензенская область	8	0,13	0,20 (Пенза, Радищево)
Самарская область	12	0,11	0,18 (Самара)
Саратовская область	19	0,12	0,23 (Перелюб)
Ульяновская область	7	0,12	0,19 (Ульяновск)
Пермский край	15	0,11	0,17 (Кудымкар, Чернушка)
ПФО	189	0,11	0,23

По данным ежедневных измерений на 189 пункте в течение 2022 г. 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 2022 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 гг. Казань, Нижний Новгород, Киров, Пенза, Самара, Балаково. Пункты наблюдения в Нижнем Новгороде, Самаре и Балаково расположены в 100-км зонах РОО, и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источника. В этой связи данные по объёмной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения 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 2022 г. средняя объёмная активность ^{137}Cs (по 6 пунктам наблюдения) была на уровне предыдущих лет (без учёта данных 2011 г.) и составила $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объёмная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения ПФО (кроме Нижнего Новгорода) была на уровне или несколько ниже средневзвешенного значения по центру ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Динамика усреднённых по территории округа объёмных активностей ^{137}Cs в 2010–2022 гг. представлена на рис. 2.5.2.

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr на территории ПФО в 2022 г. составила $0,42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что близко к среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr предыдущего года и в 1,3 раза выше уровня средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Однако в г. Кирове объёмная активность ^{90}Sr в 2,6 раза превысила средневзвешенное значение по Центру ЕТР.

Таблица 2.5.2

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2020 г.	2019 г.
Республика Татарстан						
Казань	0,8	0,8	2,0	0,20	0,19	0,28
Нижегородская область						
Нижний Новгород	2,7	3,1	5,7	0,45	0,55	1,32
Кировская область						
Киров	2,0	2,2	1,8	0,82	0,56	0,62
Пензенская область						
Пенза	0,9	1,8	1,9	0,24	0,28	0,19
Самарская область						
Самара	2,3	2,5	3,8	0,41	0,58	0,46
Балаково	2,2	3,2	3,3	0,45	0,65	0,88
Среднее по ПФО	1,8	1,9	2,1	0,42	0,45	0,62
Средневзвешенное по Центру ЕТР	2,1	1,9	2,4	0,32	0,46	0,98

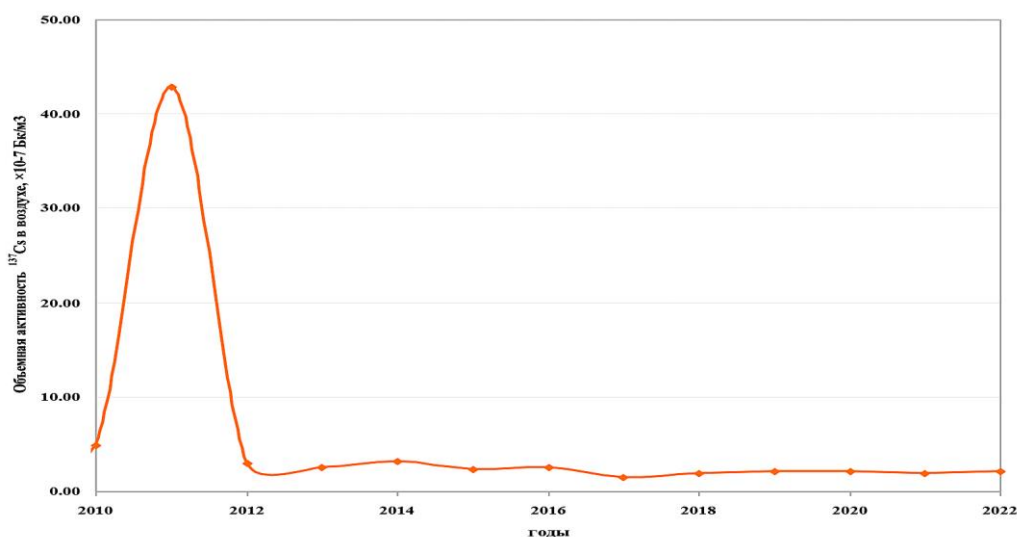


Рис. 2.5.2. Динамика средневзвешенной объёмной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ПФО

Радиоактивные выпадения

В табл. 2.5.3 представлены данные годовых выпадений ¹³⁷Cs на территории ПФО в 2015–2022 годах.

В 2022 г. уровень выпадений ¹³⁷Cs, усреднённый по территории округа, составил 0,26 Бк/м²·год, что не превышает значений двух последних лет наблюдений (0,24–0,39 Бк/м²·год).

Годовые выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы, усреднённые по субъектам ПФО в 2010–2022 гг., представлены на рис. 2.5.3. На рис. 2.5.3 видно, что максимальные уровни выпадений ¹³⁷Cs на территории ПФО наблюдались в 2011 г., что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1». Без учёта данных 2011 г., годовые выпадения ¹³⁷Cs 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 2015–2022 гг., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Республика Башкортостан	0,78	0,37	0,72	0,85	0,72	0,11	0,20	0,30
Республика Марий Эл	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Республика Мордовия	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Удмуртская Республика	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Чувашская Республика	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Кировская область	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Нижегородская область	0,11	0,1	0,18	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20
Республика Татарстан	0,16	0,36	0,15	0,28	0,15	0,08	0,22	0,33
Оренбургская область	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36
Пензенская область	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36
Самарская область	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36
Саратовская область	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36
Ульяновская область	0,25	0,37	0,15	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36
Пермский край	0,78	1,92	0,72	0,85	0,72	0,11	0,20	0,54
Среднее по округу	0,26	0,39	0,24	0,39	0,24	0,13	0,16	0,30

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ПФО в 2022 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

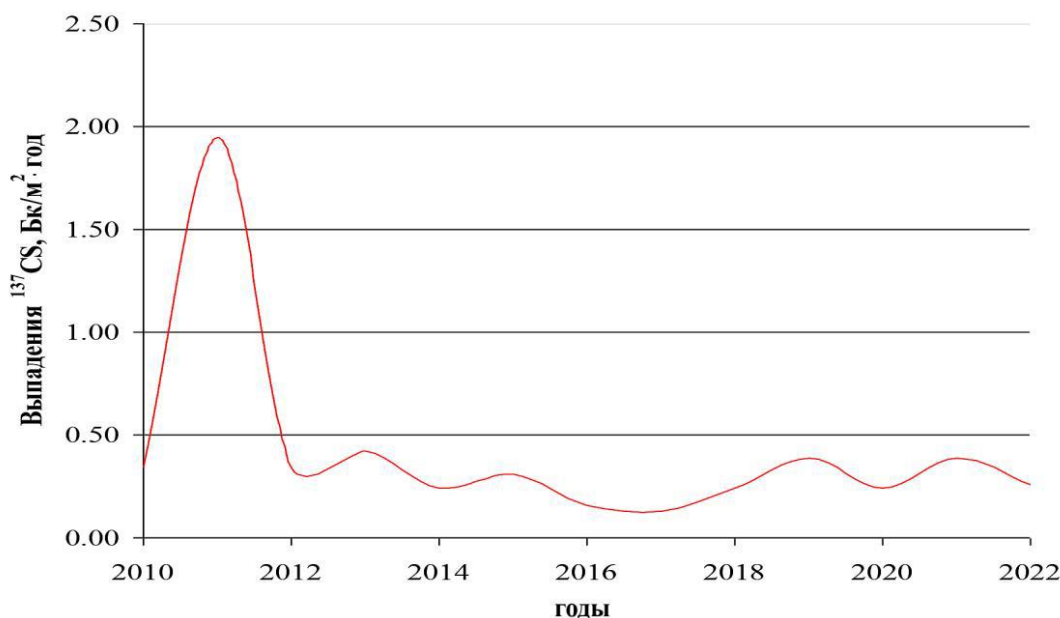


Рис. 2.5.3. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории ПФО

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. Волге, г. Балаково Саратовской области.

В табл. 2.5.4 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках, расположенных в субъектах ПФО, в 2022 году.

Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках ПФО в 2022 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2018	2019	2020	2021	2022
Оренбургская область	р. Урал	Оренбург	3,2	5,4	3,1	2,6	2,6
Пермский край	р. Вишера	Рябинино	6,0	9,0	12,3	10,5	15,3
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	7,0	7,5	17,7	13,0	17,8
Пермский край	р. Колва	Чердынь	11,0	14,3	20,0	15,5	20,0
Среднее по рекам ЕТР			6,1	4,5	5,3	4,7	6,2
Среднее по ЕТР без учёта рек Колвы, Вишеры, Камы			3,7	3,0	2,5	2,5	3,3

Наблюдения за содержанием ^{90}Sr в реках Вишере, Колве и Каме вызвано необходимостью мониторинга влияния выноса радиоактивных продуктов с территории проведенного 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. Печору с р. Колвой. Из табл. 2.5.4 видно, что в 2022 г. объёмная активность ^{90}Sr в реках Вишере, Колве и Каме в 4,5–6 раз превышает среднее значение для остальных рек ЕТР (3,3 мБк/л). Ранее (2018 г., 2005–2012 гг.) в реках Вишера, Колва и Кама также наблюдались повышенные значения ^{90}Sr близкие к значениям 2022 года.

Среднегодовая объёмная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2022 г. варьировала от 1,06 до 1,58 Бк/л и в среднем составила 1,27 Бк/л, что ниже среднего значения за год для основных рек России (1,59 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 2022 г. составили 1,57, 1,65, 1,43, 1,56; 1,76 Бк/л соответственно, что незначительно превышает среднегодовое значение объёмной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2022 г. (1,42 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. «АО «ГНЦ НИИАР», 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 2022 г. на территории НИИАР представлены в табл. 2.5.5.

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, т.к. не предусмотрены действующими технологиями АО «ГНЦ НИИАР».

Таблица 2.5.5

Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022	2021	
¹³⁹ Ba	2,09·10 ¹¹	2,55·10 ⁹	3,67·10 ⁸	+2,18·10 ⁹
Σ Eu	1,51·10 ¹¹	6,59·10 ⁴	4,05·10 ⁵	-3,98·10 ⁶
⁵⁹ Fe	1,35·10 ¹¹	8,46·10 ⁶	1,4·10 ⁷	-5,52·10 ⁶
¹³¹ I	1,79·10 ¹²	6,05·10 ⁹	6,32·10 ⁹	-0,27·10 ⁹
¹³² I	9,83·10 ¹¹	1,40·10 ⁹	9,52·10 ⁸	+0,48·10 ⁹
¹³³ I	8,12·10 ¹¹	3,45·10 ⁹	2,42·10 ⁹	+1,03·10 ⁹
¹³⁴ I	4,49·10 ¹⁰	1,38·10 ⁸	7,79·10 ⁷	+6,01·10 ⁷
¹³⁵ I	2,14·10 ¹¹	1,15·10 ⁹	8,23·10 ⁸	+3,27·10 ⁸
⁵⁸ Co	1,30·10 ¹¹	2,91·10 ⁷	3,07·10 ⁶	+2,60·10 ⁷
²⁴² Cm	8,73·10 ⁷	8,75·10 ⁵	1,92·10 ⁵	+6,83·10 ⁵
²⁴⁴ Cm	6,75·10 ⁹	1,70·10 ⁷	8,30·10 ⁶	+8,7·10 ⁶
⁵⁴ Mn	2,13·10 ¹¹	7,87·10 ⁷	6,56·10 ⁷	+1,31·10 ⁷
⁹⁵ Nb	3,87·10 ¹⁰	8,26·10 ⁷	4,81·10 ⁷	+3,45·10 ⁷
⁷⁶ As	6,97·10 ⁸	2,98·10 ⁷	6,18·10 ⁷	-3,20·10 ⁷
²³⁸ Pu	1,07·10 ¹⁰	2,33·10 ⁷	4,90·10 ⁷	-2,57·10 ⁷
²³⁹ Pu	4,39·10 ⁹	2,48·10 ⁷	1,32·10 ⁸	-1,07·10 ⁸
⁸⁸ Rb	7,44·10 ¹³	5,23·10 ¹¹	1,92·10 ¹¹	+3,31·10 ¹¹
⁸⁹ Rb	5,89·10 ¹³	2,01·10 ¹⁰	4,30·10 ⁹	+1,58·10 ¹⁰
¹⁰³ Ru	2,27·10 ⁹	7,77·10 ⁶	8,76·10 ⁶	-0,99·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	5,90·10 ⁹	1,70·10 ⁷	-	-
⁷⁵ Se	6,08·10 ¹²	1,93·10 ⁹	2,21·10 ⁶	+1,93·10 ⁹
⁸⁹ Sr	2,73·10 ¹⁰	1,54·10 ⁷	4,7·10 ⁷	-3,16·10 ⁷
⁹⁰ Sr	2,30·10 ¹¹	2,02·10 ⁶	8,75·10 ⁶	-6,73·10 ⁶
Сумма ИРГ	3,13·10 ¹⁷	3,07·10 ¹⁵	3,23·10 ¹⁵	-1,60·10 ¹⁴
¹²⁴ Sb	1,12·10 ¹⁰	9,30·10 ⁵	9,30·10 ⁵	+0,00·10 ⁵
¹²⁵ Sb	1,20·10 ¹¹	2,88·10 ⁷	1,61·10 ⁸	-1,32·10 ⁸
^{99m} Tc	1,53·10 ¹¹	4,46·10 ⁸	3,58·10 ⁸	+8,80·10 ⁷
³ H	7,14·10 ¹⁴	5,36·10 ¹²	4,14·10 ¹²	+1,22·10 ¹²
Σ U	6,9·10 ¹⁰	4,76·10 ⁷	1,01·10 ⁸	-5,34·10 ⁷
⁵¹ Cr	4,96·10 ¹⁰	4,74·10 ⁷	3,32·10 ⁷	+1,42·10 ⁷
¹³⁴ Cs	2,82·10 ¹¹	2,65·10 ⁸	8,72·10 ⁷	+1,78·10 ⁸
¹³⁷ Cs	7,69·10 ¹¹	1,10·10 ⁹	1,05·10 ⁹	+5,00·10 ⁷
¹³⁸ Cs	1,13·10 ¹³	1,48·10 ¹¹	2,59·10 ¹⁰	+1,22·10 ¹⁰
¹⁴¹ Ce	1,13·10 ¹³	6,43·10 ⁶	3,92·10 ⁶	+2,51·10 ⁶
¹⁴⁴ Ce	6,33·10 ⁹	3,53·10 ⁷	6,55·10 ⁷	-3,02·10 ⁷
⁶⁵ Zn	2,34·10 ⁸	4,18·10 ⁷	5,82·10 ⁷	-1,64·10 ⁷
⁹⁵ Zr	1,28·10 ¹⁰	2,36·10 ⁷	1,10·10 ⁷	-1,26·10 ⁷

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

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (ЦМС и Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2022 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.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС Республики Татарстан на радиометрах РУБ-01Пб и малофоновой установке УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном γ -спектрометре «Прогресс 2000» в Приволжском УГМС и на γ -спектрометре фирмы Ortec с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание ^{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.

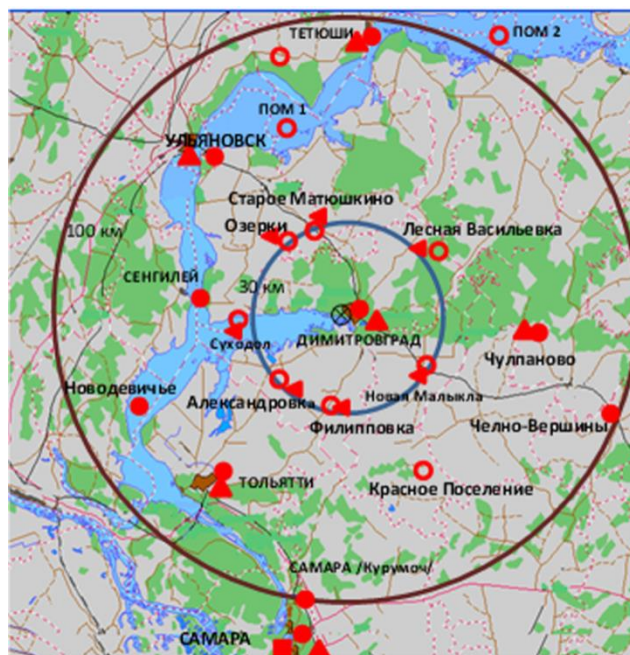


Рис. 2.5.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Данные о выпадениях $\Sigma\beta$ и объёмной $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 2.5.6.

Из табл. 2.5.6 видно, что среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2022 г. составляла $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что было несколько ниже уровня предыдущего года, и была в 2,2 раза выше

средневзвешенной объёмной активности для Центра ЕТР ($7,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от $11,7 \cdot 10^{-5}$ до $30,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное среднесуточное значение объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в январе и составило $89,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 11,5 раза превышает средневзвешенную объёмную активность для Центра ЕТР.

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения Приволжского УГМС, в 100-км зоне НИИАР (табл. 2.5.6) в 2022 г. колебались от 0,23 до 1,64 Бк/м²·сут, а среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений остались примерно на уровне 2018–2021 гг. и изменялись от 0,41 Бк/м²·сут (Ульяновск) до 1,28 Бк/м²·сут (Тольятти). Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. наблюдалась в декабре г. Самаре – 7,7 Бк/м²·сут.

Данные о среднегодовых объёмных активностях ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Самары за 2018–2022 гг. представлены в табл. 2.5.7. Среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. составила $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что близко к средневзвешенной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr составила $0,41 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 1,3 раза ниже средневзвешенной объёмной активности ⁹⁰Sr по территории Центра ЕТР ($0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.5.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сут) и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q , 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2022 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	1,33	15,0	0,38	1,29	0,34
	м	3,4	51,0	1,08	4,95	0,99
Февраль	с	0,89	13,1	1,9	1,14	0,38
	м	3,21	31,8	0,54	3,97	0,76
Март	с	0,8	17,0	-	1,28	-
	м	3,87	54,7	-	4,00	-
Апрель	с	1,17	16,5	-	1,07	-
	м	5,87	31,0	-	2,98	-
Май	с	0,7	11,7	-	0,8	-
	м	1,92	30,1	-	1,97	-
Июнь	с	1,61	12,6	0,26	1,63	0,23
	м	6,9	27,1	0,88	6,96	0,51
Июль	с	0,84	15,8	0,56	1,37	0,5
	м	2,62	37,1	1,73	5,71	1,36
Август	с	0,86	22,6	-	0,83	-
	м	2,23	43,9	-	1,85	-
Сентябрь	с	1,36	17,0	0,59	1,97	0,53
	м	4,28	38,3	2,16	7,32	1,33
Октябрь	с	0,81	13,9	0,67	1,32	0,54
	м	2,12	45,1	2,21	7,42	0,98
Ноябрь	с	1,53	16,3	0,45	1,26	0,35
	м	5,1	50,3	1,21	3,67	0,76
Декабрь	с	1,5	30,6	0,52	1,41	0,43
	м	7,71	89,5	2,19	5,30	1,02
Среднее: 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
2018 г.		2,10	19,0	0,53	1,31	0,33
Сумма, Бк/м²·год: 2022 г.		409		179	467	150
Сумма, Бк/м ² ·год: 2021 г.		475		460	588	128
2020 г.		588		157	588	120
2019 г.		712		194	774	164
2018 г.		763		203	551	119

Примечание: - - отсутствие данных.

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
^{137}Cs							
г. Самара	2018	1,6	1,3	1,7	2,3	1,7	3,4
	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
^{90}Sr							
г. Самара		I полугодие		II полугодие			
	2018	0,40		0,50		0,45	0,58
	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

Среднегодовая объёмная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2022 г. изменялась в диапазоне от 0,73 Бк/л в феврале до 2,36 Бк/л в июле при среднегодовом значении 1,26 Бк/л, что близко к среднему значению для всей территории РФ (1,42 Бк/л).

По данным ежедневных измерений МАЭД на пунктах стационарной сети в 100-км зоне НИИАР, в 2022 г. среднегодовые значения МАЭД находились в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч (г. Ульяновск, февраль).

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. Нижнем Новгороде для создания оборудования для атомной промышленности. С конца 1940-х гг. ОКБМ активно участвует в создании первых промышленных ядерных реакторов, а с 1954 г. – в разработке и изготовлении опытных образцов реакторов для военно-морского и гражданского морского флота;

– Нижегородское отделение филиала «ПТО» ФГУП «ФЭО» – пункт временного хранения РАО, поступающих 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 2022 г. на территории РФЯЦ-ВНИИЭФ и ЧМЗ представлены в табл. 2.5.8. В 2022 г. выбросы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» не превышали допустимых значений. Выбросы радионуклидов ^{239}Pu уменьшились в 1,5 раза, ^3H близки к уровням прошлого года, сумма нуклидов U увеличилась в 1,15 раза, а выбросы ^{210}Po сократились в 1,3 раза. Выбросы АО «ЧМЗ» в 2022 г. были на пять–шесть порядков ниже допустимых значений и близки к уровням 2021 г., а по ^{239}Pu , ^{210}Po произошло незначительное уменьшение выбросов в атмосферу.

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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»				
^{210}Po	$2,40 \cdot 10^5$	$3,09 \cdot 10^3$	$4,06 \cdot 10^3$	-9,70·10²
^{239}Pu	$5,63 \cdot 10^6$	$3,45 \cdot 10^4$	$5,23 \cdot 10^4$	-2,93·10⁵
^3H	$1,11 \cdot 10^{15}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	0,00
Сумма нуклидов U	$6,70 \cdot 10^{10}$	$2,44 \cdot 10^9$	$2,12 \cdot 10^9$	+3,20·10⁸
АО «ЧМЗ»				
^{226}Ra	$8,31 \cdot 10^8$	$4,07 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^7$	-8,08·10⁶
^{230}Th	$7,43 \cdot 10^8$	$4,00 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^7$	-8,10·10⁶
^{232}Th	$1,82 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^6$	$3,72 \cdot 10^6$	-2,49·10⁶
^{234}Th	$1,29 \cdot 10^7$	$8,75 \cdot 10^5$	$1,51 \cdot 10^5$	+7,24·10⁵
Сумма нуклидов U	$8,67 \cdot 10^9$	$2,08 \cdot 10^7$	$4,73 \cdot 10^7$	-2,65·10⁷

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

В 2022 г. радиационный мониторинг в 100-км зонах 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 велся отбор проб атмосферных выпадений, на одной – проводился отбор проб аэрозолей.

В 100-км зоне ОКБ машиностроения проводились следующие наблюдения (рис. 2.5.5): за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород); за радиоактивными выпадениями в 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 2022 г. маршрутные обследования в 100-км зоне РОО ОКБ машиностроения не проводились.

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 зонах Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «ФЭО» и ОКБМ совпадают.

В 100-км зоне РОО г. Сарова действуют 5 станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), на которых в течение всего 2022 г. велись наблюдения за МАЭД, на трёх из них (Арзамас, Выкса, Лукоянов) – за радиоактивными выпадениями.

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

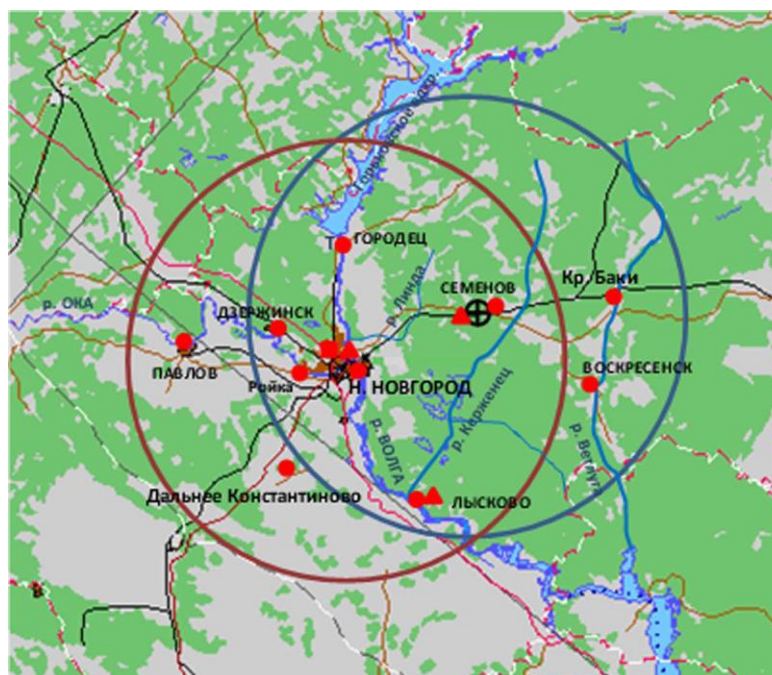


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПТО:

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

Результаты наблюдений за радиоактивными аэрозолями и выпадениями в 100-км зонах всех РОО Верхне-Волжского региона представлены в табл. 2.5.9.

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Нижний Новгород в 2022 г. (табл. 2.5.9) изменялась от $14,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в мае) до $48,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) при среднегодовом значении $25,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и была выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($7,85 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 3,7 раза. Случаев превышения объёмной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем предыдущего месяца в 5 и более раз в 2022 г. в г. Нижнем Новгороде зарегистрировано не было.

Среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы Нижнего Новгорода в 2017–2022 гг. представлены в табл. 2.5.10.

Из табл. 2.5.10 видно, что среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе Н. Новгорода в 2022 г. составляла $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что 1,2 раза ниже уровня 2021 г. и в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. составляла $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что ниже значения 2021 г., и в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,32 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.5.9

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сут) и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q , 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2022 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	18,40	1,5	1,4	1,3	1,3	1,1	1,7
	м	2,8	45,4	3,8	2,3	2,5	3,7	2,6	3,3
Февраль	с	1,1	22,9	1,6	1,8	1,3	1,9	1,5	1,3
	м	4,6	52,6	3,9	4,0	2,7	5,2	4,1	2,7
Март	с	1,4	22,9	1,7	1,6	1,4	1,8	1,5	1,7
	м	4,8	47,8	3,6	3,1	2,5	5,2	3,6	4,5
Апрель	с	1,5	28,1	1,4	1,4	1,5	1,3	1,2	1,3
	м	3,0	57,9	4,0	4,1	2,4	4,3	5,4	3,0
Май	с	1,1	14,7	1,5	1,4	1,6	1,5	1,6	1,5
	м	2,2	45,9	2,9	3,0	3,3	2,9	3,1	2,5
Июнь	с	1,5	25,6	1,5	1,2	1,4	1,5	1,6	1,5
	м	3,1	48,2	3,0	2,6	3,5	5,7	4,9	4,1
Июль	с	1,3	28,8	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4
	м	2,9	73,4	4,8	3,5	3,6	5,0	3,7	5,6
Август	с	1,1	48,9	1,1	1,7	1,2	1,2	1,3	1,2
	м	3,1	90,0	2,5	4,4	2,4	3,2	4,6	3,7
Сентябрь	с	1,5	21,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,8	1,1
	м	3,9	50,9	4,1	2,8	2,7	4,8	4,2	2,1
Октябрь	с	1,1	16,9	1,6	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4
	м	2,5	36,6	5,2	3,0	2,6	2,9	2,4	2,9
Ноябрь	с	1,2	22,8	0,9	1,0	1,0	1,3	1,2	1,1
	м	3,7	57,7	2,1	1,6	3,1	3,0	2,7	2,5
Декабрь	с	1,3	39,8	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2
	м	5,5	85,6	3,1	2,9	2,6	2,4	2,4	2,6
Среднее:	2022 г.	1,3	25,9	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4
	2021 г.	1,9	29,1	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7	1,8
	2020 г.	1,5	29,6	2,0	2,0	2,0	2,3	2,1	2,1
Сумма, Бк/м ² ·год:	2022 г.	474		511	511	474	511	511	511
	2021 г.	702		680	671	641	684	615	615
	2020 г.	536		758	721	719	785	772	776

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2022 г. (табл. 2.5.9) варьировали в диапазоне от 1,0 до 1,8 Бк/м²·сут. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений составили 1,3–1,4 Бк/м²·сут, что находится на уровне фоновых выпадений по региону.

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем предыдущего месяца в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2022 г. не наблюдалось.

Объёмная активность трития в осадках (г. Городец) в 2022 г. составляла 1,6 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 0,88 Бк/л (март) до 2,35 Бк/л (август). В 2022 г. содержание трития в осадках незначительно увеличилось по сравнению с 2020 г. (табл. 2.5.11) и было ниже среднего значения по стране (1,79 Бк/л).

Таблица 2.5.10

**Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Н. Новгород, 10^{-7} Бк/м³
(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	2017	2,0	2,6	5,0	2,3	3,0	3,2
	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
^{90}Sr							
Нижний Новгород		I полугодие		II полугодие			
	2017	1,32		4,43		2,87	0,81
	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	

Таблица 2.5.11

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

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022
^3H	1,5	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОКБМ в 2022 г. колебались в диапазоне от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

Содержание радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в пунктах наблюдения 100-км зоны филиала «ПТО» приведены в табл. 2.5.9–2.5.11, там же приводятся данные по радиационной обстановке вокруг ОКБМ.

Среднее значение мощности дозы гамма-излучения в ЗН филиала «ПТО» в 2022 г. составило 0,15 мкЗв/ч, максимальное – 0,30 мкЗв/ч (по данным службы филиала «ПТО»).

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

РОО г. Сарова

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова изменялись в пределах 1,0–1,9 Бк/м²·сут. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. составили 1,3–1,4 Бк/м²·сут, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение за 2022 г. составило 5,7 Бк/м²·сут в январе (г. Арзамас).

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2022 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2022 г. составляли 0,09–0,16 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,09–0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям природного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

АО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2022 г. изменялась в диапазоне 1,1–1,7 Бк/м²·сут при среднегодовом значении 1,4 Бк/м²·сут, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение суммарной β -активности выпадений составило 5,6 Бк/м²·сут в июле. Превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2022 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны АО «ЧМЗ» в 2022 г. составляли 0,09–0,13 мкЗв/ч, среднегодовые – 0,10–0,12 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,15 мкЗв/ч.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2022 г. составляли 0,10 Бк/м²·год, что близко к значениям 2022 г. (0,11 Бк/м²·год) и в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,17 Бк/м²·год).

Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и трития в осадках в 2022 г. в 100-км зонах РОО (табл. 2.5.10 – 2.5.11) 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 2022 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 ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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. км² [1], население – более 12 294,9 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).

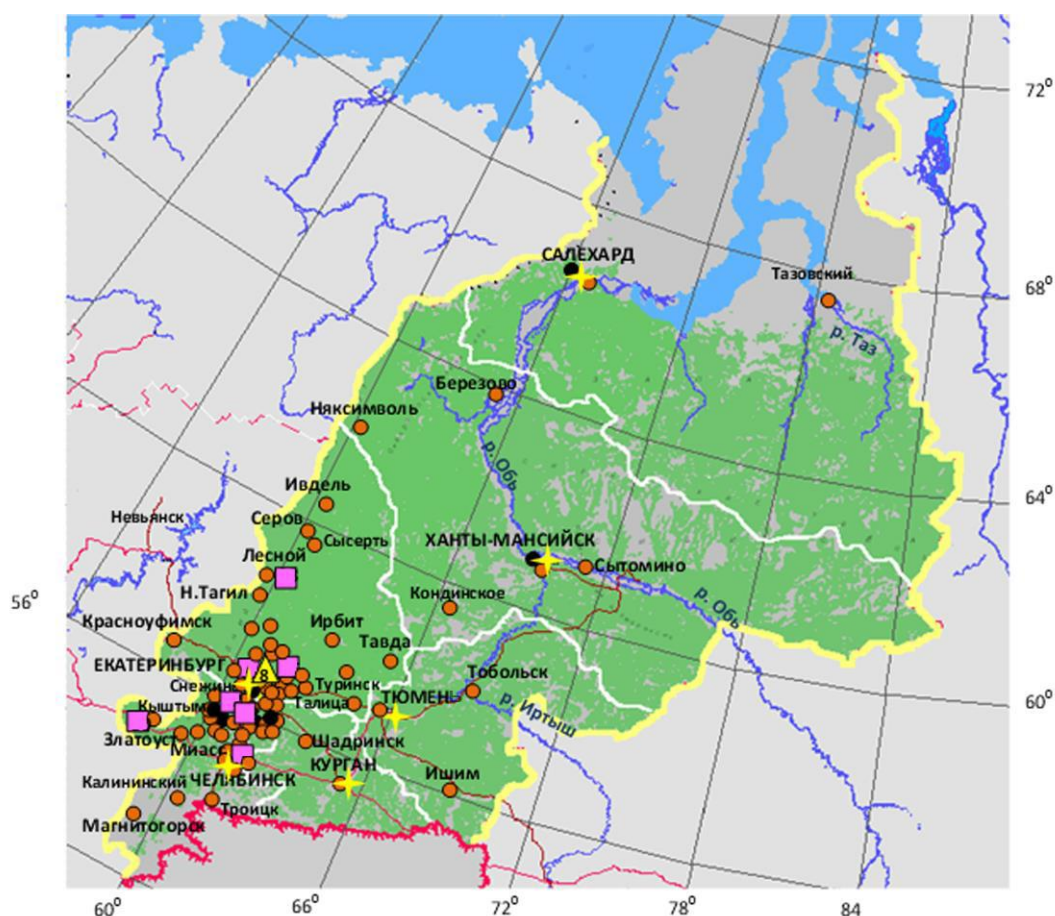


Рис. 2.6.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов Федерации;
- (красная) – магистральные федеральные автодороги;
- (оранжевая) – прочие федеральные автодороги;
- (серый) – границы субъектов Федерации;
- (желтый) – границы федеральных округов;
- (красная) – 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 $\Sigma\beta$ 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, МАЭД на территории УФО изменялась от 0,06 до 0,21 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязнённые территории. Среднегодовые значения МАЭД на территории УФО в 2022 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,10–0,12 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 2022 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	57	0,10	0,17 (Верхнее Дуброво, Ирбит)
Челябинская область	32	0,11	0,19 (Варна)
Курганская область	16	0,11	0,18 (Шадринск, Курган)
Тюменская область*	13	0,12	0,21 (Сладково)
Ямало-Ненецкий АО	5	0,11	0,20 (Салехард)
Ханты-Мансийский АО	11	0,10	0,16 (Октябрьское, Юильск)
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 зонах этих предприятий представлен в разделе 3.

Таблица 2.6.2

**Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах УФО, 10^{-7} Бк/м³
(данные Уральского, Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Свердловская область						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	6,6*	5,5*	5,2*	2,0	1,2	1,6
Челябинская область						
Новогорный (ПО «Маяк»)	40	114	14	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	9,1	18	7,6	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	6,7	11	7,0	-	-	-
Средневзвешенное по Западной Сибири	2,6	2,0	1,6	0,68	1,35	1,18
Ямало-Ненецкий АО						
Салехард	нпо	нпо	нпо	0,20	0,15	0,15
Ханты-Мансийский АО						
Ханты-Мансийск	нпо	нпо	нпо	0,55	0,45	0,20
Средневзвешенное по Заполярью	1,3	1,0	0,9	0,20	0,20	0,25

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

- – измерения не проводились;

* – данные ФГБУ «НПО «Тайфун»;

нпо – ниже предела обнаружения ($1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. была на уровне предыдущих лет и не превышала уровень средневзвешенного значения по Заполярью. В Свердловской области объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с уровнем 2021 года. В Челябинской области наблюдалось уменьшение объёмной активности ¹³⁷Cs в Новогорном в 2,9 раза, в Аргаяше в 2 раза, в Кыштыме в 1,6 раза по сравнению с 2021 годом. Как и в предыдущие годы, объёмная активность ¹³⁷Cs в пунктах Свердловской и Челябинской областей превышает средневзвешенное значение по Западной Сибири в 2,6–15 раз.

В Свердловской области в Верхнем Дуброво объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. увеличилась в 1,7 раза по сравнению с 2022 г. и превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири в 2,9 раза. В Ямало-Ненецком АО объёмная активность ⁹⁰Sr в течение последних пяти лет остаётся на уровне $(0,15-0,20) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В Ханты-Мансийском АО объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. увеличилась в 1,2 раза и, как и в предыдущие годы, была выше, чем в расположенном севернее Ямало-Ненецком АО. Вероятнее всего, это можно объяснить влиянием ветрового переноса ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr, 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 ⁹⁰Sr в 2022 г. составляли 1,3 Бк/м²·год, что находится на уровне 2020–2021 годов. Выпадения ¹³⁷Cs на этих территориях

(0,78 Бк/м²·год) были в 2,4 раза ниже значений 2021 г. и в 5 раз выше средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири (0,16 Бк/м²·год).

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения ¹³⁷Cs в 2022 г. были < 0,1 Бк/м²·год. Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2022 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения (< 0,2 Бк/м²·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 2022 г. колебалась от 1,3 до 2,3 Бк/л при среднегодовом значении на уровне среднего значения для территории РФ (1,8 Бк/л). Объёмная активность трития в 2022 г. в р. Оби (Салехард) колебалась от 0,89 до 1,84 Бк/л, составив в среднем 1,5 Бк/л, что находится на уровне предыдущих лет и среднего значения содержания трития в реках РФ (1,6 Бк/л).

Содержание ⁹⁰Sr 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. Оби (Салехард) и на р. Пур (Уренгой) в Ямало-Ненецком АО. Объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. в р. Обь колебалась от 4,2 Бк/л до 7,3 мБк/л при среднем значении 5,9 мБк/л (6,7 Бк/л в 2021 г.). Объёмная активность ⁹⁰Sr в р. Пур в 2022 г. колебалась от 3,0 до 12,8 Бк/л при среднем значении 5,0 мБк/л, что находится на уровне последних трёх лет (4,8 мБк/л в 2019–2021 гг.). Наблюдаемое содержание трития и ⁹⁰Sr 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 металлургических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. За 72 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 ²³²Th и его дочер-

ние 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 $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в Двуреченске в 2022 г., а также для сравнения – данные 2020, 2021 гг. представлены в табл. 2.6.3.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов показал, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в Двуреченске были ниже уровня значений 2021 г. и региональных фоновых значений по Уральскому региону. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. было зарегистрировано в январе и составило 3,2 Бк/м²·сут. Годовые выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в Двуреченске составили 1,1 Бк/м²·год, что в 2,5 раза ниже уровня значений 2021 г. и в 1,6 раза выше уровня регионального фона (0,7 Бк/м²·год). Годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2022 г. были в 2,1 раза выше значений 2021 г., составляли 2,3 Бк/м²·год и превысили уровень регионального фона (1,3 Бк/м²·год) в 1,8 раза. Среднегодовое значение МАЭД в Двуреченске в 2022 г. составило 0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч).

Загрязнение приземной атмосферы (Двуреченска) ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr 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 2022 г. приведены в табл. 2.6.3.

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в Новоуральске в 2022 г. были незначительно выше уровня 2021 г. (183 Бк/м²·год) и составляли 193 Бк/м²·год, что ниже уровня региональных фоновых значений по Уральскому региону (215 Бк/м²·год). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. были зарегистрированы в сентябре и составили 4,5 Бк/м²·сут. В 2022 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в Новоуральске (1,4 Бк/м²·год) были в 1,6 раза ниже значений 2021 г. (2,2 Бк/м²·год) и в 2 раза

выше регионального фонового уровня (0,7 Бк/м²·год). Годовые выпадения ⁹⁰Sr в Новоуральске в 2022 г. (1,7 Бк/м²·год) незначительно увеличились по сравнению с уровнем 2021 г. (1,5 Бк/м²·год) и были в 1,3 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.

Таблица 2.6.3

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²·сут), ¹³⁷Cs (Бк/м²·месяц) и ⁹⁰Sr (Бк/м²·квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2022 г. (данные Уральского УГМС)

Месяц	пос. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Январь	0,3	нпо	} 0,65	0,2	0,20	} 0,51	0,4	0,08	} 0,49
Февраль	0,4	нпо		0,5	0,13		0,6	нпо	
Март	0,4	0,12		0,5	нпо		0,3	0,14	
Апрель	0,3	нпо	} 0,47	0,6	0,12	} 0,27	0,7	0,10	} 0,45
Май	0,7	нпо		0,7	0,11		0,6	нпо	
Июнь	0,4	0,27		0,5	0,13		0,7	0,08	
Июль	0,3	нпо	} 0,45	0,3	0,33	} 0,41	0,5	нпо	} 0,29
Август	0,4	0,28		0,5	нпо		0,4	0,09	
Сентябрь	0,3	нпо		0,9	0,22		0,4	нпо	
Октябрь	0,2	нпо	} 0,66	0,6	нпо	} 0,45	0,5	0,13	} 0,34
Ноябрь	0,5	0,46		0,6	0,10		0,7	0,09	
Декабрь	0,7	нпо		0,6	0,16		0,7	нпо	
Сумма, Бк/м ² ·год:									
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
2020 г.	190	0,6	2,5	253	1,1	1,8	278	0,8	1,9
Фон для Уральского региона, Бк/м ² ·год:									
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
2020 г.	260	0,6	1,2	260	0,6	1,2	260	0,6	1,2

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

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

Город Лесной

В 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 $\Sigma\beta$ выпадений в Лесном в 2022 г. (193 Бк/м²·год) были незначительно выше значений 2021 г. (183 Бк/м²·год) и ниже уровня фоновых значений для Уральского региона (215 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. было зарегистрировано в июне и составило 4,5 Бк/м²·сут.

В 2022 г. годовые выпадения ^{137}Cs в Лесном составляли $0,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, что в 2,7 раза ниже, чем в 2021 г. ($1,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), и соответствует уровню фоновых выпадений по Уральскому региону ($0,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$).

Годовые выпадения ^{90}Sr в 2022 г. ($1,6 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) были незначительно выше уровня 2021 г. и в 1,2 раза превысили уровень регионального фона ($1,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$).

Среднегодовое значение МАЭД в Лесном в 2022 г. составляло $0,11 \text{ мкЗв/ч}$, что соответствует уровню среднего по УФО значения ($0,11 \text{ мкЗв/ч}$). 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 2022 г. выпадения из атмосферы ^{90}Sr за год в двух 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 $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ПХРО в 2022 г. (табл. 2.6.4) были на уровне фоновых значений, характерных для Уральского региона ($0,59 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$). Максимальные суточные выпадения наблюдались в Екатеринбурге – в мае и октябре ($2,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$), в Сарапулке – в мае и июле ($3,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сут}$).

МАЭД в пяти пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Новоберезовский, Монетный) в 2022 г. колебалась в диапазоне $0,10\text{--}0,12 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,11 \text{ мкЗв/ч}$, что соответствует фоновому уровню по Уральскому региону ($0,11 \text{ мкЗв/ч}$).

Таблица 2.6.4

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне вокруг Свердловского отделения филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО», Бк/м²·сут (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднегодовое	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Екатеринбург	с	0,38	0,63	0,43	0,73	0,60	0,68	0,46	0,39	0,55	0,91	0,65	0,60	0,58	0,58
	м	1,4	1,3	1,9	2,2	2,5	2,3	1,9	1,4	2,1	2,5	1,9	1,9		
Сарапулка	с	0,41	0,67	0,49	0,50	0,78	0,66	0,45	0,28	0,78	0,83	0,54	0,63	0,59	0,55
	м	1,1	2,2	1,6	1,9	3,2	1,9	3,2	2,1	2,6	2,4	1,5	2,4		
Среднее:	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	
	2021 г.	0,59	0,66	0,58	0,81	0,61	0,38	0,49	0,41	0,68	0,54	0,52	0,52		
Фон для Уральского региона:	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	
	2021 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		

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 $\Sigma\beta$ 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 $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне Челябинского отделения филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «ФЭО», Бк/м²·сут (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднегодовое	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Аргаяш	с	0,57	0,54	0,53	0,74	0,70	0,72	0,64	0,67	0,86	0,62	0,61	0,54	0,65	0,61
	м	1,0	1,0	1,2	1,6	1,9	1,5	2,3	2,1	6,5	1,4	1,5	1,0		
Фон для Уральского региона:	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	
	2021 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		

В 2022 г. среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в зоне влияния ПХРО (0,65 Бк/м²·сут) находится близко к уровню 2021 г. и незначительно превысило уровень регионального фона (0,59 Бк/м²·сут).

Выводы

Радиационная обстановка в 2022 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 ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs вне указанных территорий было на шесть–семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов. Влияние ветрового выноса радионуклидов с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа и сбросов ПО «Маяк» прослеживается на большие расстояния и в воздушной, и водной средах. В Свердловской, Челябинской и Курганской

областях в отличие от других территорий РФ наблюдаются выпадения ^{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.

Указом Президента России № 632 от 3 ноября 2018 г. из состава федерального округа исключены Республика Бурятия и Забайкальский край, данные территории переданы в Дальневосточный федеральный округ [15].

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 – 4361,8 тыс. км² (25,5 % территории России). Протяжённость государственной границы – 4348 км, в том числе: с Республикой Казахстан – 2690 км; с Монголией – 1603 км; с Китайской Народной Республикой – 55 км. В СФО на 1 января 2023 г. проживают 16 889,4 тыс. человек [2].

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), ФГАОУ ВО «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. Иркутске и г. Новосибирске, являющиеся отделениями филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО».

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории СФО осуществляют Северное (Диксон), Западно-Сибирское, Обь-Иртышское (по Омской области), Среднесибирское, Иркутское УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». В составе СФО на территории округа действуют 222 пункта 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, шесть 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).

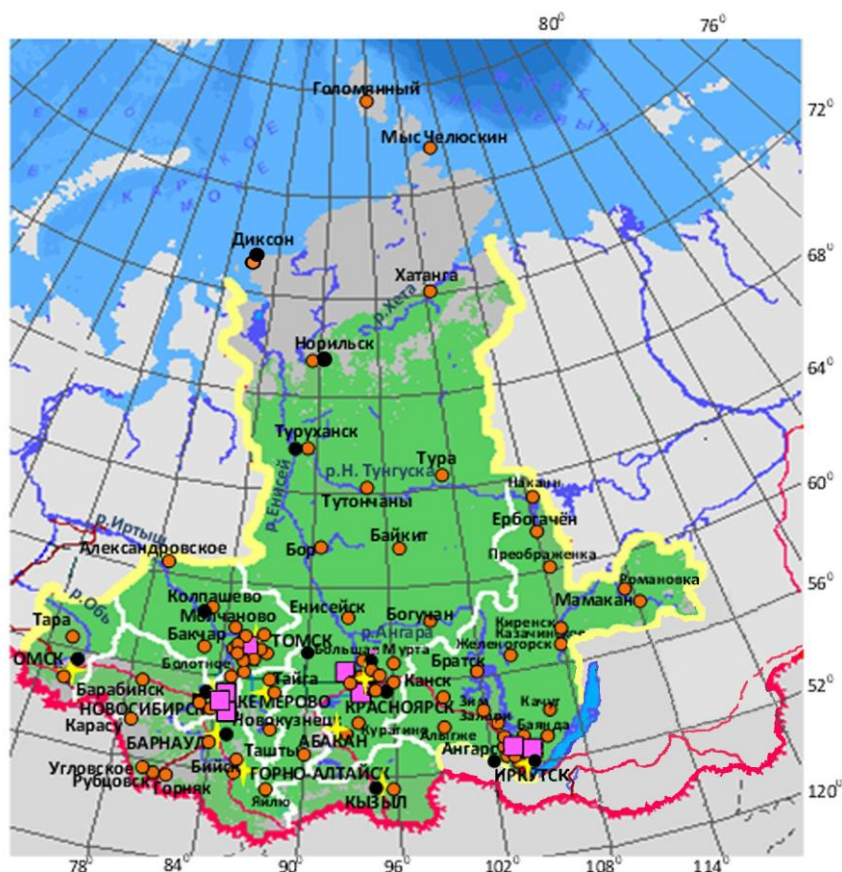


Рис. 2.7.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Сибирского федерального округа:

- – 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 $\Sigma\beta$ -активности проводится в трёх радиометрических группах и четырёх радиометрических лабораториях. В радиометрических лабораториях дополнительно проводится гамма-спектрометрический анализ проб. В лабораториях Западно-Сибирского УГМС 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 2022 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1. Необходимо отметить, что в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва значительное количество пунктов наблюдения используют для измерения МАЭД оборудование с относительно высоким нижним пределом измерения – 0,45 мкЗв/ч. Результаты измерений МАЭД на таких пунктах не использовались при определении

среднегодовых и максимально измеренных значений, так как уровнем МАЭД, превышающих 0,45 мкЗв/ч, в этих пунктах наблюдения в 2022 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в СФО в 2022 г., мкЗв/ч

Расположение пунктов наблюдения	Общее количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Алтайский край	26	0,15	0,24
Красноярский край*	50 (24*)	0,09 (по 26 пунктам)	0,23
Республика Алтай	9	0,15	0,22
Республика Тыва*	11 (10*)	0,11 (по 1 пункту)	0,18
Республика Хакасия*	5 (4*)	0,12 (по 1 пункту)	0,16
Иркутская область	45	0,15	0,31
Кемеровская область	14	0,15	0,22
Омская область	19	0,13	0,25
Томская область	13	0,10	0,21
Новосибирская область	28	0,13	0,24
Диксон	1	0,09	0,11
СФО	222 (184)	0,12	0,31 (Сарма)

Примечание: * – количество пунктов, оборудование которых имеет относительно высокий нижний предел измерения МАЭД (от 0,45 мкЗв/ч).

Измеренные значения МАЭД в 2022 г. в целом соответствовали аналогичным уровням МАЭД на территории СФО за 2021 г.

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 ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в населённых пунктах СФО.

Таблица 2.7.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в отдельных населённых пунктах СФО, 10⁻⁷ Бк/м³

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Красноярский край						
Большая Мурта	<1,4	нпо	1,9	0,45	0,70	0,95
Красноярск	нпо	нпо	нпо	0,85	0,50	0,50
Сухобузимское	<3,3	нпо	2,2	0,4	4,20	0,70
Уяр	0,8	1,1	1,4	0,42	0,90	1,5
Туруханск	нпо	нпо	нпо	0,3*	0,35	0,35
Норильск (Таймырский АО)	нпо	-	-	0,35	-	-
Диксон	нпо	нпо	нпо	0,06	0,10	0,10
Алтайский край						
Барнаул	<2,4	нпо	1,6	0,4*	0,60	0,60
Томская область						
Колпашево	нпо	нпо	нпо	0,7	0,20	0,35
Томск	нпо	нпо	нпо	0,6	1,05	1,75
Омская область						
Омск	3,4	нпо	1,3	0,35	2,80	3,0
Иркутская область						
Иркутск	нпо	нпо	3,6	0,3	3,30	6,0
Ангарск	нпо	нпо	нпо	0,5	2,20	2,05
Республика Тыва						
Кызыл	нпо	нпо	нпо	0,4	0,80	0,35

Примечания: нпо – консервативная оценка нижнего предела обнаружения для соответствующего пункта принята равной 1·10⁻⁷ Бк/м³;

* – данные за 1-е полугодие.

Как видно из таблицы, объёмная активность ^{137}Cs на большей части территории СФО в 2022 г. была ниже предела обнаружения, сопоставима с результатами 2021 г. и ниже средневзвешенного значения для территории РФ в 2022 г. ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наиболее высокие уровни объёмной активности ^{137}Cs в 2022 г. наблюдались с июля по декабрь в пункте Омск ($5,5\text{--}5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в атмосферном воздухе на территории СФО в 2022 г. составляла $0,43 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, была в 3,4 раза ниже, чем в 2021 г. ($1,47 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и меньше в 2,4 раза, чем средневзвешенное значение для АТР ($1,03 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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 2022 г. составили: для района Заполярья – не более $0,09$ Бк/м²·год, для Западной Сибири – $0,16$ Бк/м²·год, для юга Восточной Сибири $< 0,04$ Бк/м²·год. Такие показатели в целом соответствуют уровням 2021 г. на этих территориях.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ -активности выпадений на территории СФО в 2022 г. находились в диапазоне от $0,57$ Бк/м²·сут (Горняк, Козюлино) до $5,3$ Бк/м²·сут (Усолъе-Сибирское) и в целом были на уровне 2021 г. – от $0,53$ до $4,92$ Бк/м²·сут соответственно.

В 2022 г. на территории СФО в отобранных пробах было зарегистрировано 26 случаев (в пунктах Барнаул, Кызыл, Сухобузимское, Большая Мурта, Красноярск, Норильск, Туруханск, Томск) повышенных относительно фоновых значений $\Sigma\beta$ атмосферных аэрозолей и 31 случай (в пунктах Залари, Туруханск, Кызыл, Бор, Красноярск, Богучаны, Таштыл, Усолъе-Сибирское, Енисейск, Канск) повышенных значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений (максимальное значение $105,6$ Бк/м²·сут наблюдалось в декабре в Канске). По всем случаям проводился гамма-спектрометрический анализ, техногенные радионуклиды в суточных пробах не обнаружены или находились на пределе обнаружения.

Поверхностные воды и атмосферные осадки

Объёмные активности трития в водах рек Енисея (пункт отбора – Игарка) и Нижняя Тунгуски (пункт отбора – Тура) в 2022 г. находились в течение года на уровне $1,4$ Бк/л соответственно и были немного меньше уровня 2021 года.

Объёмная активность трития в осадках на территории СФО в 2022 г. определялась в шести пунктах (табл. 2.7.3). Из табл. 2.7.3 видно, что среднегодовая объёмная активность трития в осадках на территории СФО изменялась в пределах от $1,5$ Бк/л (в пункте Диксон) до $2,4$ Бк/л (в Иркутске). Среднее содержание трития в осадках на территории СФО – $1,9$ Бк/л, это практически соответствует среднему значению для всей территории России ($1,8$ Бк/л).

Усреднённая объёмная активность ^{90}Sr в реках на территории СФО (табл. 2.7.3) в целом находилась на уровне 2021 г. и составила $5,8$ мБк/л, что в целом близко к среднему значению для рек АТР – $4,8$ мБк/л. Содержание ^{90}Sr в реках СФО изменялось от $4,3$ мБк/л в р. Ангаре до $7,1$ мБк/л – в р. Кокше, что на три порядка ниже норматива для питьевой воды по НРБ-99/2009 (для ^{90}Sr УВ = 5 Бк/л).

Таблица 2.7.3

Объёмная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2022 г. (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Гайфун»)

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

Примечание: в скобках приведены данные за 2021 г.

Ниже приводятся результаты мониторинга радиационной обстановки в 100-км зонах основных РОО, расположенных на территории СФО.

2.7.1. ПАО «Новосибирский завод химконцентратов»

Предприятие ядерного топливного цикла ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (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 м³. Ежегодное количество образующихся РАО в НЗХК составляет примерно 380 тонн. Отходы в основном в виде низкоактивной суспензии (пульпы) гидротранспортом доставляются по пульпопроводу на хвостохранилище непосредственно с территории НЗХК. 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 Пашинский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашинский.

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 хозяйственной 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 Пашинский 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 2022 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;

– 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 Пашинский – 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;
- ▲ — воздухофилтрующая установка;
- П — горизонтальный планшет;
- — отбор воды из р. Оби в с. Дубровино на радиоактивное загрязнение ^{90}Sr .

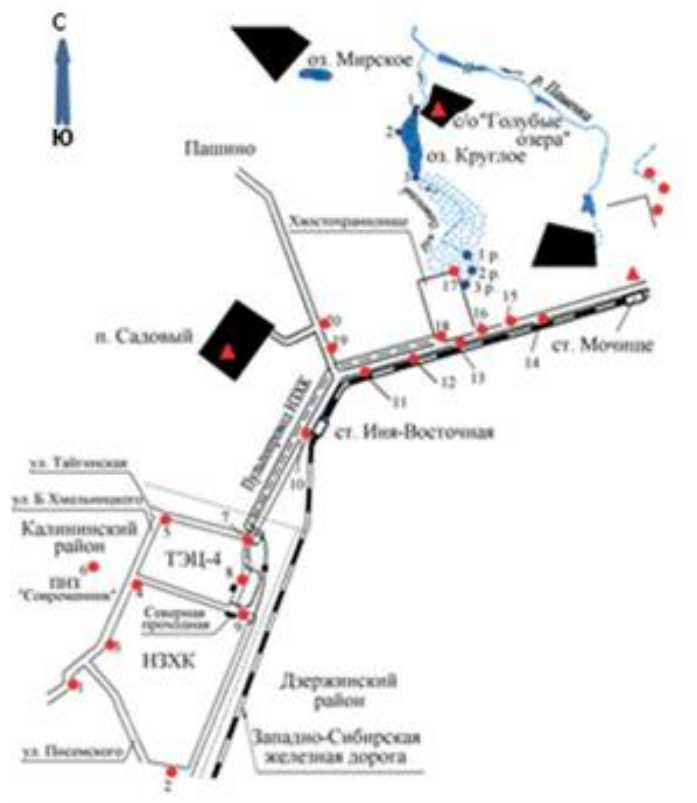


Рис. 2.7.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

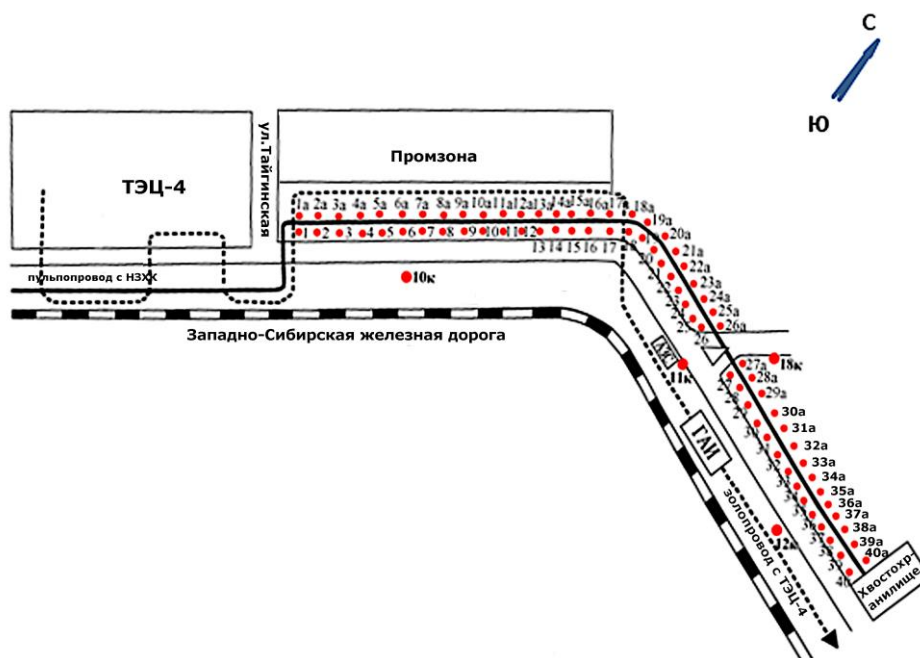


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

— — 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 2022 и 2021 гг. приведены в табл. 2.7.4.

Таблица 2.7.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения суммарной β -активности выпадений (Бк/м²·сут) в приземном слое атмосферы в п. Огурцово (данные Западно-Сибирского УГМС)

Месяц		2022	2021
Январь	с	0,60	1,02
	м	1,79	1,92
Февраль	с	0,73	0,92
	м	1,98	2,47
Март	с	0,83	0,88
	м	2,50	2,08
Апрель	с	0,86	0,98
	м	2,40	3,51
Май	с	0,77	0,82
	м	2,43	2,38
Июнь	с	0,82	1,14
	м	1,67	2,39
Июль	с	0,79	0,59
	м	1,56	1,47
Август	с	0,77	0,84
	м	1,51	1,93
Сентябрь	с	0,71	0,90
	м	2,36	2,22
Октябрь	с	0,86	0,54
	м	2,06	1,54
Ноябрь	с	0,90	0,71
	м	2,35	1,71
Декабрь	с	0,71	0,69
	м	1,58	1,51
Усреднённое за год (Бк/м ² ·сут)		0,71	0,84

Из табл. 2.7.4 видно, что среднегодовые значения выпадений β -активности в п. Огурцово в 2022 г. близки к уровню 2021 г. Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2022 г. зафиксировано не было.

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.

Радиационный фон на местности

В 100-км ЗН НЗХК в 2022 г. среднегодовая мощность дозы гамма-фона была равна 0,12 мкЗв/ч, максимальное значение МАЭД составляло 0,21 мкЗв/ч (Колывань, октябрь). Эти значения соответствуют данным 2021 г. (соответственно 0, 12 и 0,22 мкЗв/ч).

В п. Болотное Новосибирской области (100-км ЗН РОО СХК Томской области) максимальные значения МАЭД не превышали (как и в 2021 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 Дзержинском районе в августе и составило 0,18 мкЗв/ч.

В целом среднегодовые значения уровня МЭД в 2022 г. вокруг территории НЗХК остались на уровне предыдущих лет.

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 2022 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 2022 г. представлены в табл. 2.7.5.

Радионуклидный анализ проб донных отложений в оз. Круглое в 2021–2022 гг. показал, что имеет место относительно высокое содержание радионуклида ²²⁶Ra, который является продуктом переработки урановых руд.

Таблица 2.7.5

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			
	3–4 см	1 м	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
оз. Круглое						
т. 1	0,09	0,12	20,78	34,42	6,23	300,60
т. 2	0,09	0,13	26,45	47,94	нпо	428,20
т. 3	0,11	0,13	35,14	29,19	5,64	496,50
Среднее / максимальное						
2022 г.			27,46/35,14	37,18/47,94	3,96/6,23	408,43/496,50
2021 г.			25,6/26,0	39,16/39,7	нпо	460,0/435,10
ручей Пашинский						
т. 2р	0,29	0,4	9,84	63,68	нпо	408,8
т. 3р	0,12	0,16	16,25	11,10	нпо	420,90
Среднее / максимальное:						
2022 г.			13,04/16,25	37,39/63,68	нпо	414,85/420,90
2021 г.			16,54/16,25	52,94/63,68	нпо	412,6/420,90

Примечания: нпо – ниже предела обнаружения.

Результаты анализа проб пресной воды, отобранных в оз. Круглое и р. Пашинский, показали, что относительно 2021 г. величины объёмной α- и β-активности не увеличились.

Величины объёмной β-активности в оз. Круглое находились в диапазоне от 0,43 до 0,99 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в июле в т.1. Величины объёмной α-активности в оз. Круглое находились в диапазоне от 0,01 до 0,3 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 0,05 до 8,8 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в мае в т. 3р. При этом в июле в т. 3р и сентябре в т. 2р и т. 3р измеренные значения объёмной β-активности превысили 1,0 Бк/л. Величины объёмной α-активности в ручье Пашинский находились в диапазоне от 0,01 до 0,06 Бк/л. Максимальное значение было зафиксировано в мае в т. 2р, при этом все пробы не показали значений,

превышающих 0,2 Бк/л. Колебания Σ α - β -активности в пробах пресной воды р. Пашинский и оз. Круглое могут быть связаны с поступлением радионуклидов в водоём, а также со смывом воды из водоотстойников хвостохранилища НЗХК и с береговой линии во время паводка.

Из таблицы 2.7.5. видно, что в пробах донных отложений в 2022 г. удельная активность ^{137}Cs в ручье Пашинский меньше предела обнаружения, в оз. Круглое удельная активность ^{137}Cs не превышала (6,23 Бк/кг), что также незначительно.

Также в 2022 г. из скважин, находящихся в трёх населённых пунктах – пос. Садовый, ж/д ст. Мочище и с/о «Голубые озёра» (рис. 2.7.3), 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 п. Садовый: объёмной α -активности – 0,1 Бк/л, объёмной β -активности – 0,24 Бк/л. Гамма-спектрометрический анализ, проведённый в 2022 г., показал, что в пробах питьевой воды из скважин населённых пунктов вблизи ж/д ст. Мочище присутствовал природный радионуклид ^{40}K в мае (41,24 Бк/кг) и с/о «Голубые озёра» (42,60 Бк/кг). 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 α - и 1,0 Бк/л для β -излучения).

Вывод: в 2022 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 расположено 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. 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.

В 5-км зоне ПХРО контролируются следующие параметры окружающей среды:

– содержание радионуклидов в снежном покрове (в феврале и 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.

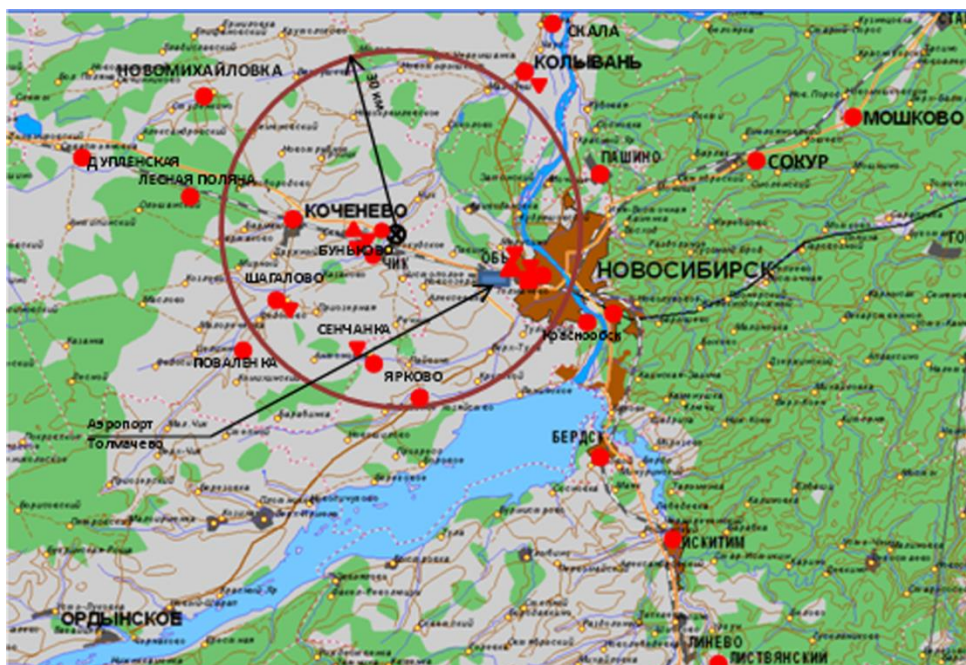


Рис. 2.7.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПХРО:

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

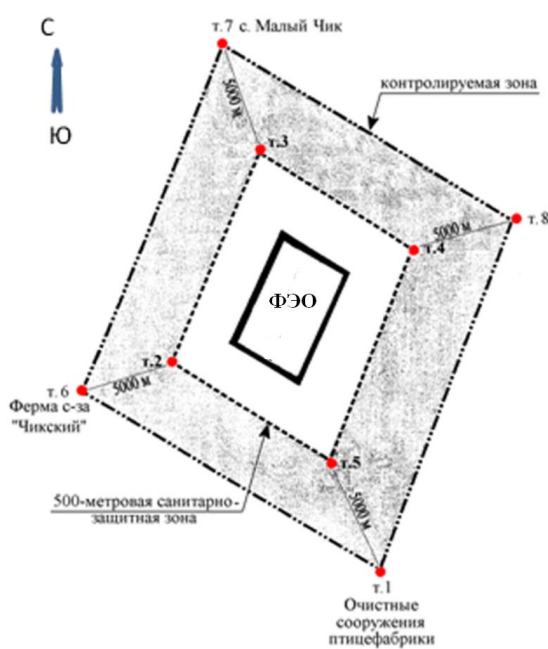


Рис. 2.7.6. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПХРО.

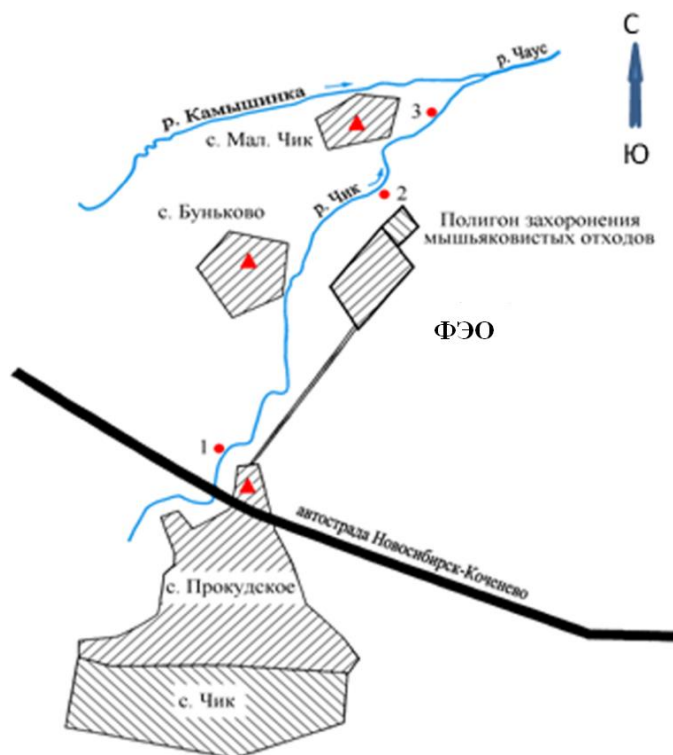


Рис. 2.7.7. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПХРО:

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

В 2022 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МАЭД в четырёх 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 2022 г. составило 0,11 мкЗв/ч и не отличалось от среднегодового значения 2021 г. (0,11 мкЗв/ч), что находится на уровне естественного γ -фона. Максимальное значение МАЭД в течение 2022 г. наблюдалось в ноябре в т. 1 и составило 0,15 мкЗв/ч.

В марте 2022 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) – отобраны пробы снега на всю глубину снежного покрова. Анализ проб снега показал, что средняя α -активность составила 7,02 Бк/м³ и оказалась меньше, чем в 2021 г. – 19,14 Бк/м³. Средняя β -активность в пробах снега № 7 и № 6 в 2022 г. оказалась выше 1197 Бк/м³, чем в 2021 г. (115 Бк/м³). По результатам проведённых анализов на $\Sigma\alpha$ - β -активность проб снега установлено, что уровень радиоактивности снежного покрова в зоне наблюдения ПХРО в 2022 г. меняется в широких пределах, но техногенных радионуклидов не обнаружено.

Для оценки влияния деятельности ПХРО в 2022 г. также был выполнен отбор проб 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 в пунктах 1, 2 и 3 в мае, июле и сентябре, пробы донных отложений – в сентябре. Данные 2022 г. по удельной активности ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K 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. 2.7.6.

Таблица 2.7.6

Удельная активность донных отложений (Бк/кг), а также МАЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб в зоне контроля вокруг ПХРО в сентябре 2022 г. (данные Западно-Сибирского УГМС)

Место отбора проб	Удельная активность в донных отложениях, Бк/кг				МАЭД, мкЗв/ч	
	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	3–4 см	1 м
Пункты по течению р. Чик (рис. 2.7.7):						
– выше ПХРО: т. 1	нпо	15,42	13,08	440,4	0,13	0,09
– ниже ПХРО: т. 2	нпо	16,11	15,54	460,8	0,13	0,1
– ниже ПХРО: т. 3	нпо	12,37	9,60	450,9	0,13	0,1
Среднегодовая: 2022 г.	нпо	14,63	12,74	450,7	0,13	0,1
2021 г.	нпо	8,5	10,1	250	0,13	0,12
2020 г.	нпо	11,9	10,8	443	0,12	0,11

Примечания: нпо – ниже предела обнаружения.

Как видно из таблицы, мощность дозы гамма-излучения в 2022 г., как и в предыдущие годы, находится на уровне естественного γ -фона. Гамма-спектрометрический анализ донных отложений за 2022 г. показал отсутствие техногенного радионуклида ¹³⁷Cs. 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 (т. 1), с. Буньково (т. 2), с. Малый Чик (т. 3)) не превышала допустимых нормативов согласно НРБ-99/2009 года.

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 2022 г. не обнаружено. Деятельность предприятия ПХРО существенного влияния на радиационную обстановку на территории Новосибирской области не оказала.

2.7.3. АО «Ангарский электролизный химический комбинат» и ПХРО филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «ФЭО»

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

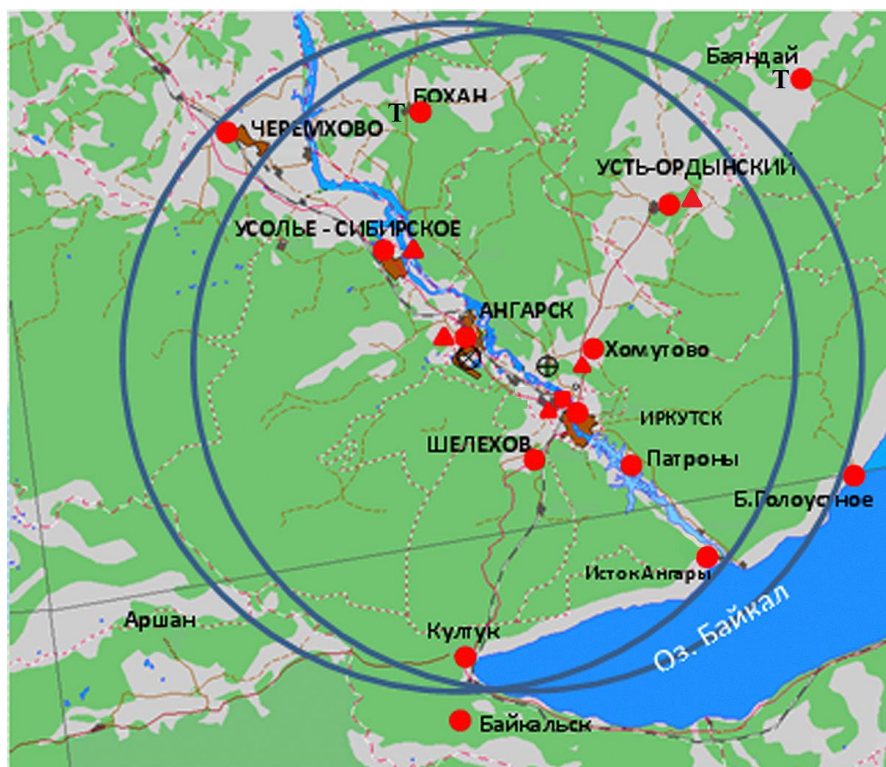


Рис. 2.7.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРО:

- – наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Т – отбор проб атмосферных осадков;
- ◆ – отбор проб воды;
- ⊕ – ПХРО;
- ⊗ – АЭХК.

Ежемесячно 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 0,13–0,15 мкЗв/ч. Максимальное значение (0,23 мкЗв/ч) было зарегистрировано 22 сентября на 14 км Александровского тракта, д. Столбово.

Результаты измерений плотности загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2022 г. в 20-км зоне вокруг ПХРО приведены в табл. 2.7.7. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 2.7.7 видно, что в 2022 г. плотность загрязнения по суммарной β -активности снежного покрова в 20-км зоне в среднем оказалась ниже уровня 2021 г. и в фоновой точке была примерно на том же уровне. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 35-м км Александровского тракта ($14,7 \text{ Бк/м}^2$) в сторону п/л «Солнечный», что в 4 раза выше значения в фоновой точке.

В пробах травы в 2022 г. средний уровень плотности загрязнения по суммарной β -активности остался примерно на уровне 2021 года. Максимальная плотность загрязнения травы – $20,7 \text{ Бк/м}^2$ –

была зарегистрирована на 4-м км в сторону д. Тихонова Падь и превышала плотность загрязнения в фоновой точке в 1,2 раза.

Таблица 2.7.7

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 2021–2022 гг.)

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	25.02.2022	26.08.2021	24.05.2022	15.09.2021	24.08.2022	26.02.2021
14-й км Александровского тракта	3,5	8,5	226	18,8	13,4	13,7
19-й км – " –	6,25	2,9	395	127	16,2	16,4
25-й км – " – , д. Московщина	1,13	22,1	95	133	4,9	10,4
33-й км – " –	4,8	24,9	200	12,5	4,6	3,2
35-й км – " – , ПХРО	14,7	3,6	317	226	9,6	5,7
36-й км – " –	2,4	6,7	321	154	7,1	4,4
П/л «Солнечный»	5,5	10,1	121	79,4	1,6	3,4
д. Усть-Балей	3,0	4,1	210	192	7,2	1,7
с. Урик	0,7	2,9	99	49,6	16,1	3,0
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	2,9	2,5	190	95,1	20,7	25,0
8-й км – " –	4,6	5,2	156	167	13,2	28,5
12-й км – " –	3,3	4,9	253	80,9	9,5	27,8
16-й км – " –	6,0	3,3	384	111	14,5	21,2
д. Тихонова Падь	1,8	6,0	158	112	21,0	18,2
Среднее в 20-км зоне	4,4	7,7	223	111	11,4	13,0
Фоновая точка	3,8	5,0	101	118	17,6	6,5

В 2022 г. максимальная плотность загрязнения по суммарной β -активности почвы отмечалась на 19-м км Александровского тракта (ПХРО) и достигала 395 Бк/м², что в 3,9 раза выше, чем в фоновой точке, при этом средний уровень плотности загрязнений в 20-км зоне относительно 2021 г. повысился в 2,2 раза.

В 2022 г. преобладающие направления в годовой розе ветров г. Иркутска (рис. 2.7.9): юго-восточные – 25 %, северо-западные – 28 %.

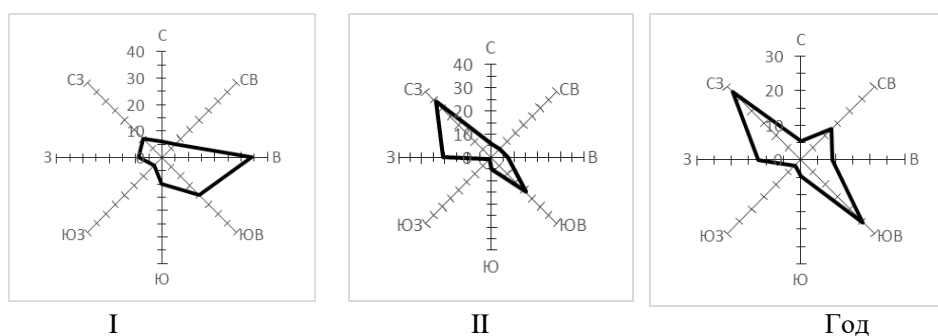


Рис. 2.7.9. Роза ветров г. Иркутска

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 было 0,22 мкЗв/ч и незначительно отличалось от средних по 20-км зоне.

Результаты измерений плотности загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2022 г. в 20-км зоне вокруг АЭХК приведены в табл. 2.7.8. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Усреднённое за 2022 г. значение загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов снежного покрова в районе АЭХК стало в 1,5 раза выше уровня 2021 г. Максимальный уровень загрязнения снежного покрова ($17,3 \text{ Бк/м}^2$) был отмечен у п. Мегет.

Таблица 2.7.8

Плотности загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг АЭХК, Бк/м^2 (данные Иркутского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	02.03.2022	10.03.2021	23.05.2022	27.05.2021	04.08.2022	09.08.2021
8 км дороги на д. Б. Елань	11,0	2,6	304	152	40,2	59
д. Б. Елань	15,7	5,0	58	197	11,6	74
1-й км дороги на г. Усолье-Сибирское	12,4	13,8	49	180	25,7	23,5
1-й км дороги на д. Савватеевка	4,3	5,9	138	480	10,3	77
д. Савватеевка	5,6	8,8	28	302	16,5	29,3
1-й км дороги на д. Одинск	4,9	3,2	193	185	4,2	25,6
2-й км Московского тракта	8,1	3,8	82	87	20,3	82
4-й км дороги на г. Иркутск, ТЭЦ-10	4,7	3,8	179	275	30,1	71
п. Мегет	17,3	8,7	216	305	48,6	83
г. Ангарск, 4 пост ГМО (Фон)	7,3	8,2	82	295	29,6	14,8
Среднее значение	9,3	6,2	138	240	27,5	58,5

Усреднённое за 2022 г. значение загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов в растительности уменьшилось в 2 раза по сравнению с 2021 г. Максимальный уровень загрязнения травяного покрова ($48,6 \text{ Бк/м}^2$) был отмечен в п. Мегет.

Усреднённое за 2022 г. значение загрязнения по суммарной β -активности радионуклидов в почве по сравнению с 2021 г. уменьшилось в 1,7 раза. Максимальный уровень загрязнения в почве был зафиксирован на 8-м км дороги на д. Большая Елань (304 Бк/м^2).

В годовой розе ветров г. Ангарска (рис. 2.7.10) в 2021 г. преобладающими направлениями являлись: восточное – 22 %, северо-западное – 17 %, западное – 15 %.

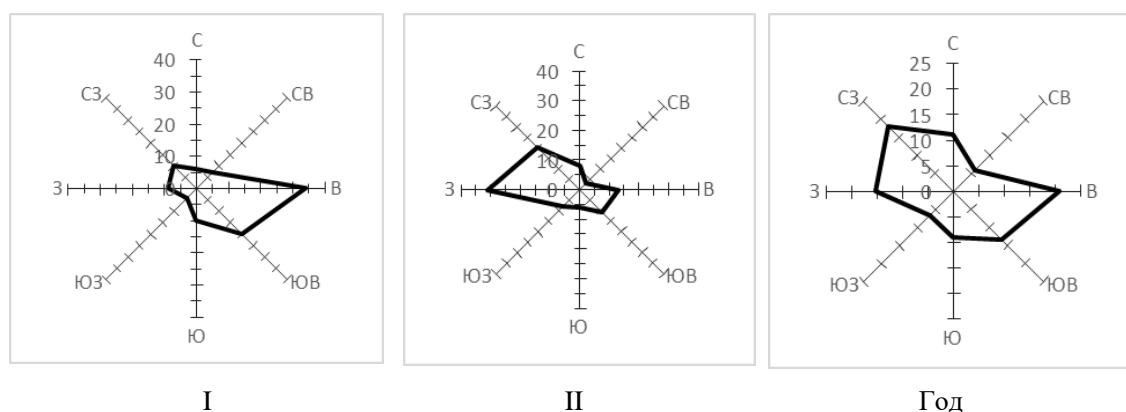


Рис. 2.7.10. Роза ветров г. Ангарска

Результаты измерения значений МАЭД в 100-км зоне вокруг РОО в 2022 г. в городах и населённых пунктах, находящихся на территории Иркутской области, показали, что среднемесячные значения МАЭД находятся в пределах $0,11\text{--}0,20 \text{ мкЗв/ч}$. Максимальное значение МАЭД – $0,26 \text{ мкЗв/ч}$ – зафиксировано на станции Ангарск 24 октября. Анализ результатов наблюдений позволяет сделать вывод, что уровни МАЭД в 100-км зоне вокруг РОО в 2022 г. не достигали критических значений.

За фоновой радиоактивностью атмосферных выпадений наблюдения производились на станциях, показанных на рис. 2.7.8. Среднегодовые значения суммарной β -активности радиоактивных выпадений на этих станциях находились в пределах от 4,0 до 5,3 Бк/м²·сут.

Контроль за объёмной активностью радиоактивных аэрозолей приземного слоя атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО осуществлялся на ст. Иркутск и Ангарск. Среднемесячные значения объёмной активности аэрозолей на ст. Иркутск колебались в пределах $(0,28-0,59) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует значениям 2021 г. – $(0,23-0,54) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. На ст. Ангарск среднемесячные значения объёмной активности аэрозолей находились в пределах $(0,18-0,37) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что также соответствует значениям 2021 г. – $(0,15-0,37) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб атмосферных выпадений в районах РОО за 2022 г. свидетельствуют, что обстановка в 100-км зоне наблюдений оставалась стабильной, а активность проб в основном определена естественными радионуклидами. Среднегодовые концентрации составляют для ⁷Be – 162 Бк/м², ⁴⁰K – 11,8 Бк/м². Техногенный радионуклид ¹³⁷Cs не обнаружен.

Выводы

Таким образом, в целом в 2022 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. Однако значительное количество измерений МАЭД в Сибирском федеральном округе выполняется оборудованием с относительно высоким нижним пределом измерения МАЭД (0,45 мкЗв/ч). В целом такое оборудование позволяет оценивать радиационную обстановку и реагировать на значительное повышение этого показателя относительно характерного уровня МАЭД в месте расположения пункта наблюдения (фонового значения).

2.8. Дальневосточный федеральный округ

Общая информация по округу

Дальневосточный федеральный округ (ДФО) расположен в Восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение (рис. 2.8.1). В ДФО 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. км² [1], население на 2022 г. – 8091,2 тыс. человек [2], административный центр округа – г. Владивосток.

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»).

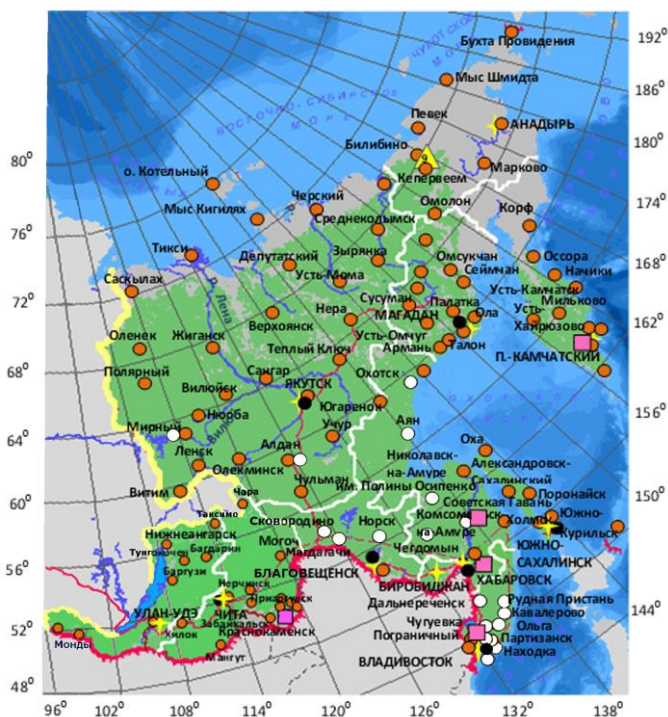


Рис. 2.8.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Дальневосточного федерального округа:

- – 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.

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 экс-

позицией 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 $\Sigma\beta$ 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 2022 г. изменялись от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч и находились в пределах естественного радиационного фона Дальневосточного региона (табл. 2.8.1). В 2022 г. среднегодовое значение МАЭД на территории ДВФО составило 0,12 мкЗв/ч, а максимальное суточное (0,26 мкЗв/ч) отмечено на территории Забайкальского края (п. Нерчинский Завод).

Таблица 2.8.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД
в субъектах РФ ДВФО в 2022 г., мкЗв/ч**

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	30	0,13	0,24 (Астраханка)
Хабаровский край	25	0,11	0,23 (Георгиевка)
Камчатский край	17	0,09	0,14 (Тиличики)
Амурская область	25	0,12	0,24 (Стойба)
Магаданская область	14	0,12	0,24 (Талая)
Сахалинская область	18	0,12	0,18 (Оха)
Республика Саха (Якутия)	45	0,10	0,24 (Усть-Мая)
Чукотский автономный округ	15	0,12	0,19 (Певек и Провидения)
Еврейская автономная область	5	0,13	0,25 (Никольское)
Забайкальский край	34	0,14	0,26 (Нерчинский Завод)
Республика Бурятия	24	0,14	0,25 (Нижнеангарск)
ДВФО	252 (262)*	0,12	0,26

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.

Как видно из таблицы, объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2022 г. на территории ДВФО регистрировалась на уровне предела обнаружения. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы ДВФО в 2022 г. составила $\sim 1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в отдельных пунктах региона в 2022 г. изменялись в пределах $(0,5-2,0) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Минимальная среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr отмечалась на станции Чита, максимальная – в Благовещенске.

Таблица 2.8.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в населённых пунктах ДВФО, 10^{-7} Бк/м³ (данные Приморского УГМС)

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Приморский край						
Владивосток	нпо	0,7	нпо	0,9	0,8	0,7
Хабаровский край						
Хабаровск	нпо	нпо	нпо	0,7	0,8	0,7
Амурская область						
Благовещенск	нпо	нпо	нпо	2,0	1,9	2,2
Магаданская область						
Магадан	нпо	нпо	нпо	0,6	0,5	0,5
Сахалинская область						
Южно-Сахалинск	нпо	нпо	нпо	0,8	0,8	0,7
Республика Саха (Якутия)						
Якутск	нпо	нпо	нпо	1,6	1,8	1,2
Забайкальский край						
Чита	нпо	нпо	1,4	0,5	0,6	0,6
Среднее по ДВФО	нпо	нпо	нпо	1,0	1,0	1,0
Средневзвешенное по АТР	1,4	1,2	1,3	1,0	1,24	1,1

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ($1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Объёмная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на территории ДВФО в настоящее время определяется на пределе чувствительности метода анализа (находится на пределе 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 $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе в 2022 г. на территории ДВФО незначительно уменьшилась по сравнению с 2021 г. ($27 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и составила $24,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Радиоактивные выпадения

Средневзвешенное значение выпадений $\Sigma\beta$ в 2022 г. ($0,89$ Бк/м²·сут) осталось на уровне 2021 г. ($0,91$ Бк/м²·сут).

Выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2022 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения.

Поверхностные и морские воды

Объёмная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2022 г. составила $1,9$ Бк/л, что сравнимо со средним значением по территории РФ (табл. 2.8.3). В отдельных субъектах региона содер-

жание трития в осадках варьировалось от 1,0 Бк/л (Петропавловск-Камчатский) до 3,1 Бк/л (Верхоянск, Республика Саха (Якутия)).

В 2022 г. усреднённая объёмная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.3) практически осталась на уровне 2021 г. и составила 1,9 Бк/л, что немного выше среднего значения по рекам на территории РФ (1,6 Бк/л).

Таблица 2.8.3

Объёмная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах ДВФО в 2022 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)	1,0			1,6
Ключи, р. Камчатка			4,0	
Амурская область				
Благовещенск (р. Амур) Сковородино	2,9	2,2		
Хабаровский край				
Хабаровск (р. Амур) Комсомольск-на-Амуре (р. Амур)	2,0	1,7 2,0	5,2	
Магаданская область				
Магадан	1,4			
Сахалинская область				
Холмск (Японское море) Корсаков (залив Анива, Охотское море)	1,1			1,8 1,6
Чукотский автономный округ				
Певек Анадырь	1,5 1,5			
Республика Саха (Якутия)				
Тикси Якутск	2,6 1,6			
Индигирский (р. Индигирка) Черский (р. Колыма)		2,0 1,8	4,0	
Среднеколымск (р. Колыма) Хабарово (р. Лена)			3,8 1,9	
Кюсюр (р. Лена) Тюмети (р. Оленёк)			3,1 6,6	
Верхоянск (р. Яна)	3,1		4,1	
Среднее по ДВФО	1,9	1,9	4,4	1,7
Среднее по РФ	1,8	1,6	5,6	
Приморский край				
Астраханка (оз. Ханка)			5,4	

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.

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).



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.

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные значения атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2022 г. представлены в табл. 2.8.4.

Из табл. 2.8.4 видно, что среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2022 г. изменялись от 0,4 до 0,7 Бк/м²·сут. Самое высокое суточное значение выпадений наблюдалось в п. Начики в сентябре (2,34 Бк/м²·сут).

Поверхностные и морские воды

Объёмная активность ⁹⁰Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2022 г. изменялась в диапазоне от 1,24 мБк/л (в августе) до 1,88 мБк/л (в декабре). Среднегодовая объёмная активность составила 1,62 мБк/л.

Объёмная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском и п. Каменском, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2022 г. изменялась в диапазоне от 0,46 Бк/л (февраль, г. Петропавловск-Камчатский) до 3,72 (июль п. Каменское). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,67 Бк/л, что примерно соответствует среднегодовому значению содержания трития в осадках по всей территории РФ (1,79 Бк/л).

Таблица 2.8.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатского края в 2022 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		
						2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Январь	с	0,46	0,43	0,42	0,39	0,4	0,4	0,4	0,43	0,38	0,4
	м	0,98	0,76	0,61	0,95						
Февраль	с	0,31	0,36	0,35	0,33	0,3	0,4	0,4	0,41	0,38	0,4
	м	0,48	0,91	0,88	0,54						
Март	с	0,4	0,45	0,4	0,41	0,4	0,4	0,5	0,43	0,42	0,4
	м	0,65	1,38	1,01	0,65						
Апрель	с	0,47	0,44	0,51	0,39	0,5	0,5	0,5	0,45	0,43	0,6
	м	1,23	0,77	0,74	0,59						
Май	с	0,43	0,39	0,41	0,45	0,4	0,4	0,7	0,49	0,44	0,6
	м	0,67	0,68	0,91	0,95						
Июнь	с	0,43	0,59	0,43	0,44	0,5	0,5	0,6	0,53	0,54	0,6
	м	1,54	1,63	0,8	1,61						
Июль	с	0,44	0,51	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,63	0,72	0,5
	м	0,63	1,97	1,67	1,5						
Август	с	0,44	0,55	0,58	0,71	0,6	0,7	0,6	0,58	0,8	0,5
	м	0,87	1,5	1,27	2,02						
Сентябрь	с	0,41	0,54	0,52	0,6	0,5	0,6	0,4	0,53	0,63	0,5
	м	0,71	1,54	1,15	2,34						
Октябрь	с	0,37	0,38	0,44	0,5	0,4	0,6	0,5	0,41	0,53	0,4
	м	0,78	0,52	0,82	1,2						
Ноябрь	с	0,42	0,39	0,42	0,39	0,4	0,5	0,4	0,43	0,43	0,4
	м	0,81	0,66	1,2	1,13						
Декабрь	с	0,33	0,39	0,39	0,40	0,4	0,4	0,4	0,40	0,46	0,4
	м	0,51	0,98	0,68	1,04						
Среднее, Бк/м ² -сут:											
		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		0,5	
		2020 г.	0,4	0,5	0,47	0,5					0,5
Сумма, Бк/м ² -год:											
		2022 г.	149	164	168	172	146		175		
		2021 г.	154	200	179	183		180		188	
		2020 г.	146	183	172	183					183

Радиационный фон

В 100-км зоне РОО значения МАЭД регистрировали четыре метеостанции. Среднемесячные значения МАЭД в 2022 г. колебались в пределах от 0,08 до 0,1 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 Вилучинск, 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 «Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е.П. Славского»

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 серноокислотным 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 Урулюнгуи, 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 Урулюнгуи с северо-восточной стороны. Горные хребты экранируют наиболее опасные для г. Краснокаменска восточные ветры.

Район расположения ППГХО является районом техногенно усиленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами. Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2022 г. (и для сравнения в 2020–2021 гг.) представлены в табл. 2.8.5 (данные ППГХО).

Таблица 2.8.5

Выбросы радионуклидов от ППГХО в атмосферу в 2020–2022 гг.

Наименование радионуклида	Допустимый выброс, Бк/год	Фактический выброс, Бк/год			% от норматива
		2022 г.	2021 г.	2020 г.	
ДЖН	$1,11 \cdot 10^{11}$	$1,32 \cdot 10^{10}$	$2,06 \cdot 10^{10}$	$4,974 \cdot 10^{10}$	11,9
^{222}Rn	$4,62 \cdot 10^{15}$	$7,07 \cdot 10^{14}$	$5,41 \cdot 10^{14}$	$4,841 \cdot 10^{14}$	15,3
^{218}Po	$7,7 \cdot 10^{14}$	$1,8 \cdot 10^{13}$	$2,12 \cdot 10^{13}$	$2,108 \cdot 10^{13}$	2,3
^{214}Pb	$5,11 \cdot 10^{14}$	$9,47 \cdot 10^{13}$	$1,10 \cdot 10^{14}$	$1,096 \cdot 10^{13}$	18,5
^{214}Bi	$3,07 \cdot 10^{14}$	$6,34 \cdot 10^{13}$	$8,05 \cdot 10^{13}$	$8,01 \cdot 10^{13}$	20,7
^{232}Th	$8,46 \cdot 10^9$	$9,09 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^9$	$2,063 \cdot 10^9$	1,1
^{40}K	$3,62 \cdot 10^{10}$	$2,31 \cdot 10^9$	$4,35 \cdot 10^9$	$4,621 \cdot 10^9$	6,4
Сумма	$6,208 \cdot 10^{15}$	$8,83 \cdot 10^{14}$	$7,53 \cdot 10^{14}$	$5,963 \cdot 10^{14}$	14,2

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 2022 г. от объектов ПАО «ППГХО» выброшено в атмосферу нормируемых радионуклидов с суммарной активностью $8,83 \cdot 10^{14}$ Бк.

Из табл. 2.8.5 видно, что в 2022 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 разрезу управления «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 отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объём сбросных вод в систему Умыкейских озёр в 2022 г. составил $10,7 \cdot 10^6$ тыс. м³/год. Активность годовых сбросов радионуклидов со смесью хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в 2021–2022 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
		2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	
U ест.	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,43 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	1,341	1,445	3,0
²²⁶ Ra	нн	$2,83 \cdot 10^8$	$2,78 \cdot 10^8$	0,026	0,027	0,49
²³⁰ Th	нн	$6,53 \cdot 10^9$	$5,93 \cdot 10^9$	0,613	0,569	0,65
²¹⁰ Po	нн	$1,25 \cdot 10^9$	$1,31 \cdot 10^9$	0,117	0,126	0,11
²¹⁰ Pb	нн	$1,74 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^9$	0,163	0,240	0,20

Примечание: нн – без утверждённых нормативов допустимых сбросов.

По данным табл. 2.8.6, в 2022 г. фактическая активность ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²³⁰Th, ²²⁶Ra, находящихся в сбросах ППГХО в систему Умыкейских озёр, практически не изменилась по сравнению с 2021 г. Радионуклиды ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²²⁶Ra и ²³⁰Th 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 2022 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 2021–2022 гг. в воде открытых водоёмов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуй и в примыкающих к ней падах 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 2022 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 ($УВ_i$) для данного радионуклида (данные ППГХО)

Место отбора проб	$\sum (A_i/УВ_i)$	
	2022 г.	2021 г.
Система Умыкейских озёр	3,65	3,66
Резервное водохранилище	2,33	2,31
Карьер ПГС-2	3,34	4,71

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 2022 г., по сравнению с 2021 г., согласно приведённым в табл. 2.8.7 данным, в резервном водохранилище и в системе Умыкейских озёр практически не изменилась, в карьере ПГС-2 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 15,1 Бк/л. Ареал активного загрязнения в районе расположения 2-й скважины дальнейшего распространения не имеет. Наличие повышенной активности ^{210}Pb (от 0,2 до 0,52 Бк/л), ^{210}Po (от 0,19 до 0,37 Бк/л) и ^{230}Tl (от 0,69 до 0,95 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 противодиффузионный 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 контролируются 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 0,10–0,34 мкЗв/ч при среднем значении 0,18 мкЗв/ч, ЭРОА R_n – $< 15,0$ Бк/м³;
- хвостохранилища (верхний, средний створ) ГМЗ – МАЭД составляет 0,15–0,54 мкЗв/ч при среднем значении 0,31 мкЗв/ч, ЭРОА – 27 ± 11 Бк/м³;
- огаркохранилище СКЦ – МАЭД составляет 0,31–1,11 мкЗв/ч, при среднем значении 0,76 мкЗв/ч, ЭРОА – $< 23,0$ Бк/м³;
- золоотвал ТЭЦ – МАЭД составляет 0,19–0,49 мкЗв/ч при среднем значении 0,29 мкЗв/ч, ЭРОА – $< 15,0$ Бк/м³;
- озёра-накопители (Умыкейская система озёр) – МАЭД составляет 0,12–0,14 мкЗв/ч при среднем значении 0,12 мкЗв/ч, ЭРОА – < 15 Бк/м³.

Радиационный контроль г. Краснокаменска осуществляется на 19 пикетах, расположенных в разных микрорайонах города. По результатам мониторинга, величина МАЭД составляет в среднем по городу 0,17 мкЗв/ч, ЭРОА – $< 10,0$ Бк/м³, запылённость – 0,260 мг/м³.

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 $\Sigma\beta$ в выпадениях, а также среднегодовые и максимальные значения МАЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.8.8.

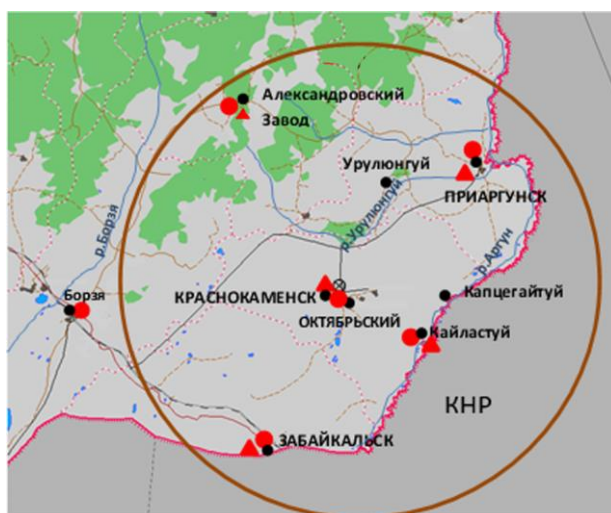


Рис. 2.8.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

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

Среднемесячные (с) и максимальные среднесуточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2022 г., Бк/м²·сут (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений и соответствующие $\Sigma\beta$ в выпадениях, Бк/м ² ·сут					Среднее по 100-км зоне вокруг ППГХО	
		п. Ал. Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	п. Краснокаменск	п. Приаргунск	2021 г.	2022 г.
Январь	с	0,8	0,8	1,0	0,9	0,8	1,1	0,9
	м	1,8	1,7	3,2	3,1	2,2		
Февраль	с	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	1,0	0,7
	м	1,1	1,1	3,4	2,7	1,5		
Март	с	1,0	0,7	0,6	1,1	0,7	1,3	0,7
	м	2,4	1,5	1,2	4,2	1,7		
Апрель	с	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	1,1	0,7
	м	1,4	2,4	1,3	1,0	2,8		
Май	с	0,9	0,9	0,7	1,0	0,7	1,3	0,8
	м	3,0	3,5	1,8	3,0	1,7		
Июнь	с	1,3	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0
	м	7,7	6,1	1,8	2,1	1,5		
Июль	с	0,9	1,0	0,8	0,8	1,1	1,1	0,9
	м	3,5	2,0	1,5	1,8	6,8		
Август	с	0,9	1,1	1,0	1,0	0,7	0,9	0,9
	м	2,7	8,1	3,4	3,1	3,1		
Сентябрь	с	1,0	1,4	1,3	1,5	1,2	1,1	1,1
	м	2,7	5,4	7,2	4,3	3,7		
Октябрь	с	1,0	0,8	1,1	1,1	0,8	1,2	1,0
	м	2,3	3,1	4,0	2,2	2,6		
Ноябрь	с	0,9	1,0	0,7	0,9	0,7	1,2	0,8
	м	1,8	5,9	1,4	1,5	1,2		
Декабрь	с	1,1	0,8	0,8	1,0	0,9	1,2	0,9
	м	3,4	1,5	1,6	2,9	2,1		
Средняя $\Sigma\beta$, Бк/м ² ·сут		0,9	0,9	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
Σβ за год, Бк/м ² ·год:								
2022 г.		328	329	292	365	292	438	329
2021 г.		438	428	438	402	402	422	438
МАЭД за с 2022 г., мкЗв/ч		0,14	0,13	0,13	0,14	0,13		0,13
м		0,19	0,17	0,17	0,18	0,16		0,19

Усреднённая по 100-км зоне ППГХО $\Sigma\beta$ выпадений за 2022 г. (0,9 Бк/м²·сут) была на уровне средних значений по Забайкальскому краю (0,9 Бк/м²·сут). По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МАЭД в пяти пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2022 г. колебались в диапазоне 0,13–0,14 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД составило 0,19 мкЗв/ч и наблюдалось в п. Александровский Завод. Среднегодовое значение МАЭД в 100-км зоне ППГХО в 2022 г. составило 0,13 мкЗв/ч, что ниже среднего значения для территории Забайкалья (0,14 мкЗв/ч).

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 2022 г. среднегодовая объёмная β-активность в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.8.9) составила $6,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в целом сохраняется на уровне 2021 г. ($6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В 2022 г. среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в г. Чите регистрировались на пределе обнаружения и были ниже средневзвешенных значений по территории Юга-Восточной Сибири.

Таблица 2.8.9

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите, Бк/м³
(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
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$							
Чита	2020	1,0	1,6	1,0	1,9	1,4	1,7
	2021	нпо	нпо	1,0	нпо	нпо	1,1
	2022	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	0,3
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$							
Чита	2020	0,6		0,6		0,6	1,6
	2021	0,6		0,5		0,6	1,0
	2022	0,5		0,5		0,5	1,0
$\Sigma\beta, 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$							
Чита	2020	10,4	11,4	6,8	6,8	8,9	30,5
	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

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения.

Из приведённых данных следует, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО в 2022 г. остаётся стабильной.

Выводы

Анализ приведённых данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ДВФО в 2022 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

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), 2022. URL: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3a6f3e.
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», 2023. 332 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2020 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, С.М. Вакуловского и др. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2021. 332 с.
6. 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.
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 2.6.1.2523-09. 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.: Гидрометеиздат, 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 площадки 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: Гидрометеиздат, 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. Київ: 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 2022 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 многоугольник общей площадью 3,75 км², площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет около 660 км², 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 188 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 2021–2022 гг. представлены в табл. 3.1.1.

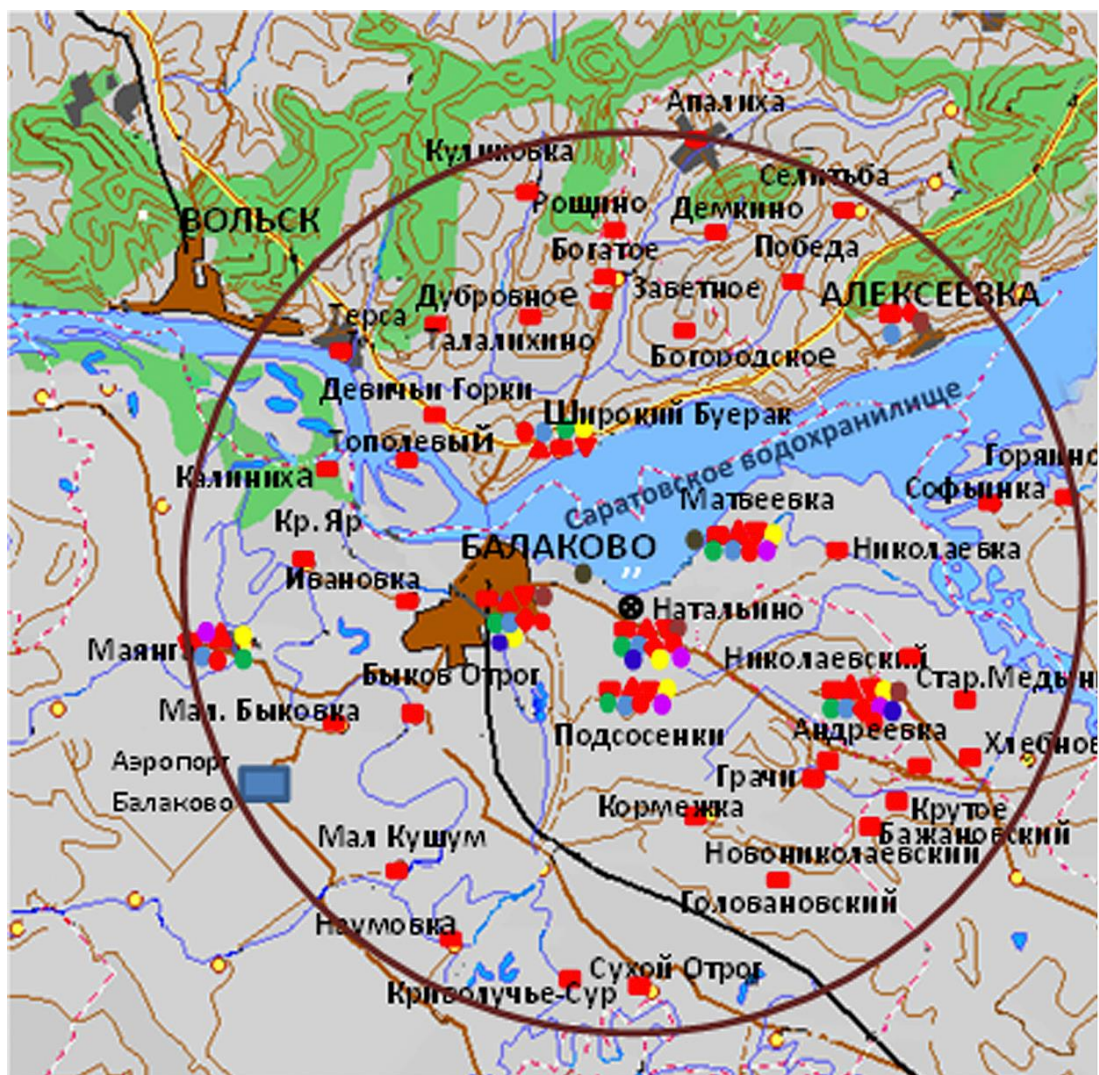


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- — 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.

Суммарные выбросы большинства контролируемых радионуклидов уменьшились и были значительно ниже допустимых.

Таблица 3.1.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$5,25 \cdot 10^{14}$	$9,67 \cdot 10^{11}$	$2,60 \cdot 10^{12}$	$-1,6 \cdot 10^{12}$
^{14}C	$4,87 \cdot 10^{13}$	$8,10 \cdot 10^7$	$9,47 \cdot 10^7$	$-1,4 \cdot 10^7$
^{41}Ar	$3,62 \cdot 10^{15}$	$1,30 \cdot 10^{11}$	$3,80 \cdot 10^{10}$	$+9,2 \cdot 10^{10}$
^{60}Co	$2,86 \cdot 10^9$	$1,62 \cdot 10^5$	$1,93 \cdot 10^5$	$-3,1 \cdot 10^4$
^{87}Kr	$4,66 \cdot 10^{14}$	$5,65 \cdot 10^{10}$	$6,00 \cdot 10^{10}$	$-3,5 \cdot 10^9$
^{88}Kr	$3,84 \cdot 10^{14}$	$5,51 \cdot 10^{10}$	$5,98 \cdot 10^{10}$	$-4,7 \cdot 10^9$
^{131}I	$4,57 \cdot 10^8$	$1,10 \cdot 10^5$	$1,32 \cdot 10^5$	$-2,2 \cdot 10^4$
^{134}Cs	$4,17 \cdot 10^8$	$1,04 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^5$	$-2,1 \cdot 10^4$
^{137}Cs	$7,15 \cdot 10^8$	$1,39 \cdot 10^5$	$1,67 \cdot 10^5$	$-2,8 \cdot 10^4$
^{133}Xe	$1,52 \cdot 10^{14}$	$4,93 \cdot 10^9$	$9,66 \cdot 10^9$	$-4,7 \cdot 10^9$
^{135}Xe	$2,09 \cdot 10^{14}$	$1,94 \cdot 10^{10}$	$3,67 \cdot 10^{10}$	$-1,7 \cdot 10^{10}$
$^{135\text{m}}\text{Xe}$	$6,05 \cdot 10^{13}$	$4,14 \cdot 10^{10}$	$3,70 \cdot 10^{10}$	$+4,4 \cdot 10^9$
^{138}Xe	$6,72 \cdot 10^{13}$	$4,37 \cdot 10^{10}$	$4,99 \cdot 10^{10}$	$-6,2 \cdot 10^9$

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоём-охладитель. Водоём-охладитель используется на Балаковской АЭС для организации технического обратного 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 струнаправляющей дамбой. Длина дамбы – 5,5 км. Брызгальные бассейны относятся к системе обратного 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 2021–2022 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)	Радионуклид	Допустимый сброс за год, Бк	Сброс за 2022 год, Бк	Сброс за 2021 год, Бк
№ 19	ПЛК стройбазы в отводящий канал	Водоём-охладитель	^{54}Mn	$2,00 \cdot 10^9$	$3,62 \cdot 10^5$	$5,69 \cdot 10^5$
			^{58}Co	$1,80 \cdot 10^{10}$	$3,55 \cdot 10^5$	$5,63 \cdot 10^5$
			^{60}Co	$3,80 \cdot 10^8$	$3,68 \cdot 10^5$	$5,74 \cdot 10^5$
			^{65}Zn	$9,30 \cdot 10^9$	$4,52 \cdot 10^5$	$6,46 \cdot 10^5$
			^{106}Ru	$6,40 \cdot 10^9$	$2,09 \cdot 10^6$	$2,06 \cdot 10^6$
			^{134}Cs	$8,70 \cdot 10^8$	$4,01 \cdot 10^5$	$6,02 \cdot 10^5$
			^{137}Cs	$1,20 \cdot 10^9$	$4,01 \cdot 10^5$	$6,02 \cdot 10^5$
			^{144}Ce	$8,40 \cdot 10^9$	$2,04 \cdot 10^6$	$2,01 \cdot 10^6$
№ 5, 7, 9, 11	Выпуск в подводящий канал с автодороги БНС-1, БНС-4	Водоём-охладитель	^{54}Mn	$2,00 \cdot 10^9$	$5,36 \cdot 10^4$	$3,14 \cdot 10^4$
			^{58}Co	$8,10 \cdot 10^9$	$5,26 \cdot 10^4$	$3,11 \cdot 10^4$
			^{60}Co	$3,80 \cdot 10^8$	$5,45 \cdot 10^4$	$3,17 \cdot 10^4$
			^{65}Zn	$2,80 \cdot 10^9$	$6,69 \cdot 10^4$	$3,56 \cdot 10^4$
			^{106}Ru	$1,60 \cdot 10^9$	$3,10 \cdot 10^5$	$1,12 \cdot 10^5$
			^{134}Cs	$5,80 \cdot 10^8$	$5,93 \cdot 10^4$	$3,32 \cdot 10^4$
			^{137}Cs	$8,90 \cdot 10^8$	$5,93 \cdot 10^4$	$3,32 \cdot 10^4$
^{144}Ce	$2,10 \cdot 10^9$	$3,02 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$			

Источник сбросов, № выпуска	Носитель сбросов (характер сточных вод)	Приёмник (водоём, река)	Радионуклид	Допустимый сброс за год, Бк	Сброс за 2022 год, Бк	Сброс за 2021 год, Бк
№3	Выпуск в подводящий канал от зданий территории ОГК, ОВК	Водоём-охладитель	³ H	$9,40 \cdot 10^{12}$	$2,18 \cdot 10^{11}$	$1,11 \cdot 10^{11}$
			⁵⁴ Mn	$2,0 \cdot 10^9$	$2,02 \cdot 10^5$	$9,52 \cdot 10^4$
			⁵⁸ Co	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,99 \cdot 10^5$	$9,35 \cdot 10^4$
			⁶⁰ Co	$3,80 \cdot 10^8$	$2,06 \cdot 10^5$	$9,69 \cdot 10^4$
			⁶⁵ Zn	$9,30 \cdot 10^9$	$2,53 \cdot 10^5$	$1,19 \cdot 10^5$
			¹⁰⁶ Ru	$7,10 \cdot 10^9$	$1,17 \cdot 10^6$	$5,47 \cdot 10^5$
			¹³⁴ Cs	$8,70 \cdot 10^8$	$2,24 \cdot 10^5$	$1,75 \cdot 10^5$
¹³⁷ Cs	$1,20 \cdot 10^9$	$2,24 \cdot 10^5$	$1,05 \cdot 10^5$			

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 $\frac{1}{2}$ произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса. В этой связи в табл. 3.1.2 в основном представлены расчётные оценки сбросов техногенных радионуклидов. Сброс общей активности с жидкими стоками в водоём-охладитель составлял в 2022 г. около $2,18 \cdot 10^{11}$ Бк и был в основном обусловлен тритием, сброс которого был значительно ниже допустимого.

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 2022 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 термолуминесцентными детекторами ТЛД-500К;
- суммарной β -активности радионуклидов ($\Sigma\beta$) 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 2022 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 $\Sigma\beta$ 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 2022 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 $\Sigma\beta$ 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 $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных выпадений использовался спектрометр-радиометр МКГБ-01 «РАДЕК». Гамма-спектрометрический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился ФГБУ «НПО «Тайфун».

Из табл. 3.1.5 видно, что в городах Пугачёве и Саратове, расположенных в 100-км зоне АЭС, среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений по сравнению с 2021 г. увеличились в 1,6 раза соответственно, а также были в 1,4 раза выше среднегодового значения по Приволжскому УГМС соответственно. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Балаково в мае и составляли 9,69 Бк/м²·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	$\Sigma\beta$			¹³⁷ Cs			⁶⁰ Co		
	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Натальино, промплощадка)	-	-	-	< 0,1	< 0,1	-	< 0,1	< 0,1	-
ЗН	-	-	-	0,14	0,12	-	< 0,1	< 0,1	-
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,32	< 0,1	-	< 0,1	< 0,1	-
Вода открытых водоёмов, Бк/м³									
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	-	-	-	4,99	2,20	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоём-охладитель – сбросной канал	-	-	-	< 1,0	2,23	-	< 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	7,3	-	< 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 ¹³⁷Cs 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, для грибов – 500 Бк/кг;
 - - нет данных.

Из табл. 3.1.6 видно, что в 2022 г. содержание ^{137}Cs в СЗЗ было меньше МДА, в почве ЗН составляло $0,14 \text{ кБк/м}^2$, в почве контрольного пункта (КП) – $0,32 \text{ кБк/м}^2$. 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 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

Пробы донных отложений отбирались один раз в год (осенью) в тех же точках, что и пробы воды.

Содержание 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 $\Sigma\beta$, контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объёмная активность трития в обследованных водоёмах в 2022 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [2] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе объёмная активность трития составляла 187 Бк/л , в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объёмная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 120 раз выше среднего значения для рек России ($1,55 \text{ Бк/л}$).

По данным ФГБУ «НПО «Тайфун», объёмная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) увеличилась в 1,1 раза по сравнению с 2021 г. и составила $1,27 \text{ Бк/л}$, что ниже среднего значения для рек России ($1,59 \text{ Бк/л}$). 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 в донных отложениях водоёма-охладителя составляла $4,99 \text{ Бк/кг}$ сырой массы. Удельная активность ^{137}Cs в остальных точках и ^{60}Co в водоёме-охладителе и р. Волге была ниже МДА, которая составляет $1,0 \text{ Бк/кг}$ сырой массы.

Отбор проб воды хозяйственно-питьевого водоснабжения производился на Балаковской АЭС ежеквартально из питьевого водопровода в г. Балаково, на АЭС и в с. Натальино. Объёмная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде составляла 94 Бк/м^3 в г. Балаково, 93 Бк/м^3 – в с. Натальино и 103 Бк/м^3 – на АЭС.

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 1 килограмма. Отбор производился один раз в год – осенью. Среднегодовая удельная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co в водной растительности была $< 1 \text{ Бк/кг}$.

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 2022 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01 [3].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2022 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 0,18 мкЗв/ч. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МАЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,10–0,15 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 0,12 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] критерием.

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы БаАЭС за 2021–2022 гг.

Компонент	Годы наблюдений	Участок территории	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды				
				¹³⁷ Cs	³ H	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs
Почва	2021	ЗН	1,21·10 ⁻⁴	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		
				71	29			
	2022	Контрольный пункт	7,14·10 ⁻⁵	50		50		
				2,64·10 ⁻⁴	86		14	
Вода	2021	СЗЗ	2,98·10 ⁻³	¹³⁷ Cs	³ H	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs
				13	<1	55	<1	31
	2022	Контрольный водоём	2,99·10 ⁻³	13	<1	55	<1	31
				2,98·10 ⁻³	13	<1	56	<1
Донные отложения	2021	СЗЗ	5,55·10 ⁻⁴	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs	⁶⁰ Co	
				65		22	13	
	2022	ЗН	2,77·10 ⁻⁴	29		45	26	
				2,77·10 ⁻⁴		29	26	
	2021	Контрольный водоём	1,38·10 ⁻³	86		9	5	
				2,77·10 ⁻⁴		29	45	
2022					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 его 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, 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

энергблока № 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.

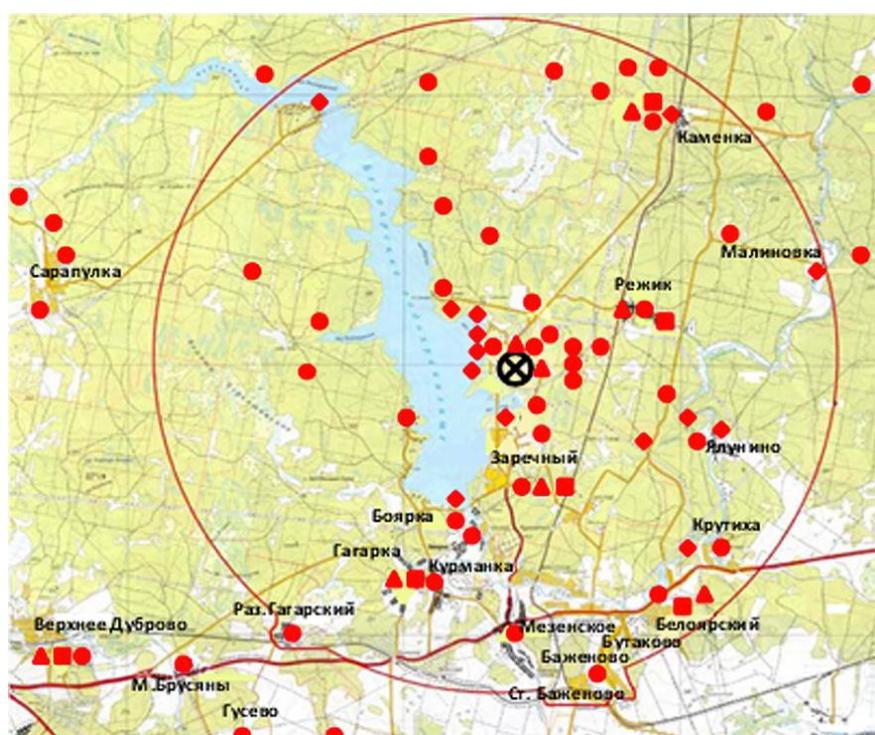


Рис. 3.2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвухи, 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 2022 г. и для сравнения – в 2021 году.

Из приведённых в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2022 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ^{54}Mn и ^{60}Co увеличились на 4 % и 9 % соответственно по сравнению с 2021 г., а выбросы ^3H , ^{14}C и ^{137}Cs – уменьшились на 4 %, 5 % и в 3,5 раза соответственно. Выбросы составляли от $1,7 \cdot 10^{-5}$ до 0,43 % 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.

Таблица 3.2.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$1,91 \cdot 10^{14}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$3,07 \cdot 10^{10}$	$-1,1 \cdot 10^9$
^{14}C	$3,14 \cdot 10^{12}$	$1,11 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^9$	$-5,0 \cdot 10^7$
^{41}Ar	$5,32 \cdot 10^{14}$	$< 8,36 \cdot 10^9$	$< 3,27 \cdot 10^{12}$	-
^{54}Mn	$1,23 \cdot 10^{11}$	$2,05 \cdot 10^6$	$1,97 \cdot 10^6$	$+8,0 \cdot 10^4$
^{59}Fe	$5,31 \cdot 10^{11}$	$< 9,26 \cdot 10^4$	$< 9,48 \cdot 10^4$	-
^{58}Co	$5,23 \cdot 10^{11}$	$< 7,82 \cdot 10^5$	$< 8,02 \cdot 10^5$	-
^{60}Co	$7,40 \cdot 10^9$	$1,13 \cdot 10^6$	$1,04 \cdot 10^6$	$+9,0 \cdot 10^4$
^{85}Kr	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 1,09 \cdot 10^{12}$	$< 1,18 \cdot 10^{13}$	-
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 5,13 \cdot 10^9$	$< 6,23 \cdot 10^{10}$	-
^{87}Kr	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 9,51 \cdot 10^9$	$< 1,71 \cdot 10^{11}$	-
^{88}Kr	$3,36 \cdot 10^{14}$	$< 1,32 \cdot 10^{10}$	$< 1,82 \cdot 10^{11}$	-
^{95}Zr	$1,82 \cdot 10^{11}$	$< 9,26 \cdot 10^4$	$< 9,48 \cdot 10^4$	-
^{131}I	$1,80 \cdot 10^{10}$	$< 1,24 \cdot 10^7$	$< 1,71 \cdot 10^7$	-
^{134}Cs	$9,00 \cdot 10^8$	$1,22 \cdot 10^6$	$< 1,01 \cdot 10^6$	-
^{137}Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$8,53 \cdot 10^6$	$3,00 \cdot 10^7$	$-2,1 \cdot 10^7$
^{133}Xe	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,92 \cdot 10^{10}$	$< 2,06 \cdot 10^{11}$	-
$^{133\text{m}}\text{Xe}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 2,04 \cdot 10^{10}$	$< 3,30 \cdot 10^{11}$	-
^{135}Xe	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 2,95 \cdot 10^9$	$< 5,75 \cdot 10^{10}$	-
$^{135\text{m}}\text{Xe}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$< 1,79 \cdot 10^{10}$	$< 3,67 \cdot 10^{11}$	-
^{138}Xe	$5,17 \cdot 10^{14}$	$< 2,40 \cdot 10^{10}$	$< 9,09 \cdot 10^{11}$	-

Примечание: со знаком «<» приведены расчётные значения выброса, равные произведению $\frac{1}{2}$ НПИ на суммарный объём выброса.

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 $2,65 \cdot 10^8 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $38,6 \text{ км}^2$, средняя глубина – 7 м. Плотина расположена в 7 км к югу от АЭС. Норма естественного стока р. Пышмы в створе БАЭС равна $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Хозяйственные нужды БАЭС обеспечиваются из артезианских скважин п. Каменка.

Хозбытовые стоки, очищенные дебалансные воды, воды спецпрачечной и воды душевых сан-пропускников 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 2022 г. не превышали установленных нормативов. В 2022 г. объём сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял $75\,507\text{ м}^3$ (в 2021 г. – $72\,148\text{ м}^3$) с суммарной активностью $1,30 \cdot 10^{11}$ Бк (в 2021 г. – $3,24 \cdot 10^{11}$ 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 – $1,3 \cdot 10^{11}$ 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^{54}Mn	$1,9 \cdot 10^9$	$8,8 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^7$	$-4,2 \cdot 10^6$
^{60}Co	$4,8 \cdot 10^8$	$2,3 \cdot 10^6$	$2,2 \cdot 10^6$	$+1,0 \cdot 10^5$
^{65}Zn	$2,7 \cdot 10^9$	$< 5,3 \cdot 10^6$	$< 2,5 \cdot 10^6$	-
^{90}Sr	$3,1 \cdot 10^9$	$5,4 \cdot 10^7$	$4,9 \cdot 10^7$	$+5,0 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$4,6 \cdot 10^9$	$< 2,4 \cdot 10^6$	$< 7,2 \cdot 10^5$	-
^{134}Cs	$5,1 \cdot 10^8$	$< 3,0 \cdot 10^6$	$< 1,1 \cdot 10^6$	-
^{137}Cs	$7,5 \cdot 10^8$	$6,5 \cdot 10^7$	$5,1 \cdot 10^7$	$+1,4 \cdot 10^7$
^3H	$6,3 \cdot 10^{12}$	$1,3 \cdot 10^{11}$	$3,2 \cdot 10^{11}$	$-1,9 \cdot 10^{11}$

Из табл. 3.2.2 видно, что в 2022 г. сбросы ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs увеличились в 1,05; 1,1 и 1,3 раза соответственно по сравнению с 2021 годом, а сбросы ^{54}Mn и ^3H – уменьшились в 1,5 и 2,5 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 проводится ОРБ БАЭС во взаимодействии с Центром гигиены и эпидемиологии № 32 ФМБА России, Росгидрометом, Институтом экологии растений и животных Уральского отделения РАН. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС и ИРМ проводятся Уральским УГМС.

В 2022 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 УФФ-1 «Тайфун-6» производительностью $1500\text{ м}^3/\text{ч}$;

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в восьми пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью $0,25\text{ м}^2$ 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 восьми пунктах постоянного наблюдения ежемесячно с помощью переносных дозиметров ДКС-АТ1121 и ДКС-АТ1123 (точки контроля были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;

- накопленная за год доза с помощью автоматизированной термолюминесцентной системы Harshaw с дозиметрами типа 0110/8814, установленными на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. Замена дозиметров производится в октябре-ноябре, время экспозиции – 1 год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой 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 $\pm(20-45)$ %.

Уральское УГМС в 2022 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 покрове в 10 пунктах, расположенных в 10–15-км зоне РОО;

- за МАЭД каждые 3 ч 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).

Следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг РОО от 50 до 100 км является частью Восточно-Уральского радиоактивного «стронциевого» следа, образовавшегося в 1957 г. в результате взрыва 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 2022 г. о среднегодовых объёмных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3.

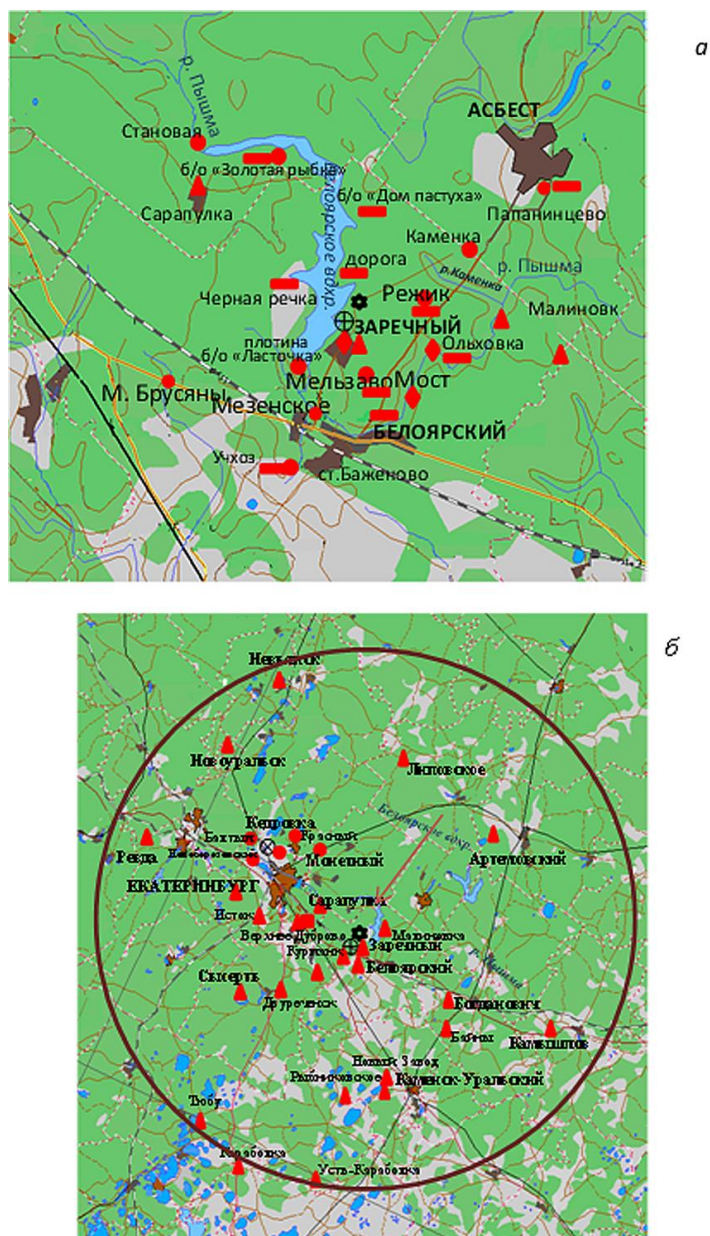


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПХРО (б):

- – 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.

Таблица 3.2.3

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

Место отбора проб	¹³⁷ Cs, ·10 ⁻⁷	
	2022 г.	2021 г.
СЗЗ	< 18	< 16
ЗН	< 19	< 14
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	< 10	< 14

Согласно данным табл. 3.2.3, среднегодовые объёмные активности ¹³⁷Cs в 2022 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте остались на уровне 2021 г. и были на семь порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99/2009 [2] (для ¹³⁷Cs – 27 Бк/м³).

Объёмные активности ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co в пунктах наблюдения СЗЗ и ЗН были ниже соответствующих МДА.

В табл. 3.2.4 приведены среднemesячные объёмные активности Σβ, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воздухе п. В. Дуброво, расположенного в 18 км на юго-запад от БАЭС (рис. 3.2.2), по данным Уральского УГМС.

Среднemesячная объёмная Σβ в п. В. Дуброво в 2022 г. колебалась в пределах от 21,3·10⁻⁵ до 104,4·10⁻⁵ Бк/м³. Среднегодовая объёмная Σβ в п. В. Дуброво в 2022 г. (47,0·10⁻⁵ Бк/м³) увеличилась в 1,1 раза по сравнению с 2021 г. и в 2,5 раза превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири (18,6·10⁻⁵ Бк/м³). В 2022 г. не было зарегистрировано случаев превышения фонового значения для данного населённого пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.

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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Январь	67,0	76,7	5	2,3		
Февраль	104,4	61,2	7	5,5	1,4	1,1
Март	52,5	48,4	2	23,1		
Апрель	42,3	49,2	3	8,7		
Май	25,9	56,1	6	24,8	1,9	1,8
Июнь	28,6	39,4	2	н		
Июль	21,3	24,9	3	7,6		
Август	43,6	36,3	6	22,7	3,5	4,0
Сентябрь	34,7	20,9	30	4,8		
Октябрь	44,5	24,7	6	2,6		
Ноябрь	40,3	29,5	2	12,6	2,6	4,1
Декабрь	59,3	27,6	11	8,8		
Среднее	47,0	41,2	6,6	10,3	2,4	2,8

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. в воздухе п. В. Дуброво уменьшилась в 1,6 раза по сравнению с уровнем 2021 г. и составляет 6,6·10⁻⁷ Бк/м³ (табл. 3.2.4), что в 2,5 раза выше средневзвешенного значения по Западной Сибири (2,6·10⁻⁷ Бк/м³). Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в этом пункте уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с уровнем 2021 г. и составляла

$2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,5 раза выше средневзвешенного значения по территории Западной Сибири ($0,68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные наблюдений Уральского УГМС за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 30-км и 100-км зонах РОО приведены в табл. 3.2.5.

По сравнению с 2021 г. $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне изменилась незначительно ($0,54$ Бк/м²·сут), в 100-км зоне не изменилась ($0,57$ Бк/м²·сут) и была на уровне фоновых значений для Уральского региона ($0,59$ Бк/м²·сут). Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне $0,41$ – $0,73$ Бк/м²·сут. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. было зарегистрировано в сентябре в п. Артёмовский и составило $5,75$ Бк/м²·сут, что в 9,7 раза выше фона по Уральскому региону.

Таблица 3.2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС, Бк/м²·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	0,46	0,29	0,34	0,57	0,51	0,76	0,37	0,51	0,63	0,73	0,72	0,52	0,53
	м	2,13	0,98	2,55	2,14	2,17	2,86	1,50	2,72	4,97	2,11	2,38	1,38	
Верхнее Дуброво	с	0,85	0,50	0,50	0,49	0,60	0,70	0,52	0,38	0,57	0,54	0,82	0,79	0,61
	м	4,79	1,32	1,32	1,51	2,18	2,42	2,89	3,04	2,11	2,18	2,28	1,84	
Двуреченск	с	0,34	0,40	0,44	0,28	0,70	0,35	0,32	0,40	0,28	0,24	0,51	0,71	0,41
	м	3,21	1,38	2,46	0,78	2,22	1,82	0,95	1,82	1,40	0,82	1,63	2,24	
Заречный	с	0,61	0,32	0,68	0,61	0,72	0,46	0,42	0,51	0,57	0,68	0,70	0,86	0,60
	м	4,20	1,94	1,75	1,90	1,90	1,95	1,16	1,53	4,81	3,29	2,30	1,97	
Исток	с	0,37	0,54	0,36	0,59	0,68	0,79	0,46	0,70	0,43	0,48	0,69	0,52	0,55
	м	1,40	1,77	1,39	2,29	2,05	4,02	1,43	2,44	3,51	1,84	1,70	1,43	
Курманка	с	0,61	0,50	0,44	0,56	0,72	0,57	0,29	0,43	0,93	0,37	0,68	0,72	0,57
	м	2,19	1,59	1,06	2,64	3,76	1,90	1,43	1,56	4,16	1,17	1,99	1,99	
Сарапулка	с	0,41	0,67	0,49	0,50	0,78	0,66	0,45	0,28	0,78	0,83	0,54	0,63	0,59
	м	1,07	2,17	1,60	1,87	3,22	1,94	3,23	2,11	2,60	2,41	1,51	2,43	
Ялунина	с	0,52	0,37	0,45	0,57	0,66	0,56	0,24	0,35	0,53	0,52	0,62	0,55	0,50
	м	4,25	0,95	1,48	3,24	1,85	2,10	0,89	1,37	3,42	2,21	2,42	2,38	
Среднее: 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
2021 г.		0,51	0,50	0,59	0,63	0,62	0,43	0,61	0,49	0,59	0,56	0,44	0,59	0,55
100-км зона														
Артёмовский	с	0,51	0,59	0,84	1,12	0,72	0,56	0,36	0,63	0,60	0,85	0,83	0,64	0,69
	м	2,19	1,53	2,45	4,30	4,01	3,65	1,80	1,94	5,75	2,38	2,59	2,42	
Байны	с	0,29	0,37	0,56	0,64	0,88	0,73	0,36	0,74	0,59	0,29	0,40	0,33	0,52
	м	1,62	1,22	1,99	2,09	2,12	3,39	1,01	3,12	3,62	1,06	1,86	1,23	
Богданович	с	0,77	0,38	0,20	0,47	0,81	0,61	0,36	0,50	0,19	0,26	0,51	0,51	0,46
	м	2,83	1,48	1,30	1,22	3,38	3,72	1,64	1,39	1,21	1,19	1,47	1,43	
Екатеринбург	с	0,38	0,63	0,43	0,73	0,60	0,68	0,46	0,39	0,55	0,91	0,65	0,60	0,58
	м	1,35	1,30	1,87	2,16	2,49	2,33	1,94	1,36	2,05	2,50	1,90	1,87	
Каменск-Уральский	с	0,24	0,34	0,36	0,59	0,68	0,49	0,33	0,71	1,02	0,54	0,63	0,55	0,54
	м	1,17	1,70	1,06	2,31	2,90	3,36	0,95	2,38	2,93	1,02	2,55	2,38	
Камышлов	с	0,55	0,59	0,64	0,97	0,74	0,58	0,38	0,53	0,70	0,15	0,53	0,53	0,57
	м	3,70	2,13	1,64	2,60	2,38	3,42	1,50	1,63	3,40	0,60	1,13	1,62	
Караболка	с	0,58	0,58	0,60	0,92	0,86	0,63	0,65	0,76	0,98	0,72	0,82	0,70	0,73
	м	1,20	1,19	1,16	2,29	2,00	1,71	1,86	1,74	4,50	1,78	2,96	1,76	
Липовское	с	0,79	0,40	0,49	0,83	0,89	0,48	0,28	0,45	0,87	0,72	0,57	0,54	0,61
	м	2,44	1,06	1,73	3,39	2,70	1,59	1,21	2,26	3,98	4,39	3,25	1,43	
Невьянск	с	0,38	0,27	0,30	0,49	0,63	0,74	0,59	0,38	0,91	0,90	0,49	0,66	0,56
	м	0,98	0,90	1,08	1,71	2,62	3,10	2,03	2,38	3,10	2,21	2,11	1,54	
Новоуральск	с	0,20	0,46	0,45	0,64	0,67	0,49	0,29	0,50	0,91	0,58	0,59	0,56	0,53
	м	1,11	1,57	1,27	1,77	2,79	3,07	1,51	2,57	4,50	1,31	3,05	1,88	
Ревда	с	0,54	0,49	0,46	0,63	0,99	0,65	0,56	0,56	0,93	0,60	0,64	0,53	0,63
	м	1,37	1,21	1,39	2,20	3,92	3,86	1,82	2,09	5,11	1,94	3,03	1,61	

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Рыбниковское	с	0,34	0,38	0,45	0,39	0,68	0,58	0,50	0,45	1,00	0,94	0,58	0,47	0,56
	м	2,32	1,30	1,39	1,24	2,16	2,86	1,63	1,90	2,55	2,93	1,90	1,67	
Сысерть	с	0,22	0,43	0,29	0,75	0,52	0,56	0,42	0,77	0,56	0,56	0,47	0,47	0,50
	м	0,79	1,49	1,00	1,85	1,25	2,51	1,52	2,06	1,84	2,76	2,55	1,43	
Тюбук	с	0,54	0,59	0,55	0,69	0,66	0,62	0,61	0,58	0,73	0,65	0,62	0,52	0,61
	м	0,84	0,96	1,03	1,67	1,40	1,29	1,67	0,95	3,60	1,59	1,09	0,87	
Среднее: 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
2021 г.		0,56	0,56	0,54	0,64	0,63	0,47	0,66	0,58	0,59	0,54	0,46	0,60	0,57
Фон для Уральского региона: 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
2021 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

В целом можно сказать, что среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений как в 30-км, так и в 100-км зоне РОО в течение последних 10 лет существенно не меняются и находятся в пределах от 0,4 до 0,8 Бк/м²·сут.

В табл. 3.2.6 приведены величины выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах 30-км и 100-км зон вокруг РОО по данным Уральского УГМС. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для Уральского региона.

Таблица 3.2.6

**Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr
в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2022 г., Бк/м²·год
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	¹³⁷ Cs,	⁹⁰ Sr,
	Бк/м ² ·год	Бк/м ² ·год
30-км зона		
Белоярский	0,6	1,8
Верхнее Дуброво	1,2	2,3
Двуреченск	1,1	2,3
Заречный	1,3	2,0
Исток	1,2	1,9
Курманка	1,4	2,2
Ялунина	1,8	1,9
Сарапулка	1,3	1,8
Среднее: 2022 г. 1,3		
2021 г. 2,2		
100-км зона		
Байны	1,1	3,0
Богданович	2,4	1,9
Каменск-Уральский	1,9	1,7
Камышлов	1,1	1,7
Караболка	0,6	3,4
Новоуральск	1,4	1,7
Рыбниковское	2,2	1,7
Тюбук	0,5	2,2
Среднее: 2022 г. 1,3		
2021 г. 1,9		
Фон для Уральского региона: 2022 г. 0,7		
2021 г. 3,8		

Из данных табл. 3.2.6 следует, что в 2022 г. средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км зоне АЭС уменьшилась в 1,7 раза, а в 100-км зоне АЭС – в 1,5 раза по сравнению с 2021 годом. Максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Богданович (2,4 Бк/м²·год).

Среднегодовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.6) в 2022 г. увеличились в 1,2 раза по сравнению с 2021 г. и составляли $2,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 1,5 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона ($1,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Средняя величина годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2022 г. составляла $2,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Караболка ($3,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Выпадения ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН БАЭС в 2022 г., по данным ОРБ БАЭС, составляли $< 0,027 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сут}$. Сравнение этих данных с данными 2021 г. показывает, что годовые выпадения ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН БАЭС изменились незначительно по сравнению с уровнем предыдущего года.

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 3.2.7. По данным ОРБ БАЭС, в 2022 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ БАЭС уменьшилось в 1,2 раза и составило $0,57 \text{ кБк/м}^2$, в почве ЗН БАЭС – изменилось незначительно и составило $0,69 \text{ кБк/м}^2$, в почве контрольного пункта – уменьшилось в 1,1 раза по сравнению с 2021 годом и составило $0,65 \text{ кБк/м}^2$.

Таблица 3.2.7

Плотность загрязнения почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м^2 (данные ОРБ БАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		
	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	0,57	0,66	0,83
ЗН БАЭС	0,69	0,71	0,85
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	0,65	0,70	0,83

В табл. 3.2.8 приведены данные Уральского УГМС о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 30-км зоне БАЭС (рис. 3.2.2 а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода. Из табл. 3.2.8 видно, что в 2022 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ в растительности наблюдалась в п. Папанинцев ($963,5 \text{ Бк/кг в.-с.}$), а ^{137}Cs – в п. Мост (пересечение тракта с р. Пышмой) ($0,052 \text{ Бк/кг в.-с.}$). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале $0,003\text{--}0,028 \text{ Бк/кг в.-с.}$

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.			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	1,38	4,13	0,017	0,157	383,7	320,5	0,019	0,407
«Дом пастуха»	1,45	3,11	0,025	0,055	658,8	854,5	0,015	0,338
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	1,40	4,99	0,022	0,219	461,8	413,2	0,028	0,231
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	0,36	2,54	0,014	0,132	657,8	482,0	0,052	0,376
Р. Ольховка (под высоковольтной линией)	1,86	2,09	0,025	0,107	376,0	447,7	0,013	0,165
Папанинцев	1,12	1,20	0,162	0,127	963,5	223,7	0,015	0,457
Режик	0,60	4,01	0,010	0,291	664,6	181,7	0,004	0,285
Мельзавод	3,64	8,96	0,071	0,148	302,7	370,9	0,026	0,487
Учхоз	3,22	6,03	0,099	0,012	609,5	703,4	0,015	0,217
Чёрная Речка	1,70	5,90	0,084	0,375	429,8	704,2	0,003	0,213

В 2022 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах. $\Sigma\beta$ снега изменялась в диапазоне от 0,36 до 3,64 Бк/м². Плотность загрязнения снега ¹³⁷Cs в 2022 г. находилась в пределах 0,010–0,162 Бк/м². Максимальное значение плотности загрязнения снега ¹³⁷Cs наблюдалось в п. Папанинцев.

В 2022 г. ОРБ БАЭС проводился контроль радионуклидов в растительности. Содержание ¹³⁷Cs в растительности было < 2,2 Бк/кг в СЗЗ, в ЗН и в контрольном пункте.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианских скважин, которые обеспечивают хозяйственные нужды промплощадки и г. Заречного, проводится ОРБ БАЭС ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде в 2022 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 2022 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 ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л (данные Уральского УГМС)

Пункты отбора проб	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	11	10	4	11
р. Ольховка	61	48	8	30
р. Пышма (ниже впадения р. Ольховки)	11	10	5	12
р. Кама, с. Тюлькино	18	13	7	14
р. Вишера, с. Рябинино	15	11	6	14
р. Колва, г. Чердынь	20	16	11	7

Таблица 3.2.10

Среднегодовые объёмные активности ⁹⁰Sr, ³H и $\Sigma\beta$ в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	⁹⁰ Sr, мБк/л			³ H, Бк/л		
	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет	2022 г.	2021 г.	Среднее за 5 лет
База отдыха «Дельфин»	14	8	10	28,8	30,0	30,3
Залив Худыш	15	12	13	17,8	-	-
Белоярское вдхр. (заборный канал)	17	13	12	26,8	26,5	23,8
Белоярское вдхр. (заборный канал блока № 4)	15	14	10	18,8	18,5	23,5
Нагорная канава	25	21	21	477	436	431
Нагорная канава блока № 4	19	19	13	397	293	426
р. Ольховка	40	80	56	126	118	206
р. Пышма (Белоярский)	15	12	13	15,3	20,5	19,8
р. Пышма (Малиновка)	21	15	14	18,0	21,3	19,8
р. Пышма в 1 км ниже сброса (Шеелит)	20	14	12	19,5	25,8	18,9
Промливневый канал	18	12	18	31,5	24,0	25,5
Сбросной канал	18	14	12	18,8	22,5	20,9
Сбросной канал блока №4	18	9	12	24,8	30,8	27,8
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	19	13	13	10,5	11,3	12,2

Примечание: - – нет данных.

Согласно данным, представленным в табл. 3.2.9, в 2022 г. содержание ^{90}Sr в воде р. Ольховки увеличилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальная объёмная активность ^{90}Sr , как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 61 мБк/л, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] (4,9 Бк/л), но в 12,0 раза выше фонового уровня содержания ^{90}Sr в реках АТР (5,1 мБк/л).

Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.9) в 2022 г. в воде р. Ольховки уменьшилась в 3,8 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальное значение наблюдалось в р. Колве и составляло 11 мБк/л. В указанных пунктах объёмные активности ^{137}Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [2].

Среднегодовая объёмная активность трития в воде контролируемых водоёмов, по данным ОРБ БАЭС (табл. 3.2.10), в 2022 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 10,5–28,8 Бк/л в Белоярском водохранилище и 15,3–19,5 Бк/л – в р. Пышме, что в 6,6–18,1 раза выше средней объёмной активности трития для рек РФ (1,59 Бк/л), но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г. составляла 14–19 мБк/л в Белоярском водохранилище и 15–21 мБк/л – в р. Пышме, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] (4,9 Бк/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 2022 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.

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. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2022 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,467 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,5–2,5 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,66 и 0,22 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание ^{60}Co и ^{134}Cs в донных отложениях обследованных экосистем на два–три порядка ниже содержания ^{137}Cs .

**Удельная активность донных отложений, Бк/кг сырого веса
(данные ОРБ БАЭС)**

Пункты отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	467	557	<5,3	< 6,3	<5,3	< 6,3
Белоярское вдхр. (заборный канал)	12,2	12,1	<5,2	< 6,6	<5,2	< 6,6
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	14	11,7	<4,6	< 6,7	<4,6	< 6,7
Залив Худыш	8,8	11,5	<4,5	< 5,8	<4,5	
Р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	<5,4	6,7	<5,4	< 5,3	<5,4	< 5,3
Р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	27,5	43	<4,1	< 7,5	<4,1	< 7,5
Р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	224	370	<5,0	<3,0	<5,0	<3,0
Середина канала	71	60	<6,1	< 7,4	<6,1	< 7,4
Ольховское болото:						
начало*	2186	1931	<5,9	< 6,4	<5,9	< 6,4
середина*	1492	1274	<10,2	< 17,6	<10,2	< 17,6
конец*	2507	2424	9,9	<10,8	<7,4	<10,8
Р. Ольховка	659	568	<4,7	< 6,0	<4,7	< 6,0
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	40	49	<5,1	< 6,6	<5,1	< 6,6

Примечание: * – отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усреднённые данные послойного анализа.

В 2022 г. ОРБ БАЭС проводился контроль радионуклидов в водной растительности. Пробы водорослей отбирались в р. Пышме, Белоярском вдхр. и каналах. Содержание ¹³⁷Cs в водной растительности в зоне наблюдения БАЭС в 2022 г. составляло от 0,5 до 1,8 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 ⁹⁰Sr 7,5–68,4 Бк/кг, превышающие УВ (4,9 Бк/кг [2]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Объёмная активность ⁹⁰Sr в большинстве этих скважин в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом осталась примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объёмные активности ¹³⁷Cs 13,2–303 Бк/кг, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Загрязнение подземных вод ¹³⁷Cs в данных скважинах осталось примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объёмные активности ⁶⁰Co, превышающие УВ (40 Бк/кг), зарегистрированы не были. Среднегодовые объёмные активности ³H, превышающие УВ (7600 Бк/кг), также зарегистрированы не были. Самое высокое содержание ¹³⁷Cs (в 27,5 раза превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1; ⁹⁰Sr (в 14,0 раза превышающее УВ) – в 2022 г. наблюдалось в скважине П-3.

В 2022 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 2022 г. удельная активность ^{137}Cs увеличилась в ягодах, а в овощах, грибах, мясе, рыбе и картофеле – уменьшилась. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01 [3].

Среднегодовые значения МАЭД на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30- и 100-км зонах вокруг РОО, по данным Уральского УГМС, в 2022 г. изменялись в пределах 0,09–0,12 мкЗв/ч. Усреднённые по зоне наблюдения значения МАЭД (0,11 мкЗв/ч) соответствовали гамма-фону Уральского региона.

По данным АСКРО БАЭС, МАЭД в 2022 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 0,06–0,11 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06–0,10 мкЗв/ч. При регламентных маршрутных обследованиях среднее значение МАЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляло 0,070–0,075 мкЗв/ч.

Годовая доза внешнего гамма-облучения на местности, измеряемая в 40-км зоне БАЭС, в 2022 г. в среднем в СЗЗ БАЭС составила 0,53 мЗв, изменяясь в диапазоне 0,48–0,58 мЗв; в ЗН – 0,55 мЗв с диапазоном изменения 0,50–0,59 мЗв; в контрольном пункте (В. Дуброво) – 0,48 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	
	2022 г.	2021 г.
Пшеница	<2,0	<2,0
Допустимая уд. акт.	60	
Овощи	0,08	0,09
Корнеплоды	0,10	0,10
Допустимая уд. акт.	80	
Молоко	0,14	0,14
Допустимая уд. акт.	100	
Ягоды	0,069	0,067
Допустимая уд. акт.	160	
Грибы	2,67	2,92
Допустимая уд. акт.	500	
Мясо	0,46	0,50
Допустимая уд. акт.	200	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	0,37	0,40
Допустимая уд. акт.	130	
Картофель	0,13	0,14
Допустимая уд. акт.	80	

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).

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС в 2022 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.

**Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами
поверхностных вод и почвы БАЭС за 2021–2022 гг.**

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2021	$2,4 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
		2022	$2,1 \cdot 10^{-4}$	
	ЗН	2021	$2,6 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
Контрольный пункт	2022	$2,5 \cdot 10^{-4}$		
Вода	СЗЗ	2021	$3,8 \cdot 10^{-3}$	^3H
		2022	$2,5 \cdot 10^{-3}$	
	ЗН	2021	$4,3 \cdot 10^{-3}$	^3H
Контрольный водоём	2022	$2,6 \cdot 10^{-3}$		
Атмосфера	СЗЗ	2021	$9,2 \cdot 10^{-7}$	^{137}Cs
		2022	$1,0 \cdot 10^{-6}$	
	ЗН	2021	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$^{90}\text{Sr}, ^{137}\text{Cs}$
Контрольный пункт	2022	$1,2 \cdot 10^{-6}$		
		2021	$8,1 \cdot 10^{-7}$	^{137}Cs
		2022	$5,8 \cdot 10^{-7}$	

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 1 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 км². Размер СЗЗ вокруг АЭС составляет 0,5 км, зоны наблюдения (ЗН) – 5 км.

В зоне наблюдения находится один населённый пункт – г. Билибино (численность населения составляет около 5,8 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 2021–2022 гг. представлены в табл. 3.3.1. Суммарные выбросы большинства радионуклидов увеличились. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Билибинской АЭС в атмосферу в 2022 г. не превышали допустимых выбросов.

Содержание ^{131}I , ИРГ (кроме ^{41}Ar) и долгоживущих радионуклидов (кроме ^{60}Co) в выбросах Билибинской АЭС менее МДА измерительной аппаратуры учитывается расчётным методом ($1/2\text{МДА}\cdot V$ (объём выброса по каждому нормируемому радионуклиду)). Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит ^{41}Ar , выбросы которого составляли 27 % допустимого выброса за год.

Таблица 3.3.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$1,99\cdot 10^{14}$	$5,32\cdot 10^8$	$5,28\cdot 10^8$	$+4,0\cdot 10^6$
^{14}C	$2,76\cdot 10^{12}$	$5,22\cdot 10^8$	$5,11\cdot 10^8$	$+1,1\cdot 10^7$
^{41}Ar	$1,24\cdot 10^{15}$	$3,35\cdot 10^{14}$	$3,45\cdot 10^{14}$	$-1,0\cdot 10^{13}$
^{60}Co	$7,40\cdot 10^9$	$1,29\cdot 10^7$	$3,61\cdot 10^6$	$+9,3\cdot 10^6$

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного циркуляционного контура, трапных вод и вод спецканализации, образующихся на фильтрах смешанного действия и выпарных установках спецводоочистки в виде насыщенных солевых растворов-пульп, – направляются на захоронение в ХЖО. Дебалансные воды, не прошедшие очистку на выпарных установках, сбрасываются в составе ПЛК в ручей Большой Поннеурген. 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 в 2022 и 2021 гг. приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2022 г. на БиАЭС не было. В 2022 г. увеличились, по сравнению с 2021 г., сбросы ^3H в 3,4 раза (составили 1,1 % ДС), ^{54}Mn – в 2,1 раза (составили 1,34 % ДС), ^{60}Co – в 1,39 раза (составили 1,23 % ДС). Сбросы ^{59}Fe на четыре порядка меньше соответствующих ДС. Содержание остальных контролируемых радионуклидов в сбросах было меньше ДС на 5–7 порядков. Представленные в табл. 3.3.2 значения получены расчётным путём.

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.

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на БиАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс, расчёт		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$1,35 \cdot 10^{13}$	$1,20 \cdot 10^{11}$	$3,57 \cdot 10^{10}$	$+8,43 \cdot 10^{10}$
^{54}Mn	$2,90 \cdot 10^9$	$3,89 \cdot 10^7$	$1,82 \cdot 10^7$	$+2,07 \cdot 10^7$
^{59}Fe	$3,90 \cdot 10^{10}$	$2,81 \cdot 10^6$	$< 6,11 \cdot 10^3$	$+2,80 \cdot 10^6$
^{60}Co	$1,67 \cdot 10^{10}$	$2,05 \cdot 10^8$	$1,47 \cdot 10^8$	$+5,80 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$2,37 \cdot 10^{10}$	$1,98 \cdot 10^4$	$< 1,36 \cdot 10^4$	$+6,20 \cdot 10^3$
^{103}Ru	$3,72 \cdot 10^{10}$	$4,79 \cdot 10^3$	$< 3,28 \cdot 10^3$	$+1,51 \cdot 10^3$
^{134}Cs	$6,47 \cdot 10^9$	$8,89 \cdot 10^3$	$< 6,06 \cdot 10^3$	$+2,83 \cdot 10^3$
^{137}Cs	$9,92 \cdot 10^9$	$1,37 \cdot 10^4$	$< 9,37 \cdot 10^3$	$+4,33 \cdot 10^3$
^{141}Ce	$7,17 \cdot 10^{10}$	$3,86 \cdot 10^4$	$< 2,65 \cdot 10^4$	$+1,21 \cdot 10^3$
^{144}Ce	$9,81 \cdot 10^{10}$	$1,26 \cdot 10^5$	$< 8,67 \cdot 10^4$	$+3,93 \cdot 10^4$

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 2022 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 2022 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.

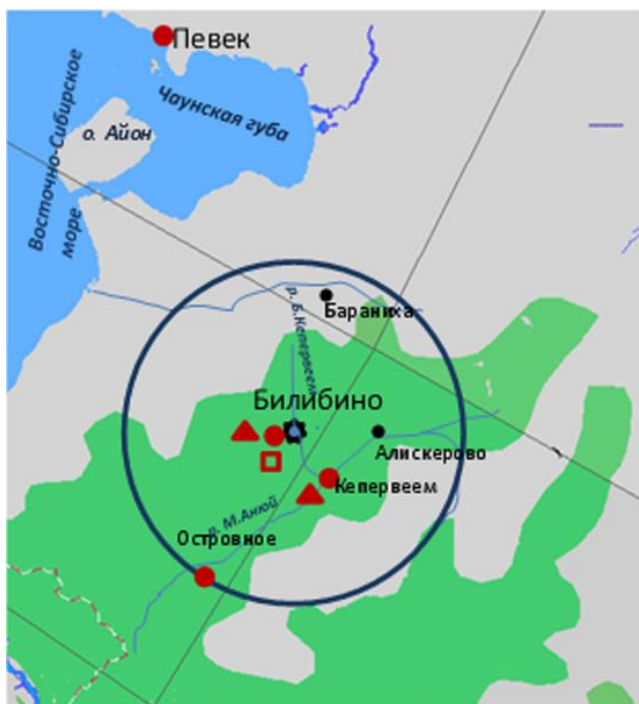


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БИАЭС:

- ⚙ – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмной активности радионуклидов в воздухе района размещения БИАЭС в 2022 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/м³ (данные ГВРК БИАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
⁶⁰ Со	< 1,0	18,7	< 1,0	28,6
¹³⁴ Сs	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
¹³⁷ Сs	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2022 г., по сравнению с предыдущим, в СЗЗ и ЗН в приземном слое атмосферы перестал регистрироваться ⁶⁰Со. Объёмные активности ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs в приземном слое атмосферы СЗЗ в 2022 г. были ниже МДА.

Значения $\Sigma\beta$ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4.

Таблица 3.3.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БИАЭС в 2022 г., Бк/м²-сут (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Год 2022
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Билибино	с	0,35	0,35	0,36	0,38	0,31	0,32	0,38	0,35	0,34	0,25	-	-	0,34
	м	0,44	0,53	0,51	0,76	0,44	0,56	0,64	0,51	0,54	0,39	-	-	0,76
Кепервеем	с	0,30	0,29	0,29	0,26	0,27	0,27	0,27	0,39	0,25	0,29	-	-	0,28
	м	0,73	0,48	0,39	0,34	0,39	0,54	0,48	0,89	0,37	0,47	-	-	0,89

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Билибино и г. Кеппервеем составляли 0,32 и 0,28 Бк/м²·сут, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,25 до 0,38 Бк/м²·сут. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в апреле в г. Билибино (0,76 Бк/м²·сут) и в августе в г. Кеппервеем (0,89 Бк/м²·сут). В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2022 г. была ниже среднего значения $\Sigma\beta$ выпадений по территории севера Восточной Сибири в 2022 г. (0,70 Бк/м²·сут).

По данным ГВРК БиАЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2022 г. регистрировался только ⁶⁰Со: $2,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м²·сут в СЗЗ. Годовые выпадения остальных радионуклидов в СЗЗ и ЗН были ниже предела обнаружения.

Вода, донные отложения

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоёмов в 2022 г., по данным ГВРК, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2021 год. Как видно из табл. 3.3.5, содержание ⁶⁰Со и ¹³⁷Сs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2022 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

В 2022 г. в воде контролируемых водных объектов содержание ⁶⁰Со и ¹³⁷Сs 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 ⁶⁰Со, удельная активность которого в 2022 г. в 1,25 раза больше по сравнению с 2021 г. и на три порядка ниже минимально значимой удельной активности для ⁶⁰Со, равной $1 \cdot 10^4$ Бк/кг по НРБ-99/2009 [2] и ОСПОРБ-99 [4]. Накопление ⁶⁰Со в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание ¹³⁷Сs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (5 Бк/кг в.-с.).

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 м. В каждой вершине треугольника отбиралась проба почвы площадью 100 см² 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 2022 г. содержание ¹³⁷Сs, ⁶⁰Со и ¹³⁴Сs было ниже МДА.

В 2022 г. содержание ¹³⁷Сs 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 ¹³⁷Сs, все значения находились на уровне фона. В ягеле, хвое кедрового стланика и осоковых травах всей ЗН содержание ¹³⁷Сs и ⁶⁰Со было ниже МДА (1,0 Бк/кг).

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС
(данные ГВРК БиАЭС)**

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
		2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Вода, мБк/л					
Водохранилище	3,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
руч. Б. Поннеурген, 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. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	< 5	< 5	75,3	60,4
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	< 5	< 5	< 5	< 5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоём	10,0	< 5	< 5	< 5	< 5
Почва, Бк/м²					
СЗЗ	0,3	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
СЗЗ	0,5	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
ЗН	3,2	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
ЗН	3,8	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
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	-	-	-
ЗН, восток	2,0	1,78	-	-	-
ЗН, юг	1,0	3,49	-	-	-
ЗН, запад	5,0	2,91	-	-	-

Примечание: - – измерения не проводились.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МАЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2022 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 2022 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 – 0,16 мкЗв/ч (данные регламентных маршрутов).

Поглощённые за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в СЗЗ и ЗН АЭС, варьировали от 0,56 до 0,89 мГр, а в контрольном пункте (5 км от АЭС) – 0,59 мГр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и ГВРК БиАЭС, содержание ¹³⁷Cs в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в присутствии ⁶⁰Co в донных отложениях руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК. Наблюдаемые активности радионуклида существенно ниже установленных нормативов. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

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 26,7 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 2022 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 вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдвухи 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 2022 г. и для сравнения в 2021 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	4,23·10 ¹⁴	1,04·10 ¹¹	8,26·10 ¹¹	-7,22·10 ¹¹
¹⁴ C	5,91·10 ¹²	3,41·10 ¹⁰	2,28·10 ¹⁰	+1,13·10 ¹⁰
⁴¹ Ar	6,90·10 ¹²	6,11·10 ¹⁰	6,88·10 ¹¹	-6,27·10 ¹¹
⁸⁷ Kr	6,90·10 ¹⁴	9,80·10 ¹⁰	2,81·10 ¹¹	-1,83·10 ¹¹
⁸⁸ Kr	5,95·10 ¹⁴	9,72·10 ¹⁰	3,82·10 ¹¹	-2,85·10 ¹¹
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	2,37·10 ⁷	8,16·10 ⁷	-5,79·10 ⁷
⁵⁴ Mn	3,10·10 ¹¹	3,35·10 ⁶	4,22·10 ⁶	-8,70·10 ⁵
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	1,23·10 ⁷	1,25·10 ⁷	-2,00·10 ⁵
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	1,04·10 ⁷	1,18·10 ⁷	-1,40·10 ⁶
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	1,29·10 ⁷	1,18·10 ⁷	+1,10·10 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 2022 г. годовые выбросы ^{14}C и ^{137}Cs выросли в 1,5 и 1,1 раза соответственно, оставаясь на два порядка ниже допустимых, выбросы ^3H уменьшились в 7,9 раза. Величины выбросов всех контролируемых радионуклидов не превышали установленных нормативов. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ^3H (0,02 % ДВ), ^{87}Kr (0,01 % ДВ) и ^{88}Kr (0,02 % 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, введенного в эксплуатацию в 2007 г. (до 2007 г. их удаление проводилось в озёра Песьво и Удомля).

Объём воды в озёрах Удомля и Песьво составляет $1,0 \cdot 10^8$ и $1,8 \cdot 10^7 \text{ м}^3$ соответственно. С продувкой брызгальных бассейнов в озёра поступило $35\,000 \text{ м}^3$ воды (в 2021 г. – $49\,500 \text{ м}^3$).

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2022 г. на КЛНАЭС приведены в табл. 3.4.2.

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2022 г. ($2,03 \cdot 10^9$ Бк) уменьшилась по сравнению с 2021 г. в 1,7 раза. В сбросах с брызгальных бассейнов в 2022 г. фактически определён ^3H (95,1 % общей активности сброса), ^{137}Cs и ^{134}Cs . Сбросы ^3H уменьшились в 2022 г. в 1,7 раза и составили 0,02 % допустимого, выросшие сбросы ^{137}Cs и ^{134}Cs составили 0,8 и 0,6 % допустимых. Как видно из табл. 3.4.2, в 2022 г. сбросы всех остальных контролируемых радионуклидов, полученные расчётным путём, уменьшились за счёт уменьшения объёма сброса воды с брызгального бассейна. В 2022 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$8,76 \cdot 10^{12}$	$1,93 \cdot 10^9$	$3,21 \cdot 10^9$	$-1,28 \cdot 10^9$
^{54}Mn	$2,34 \cdot 10^{10}$	$6,09 \cdot 10^6$	$8,44 \cdot 10^6$	$-2,35 \cdot 10^6$
^{58}Co	$2,53 \cdot 10^{11}$	$5,70 \cdot 10^6$	$7,68 \cdot 10^6$	$-1,98 \cdot 10^6$
^{60}Co	$6,00 \cdot 10^9$	$5,83 \cdot 10^6$	$8,43 \cdot 10^6$	$-2,60 \cdot 10^6$
^{65}Zn	$1,52 \cdot 10^{10}$	$1,29 \cdot 10^7$	$1,81 \cdot 10^7$	$-5,20 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$4,29 \cdot 10^9$	$1,40 \cdot 10^6$	$1,98 \cdot 10^6$	$-5,80 \cdot 10^5$
^{106}Ru	$1,75 \cdot 10^{10}$	$5,12 \cdot 10^7$	$7,20 \cdot 10^7$	$-2,08 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$6,31 \cdot 10^9$	$3,63 \cdot 10^7$	$9,17 \cdot 10^6$	$+2,71 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$9,64 \cdot 10^9$	$7,74 \cdot 10^7$	$9,18 \cdot 10^6$	$+6,82 \cdot 10^7$
^{144}Ce	$2,28 \cdot 10^{10}$	$4,40 \cdot 10^7$	$6,19 \cdot 10^7$	$-1,79 \cdot 10^7$

Примечание: * – сбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учётом присвоения значения, равного $\frac{1}{2}$ 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 2022 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 м³/ч. Время экспозиции фильтров – две недели (с января по апрель, июнь) и неделя (май, с июля по декабрь);

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в трёх пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей: в СЗЗ – пост № 1 (промзона), в ЗН – пост № 2 (д. Глиновка) и пост № 3 (д. Ряд). Пробы отбирались с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 25 см, время экспозиции проб составляло один месяц.

В пяти точках мониторинг плотности радиоактивных выпадений из атмосферного воздуха проводился по пробам снега. Отбор осуществляется один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи стационарных постов ЗН: пост № 4 (д. Стан), пост № 5 (д. Митрошино), пост № 6 (д. Зарьково), пост № 7 (г. Удомля) и в контрольном пункте – пост № 8 (г. Вышний Волочёк);

– 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.

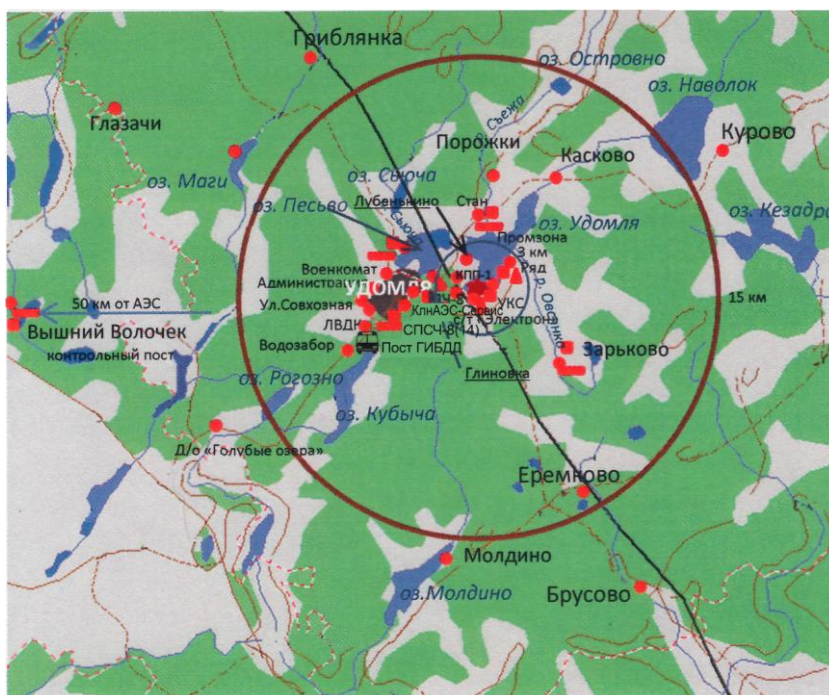








Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КлнАЭС:

-  – АЭС;
-  – наблюдения за гамма-фоном;
-  – отбор проб атмосферных выпадений;
-  – отбор проб атмосферных аэрозолей;
-  – отбор проб снега;
-  – передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КлнАЭС.

МАЭД контролировалась на КЛНАЭС с помощью установки «Гамма-сенсор», входящей в состав передвижной радиометрической лаборатории, а также с помощью АСКРО, состоящей из 17 постов (девять постов – в ЗН, три – в СЗЗ, пять – вне ЗН), оснащённых автоматизированными дозиметрами SkyLINK и «Атлант». Поглощённую дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом, в каждом пункте устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» системы Dosacus.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Северо-Западного УГМС и Центрального УГМС показана на рис. 3.4.2.

В 2022 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.

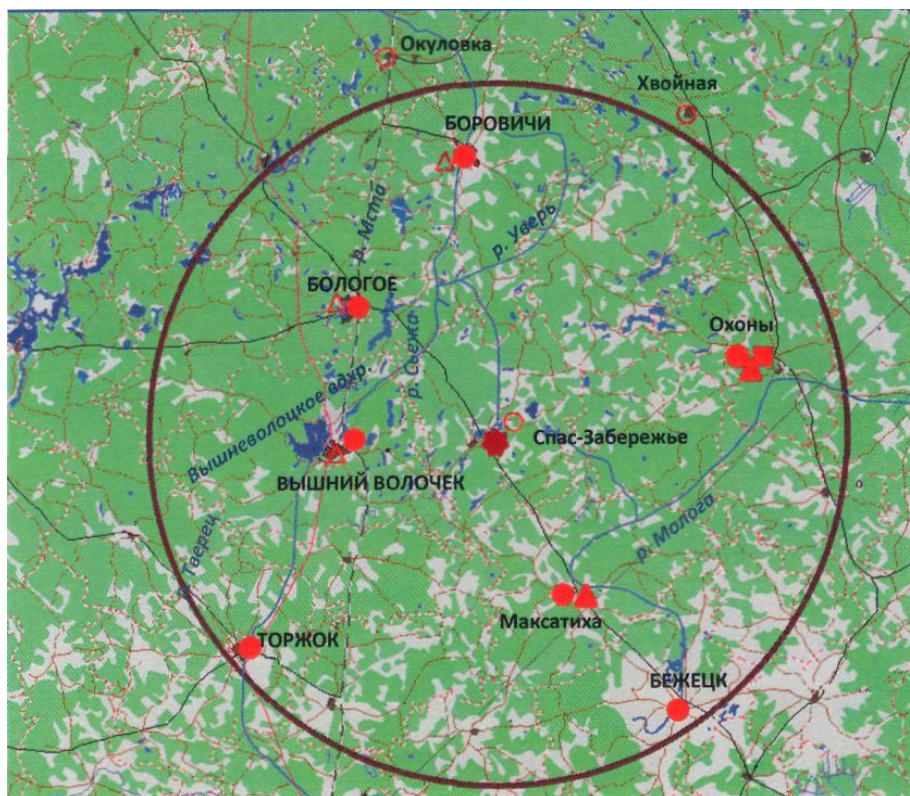


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КЛНАЭС:

- ★ – 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 2022 г., полученные ЛВДК в объединённых и осреднённых пробах для СЗЗ, ЗН и КП, представлены в табл. 3.4.3. Анализ данных показывает, что в 2022 г. в СЗЗ, ЗН и КП, как и в предыдущие годы, достоверно определялся только ¹³⁷Cs, среднегодовая активность которого уменьшилась, по сравнению с предыдущим годом, в 1,7, 1,3 и 1,2 раза соответственно и была на восемь порядков ниже ДОА_{нас.} по НРБ-99/2009 [2]. Содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже МДА.

Таблица 3.4.3

Объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КЛНАЭС, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные ЛВДК КЛНАЭС)

Пункт контроля	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁹⁰ Sr	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
СЗЗ	6,80	11,60	<0,98	<2,83	<9,60	<3,69	<2,60	<2,40
ЗН	2,60	3,50	< 0,16	< 0,20	< 0,32	< 0,18	<0,50	<0,60
г. Вышний Волочёк (контрольный пункт)	3,60	4,30	< 0,84	< 0,70	< 0,78	< 0,70	<3,50	<2,90
ДОА _{нас.} , Бк/м ³	27		19		11		2,7	

По данным КЛНАЭС, в 2022 г. в СЗЗ и ЗН в пробах атмосферного воздуха в первом квартале были обнаружены следы ⁶⁰Co (максимальное значение 37·10⁻⁷ Бк/м³) и ⁵⁴Mn (максимальное значение 31·10⁻⁷ Бк/м³), во втором и третьем квартале в СЗЗ был обнаружен ¹³⁴Cs (максимальное значение 1,6·10⁻⁷ Бк/м³). Все максимальные зафиксированные значения были на семь–восемь порядков ниже ДОА_{нас.} по НРБ-99/2009 [2].

В табл. 3.4.4, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объёмной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе в п. Охоны, а также значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений за 2022 г. в пп. Охоны и Максатиха, расположенных в 100-км зоне КЛНАЭС.

Таблица 3.4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений (Р, Бк/м²·сут) и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне КЛНАЭС в 2022 г. (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,8	3,2	1,0	0,7	4,2
	м	2,3	5,8	2,0		
Февраль	с	0,4	3,6	1,1	0,6	5,5
	м	0,9	6,7	1,7		
Март	с	0,3	4,1	1,1	0,5	6,5
	м	0,9	5,6	1,7		
Апрель	с	0,3	3,3	1,0	0,5	5,9
	м	0,6	4,0	1,7		
Май	с	0,5	6,2	1,1	0,5	6,9
	м	1,2	8,6	1,7		
Июнь	с	0,3	-	1,3	0,4	7,4
	м	0,9	-	2,3		
Июль	с	0,6	6,9	1,0	0,4	7,6
	м	1,6	14,1	3,0		

Окончание таблицы 3.4.4

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Август	с	0,5	7,3	0,9	0,5	10,0
	м	2,4	9,4	3,3		
Сентябрь	с	0,8	2,2	1,1	0,5	6,4
	м	2,1	4,0	1,7		
Октябрь	с	0,7	2,7	0,9	0,7	6,1
	м	2,2	3,6	2,7		
Ноябрь	с	0,8	3,9	1,1	0,7	5,0
	м	2,1	10,9	4,6		
Декабрь	с	0,7	8,4	0,6	0,9	7,7
	м	2,2	14,1	1,5		
Среднее: 2022 г.		0,6	4,6	1,0	0,6	6,6
2021 г.		0,5	5,2	1,2	0,5	8,5
Сумма, Бк/м ² ·год: 2022 г.		219		365	208	
2021 г.		183		438	183	

Примечание: - - измерения не проводились, поломка ВФУ.

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2022 г. среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в п. Охоны изменялась от $2,2 \cdot 10^{-5}$ до $8,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в этом пункте была в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ($6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КЛНАЭС, среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ КЛНАЭС в 2022 г. составляла $9,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $12,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. По данным ЛВДК КЛНАЭС, в СЗЗ и ЗН в 2022 г. радионуклиды стационарного происхождения в пробах выпадений обнаружены не были (значения контролируемых величин не превышали МДА).

По данным Северо-Западного и Центрального УГМС, годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. в п. Максатиха выросли в 1,2 раза, в п. Охоны – уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2021 годом. Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,3 до 1,3 Бк/м²·сут. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в ноябре в п. Максатиха и составляли 4,6 Бк/м²·сут. В среднем значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КЛНАЭС в 2022 г. составило 0,8 Бк/м²·сут, что превышает уровень средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений для Севера ЕТР в 1,3 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. Съеже (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

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КЛНАЭС (данные ЛВДК КЛНАЭС)

Пункт контроля	2022 г.		2021 г.		2022 г.		2021 г.	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Вода открытых водоёмов, мБк/л								
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		³ H, Бк/л		⁹⁰ Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	< 1,6	< 1,6	< 1,5	< 1,5	< 10	< 10	3,4	2,6
оз. Удомля (водоём-охладитель)	< 1,6	< 1,7	< 1,5	< 1,6	< 10	< 10	3,7	2,9
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,6	< 1,6	< 1,5	< 1,5	< 10	< 10	2,5	2,8
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	< 1,8	< 1,8	< 1,6	< 1,7	< 10	< 10	2,0	2,4
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	< 2,0	< 1,4	< 1,8	< 1,4	< 10	< 10	1,4	1,7

Пункт контроля	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Донные отложения водоёмов, Бк/кг с.-м.								
	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁹⁰ Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	< 0,68	< 0,42	< 0,65	< 0,42	< 0,53	< 0,36	< 0,87	1,25
оз. Удомля (водоём-охладитель)	< 0,66	< 0,44	< 0,63	< 0,43	< 0,51	< 0,39	< 0,89	< 1,03
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	< 0,70	< 0,43	< 0,68	< 0,43	< 0,55	< 0,37	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 0,69	2,02	< 0,66	< 0,43	< 0,54	< 0,37	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	< 0,66	< 0,43	< 0,63	< 0,43	< 0,51	< 0,37	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	< 0,70	1,28	< 0,67	< 0,40	< 0,54	< 0,34	-	-
Водная растительность, Бк/кг								
	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁹⁰ Sr	
оз. Песьво (водоём-охладитель)	3,46	1,50	< 0,88	< 0,49	< 0,77	< 0,43	2,26	2,84
оз. Удомля (водоём-охладитель)	3,37	1,49	< 1,32	< 0,36	< 1,15	< 0,34	< 3,95	< 1,64
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	2,93	< 0,14	< 0,79	< 0,14	< 0,69	< 0,13	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	5,34	1,47	< 0,98	< 0,27	< 0,83	< 0,26	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоём	5,44	1,24	< 0,87	< 0,25	< 0,75	< 0,23	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоём	2,90	4,90	< 0,69	< 0,47	< 0,61	< 0,44	-	-
Почва, кБк/м²								
	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁹⁰ Sr	
СЗЗ	0,13	0,11	< 0,041	< 0,037	< 0,035	< 0,033	< 0,059	0,069
ЗН	0,20	0,19	< 0,050	< 0,063	< 0,042	< 0,058	< 0,113	0,064
г. Вышний Волочёк (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,35	0,21	< 0,070	< 0,043	< 0,060	< 0,039	0,062	0,078
Снежный покров, Бк/м²								
	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁹⁰ Sr	
ЗН	< 0,046	< 0,044	< 0,045	< 0,044	< 0,040	< 0,044	0,28	0,60
г. Вышний Волочёк (50 км от АЭС) – контрольный пункт	< 0,093	< 0,070	< 0,091	< 0,071	< 0,081	< 0,071	0,50	0,68

Примечание: - - измерения не проводились.

Из табл. 3.4.5 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоёмах, объёмные активности ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и ³H находятся ниже предела обнаружения используемого метода анализа. Значения среднегодовой объёмной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr ниже соответствующих результатов до пуска АЭС. Объёмная активность трития в водоёмах-охладителях в 2022 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 2022 г. значение среднегодовой объёмной активности трития в водоёмах-охладителях находилось на уровне предыдущего года. Объёмные активности трития в водоёмах-охладителях достоверно не определяются в рамках используемой методики в оз. Песьво с 2021 г., в оз. Удомля – с 2020 г. Так как нижняя граница диапазона измерений, равная 10 Бк/л, превышает фоновые уровни содержания трития 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 2022 г. данный нуклид не идентифицирован (активность меньше МДА, равной 10 Бк/л).

Основным поставщиком питьевой воды для новой части г. Удомля и промплощадки КЛНАЭС является водозабор города. По данным ЛВДК КЛНАЭС, в 2022 г. объёмная $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в пробах питьевой воды, отобранных из водопровода г. Удомля и водоразборных колонок близлежащих населённых пунктов, не превышала критериев предварительной оценки по НРБ-99/2009 (≤ 1 Бк/л для $\Sigma\beta$ и $\leq 0,2$ Бк/л для $\Sigma\alpha$), т.е. проведение дальнейших исследований не требуется.

Донные отложения из водоёмов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 3.4.5 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоёмов-охладителей, р. Съежи, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), протекающей по территории промплощадки АЭС, в нижнее течение которой производится сброс ПЛК с промплощадки АЭС, а также озёр Саминец и Кубыча. По данным КЛнАЭС, пересчётный коэффициент (коэффициент высушивания) был определён экспериментально для каждой точки отбора. Оценочное значение коэффициента высушивания в 2022 г. составило от 1,19 до 1,43. Результаты мониторинга в 2022 г. показали, что ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{90}Sr 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.).

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 нуклидов в донных отложениях.

Водная растительность отбиралась один раз в год в точках отбора донных отложений вблизи береговой линии водных объектов. В водной растительности поверхностных водоёмов достоверно определялся ^{137}Cs и ^{90}Sr , значения активности которых находились на уровне и ниже соответствующих значений нулевого фона (табл. 3.4.5).

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 2022 году. Из табл. 3.4.5 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения, он достоверно определялся в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2022 г. в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г. (нулевого фона).

Отбор снежного покрова осуществлялся один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи четырёх стационарных пунктов ЗН и в контрольном пункте (табл. 3.4.5). В 2022 году, как и в 2018–2021 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. 3.4.6.

Таблица 3.4.6

**Содержание радионуклидов в сельскохозяйственной продукции
в районе расположения КЛНАЭС, Бк/кг с.м.
(данные ЛВДК КЛНАЭС)**

Вид пробы	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	2022 г.	До пуска АЭС*	2022 г.	До пуска АЭС*
Растительность луговая	< 0,32	1,6	0,63	15,9
Корнеплоды	< 0,07	0,09	0,15	0,08
Овощи	< 0,04	0,10	0,09	0,16
Картофель	< 0,06	0,09	< 0,07	0,08
Допустимая уд. акт.	80		40	
Ягоды	3,05	4,70**	< 0,15	0,60**
Допустимая уд. акт.	160		не нормируется	
Грибы	1,39	-	< 0,04	-
Допустимая уд. акт.	500		не нормируется	
Молоко	< 0,04	0,27	< 0,05	0,17
Допустимая уд. акт.	100		25	
Мясо	< 0,08	0,12**	< 0,08	0,11**
Допустимая уд. акт.	200		-	
Рыба	0,35	0,50	0,31	1,5
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 ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в продуктах в 2022 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КЛНАЭС. Наибольшее содержание ⁹⁰Sr в 2022 г. наблюдалось в луговой растительности (0,63 Бк/кг сырой массы), ¹³⁷Cs – в ягодах (3,05 Бк/кг сырой массы), что на два–три порядка ниже допустимых удельных активностей. Содержание ¹³¹I 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 2022 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения МАЭД в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО – составляли 0,09 мкЗв/ч, по регламентным маршрутам – 0,09, 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 0,17 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 2022 г. среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне вокруг КЛНАЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,16 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Среднегодовые значения МАЭД составляли 0,09–0,13 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. 3.4.7), 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.

Таблица 3.4.7

Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды в районе расположения КЛНАЭС

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %				
				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs			
Почва	СЗЗ	2021	1,71·10 ⁻⁴	54	46			
		2022	1,33·10 ⁻⁴	39	61			
	ЗН	2021	2,21·10 ⁻⁴	41	59			
		2022	2,18·10 ⁻⁴	30	70			
	Контрольный пункт	2021	2,54·10 ⁻⁴	35	65			
		2022	3,33·10 ⁻⁴	25	75			
Вода	СЗЗ	2021	3,73·10 ⁻⁴	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
		2022	3,64·10 ⁻⁴	49	2	34	14	
	Контрольный водоём оз. Саминец (ЗН)	2021	4,06·10 ⁻⁴	48	3	33	14	
		2022	3,93·10 ⁻⁴	54	2	38	15	
	Атмосфера	СЗЗ	2021	1,77·10 ⁻⁶	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
			2022	1,98·10 ⁻⁶	8	14	3	75
ЗН		2021	1,40·10 ⁻⁶	<1	4	<1	95	
		2022	3,64·10 ⁻⁷	3	14	1	82	
Контрольный пункт-г. Вышний Волочёк	2021	8,25·10 ⁻⁷	3	35	2	60		
	2022	8,11·10 ⁻⁷	4	43	2	51		

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.

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. Мончегорска. 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 2022 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока общей мощностью 1760 МВт.

Вокруг Кольской АЭС установлены СЗЗ и ЗН. Площадь СЗЗ составляет 5,3 км², ЗН – 701,5 км². СЗЗ КоАЭС включает территорию центральной части полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра, до автомобильной дороги Санкт-Петербург – Мурманск. Зона 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 приреакторные 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 вносят радионуклиды из группы ИРГ (⁴¹Аг, ^{85m}Кг, ⁸⁷Кг, ⁸⁸Кг, ¹³⁵Хе) и ³Н (табл. 3.5.1). Значения газоаэрозольных выбросов радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2022 г. увеличились, по сравнению с 2021 г., по ³Н и ¹⁴С в 1,1 и 2 раза соответственно. Выбросы ³Н составили 0,36 %, ¹⁴С – 1,09 % допустимых выбросов. Выбросы всех контролируемых радионуклидов оставались ниже допустимых.

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк
(данные КоАЭС)**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	6,40·10 ¹⁴	2,33·10 ¹²	2,14·10 ¹²	+1,81·10 ¹¹
¹⁴ C	1,12·10 ¹³	1,22·10 ¹¹	5,95·10 ¹⁰	+6,21·10 ¹⁰
⁴¹ Ag	6,90·10 ¹⁴	1,39·10 ¹²	1,93·10 ¹²	-5,36·10 ¹¹
^{85m} Kr	6,90·10 ¹⁴	9,67·10 ¹¹	9,50·10 ¹¹	+1,70·10 ¹⁰
⁸⁷ Kr	6,90·10 ¹⁴	1,43·10 ¹²	2,51·10 ¹²	-1,08·10 ¹²
⁸⁸ Kr	6,90·10 ¹⁴	2,26·10 ¹²	2,85·10 ¹²	-5,94·10 ¹¹
¹³⁵ Xe	6,90·10 ¹⁴	5,96·10 ¹¹	7,69·10 ¹¹	-1,73·10 ¹¹
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	4,13·10 ⁷	4,49·10 ⁷	-3,60·10 ⁶
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	1,62·10 ⁷	3,26·10 ⁷	-1,64·10 ⁷
^{110m} Ag	2,47·10 ¹¹	5,38·10 ⁷	5,60·10 ⁷	-2,15·10 ⁶
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	1,77·10 ⁶	2,24·10 ⁶	-4,70·10 ⁵
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	6,06·10 ⁶	1,49·10 ⁷	-8,81·10 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 2022 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	5,61·10 ¹³	1,27·10 ¹³	1,25·10 ¹³	+2,00·10 ¹¹
⁶⁰ Co	6,39·10 ¹⁰	1,17·10 ⁷	1,24·10 ⁷	-7,00·10 ⁵
⁶⁵ Zn	6,70·10 ¹⁰	1,64·10 ⁷	1,56·10 ⁷	+8,00·10 ⁵
¹³⁴ Cs	1,18·10 ¹⁰	1,00·10 ⁷	8,40·10 ⁶	+1,60·10 ⁶
¹³⁷ Cs	1,27·10 ¹⁰	1,09·10 ⁷	1,02·10 ⁷	+7,00·10 ⁵

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 ³H, сбросы которого в 2022 г. фактически не изменились и составили 22,6 % допустимого. Увеличившиеся сбросы ⁶⁵Zn, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs не превысили 0,1 % соответствующих допустимых сбросов. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2022 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС осуществляет ОРБ КоАЭС. В 2022 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 ($0,5 \times 0,5 \times 0,5$) м³, 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 радиэкологической 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.

В 2022 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 происхождения;

- наблюдения за МАЭД на девяти стационарных пунктах;

- маршрутные обследования в ближней зоне КоАЭС с отбором снега, растительности, почвы.

В октябре 2022 г. экспедиционной группой производился отбор донных отложений на стовах озера Имандра: п. Зашеек и губа Молочная, а также в контрольной точке (р. Вите).

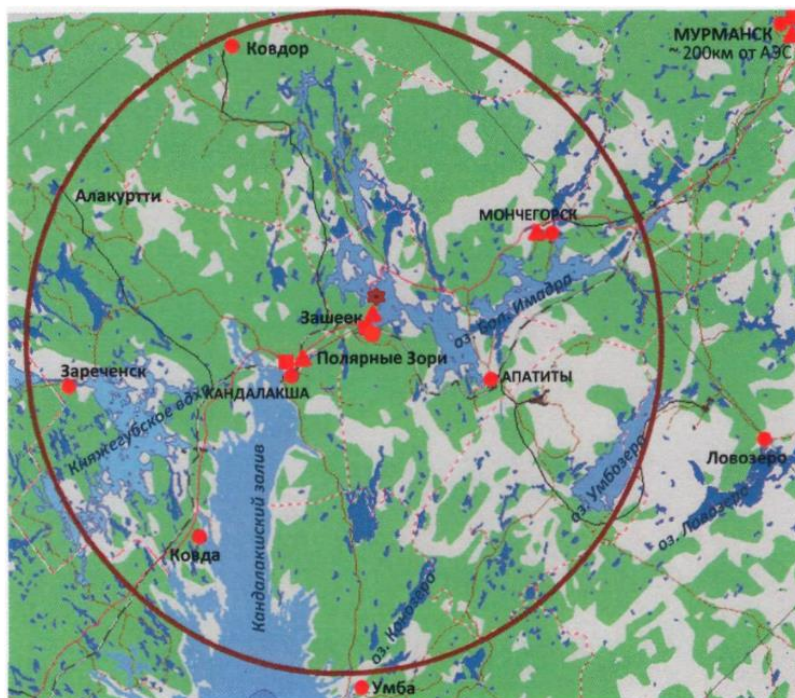


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

Приземная атмосфера

Атмосферные выпадения и объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2022 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 3.5.3. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объёмной $\Sigma\beta$ по Заполярному региону. Среднегодовые суточные $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2022 г. в н.п. Зашеек и в г. Кандалакша остались примерно на уровне предыдущего года, в г. Мончегорске уменьшились в 1,2 раза. Среднегодовые суточные $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2022 г. превышали уровень региональных выпадений в 1,4–1,9 раза. Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2022 г. колебалась в пределах от 0,7 до 2,2 Бк/м²·сут. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Мончегорске в декабре и составляли 7,9 Бк/м²·сут.

Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе н.п. Зашеек, расположенном в 20-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, колебалась в 2022 г. в пределах от $3,9 \cdot 10^{-5}$ до $9,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Кандалакша – от $4,7 \cdot 10^{-5}$ до $11,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объёмная $\Sigma\beta$ наблюдалась в феврале в н.п. Зашеек и составляла $31,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Таблица 3.5.3

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сут)
и объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне КоАЭС в 2022 г.
(данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	1,5	7,0	1,0	1,4	6,4	0,6	4,4
	м	5,0	15,6	2,5	5,2	12,5		
Февраль	с	1,7	9,6	1,5	1,5	7,4	0,9	5,1
	м	6,8	31,3	4,6	4,2	18,0		
Март	с	1,0	6,2	1,1	1,3	6,0	0,6	3,8
	м	2,2	9,7	3,4	2,5	11,0		
Апрель	с	1,4	5,7	0,9	1,3	4,8	0,8	3,7
	м	2,8	9,2	1,9	3,6	7,2		
Май	с	2,2	6,7	1,1	1,1	6,6	0,6	4,0
	м	7,5	13,0	2,7	2,4	14,2		
Июнь	с	1,4	4,8	0,8	1,5	6,0	0,5	4,3
	м	3,0	8,0	1,7	4,5	8,3		
Июль	с	1,6	6,8	0,9	1,1	7,4	0,8	4,8
	м	4,8	9,8	2,0	2,5	9,5		
Август	с	1,0	7,0	0,7	0,8	9,6	0,7	4,6
	м	2,5	10,5	1,4	1,9	16,0		
Сентябрь	с	1,5	7,0	1,1	1,7	8,6	0,8	3,9
	м	3,2	11,3	2,5	5,9	14,6		
Октябрь	с	1,8	3,9	1,1	2,1	4,7	0,8	3,9
	м	4,3	5,6	2,9	4,1	9,1		
Ноябрь	с	1,4	5,9	1,5	1,3	6,2	1,0	5,2
	м	5,4	17,1	5,8	3,1	14,0		
Декабрь	с	1,5	9,6	1,7	1,4	11,0	1,1	6,1
	м	4,4	28,5	7,9	2,8	22,5		
Среднее:	2022 г.	1,5	6,7	1,1	1,4	7,1	0,8	4,5
	2021 г.	1,4	6,9	1,3	1,4	6,9	0,7	4,3
Сумма,	2022 г.	551		409	494		281	
Бк/м ² ·год:	2021 г.	493		485	518		256	

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из н.п. Зашеек (входит в 20-км зону КоАЭС) за 2015–2022 гг. и из г. Кандалакша за 2010–2014 гг. и 2022 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. Из табл. 3.5.4 видно, что среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в н.п. Зашеек и г. Кандалакша в 2022 г. была ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья в 1,6 и 1,3 раза соответственно. Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в н.п. Зашеек в 2022 г. была ниже в 1,5, в г. Кандалакша – выше в 2,6 раза регионального уровня. Значение плотности выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2022 г. было ниже предела обнаружения.

Таблица 3.5.4

**Объёмные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КоАЭС, 10^{-7} Бк/м³
(данные Мурманского УГМС и НПО «Гайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
^{137}Cs							
Кандалакша	2010	1,1	0,9	0,6	1,2	1,0	0,9
	2011	5,9	79,1	2,3	1,7 ¹⁾	26,4 ²⁾	21,2
	2012	2,4	2,0	1,2	6,3	3,0	1,6
	2013	2,4	1,7	1,5	1,4	1,8	1,8
	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
Зашеек	2015	1,1	1,2	1,5	0,8	1,1	1,4
	2016	1,9	0,9	2,2	0,7	1,4	1,2
	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
^{90}Sr							
Кандалакша	2010	0,08	0,08	0,04	0,04	0,06	0,25
	2011	0,08	0,13	0,07	н/д	0,09	0,29
	2012	0,14	0,18	0,10	0,23	0,16	0,33
	2013	0,26	0,14	0,09	0,08	0,14	0,36
	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
Зашеек	2015	0,21	-	0,16	-	0,19	0,31
	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

Примечания: ¹⁾ – данные за 1 месяц;
²⁾ – среднее за 10 месяцев;
³⁾ – среднее за 4 месяца;
- – нет данных.

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	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м²·сут						
^{137}Cs	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01
^{134}Cs	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01
^{60}Co	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,01
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л						
^3H	<1,49	<1,84	<2,59	<1,39	<7,86	<1,42

Содержание ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co в атмосферных выпадениях СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2022 г. было меньше МДА. Объёмная активность ^3H в атмосферных осадках СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2022 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/м³ (данные ОРБ КоАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		г. Кандалакша – контрольный пункт	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
^{137}Cs	<10	<14	<18	<11	<17	<14
^{134}Cs	<20	<12	<18	<11	<18	<12
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	14	30	-	-	-	-
^{95}Nb	16	19	-	-	-	-
^{60}Co	14	23	<18	<11	<18	<13
^{58}Co	12	14	-	-	-	-
^{54}Mn	<10	13	-	-	-	-
^{51}Cr	156	191	-	-	-	-

Примечание: - – нет данных.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{95}Nb , ^{60}Co , ^{58}Co и ^{51}Cr . Среднегодовые объёмные активности всех обнаруженных радионуклидов в 2022 г. уменьшились по сравнению с предыдущим годом и остались 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/м³, что на порядок выше фоновых концентраций ^{137}Cs в регионе ($1,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). 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 2022 г. из нормированных радионуклидов достоверно определялся только ^{137}Cs , плотность загрязнения почвы которым выросла, по сравнению с предыдущим годом, в ЗН в 2,4 раза. Содержание других нормируемых радионуклидов в почве было меньше МДА.

В 2022 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: 39–93 Бк/м³ (^{223}Th), 40–68 Бк/м³ (^{226}Ra), в контрольных точках не превышала 38 Бк/м³, 41 Бк/м³ (^{60}Co). Удельная активность радионуклидов в почве 20-км зоны КоАЭС колебалась в пределах: 1,8–3,9 Бк/кг (^{137}Cs), 1,1–5,5 Бк/кг (^{232}Th), 3,0–5,1 Бк/кг (^{226}Ra), 3,6–4,0 Бк/кг (^{212}Pb). В почве контрольных точек: 2,5 Бк/кг (^{137}Cs), 2,3–2,4 Бк/кг (^{232}Th), 2,1 Бк/кг (^{226}Ra), 2,4–3,8 Бк/кг (^{212}Pb). Содержание ^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra в отобранных пробах растительности 20-км зоны КоАЭС колебалось в пределах: 6,4–18,5; 2,2–4,4; 1,7–5,6 Бк/кг

соответственно. Удельная активность ^{137}Cs , ^{232}Th , ^{226}Ra в пробах растительности контрольных точек находилась в пределах: 5,4–8,1; 0,78; 0,54–2,7 Бк/кг соответственно.

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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Почва, Бк/м²						
СЗЗ	84	91	< 38	< 59	< 37	< 56
ЗН	133	55	< 59	< 38	< 58	< 34
Контрольный пункт	37	64	< 37	< 40	< 37	< 40
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	8,4	17,0	< 2,3	< 1,3	< 2,1	< 1,1
Губа Молочная	12,9	12,6	< 1,7	< 1,0	< 1,5	< 1,0
Орловские острова	11,4	4,5	< 3,7	< 1,6	< 3,5	< 1,2
Губа Глубокая	< 1,5	6,7	< 1,4	< 1,1	< 1,5	< 1,0
Водозабор н.п. Зашеек	< 2,0	4,7	< 2,3	< 1,0	< 2,0	< 1,0
Водозабор п. Африканда	< 1,8	4,4	< 1,4	< 1,1	< 1,5	< 1,1
Водная растительность, Бк/кг						
Губа Молочная	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Губа Глубокая	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Поверхностные и подземные воды, донные отложения, водная растительность

Объёмные активности всех представленных в табл. 3.5.7 радионуклидов в 2022 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, достоверно определялся ^3H (7,7 Бк/л) при УВ, равном 7600 Бк/кг по НРБ-99/2009 [2]. Объёмная активность ^3H во всех остальных точках отбора в воде оз. Имандра и р. Пиренги была меньше МДА (МДА, Бк/л: Узкая Салма – 3,2, Широкая Салма – 5,3, водозабор п. Африканда – 4,5, водозабор н.п. Зашеек – 5,0, губа Молочная – 3,2, р. Пиренга – 5,1).

По данным КоАЭС, вода источников водоснабжения удовлетворяла критериям предварительной оценки качества питьевой воды ($\text{УА}_\alpha < 0,2$ Бк/кг, $\text{УА}_\beta < 1,0$ Бк/кг), при выполнении которых дальнейшие исследования необязательны.

В 2022 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 2022 г. составила 1,3 и 1,4 мБк/л соответственно, что на три порядка ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [2], и ниже уровня фонового содержания данного радионуклида в озёрах ЕТР (1,8 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 2022 г. техногенная активность донных отложений

Содержание радионуклидов в растительности района расположения КоАЭС в 2022 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 2022 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что по сравнению с 2021 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МАЭД практически не изменилась и находилась в пределах от 0,08 до 0,11 мкЗв/ч при среднемесячных колебаниях от 0,06 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным маршрутных измерений ОРБ КоАЭС, в 2022 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	2021	$1,06 \cdot 10^{-4}$	19	20	61
		2022	$8,68 \cdot 10^{-5}$	12	13	57
	ЗН	2021	$6,50 \cdot 10^{-5}$	11	13	37
		2022	$1,37 \cdot 10^{-4}$	20	20	90
	Контрольный пункт	2021	$7,43 \cdot 10^{-5}$	13	13	43
		2022	$5,29 \cdot 10^{-5}$	12	12	25
Вода	оз. Имандра	2021	$2,33 \cdot 10^{-4}$	51	33	16
		2022	$2,28 \cdot 10^{-4}$	51	34	14
	Контрольный водоём р. Пиренга	2021	$2,60 \cdot 10^{-4}$	45	30	25
		2022	$2,28 \cdot 10^{-4}$	52	34	14
Донные отложения	Губа Молочная	2021	$2,23 \cdot 10^{-3}$	3	5	92
		2022	$2,39 \cdot 10^{-3}$	4	8	88
	Губа Глубокая-водозабор	2021	$1,28 \cdot 10^{-3}$	5	10	85
		2022	$3,80 \cdot 10^{-4}$	26	41	32
Атмосфера	СЗЗ	2021	$2,81 \cdot 10^{-6}$	63	9	29
		2022	$2,02 \cdot 10^{-6}$	38	14	20
	ЗН	2021	$1,28 \cdot 10^{-6}$	15	8	22
		2022	$2,09 \cdot 10^{-6}$	25	13	37
	Контрольный пункт-г. Кандалакша	2021	$1,54 \cdot 10^{-6}$	18	9	29
		2022	$2,03 \cdot 10^{-6}$	25	13	35

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 ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [2]) в приземном воздухе СЗЗ техногенных радионуклидов (⁵¹Cr, ⁵⁸Co, ⁶⁰Co, ⁹⁵Nb, ^{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. Курчатова (количество жителей – 37,9 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десну, которая впадает в р. Днепр.

В 2022 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 66 тыс. человек.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы 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 2022 г. представлены в табл. 3.6.1.

В 2022 г. годовые выбросы ³H, ^{135m}Xe и ¹³⁸Xe увеличились по сравнению с 2021 г., а выбросы ¹⁴C, ⁴¹Ar, ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Co, ^{85m}Kr, ⁸⁷Kr, ⁸⁸Kr, ¹³¹I, ¹³³I, ¹³³Xe, ¹³⁵Xe, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs и ¹⁴⁰Ba уменьшились. Выбросы составляли от 2,4·10⁻⁴ % (для ¹³³I) до 10 % (для ⁶⁰Co) 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.

Таблица 3.6.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^3H	$8,89 \cdot 10^{14}$	$6,08 \cdot 10^{11}$	$5,32 \cdot 10^{11}$	$+7,6 \cdot 10^{10}$
^{14}C	$1,29 \cdot 10^{13}$	$7,38 \cdot 10^{11}$	$8,20 \cdot 10^{11}$	$-8,2 \cdot 10^{10}$
^{41}Ar	$2,18 \cdot 10^{15}$	$8,19 \cdot 10^{13}$	$8,42 \cdot 10^{13}$	$-2,3 \cdot 10^{12}$
^{54}Mn	$7,23 \cdot 10^{11}$	$9,42 \cdot 10^7$	$6,09 \cdot 10^8$	$-5,1 \cdot 10^8$
^{59}Fe	$3,00 \cdot 10^{12}$	$2,85 \cdot 10^7$	$1,84 \cdot 10^8$	$-1,6 \cdot 10^8$
^{60}Co	$2,50 \cdot 10^9$	$2,49 \cdot 10^8$	$5,80 \cdot 10^8$	$-3,3 \cdot 10^8$
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$3,70 \cdot 10^{15}$	$4,24 \cdot 10^{12}$	$9,08 \cdot 10^{12}$	$-4,8 \cdot 10^{12}$
^{87}Kr	$3,37 \cdot 10^{15}$	$9,53 \cdot 10^{12}$	$1,06 \cdot 10^{13}$	$-1,1 \cdot 10^{12}$
^{88}Kr	$1,37 \cdot 10^{15}$	$1,43 \cdot 10^{13}$	$1,84 \cdot 10^{13}$	$-4,1 \cdot 10^{12}$
^{131}I	$9,30 \cdot 10^{10}$	$3,98 \cdot 10^8$	$6,74 \cdot 10^8$	$-2,8 \cdot 10^8$
^{133}I	$5,32 \cdot 10^{13}$	$1,26 \cdot 10^8$	$4,71 \cdot 10^8$	$-3,5 \cdot 10^8$
^{133}Xe	$5,56 \cdot 10^{15}$	$6,30 \cdot 10^{13}$	$9,59 \cdot 10^{13}$	$-3,3 \cdot 10^{13}$
$^{135\text{m}}\text{Xe}$	$3,70 \cdot 10^{15}$	$1,18 \cdot 10^{13}$	$8,25 \cdot 10^{12}$	$+3,6 \cdot 10^{12}$
^{135}Xe	$3,70 \cdot 10^{15}$	$4,39 \cdot 10^{13}$	$8,07 \cdot 10^{13}$	$-3,7 \cdot 10^{13}$
^{138}Xe	$2,44 \cdot 10^{15}$	$2,16 \cdot 10^{13}$	$1,61 \cdot 10^{13}$	$+5,5 \cdot 10^{12}$
^{134}Cs	$1,40 \cdot 10^9$	$8,77 \cdot 10^6$	$1,17 \cdot 10^7$	$-2,9 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$4,00 \cdot 10^9$	$4,83 \cdot 10^7$	$4,94 \cdot 10^7$	$-1,1 \cdot 10^6$
^{140}Ba	-	-	$3,23 \cdot 10^6$	-

Примечание: -- нет данных;

Выбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учетом присвоения значения, равного 1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на АЭС приборами и методами.

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 м. Объём чаши водоёма-охладителя составляет $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $21,5 \text{ км}^2$, скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 м/с (в весенний паводок).

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 2022 г., Бк	Сброс за 2021 г., Бк	Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
^3H	$1,02 \cdot 10^{14}$	$1,28 \cdot 10^{10}$	$6,23 \cdot 10^{10}$	$-5,0 \cdot 10^{10}$
^{54}Mn	$5,25 \cdot 10^8$	$4,44 \cdot 10^5$	$1,71 \cdot 10^6$	$-1,3 \cdot 10^6$
^{58}Co	$1,60 \cdot 10^9$	$4,29 \cdot 10^5$	$1,58 \cdot 10^6$	$-1,2 \cdot 10^6$
^{60}Co	$1,86 \cdot 10^8$	$5,04 \cdot 10^5$	$1,77 \cdot 10^6$	$-1,3 \cdot 10^6$
^{65}Zn	$7,68 \cdot 10^8$	$8,87 \cdot 10^5$	$3,39 \cdot 10^6$	$-2,5 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$1,90 \cdot 10^9$	$4,08 \cdot 10^6$	$1,61 \cdot 10^7$	$-1,2 \cdot 10^7$
^{134}Cs	$1,73 \cdot 10^8$	$4,47 \cdot 10^5$	$1,83 \cdot 10^6$	$-1,4 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,93 \cdot 10^8$	$6,98 \cdot 10^5$	$2,60 \cdot 10^6$	$-1,9 \cdot 10^6$
^{144}Ce	$1,48 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^6$	$9,38 \cdot 10^6$	$-6,9 \cdot 10^6$
Общая активность		$1,28 \cdot 10^{10}$	$6,24 \cdot 10^{10}$	$-5,0 \cdot 10^{10}$

Примечания: -- нет данных;

сбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учётом присвоения значения, равного 1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём сброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на АЭС приборами и методами.

По сравнению с 2021 г. в 2022 г. сбросы ^3H уменьшились в 4,9 раза. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,013 % допустимого. Сбросы радионуклидов в 2022 году уменьшились в связи с повторным использованием воды в технологических процессах и выводом из эксплуатации первого энергоблока.

Радиационная обстановка вокруг КуАЭС в радиусе до 100 км контролируется Центрально-Чернозёмным УГМС, а в радиусе до 30 км – группой внешнего радиационного контроля (ГВРК) КуАЭС.

В 2022 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 м³/ч до 4000 м³/ч;
- радиоактивность атмосферных выпадений определялась в девяти пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;
- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоёмов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;
- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в 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 $\Sigma\beta$. Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах Canberra, диапазон измерения активности, согласно МВИ, – 1–10⁸ Бк. Измерение $\Sigma\beta$ 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-Чернозёмное УГМС (рис. 3.6.1 и 3.6.2).

В 2022 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 – ежедневно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – 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 м² 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;

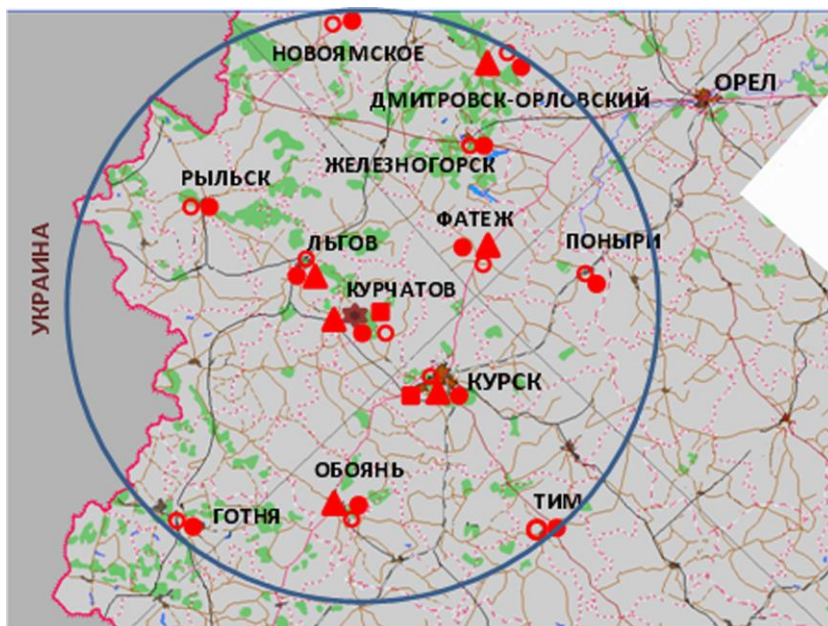


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- ★ — АЭС;
- — наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- — планируемые наблюдения.

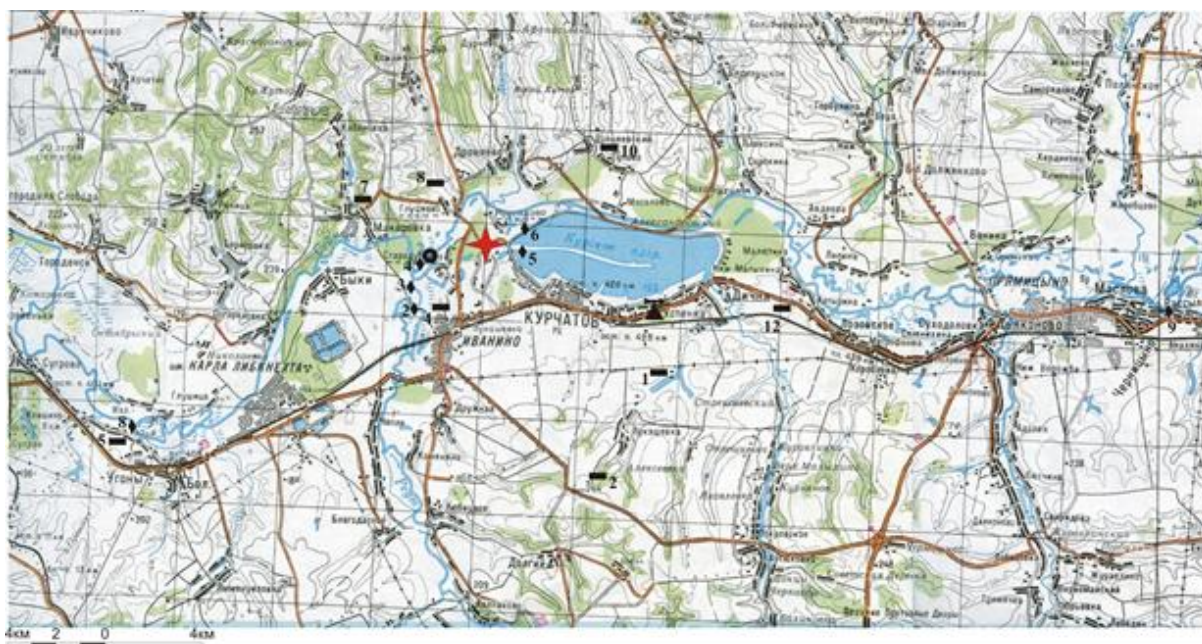


Рис. 3.6.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- ★ — 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 Центральном-Чернозёмном УГМС определялся в ФГБУ «НПО «Тайфун». $\Sigma\beta$ проб измерялась на альфа-бета-радиометрах УМФ-2000 и на радиометре типа РУБ-01П5. Объёмная активность ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в объединённых за квартал пробах определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземная атмосфера

Данные Центрально-Чернозёмного УГМС за 2022 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объёмных $\Sigma\beta$ в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 3.6.3.

Таблица 3.6.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2022 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Курск	с	10,1	10,8	15,4	13,3	13,6	12,5	14,2	40,1	15,3	14,5	16,5	20,5	16,4	19,4
	м	18,1	23,5	49,8	22,6	37,3	29,5	34,8	70,3	37,4	39,8	50,8	52,6	70,3	85,1
Курчатов	с	6,2	4,9	11,5	8,7	14,2	17,1	14,1	30,7	12,1	21,8	13,2	19,9	14,5	24,0
	м	9,7	6,0	13,0	12,0	18,1	22,6	39,8	41,7	18,1	41,7	25,3	33,5	41,7	94,3

Из приведённых в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объёмная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в августе и составила $70,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в г. Курчатове – в августе и октябре и составила $41,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от $10,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в январе) до $40,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) в г. Курске и от $4,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале) до $30,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) – в г. Курчатове. Среднегодовые объёмные $\Sigma\beta$ в Курске уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2021 г. и составляли $16,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,3 раза ($21,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), а в г. Курчатове уменьшились в 1,7 раза и составляли $14,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,5 раза.

По результатам гамма-спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведённого Центральным-Чернозёмным 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. Курчатове и допустимые объёмные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [2] с целью оценки степени опасности для населения регистрируемых в приземной атмосфере радионуклидов.

**Среднегодовые (q) и максимальные (q_m) значения объёмной активности радионуклидов
в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)**

Радио- нуклид	Курск				Курчатов				Д _{ОАнас.} , Бк/м ³
	q		q_m		q		q_m		
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 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	0,4	4,3	4	42	4,6	34,1	18	17	72
⁵⁹ Fe	н	н	н	н	1	2,6	12	700	30
⁵⁸ Co	н	н	н	н	0,1	н	1,6	н	68
⁶⁰ Co	0,2	0,5	1	4,6	5,2	22,8	24	110	11
⁹⁵ Zr	н	н	н	н	н	н	н	н	23
⁹⁵ Nb	н	н	н	н	н	н	н	н	72
¹³¹ I	н	н	н	н	н	0,2	н	н	7,3
¹³⁴ Cs	н	н	н	н	н	0,8	н	9,8	19
¹³⁷ Cs	6,1	6,7	15	13	8,1	14	28	50	27

Примечания: максимальная объёмная активность радионуклидов (q_m) в г. Курске приведена по суточным пробам аэрозолей, в Курчатове – по пробам аэрозолей, экспонируемым в течение пяти суток;
н – ниже предела обнаружения.

В течение года среднемесячная объёмная активность ¹³⁷Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (ноябрь) до $14,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (июль) и составила в среднем за год $6,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже среднего за 2021 г. ($6,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,3 раза выше средневзвешенной объёмной активности ¹³⁷Cs для территории Центра ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались ⁵⁴Mn, ⁶⁰Co. Среднегодовое значение активности ⁶⁰Co уменьшилось в 2,5 раза по сравнению с 2021 г., а среднегодовое значение активности ⁵⁴Mn уменьшилось в 10,8 раза. В г. Курчатове среднемесячная объёмная активность ¹³⁷Cs изменялась от $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) до $28,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) и составила в среднем за год $8,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,7 раза ниже, чем в 2021 г. ($13,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 3 раза выше средневзвешенной объёмной активности ¹³⁷Cs для территории Центра ЕТР.

Кроме ¹³⁷Cs, в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2022 г. наблюдались ⁵⁴Mn, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co и ⁶⁰Co. Максимальные зарегистрированные значения объёмных активностей радионуклидов были ниже нормативных Д_{ОАнас.} по НРБ-99/2009 на шесть и более порядков.

В табл. 3.6.5 представлены объёмные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁸Pu и ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в приземном слое воздуха в городах Курске и Курчатове за последние пять лет.

Из табл. 3.6.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. в Курске уменьшилась в 2,3 раза по сравнению с 2021 г. и была в 1,2 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в Курчатове уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с 2021 г. и была в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объёмная активность ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2021 г. ($2,46 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2020 годом. Объёмная активность ²³⁸Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2021 г. составила $2,12 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2020 годом.

Данные ГВРК АЭС о среднегодовых объёмных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2021–2022 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ГВРК КуАЭС, в 2022 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. Объёмная активность ¹³⁷Cs в ЗН ($9,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с 2021 г. и в 3,5 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). 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 $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2018–2022 гг., Бк/м³ (данные Центрально-Чернозёмного УГМС и НПО «Гайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
$^{137}\text{Cs}^*$, 10^{-7}							
Курск	2018	2,6	8,7	11,1	21,3	10,9	3,4
	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
Курчатов	2018	6,1	18,6	16,2	14,0	13,7	3,4
	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
^{90}Sr, 10^{-7}							
Курск	2018	0,59		0,73		0,66	0,57
	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
Курчатов	2018	1,02		1,00		1,01	0,57
	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
$^{239+240}\text{Pu}$, 10^{-9}							
Курск	2018	1,54		1,47		1,51	-
	2019	0,20		1,97		1,09	-
	2020	2,74		3,53		3,14	-
	2021	2,06		2,86		2,46	-
	2022	6,2					-
^{238}Pu, 10^{-9}							
Курск	2018	0,24		-		0,24	-
	2019	0,68		н		0,68	-
	2020	2,74		2,66		2,70	-
	2021	3,58		0,66		2,12	-
	2022	11,1					-

Примечания: * – данные Центрально-Чернозёмного ГМС;
 н – ниже предела обнаружения;
 - – нет данных.

Таблица 3.6.6

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2021–2022 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные ГВРК КуАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОО _{нас.} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	
^{54}Mn	140	570	7,4	29	< 16	11	72
^{59}Fe	69	440	< 9,2	33	< 43	< 41	30
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	68
^{60}Co	120	390	7,7	22	45	120	11
^{65}Zn	-	-	-	-	-	-	72
^{94}Nb	-	-	-	-	-	-	11
^{95}Nb	-	-	-	-	-	-	72
^{95}Zr	-	-	-	-	-	-	23
^{134}Cs	36	25	6,1	< 5,3	< 16	< 15	19
^{137}Cs	68	110	9,4	14	32	38	27

Данные Центрально-Чернозёмного УГМС о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2022 г. приведены в табл. 3.6.7. Там же для сравнения приведены среднемесячные суточные выпадения для Центрально-Чернозёмных 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 $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2022 г. (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		Сумма за год, Бк/м ² ·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.	
Дмитровск-Орловский	с	1,2	0,9	1,3	1,5	1,0	0,8	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,3	1,1	1,0	398
	м	3,8	3,1	4,2	4,3	4,3	1,8	4,6	4,0	4,4	3,4	2,7	4,3			
Курск	с	0,8	0,8	0,6	0,8	0,6	1,0	0,8	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	291
	м	2,4	3,1	2,2	2,9	2,3	3,2	6,7	5,3	2,6	2,4	3,1	2,7			
Курчатов	с	1,1	1,1	1,0	1,2	0,9	0,9	0,8	1,1	0,9	1,1	1,2	1,3	1,1	1,0	387
	м	3,8	3,3	4,4	4,4	3,2	3,5	4,3	3,3	3,1	3,8	5,5	3,7			
Льгов	с	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	0,7	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	1,2	0,9	1,0	338
	м	2,9	3,6	3,5	2,9	3,0	2,9	3,0	1,7	4,8	3,1	2,9	2,7			
Обоянь	с	1,6	0,8	0,9	1,0	0,5	1,0	1,0	1,2	1,2	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	372
	м	4,6	3,0	3,8	3,6	1,6	2,5	2,9	3,3	4,7	2,4	3,3	5,2			
Фатеж	с	0,9	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	1,0	0,8	0,9	0,8	1,4	0,9	1,0	323
	м	3,5	3,7	2,9	3,7	2,4	3,1	2,7	4,1	1,8	2,5	3,2	4,7			
100-км зона Курской АЭС		1,1	0,9	0,9	1,1	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0	351
Региональный фон*		0,7	0,8	0,8	1,0	0,9	0,7	0,8	0,9	1,1	1,1	0,8	1,1	0,9	0,8	306

Примечание: * – Белгород, Липецк, Тамбов.

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2022 г. среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,8–1,1 Бк/м²·сут, что находится примерно на уровне среднего значения для Центрально-Чернозёмных областей. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений были зарегистрированы в г. Дмитровске-Орловском (398 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в июле в г. Курске (6,7 Бк/м²·сут).

Гамма-спектрометрический анализ атмосферных выпадений с М-2 Курчатов, а также зон 11 и 12 произведён:

- по объединённым за месяц пробам г. Курчатова;
- 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).

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. В 2022 г., по сравнению с 2021 г., в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 4,3 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. Выпадения ¹³⁷Cs в зоне 12 увеличились в 5 раз по сравнению с 2021 годом.

В 2022 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Курчатове и в зоне 12 были в 2,0 и 3,3 раза выше средних выпадений этого радионуклида на незагрязнённых территориях Центра ЕТР (0,20 Бк/м²·год).

Таблица 3.6.8

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2022 г., Бк/м²·месяц
(данные Центрально-Чернозёмного 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	23	н	47	0,06	15	н	27
Февраль	н	22	н		0,04	18	н	15
Март	н	17	н	43	0,03	16	н	14
Апрель	0,11	98	н	52	н	41	н	44
Май	0,14	47	н	48	0,12	35	0,02	45
Июнь	н	25	н		0,04	31	н	39
Июль	н	195	н		0,05	49	н	112
Август	0,14	108	0,49	52	0,24	258	0,04	43
Сентябрь	н	145	н	62	0,04	45	0,03	65
Октябрь	н	69	н	48	0,03	31	н	69
Ноябрь	н	51	н	62	н	22	н	14
Декабрь	н	84	н	48	н	29	0,04	51
Сумма, Бк/м ² ·год: 2022 г.	0,39	884	0,49	461	0,65	590	0,13	536
Сумма, Бк/м ² ·год: 2021 г.	0,09	234	3,69	244	0,13	191	0,08	239
2020 г.	0,44	109	3,33	93	0,55	95	0,09	94

Примечания: н – ниже предела обнаружения;

сумма за 2021 г. указана за 7 месяцев 2021 г., т.к. в 2021 г. гамма-спектрометр не работал большую часть года и анализы не выполнялись.

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. В 2022 г., по сравнению с 2021 г., в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 4,3 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. Выпадения ¹³⁷Cs в зоне 12 увеличились в 5 раз по сравнению с 2021 годом.

В 2022 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Курчатове и в зоне 12 были в 2,0 и 3,3 раза выше средних выпадений этого радионуклида на незагрязнённых территориях Центра ЕТР (0,20 Бк/м²·год).

По данным ГВРК АЭС, в 2022 г. среднегодовые выпадения ⁶⁰Co в зоне наблюдения Курской АЭС уменьшились по сравнению с 2021 г. и составили < 0,02 Бк/м²·сут. Среднегодовые выпадения ¹³⁷Cs в зоне наблюдения Курской АЭС также уменьшились и составили < 0,02 Бк/м²·сут.

Вода, донные отложения

В 2022 г. ГВРК КуАЭС ежемесячно отбирались пробы воды открытых водоёмов (водоём-охладитель и р. Сейм) при помощи ручных пробоотборников. Объём проб составлял не менее 40 л.

Центрально-Чернозёмным 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 2022 г., полученные Центрально-Чернозёмным УГМС и ГВРК КуАЭС, приведены в табл. 3.6.9 и 3.6.10 соответственно. По данным ГВРК КуАЭС, в воде р. Сейм регистрировался ³H (в сбросе ПЛК), активность которого составила 120 Бк/кг.

По данным Центрально-Чернозёмного УГМС, в 2022 г. (табл. 3.6.9) средние за год значения объёмной Σβ в пруде-охладителе в 1,6 раза превышают фоновое значение в р. Сейм; в р. Сейм в 100 м ниже сброса ПЛК – в 1,2 раза. Объёмная Σβ во всех точках отбора была значительно ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников из Курчатовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды показали, что в 2022 г. объёмная Σβ составляла 0,1 Бк/кг.

Таблица 3.6.9

**Объёмные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС
и открытых водоёмов в 2022 г., Бк/л
(данные Центрально-Чернозёмного УГМС)**

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$	
	2022 г.	2021 г.
<u>Водоём-охладитель</u>		
Отводящий канал водоёма-охладителя (устье)	0,50	0,59
Подводящий канал водоёма-охладителя	0,49	0,45
<u>р. Сейм</u>		
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	0,31	0,27
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	0,36	0,33
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	0,24	0,32

Таблица 3.6.10

**Объёмные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов
в 2022 г., Бк/кг (данные ГВРК КуАЭС)**

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{60}Co		^3H	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Отводящий канал водоёма-охладителя (устье)	< 0,019	< 0,020	< 0,019	< 0,020	< 4,0	< 4,0
р. Сейм (хутор Александровский)	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 0,019	< 4,0	10,7
р. Сейм (сброс ПЛК)	< 0,009	0,006	< 0,009	< 0,010	120	235
р. Сейм (п. Макаровка)	< 0,019	< 0,019	< 0,018	< 0,019	< 4,0	< 4,0
р. Сейм (БНС-3)	< 0,019	0,011	< 0,018	< 0,019	< 4,0	47,7

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 2022 г. в пробах донных отложений удельная активность ^{137}Cs изменялась в диапазоне от 0,7 до 8,3 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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Отводящий канал водоёма-охладителя	1,5	0,8	< 0,4	< 0,4
Водоём-охладитель, восточная часть	0,7	1,1	< 0,4	< 0,4
Водоём-охладитель, район ЦГиЭ-125	4,6	21,7	< 0,5	< 1,5
Водоём-охладитель, район ЛВД	1,6	1,4	< 0,4	< 0,4
р. Сейм (ниже сброса), д. Макаровка	1,2	0,7	< 0,5	< 0,5
р. Сейм, сброс ПЛК	1,4	1,6	< 0,5	0,9
р. Сейм (выше сброса), хутор Александровский	8,3	3,3	3,3	< 0,5

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 $\Sigma\beta$ воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений $\Sigma\beta$ – от 0,1 до $3 \cdot 10^3$ Бк с погрешностью не более 15 %).

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 $\Sigma\beta$ активности проб производились на альфа-бета-радиометрах УМФ-2000 и радиометрах РУБ-01П.

По данным Центрально-Чернозёмного УГМС, в 2022 г. наибольшая среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ активность в талой воде (103 мБк/л) наблюдалась в т. 13. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активности (1,43 Бк/м²) наблюдалась в т. 13 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.12). В других пунктах наблюдения как среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ активность в талой воде, так и плотности загрязнения снежного покрова не превышали фоновые значения.

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС из поверхностного слоя земли в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных аэрозолей и выпадений. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является ¹³⁷Cs. В 2022 г. средние значения поверхностной плотности ¹³⁷Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 4,5 и 3,0 кБк/м² соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 3,1 кБк/м². Поверхностная плотность загрязнения почвы ⁶⁰Co составляла 760 Бк/м² в СЗЗ, 690 Бк/м² в ЗН и < 100 Бк/м² – в контрольном пункте.

Таблица 3.6.12

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС
(данные Центрально-Чернозёмного УГМС)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объёмная активность в талой воде, мБк/л	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	1,11	0,24	98	14
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,31	0,32	19	20
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,36	1,07	17	64
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,86	0,55	44	33
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	1,34	0,79	74	48
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	0,35	0,41	14	24
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	0,45	2,23	27	134
т. 12 – 2 км к востоку от д. Дичня	0,27	0,36	16	21
т. 13 – метеостанция г. Курска (фон)	1,43	0,14	103	8

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2022 г. контролировалось Центрально-Чернозёмным 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 ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, а также природных радионуклидов ⁷Be, ²³²Th, ²¹⁰Pb и ⁴⁰K. В табл. 3.6.13 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности.

Из табл. 3.6.13 видно, что среднее содержание ¹³⁷Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2022 г. составило 2,2 Бк/кг в.-с., что в 1,5 раза выше значения 2021 г. (1,5 Бк/кг в.-с.). Максимальная удельная активность ¹³⁷Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 13 (рис. 3.6.2) – 4,45 Бк/кг в.-с. Среднее содержание ¹³⁴Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2022 г. составило 0,8 Бк/кг в.-с.

Таблица 3.6.13

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2022 г.

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	3,25	1,25	163	н	245	295
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	н	н	74	2,54	н	482
т. 4 – северная окраина д. Иваново	1,60	1,35	157	0,45	205	405
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	1,57	0,00	161	0,90	110	320
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	н	н	136	н	210	506
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	3,55	н	104	0,95	205	306
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	0,94	1,35	137	0,40	90	408
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	4,15	3,05	123	0,55	н	497
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	4,45	н	41	н	н	351
Среднее	2,17	0,78	122	0,64	118	397

Примечание: н – активность радионуклида ниже нижнего предела диапазона измерений объёмной активности.

В 2022 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.

Таблица 3.6.14

Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2022 г., Бк/кг (данные ЛВРК КуАЭС)

Наименование объекта контроля	Место отбора пробы	Радионуклид	
		¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co
Наземная растительность	СЗЗ	< 2,8	< 2,7
	ЗН	< 1,8	< 1,5
	КП	< 2,1	< 1,5
Водная растительность	Водоём-охладитель, сбросной канал	< 2,3	< 2,3
	Водоём-охладитель, восточная часть	< 3,6	< 2,9
	Водоём-охладитель, район ЦГиЭ № 125	< 2,2	< 1,8
	Водоём-охладитель, район здания ЛВД	< 2,9	< 1,9
	р. Сейм, выпуск ПЛК	< 1,4	< 0,9
	р. Сейм, хутор Александровский	< 1,2	< 0,8
	р. Сейм, БНС-3	< 1,3	< 0,8
р. Сейм, с. Макаровка	< 1,2	< 1,1	

Из табл. 3.6.14 видно, что содержание ¹³⁷Cs в наземной и водной растительности составляло от < 1,2 до < 3,6 Бк/кг, а ⁶⁰Co – от < 0,8 до < 2,9 Бк/кг.

В 2022 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность ¹³⁷Cs в пищевых продуктах в 2022 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01: грибах – < 0,7 Бк/кг сырой массы; ягодах – < 1,2 Бк/кг сырой массы; корнеплодах – < 1,2 Бк/кг сырой массы; картофеле – < 1,1 Бк/кг сырой массы; рыбе – < 0,7 Бк/кг сырой массы; зерновых – 1,0 Бк/кг сырой массы; мясе – < 0,6 Бк/кг сырой массы; овощах – < 1,2 Бк/кг сырой массы; молоке – < 0,7 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов находятся на уровне активностей продуктов питания в 2021 году.

Радиационный фон на местности

По данным ежемесячных измерений МАЭД, проводимых Центрально-Чернозёмным УГМС во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2022 г. МАЭД изменялась в пределах от 0,07 до 0,20 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,12 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 0,16 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2022 г. среднегодовая величина МАЭД в СЗЗ и 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 1,02 до 1,09 мЗв, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС (1,06 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).

Таблица 3.6.15

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами поверхностных вод, донных отложений и почвы КуАЭС за 2021–2022 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2021	$8,7 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
		2022	$1,3 \cdot 10^{-3}$	
	ЗН	2021	$8,0 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
Контрольный пункт	2022	$8,7 \cdot 10^{-4}$		
Вода	СЗЗ	2021	$5,3 \cdot 10^{-4}$	^3H
		2022	$5,3 \cdot 10^{-4}$	
	ЗН	2021	$5,3 \cdot 10^{-4}$	^3H
Контрольный водоём	2022	$5,3 \cdot 10^{-4}$		
Донные отложения	СЗЗ	2021	$1,5 \cdot 10^{-2}$	^{137}Cs
		2022	$3,1 \cdot 10^{-3}$	
	ЗН	2021	$4,7 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
Контрольный водоём	2022	$8,0 \cdot 10^{-4}$		
Атмосфера	СЗЗ	2021	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
		2022	$2,1 \cdot 10^{-5}$	
	ЗН	2021	$3,9 \cdot 10^{-6}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
Контрольный пункт	2022	$2,1 \cdot 10^{-6}$		
Атмосфера	СЗЗ	2021	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
		2022	$7,1 \cdot 10^{-6}$	
	ЗН	2021	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
Контрольный пункт	2022	$7,1 \cdot 10^{-6}$		

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 2022 г. наблюдались техногенные радионуклиды (^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co и ^{60}Co), отсутствующие в составе глобального фона. Однако их объёмные активности были на шесть–семь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009. С учётом потенциальной радиационной опасности АЭС мониторинг радиационной обстановки в районе её расположения необходимо продолжить.

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 (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 2022 г. на ЛАЭС эксплуатировались четыре энергоблока: № 3 и № 4 с реакторами типа РБМК-1000, введенными в эксплуатацию в 1979 и 1981 гг. соответственно, № 1 и № 2 с реакторами типа ВВЭР-1200, введенными в эксплуатацию в 2018 и 2021 гг. соответственно.

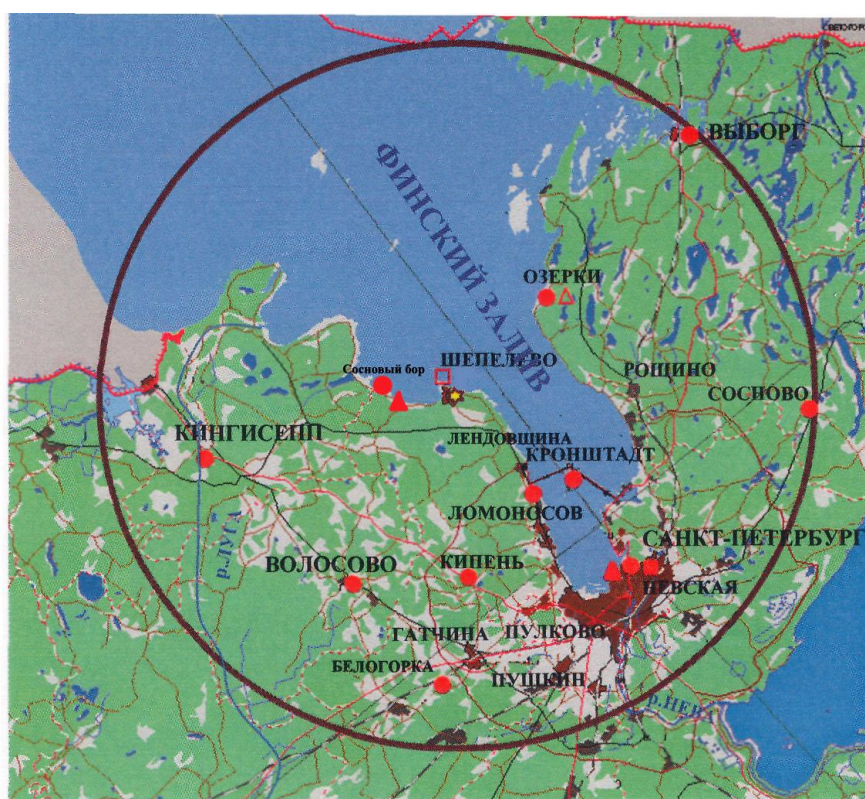


Рис. 3.7.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет более 5,0 км². СЗЗ ЛАЭС представляет собой две накладывающиеся друг на друга окружности радиусом 1,5 км вокруг вентиляционных труб первой и второй очереди 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 [16].

На территории промплощадки ЛАЭС расположено ХОЯТ, рассчитанное на хранение 38160 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 комплекса 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 цементированной 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 №№ 1 и 2 ВВЭР-1200. Данные о газоаэрозольных выбросах в целом по ЛАЭС в 2022 г. и для сравнения данные 2021 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведённых в табл. 3.7.1 данных видно, что в 2022 г., по сравнению с 2021 г., увеличились выбросы ^3H и составили 0,1 % ДВ, ^{131}I – 0,3 % ДВ и ИРГ – 1,7 % ДВ. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ. Все годовые выбросы по контролируемым радионуклидам оставались на уровне значительно ниже допустимых. Случаев превышения установленных допустимых уровней выбросов радиоактивных веществ в атмосферу в течение 2022 г. не зарегистрировано.

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 ба для энергоблоков № 1 и № 2 ВВЭР-1200. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2022 и 2021 гг. приведены в табл. 3.7.2.

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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	1,03·10 ¹⁵	1,20·10 ¹²	6,90·10 ¹¹	+5,10·10 ¹¹
¹⁴ C	1,34·10 ¹³	7,80·10 ¹¹	9,98·10 ¹¹	-2,07·10 ¹¹
⁵⁴ Mn	7,38·10 ¹¹	2,50·10 ⁶	6,90·10 ⁶	-4,40·10 ⁶
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	2,70·10 ⁸	3,00·10 ⁸	-3,00·10 ⁷
⁹⁵ Zr	3,83·10 ¹¹	9,00·10 ⁵	1,30·10 ⁶	-4,00·10 ⁵
¹³¹ I	9,30·10 ¹⁰	3,10·10 ⁸	2,70·10 ⁸	+4,00·10 ⁷
¹³⁴ Cs	1,40·10 ⁹	2,00·10 ⁸	2,10·10 ⁸	-1,00·10 ⁷
¹³⁷ Cs	4,00·10 ⁹	2,00·10 ⁸	2,30·10 ⁸	-3,00·10 ⁷
ИРГ	1,97·10 ¹⁶	3,36·10 ¹⁴	2,00·10 ¹⁴	+1,36·10 ¹⁴

Примечание: * – значения выбросов радионуклидов, не фиксируемых существующими приборами и методами, получены расчётным путём (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объём выброса).

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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	4,26·10 ¹⁴	1,21·10 ¹³	1,95·10 ¹³	-7,40·10 ¹²
⁵¹ Cr	1,11·10 ¹⁴	6,48·10 ⁷	5,62·10 ⁷	+8,60·10 ⁶
⁵⁴ Mn	2,32·10 ¹¹	3,93·10 ⁷	3,63·10 ⁷	+3,00·10 ⁶
⁵⁸ Co	1,42·10 ¹²	2,45·10 ⁷	3,34·10 ⁷	-8,90·10 ⁶
⁵⁹ Fe	1,18·10 ¹¹	2,72·10 ⁷	3,12·10 ⁷	-4,00·10 ⁶
⁶⁰ Co	1,71·10 ¹¹	3,06·10 ⁷	3,11·10 ⁷	-5,00·10 ⁵
⁶⁵ Zn	2,58·10 ¹¹	2,85·10 ⁷	3,34·10 ⁷	-4,90·10 ⁶
⁸⁹ Sr	1,11·10 ¹³	1,10·10 ⁹	1,43·10 ⁹	-3,30·10 ⁸
⁹⁰ Sr	1,67·10 ¹²	5,50·10 ⁸	7,14·10 ⁸	-1,64·10 ⁸
⁹⁵ Zr	4,40·10 ¹¹	2,87·10 ⁷	3,39·10 ⁷	-5,20·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	1,88·10 ¹¹	6,48·10 ⁷	4,83·10 ⁷	+1,65·10 ⁷
¹³¹ I	1,82·10 ¹²	2,99·10 ⁷	3,21·10 ⁷	-2,20·10 ⁶
¹³⁴ Cs	7,48·10 ¹⁰	2,52·10 ⁷	2,74·10 ⁷	-2,20·10 ⁶
¹³⁷ Cs	1,19·10 ¹¹	2,59·10 ⁷	4,47·10 ⁷	-1,88·10 ⁷
¹⁴⁴ Ce	2,98·10 ¹¹	5,82·10 ⁷	5,27·10 ⁷	+5,50·10 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.

В 2022 г. из нормируемых радионуклидов достоверно определялся только ³H, годовой сброс которого уменьшился, по сравнению с 2021 г., в 1,6 раза. В 2022 г. увеличились сбросы ⁵¹Cr, ⁵⁴Mn, ¹⁰⁶Ru и ¹⁴⁴Ce, 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 2022 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 м³ 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 питьевой воде, 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 4 постов пускового комплекса АСКРО ЛАЭС-2 и 10 аналогичных дополнительных постов радиационного контроля (производитель – АО «СНИИП», РФ); система автоматизированного мониторинга радиационной обстановки, включающая в себя 7 стационарных и 1 мобильную измерительную станцию (производитель – RADOS Tech. Oy, Турку, Финляндия); дозиметры-радиометры ДКС-96.

Северо-Западное УГМС в 2022 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 двух пунктах;
- мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на 11 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ проб и измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводились в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

Данные Северо-Западного УГМС об объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 3.7.3.

Таблица 3.7.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ (Р, Бк/м²-сут) и объёмная $\Sigma\beta$ (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне ЛАЭС в 2022 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		Санкт-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,9	8,7	0,3	0,7	4,2
	м	3,3	17,4	1,0		
Февраль	с	0,9	8,1	0,3	0,6	5,5
	м	2,9	11,3	0,8		
Март	с	0,7	13,4	0,4	0,5	6,5
	м	1,9	17,3	2,0		
Апрель	с	0,8	10,1	0,3	0,5	5,9
	м	1,7	14,2	1,7		
Май	с	0,6	10,6	0,3	0,5	6,9
	м	1,5	15,2	0,9		
Июнь	с	0,6	10,2	0,3	0,4	7,4
	м	2,4	16,9	1,7		
Июль	с	0,6	8,9	0,3	0,4	7,6
	м	2,0	12,2	0,7		
Август	с	1,0	14,0	0,4	0,5	10,0
	м	4,0	24,0	1,2		

Окончание таблицы 3.7.3

Месяц		Санкт-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Сентябрь	с	0,9	5,2	0,4	0,5	6,4
	м	2,3	10,0	1,7		
Октябрь	с	0,7	4,8	0,4	0,7	6,1
	м	1,7	6,0	1,1		
Ноябрь	с	0,7	4,6	0,5	0,7	5,0
	м	1,7	5,5	2,1		
Декабрь	с	0,8	8,0	0,3	0,9	7,7
	м	2,9	18,1	1,7		
Среднее: Бк/ м ² -сут 10 ⁻⁵ Бк/м ³		0,8	8,9	0,4	0,6	6,6
Сумма, Бк/м ² -год		292		146	208	

В соответствии с этими данными среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в Санкт-Петербурге изменялась от $4,6 \cdot 10^{-5}$ до $14,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $8,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, которое превысило региональный уровень для Севера ЕТР ($6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,3 раза.

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 ¹³⁷Cs в воздухе г. Санкт-Петербурга (80 км от ЛАЭС) изменялась от нижнего предела обнаружения ($1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) до $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (август) и её среднегодовое значение ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) было ниже в 1,1 раза уровня регионального значения для Севера ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 3.7.4

**Объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы
в г. Санкт-Петербурге в 2022 г., Бк/м³
(данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷	
Январь	< 1	}	
Февраль	< 1		
Март	4,9		0,60
Апрель	2,4		
Май	2,1	}	
Июнь	3,4		
Июль	3,7		
Август	5,2	}	
Сентябрь	1,5		0,62
Октябрь	2,5		
Ноябрь	0,8	}	
Декабрь	1,4		
Среднее	2,5	0,61	

Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2022 г. ($0,61 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) выросла в 1,1 раза по сравнению с предыдущим годом и в 1,4 раза превышала уровень регионального значения для Севера ЕТР ($0,43 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), оставалась на семь порядков ниже ДОА_{НАС}.

Данные ОРБ ЛАЭС о среднегодовых объёмных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2021–2022 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 2022 г. объёмные активности ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ¹³¹I, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn и ⁵¹Cr в СЗЗ были выше значений в ЗН. Относительно 2021 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС объёмные активности всех техногенных радионуклидов выросли (кроме активности ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co в ЗН).

Таблица 3.7.5

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ОРБ ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОО _{НАС.} , Бк/м ³
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	
¹³⁷ Cs	118	59	46	14	27
¹³⁴ Cs	44	15	< 13	6	19
¹³¹ I	55	< 16	< 20	< 13	7,3
⁶⁰ Co	320	200	31	33	11
⁵⁴ Mn	94	68	27	14	72
⁵¹ Cr	216	99	135	< 65	2500

В 2022 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 (ДОО) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных мониторинга следует, что объёмная активность ¹³⁷Cs уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объёмная активность ¹³⁷Cs в 18,4 раза ниже, чем в ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2022 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в августе в Санкт-Петербурге (4,0 Бк/м²·сут). В г. Санкт-Петербурге среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 1,3 раза превышали региональные выпадения на Севере ЕТР (0,6 Бк/м²·сут), в Сосновом Бору 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 2022 г. плотность выпадений в СЗЗ определялась ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Содержание ¹³⁴Cs в СЗЗ и всех контролируемых радионуклидов в ЗН ЛАЭС не превышало МДА.

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	
	2022	2021	2022	2021
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м²·сут				
¹³⁷ Cs	0,010	< 0,011	< 0,009	0,018
¹³⁴ Cs	< 0,008	< 0,010	< 0,009	< 0,010
⁶⁰ Co	0,012	0,014	< 0,008	0,011
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л				
³ H	<30	<30	<30	<30

Объёмная активность ³H в атмосферных осадках СЗЗ и ЗН в 2022 г., по данным ЛАЭС, была меньше МДА. Так как нижняя граница диапазона измерений, равная 30 Бк/л, более чем в 6 раз превышает максимальное среднегодовое значение объёмной активности ³H в атмосферных осадках на территории РФ за последние 20 лет [17], рекомендуется переход на более чувствительную методику измерений.

Вода и другие объекты окружающей среды

Данные ЛАЭС по контролю активности радионуклидов в воде открытых водных объектов в 2022 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 2022 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.

Контроль источников питьевой воды проводится ОРБ ЛАЭС периодически в реках Систе и Коваша – в основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения, и в оз. Бабинское – контрольном водоёме. В отчётном году, так же, как и по результатам многолетних наблюдений, удельные активности техногенных радионуклидов в воде указанных водоёмов не превышали НПИ и удовлетворяли критериям предварительной оценки качества питьевой воды ($УА_{\alpha} < 0,2$ Бк/кг, $УА_{\beta} < 1,0$ Бк/кг), при выполнении которых дальнейшие исследования не являются обязательными.

В 2022 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 ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co (табл. 3.7.8). Удельная активность ¹³⁷Cs в прибрежной зоне сбросных каналов 1-й и 2-й очередей в 2022 г. выросла по сравнению с 2021 г. в 1,6 и 1,5 раза соответственно, содержание ⁶⁰Co в сбросном канале 1-й очереди увеличилось в 1,3 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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди **	45,6	29,0	< 0,3	< 0,3	2,7	2,1	< 0,3	0,5
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди **	20,9	13,7	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,2	< 0,2
Финский залив – контрольный водоём	11,4	10,2	< 0,6	< 0,5	< 0,5	< 0,4	< 0,5	< 0,4

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 2022 году активность проб водной растительности, по данным ЛАЭС, в сбросном канале 1-й и 2-й очереди и контрольном водоёме обуславливалась в основном ^{137}Cs (табл. 3.7.9). В водной растительности сбросных каналов также достоверно определялся ^{54}Mn и в сбросном канале 1-й очереди – ^{60}Co .

Таблица 3.7.9

Среднегодовая удельная активность радионуклидов в водной растительности, Бк/кг (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди	2,9	2,5	< 1,2	< 1,7	1,3	< 1,4	0,9	1,2
Копорская губа (водоём-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди	14,8	32	< 0,9	< 1,5	< 0,6	1,6	0,7	1,2
Финский залив – контрольный водоём	6,8	8,7	< 0,6	< 1,5	< 0,5	< 1,5	< 0,5	< 1,4

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 СЗЗ и ЗН плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2022 г. не превышала её значения в контрольном пункте и находилась в пределах величины глобального фонового уровня (1,1–3,7 кБк/м²).

Таблица 3.7.10

Среднегодовое содержание радионуклидов в почве, Бк/м² (данные ОРБ ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
СЗЗ	2030	1950	< 50	< 30	< 50	< 30
ЗН	1930	2040	< 50	< 30	< 50	< 30
Контрольный пункт	2050	2010	< 50	< 30	< 50	< 30

Контроль активности радионуклидов в дикорастущей растительности осуществляется на ЛАЭС один раз в год на контрольных площадках, аналогичных площадкам пробоотбора почв. В пробах растительности в 2022 г. в СЗЗ и ЗН достоверно определялся ^{137}Cs со значениями ниже, чем в контрольном пункте, 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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
СЗЗ	0,2	0,6	< 0,2	< 0,2	0,6	0,8
ЗН	1,5	2,1	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Контрольный пункт	3,9	2,7	< 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 2022 г. содержание ^{137}Cs выросло, по сравнению с 2021 г., в клюкве и стало достоверно определяться в мясе. Содержание ^{137}Cs в корнеплодах, картофеле и молоке было ниже МДА. Все значения были на один–три порядка ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [3].

**Удельная активность продуктов питания местного производства
в ЗН ЛАЭС, Бк/кг сырой массы
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Продукт	¹³⁷ Cs		
	2022 г.	2021 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [3]
Корнеплоды (морковь, свёкла)	< 0,2	< 0,2	80
Картофель	< 0,2	< 0,2	80
Ягоды дикорастущие (клюква)	7,1	4,3	160
Грибы	29	32	500
Рыба	3,5	6,9	130
Молоко	< 0,3	< 0,4	100
Мясо	0,2	< 0,5	200

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС, в 2022 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД не превышало 0,19 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС, среднегодовые значения МАЭД в 2022 г. в СЗЗ и ЗН составили 0,09 мкЗв/ч, в контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) – 0,1 мкЗв/ч; максимальные измеренные значения МАЭД достигали 2,56 мкЗв/ч в СЗЗ (связано с проведением плановых работ по перегрузке ядерного топлива), 0,30 мкЗв/ч в ЗН и 0,13 мкЗв/ч в контрольном пункте. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МАЭД на местности в 2022 г. в СЗЗ составляли 0,14 мкЗв/ч, в ЗН – 0,12 мкЗв/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные значения МАЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,24 и 0,21 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 ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co (табл. 3.7.13).

**Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды
в районе расположения ЛАЭС в 2021, 2022 гг.**

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %					
				⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	
Почва	СЗЗ	2021	1,39·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
		2022	1,45·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
	ЗН	2021	1,46·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
		2022	1,38·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
	Контрольный пункт	2021	1,44·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
		2022	1,46·10 ⁻³	¹³⁷ Cs					
Донные отложения	Копорская губа	2021	2,11·10 ⁻²	2,9	5,5	91,6			
		2022	3,23·10 ⁻²	1,1	4,6	94,2			
	Финский залив – контрольный водоём	2021	7,52·10 ⁻³	6,5	3,0	90,5			
		2022	8,50·10 ⁻³	7,3	3,2	89,5			
	Атмосфера	СЗЗ	2021	2,43·10 ⁻⁵	5,4	63,3	0,9	27,9	2,5
			2022	4,25·10 ⁻⁵	4,3	57,9	1,8	31,9	4,1
ЗН		2021	5,24·10 ⁻⁶	5,1	48,5	3,4	30,7	12,2	
		2022	8,99·10 ⁻⁶	5,8	26,5	3,0	58,8	5,8	
г. Санкт-Петербург		2021	4,67·10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs			
		2022	4,09·10 ⁻⁷	23,8		76,2			
				29,8		70,2			

Расчёты значений ИПЗ для воды Копорской губы в 2022 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.

На рисунках представлена динамика ИПЗ в период с 2000 по 2022 год для почвенного покрова СЗЗ, ЗН ЛАЭС (рис. 3.7.2) и донных отложений Копорской губы (рис. 3.7.3).

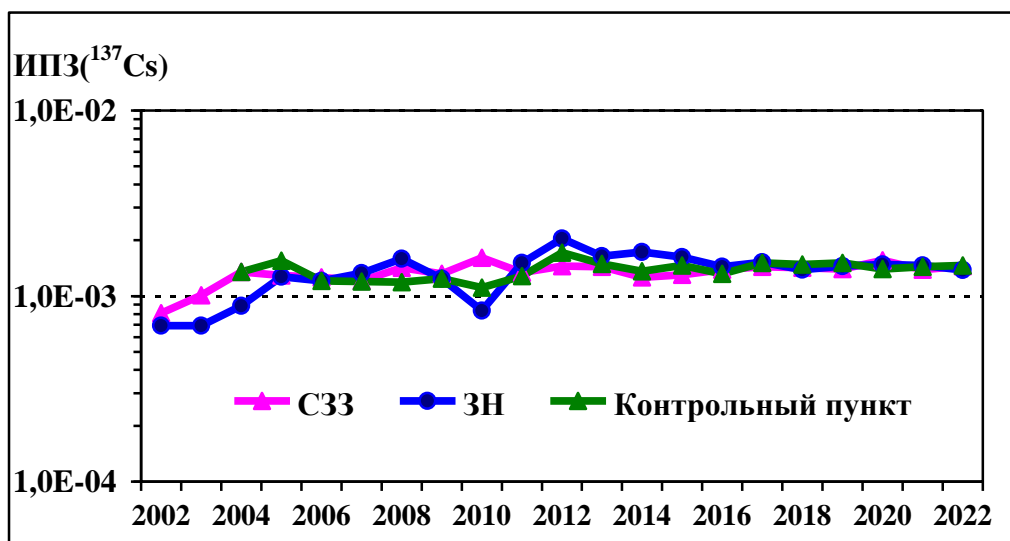


Рис. 3.7.2. Динамика интегрального показателя загрязнения почвенного покрова в районе расположения ЛАЭС в период с 2002 по 2022 г. по радиационному критерию

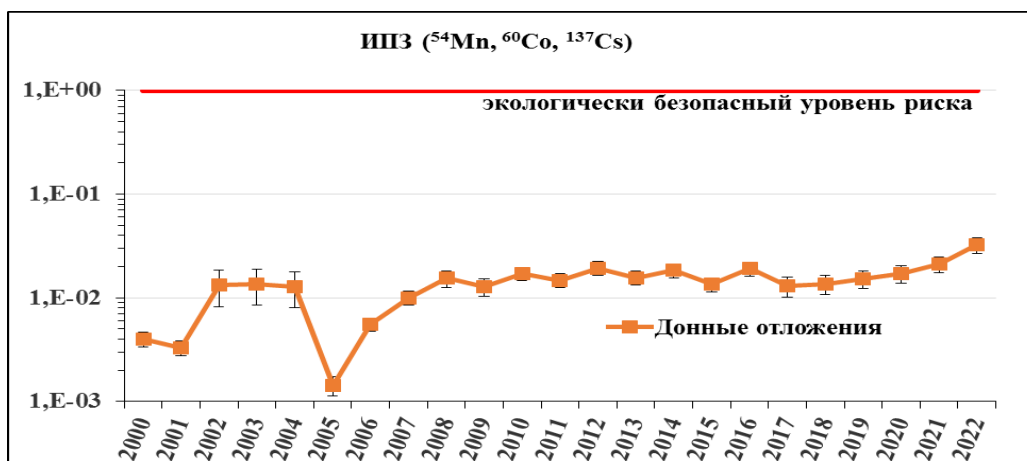


Рис. 3.7.3. Динамика интегрального показателя загрязнения донных отложений Копорской губы в 2000–2022 гг. по радиационно-гигиеническому критерию

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, наблюдаются 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 18,4 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 в 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 2022 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 км².

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 км². 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 1058 тыс. человек на 2023 г.) и г. Лиски (53,8 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 2022 г. и, для сравнения, в 2021 г. приведены в табл. 3.8.1.

Из приведённых в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2022 г. на НВАЭС годовые выбросы ⁴¹Ag, ⁸⁷Kr, ¹³³Xe, ¹³⁵Xe, ¹³¹I уменьшились по сравнению с 2021 г., а выбросы ³H, ¹⁴C, ⁸⁸Kr, ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs – увеличились. 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].

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	6,15·10 ¹⁴	7,07·10 ¹²	3,66·10 ¹²	+3,4·10 ¹²
¹⁴ C	8,75·10 ¹²	1,01·10 ¹²	5,71·10 ¹¹	+4,4·10 ¹¹
⁴¹ Ar	6,90·10 ¹⁴	2,98·10 ¹²	4,54·10 ¹²	-1,6·10 ¹²
⁸⁷ Kr	6,90·10 ¹⁴	1,04·10 ¹²	1,95·10 ¹²	-9,1·10 ¹¹
⁸⁸ Kr	6,90·10 ¹⁴	1,01·10 ¹²	9,35·10 ¹¹	+7,5·10 ¹⁰
¹³³ Xe	6,90·10 ¹⁴	1,89·10 ¹²	1,29·10 ¹³	-1,1·10 ¹³
¹³⁵ Xe	6,90·10 ¹⁴	1,55·10 ¹²	4,77·10 ¹²	-3,2·10 ¹²
¹³⁸ Xe	6,90·10 ¹⁴	-	-	-
⁵⁴ Mn	3,83·10 ¹¹	-	9,92·10 ⁶	-
⁵⁸ Co	1,37·10 ¹²	-	9,44·10 ⁶	-
⁶⁰ Co	7,40·10 ⁹	1,16·10 ⁸	3,79·10 ⁷	+6,6·10 ⁷
⁶⁵ Zn	3,62·10 ¹¹	-	2,52·10 ⁶	-
^{110m} Ag	1,18·10 ¹¹	-	1,17·10 ⁷	-
¹²⁴ Sb	8,26·10 ¹¹	-	7,87·10 ⁶	-
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	4,18·10 ⁷	1,19·10 ⁸	-7,8·10 ⁷
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	5,51·10 ⁷	2,09·10 ⁶	+2,2·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	5,47·10 ⁷	3,46·10 ⁷	+1,7·10 ⁷

Примечание: -- нет данных.

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 2022 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешённых величин. Согласно этим данным, годовые сбросы ¹³⁷Cs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) из водовыпуска НВАЭС в 2022 г. не превышали 0,73 % ДС, а из водовыпуска № 4 НВАЭС-2 – 3,6 %. Годовой сброс ⁶⁰Co в р. Дон из водовыпуска НВАЭС в 2022 г. не превышал 0,83 % ДС, а из водовыпуска № 4 НВАЭС-2 – 6,1 %. Основной вклад в активность сбросов вносил тритий, величина его сбросов не превышала в 2022 г. 33 % ДС. Помимо указанных радионуклидов, в 2022 г. в водовыпуске НВАЭС также регистрировались ⁵⁴Mn, ¹⁰⁶Ru и ¹³⁴Cs.

Таблица 3.8.2

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Источник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			2022 г.	2021 г.	
Водовыпуск НВАЭС (поля фильтрации)	³ H	3,60·10 ¹³	1,18·10 ¹³	8,9·10 ¹²	2,9·10 ¹²
	⁵⁴ Mn	6,34·10 ⁹	1,45·10 ⁷	1,4·10 ⁷	5,0·10 ⁵
	⁶⁰ Co	2,21·10 ⁹	1,83·10 ⁷	1,8·10 ⁷	3,0·10 ⁵
	¹⁰⁶ Ru	2,28·10 ¹⁰	1,24·10 ⁸	1,1·10 ⁸	1,4·10 ⁷
	¹³⁴ Cs	2,61·10 ⁹	1,48·10 ⁷	1,4·10 ⁷	8,0·10 ⁵
	¹³⁷ Cs	4,60·10 ⁹	3,36·10 ⁷	2,4·10 ⁷	9,6·10 ⁶
Водовыпуск № 4 НВАЭС-2	³ H	1,14·10 ¹⁵	1,14·10 ¹²	1,1·10 ¹¹	1,0·10 ¹²
	⁶⁰ Co	2,17·10 ⁹	1,32·10 ⁸	9,2·10 ⁷	4,0·10 ⁷
	¹³⁴ Cs	8,95·10 ⁸	5,12·10 ⁷	4,2·10 ⁷	9,2·10 ⁶
	¹³⁷ Cs	1,39·10 ⁹	4,94·10 ⁷	4,2·10 ⁷	7,4·10 ⁶

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-Чернозёмным УГМС.

В 2022 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 1 раз в неделю;

- радиоактивность атмосферных выпадений – на 21 стационарном poste, расположенном на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет площадью 0,25 м² 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 1 раз в 2 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 $\Sigma\beta$, активность трития, содержание и изотопный состав гамма-излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился гамма-спектрометрическим методом. Измерение $\Sigma\beta$ 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 2022 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 3 часа.

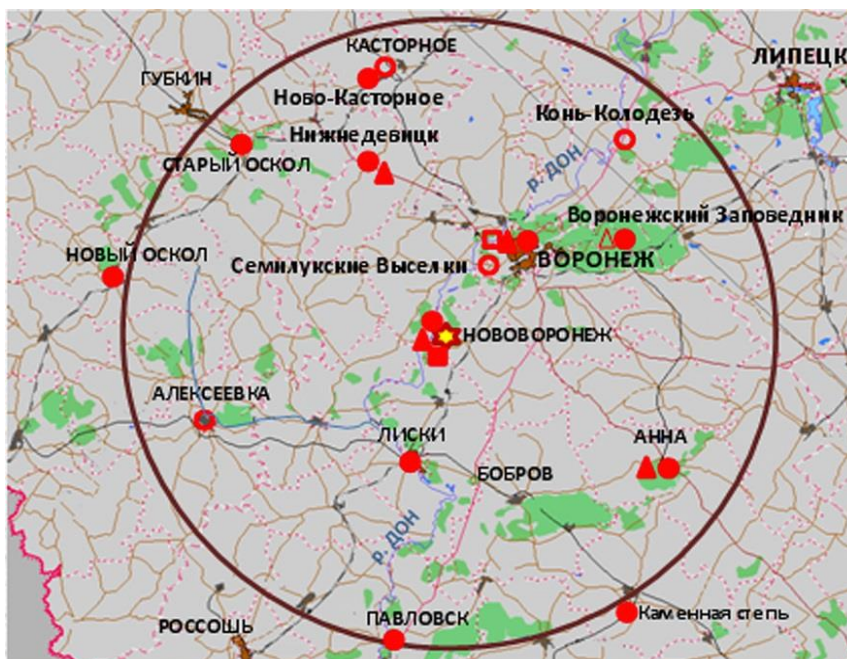


Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- 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». $\Sigma\beta$ 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 2021–2022 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2022 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу, по сравнению с 2021 г., существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объёмные активности ^{60}Co уменьшились в 2 раза относительно уровня 2021 г., а активности ^{137}Cs – в 1,4 раза. В ЗН среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs уменьшились в 1,5 раза, 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 $(6,5\text{--}15,5)\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 2,4–5,7 раза выше средневзвешенной объёмной активности для Центра ЕТР ($2,7\cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 3.8.3

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДО _{нас.} , Бк/м ³
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	
^{54}Mn	8,4	10	-	-	-	-	72
^{60}Co	5,0	10	10,8	10	< 10	<10	11
^{137}Cs	15,5	21,5	9,1	13,2	6,5	10,0	27

В целом результаты измерений показывают, что объёмные активности техногенных радионуклидов в воздухе на семь порядков ниже установленных нормативов ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 [2].

Данные Центрально-Чернозёмного УГМС об объёмной активности $\Sigma\beta$ в воздухе приведены в табл. 3.8.4.

Таблица 3.8.4

Объёмные $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2022 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.	
Нововоронеж	с	15,1	10,5	23,0	17,4	12,4	12,5	17,4	33,4	14,2	14,9	22,4	27,1	18,4	22,7
	м	33,2	17,9	40,0	25,2	18,2	15,3	36,4	41,1	24,6	22,0	34,8	55,3		

Согласно данным табл. 3.8.4, в 2022 г. объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составила $18,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,2 раза ниже уровня 2021 г. и в 1,2 раза ниже средневзвешенной объёмной активности $\Sigma\beta$ в Центре ЕТР ($21,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

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.

Таблица 3.8.5

Среднегодовые объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы 100-км зоны НВАЭС в 2022 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)

Радионуклид	Нововоронеж	
	2022 г.	2021 г.
⁵⁴ Mn	0,4	0,3
⁵⁸ Co	0,1	н
⁶⁰ Co	1,1	0,5
⁹⁵ Zr+ ⁹⁵ Nb	0,1	0,1
¹³⁴ Cs	0,3	н
¹³⁷ Cs	5,4	7,0

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из табл. 3.8.5 видно, что среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. составила $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза меньше значения за 2021 г. и в 2 раза выше средневзвешенной объёмной активности ¹³⁷Cs для территории Центра ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные Центрально-Чернозёмного УГМС о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2022 г. приведены в табл. 3.8.6. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2022 г. в различных пунктах 100-км зоны незначительно повысились по сравнению с 2021 г. и были в 1,1–1,5 раза ниже среднегодового фонового значения для Центра ЕТР ($1,34$ Бк/м²·сут). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в п. Нижнедевицк в сентябре и составляли $5,7$ Бк/м²·сут.

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб выпадений в 2022 г., полученные Центрально-Чернозёмным УГМС, приведены в табл. 3.8.7. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции г. Нововоронежа и для проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения
в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2022 г., Бк/м²·сут (данные Центрально-Чернозёмного УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Анна	с	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	0,9	1,1	1,2	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	0,9
	м	3,2	4,2	4,4	3,6	3,1	2,8	2,9	3,4	3,6	4,9	3,9	3,4		
Воронеж	с	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,4	1,3	1,0	0,9	1,8	1,1	0,9
	м	2,9	2,7	2,1	3,1	3,1	2,5	2,2	3,2	2,8	2,6	4,3	4,3		
Лиски	с	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9
	м	3,1	2,9	2,9	3,1	4,4	2,4	1,4	2,2	2,5	3,6	3,0	4,9		
Нижнедевицк	с	0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9	1,1	1,3	1,9	1,1	1,3	1,1	1,1	0,9
	м	3,2	2,5	3,3	3,2	3,7	1,8	2,8	4,6	5,7	3,2	4,4	4,4		
Нововоронеж	с	1,1	1,4	1,2	1,4	1,1	1,0	1,3	1,1	1,2	1,5	1,1	1,2	1,2	1,0
	м	4,0	4,4	3,0	3,3	5,6	3,1	3,1	3,7	4,0	4,3	4,1	4,4		

Таблица 3.8.7

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2022 г., Бк/м²·квартал
(данные Центрально-Чернозёмного УГМС)**

Квартал	г. Нововоронеж		Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁷ Be	¹³⁷ Cs	⁷ Be
I	н	62	н	54
II	0,25	170	0,10	178
III	0,14	448	0,13	243
IV	н	204	н	128
Сумма, Бк/м ² ·год:	2022 г.	0,39	884	0,23
	2021 г.	0,15	282	0,49

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из радионуклидов техногенного происхождения в пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 присутствовал ¹³⁷Cs. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2022 г. в г. Нововоронеже увеличились в 2,6 раза по сравнению с 2021 г. и составили 0,39 Бк/м²·год, в зоне 13 – уменьшились в 2,1 раза и составляли 0,23 Бк/м²·год.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2022 г. в выпадениях в СЗЗ и в контрольном пункте (Лиски) регистрировались ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs. Выпадения ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs в СЗЗ составили 0,4 и 0,9 Бк/м²·год соответственно, а в КП – 0,7 и 1,8 Бк/м²·год соответственно.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоёмов в 2022 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 ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС. Видно, что в 2022 г. объёмная активность ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» была ниже предела обнаружения. Объёмная активность трития в поверхностных водах в 2022 г. составляла от 3 Бк/кг (6 км выше сброса блоков № 1, 2) до 109 Бк/кг (Старица).

Содержание Σβ в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было < 0,1 Бк/кг, Σα – от 0,03 до 0,05 Бк/кг.

ЛВРК НВАЭС также проводит мониторинг содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях (табл. 3.8.8) рыбопроизводного пруда в 2022 г.

составляла 0,5–2,4 Бк/кг в.-с., а ^{60}Co – 0,2 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях составляла 0,9 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 0,7 до 4,2 Бк/кг в.-с.; ^{60}Co – от предела обнаружения до 1,4 Бк/кг в.-с. В целом содержание радионуклидов в донных отложениях исследуемых водоёмов уменьшилось по сравнению с предыдущими годами [1, 13, 20].

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		^3H		^{137}Cs		^{60}Co	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
	<u>р. Дон</u>									
6 км выше сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	3	4	2,1	1,5	н	н
Старица	н	н	н	н	109	174	0,7	0,6	н	н
Водозабор блоков № 1, № 2	н	н	н	н	12	28	4,2	2,0	н	н
100 м ниже сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	13	20	1,9	1,4	1,4	1,2
Пирс НВАЭС-2	н	н	н	н	9	15	2,8	1,6	0,9	н
15 км ниже сброса блоков № 1, № 2	н	н	н	н	5	26	2,9	5,0	н	н
	<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>									
Пляж	н	н	н	н	77	110	0,9	0,5	н	н
Водозабор блока № 5	н	н	н	н	80	109	0,9	2,0	н	н
	<u>Рыбхоз</u>									
Пруды рыбхоза	н	н	н	н	33	24	0,5	0,5	н	н
Отводной канал на р/х	-	-	-	-	-	-	2,4	0,7	0,2	н

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

Мониторинг грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 проводился ЛВРК.

ЛВРК НВАЭС проводит измерения содержания радионуклидов в водной растительности р. Дон. Содержание ^{60}Co в пробах водной растительности в 2022 г. составляло <0,1–0,3 Бк/кг, ^{134}Cs – <0,1 Бк/кг, ^{137}Cs – <0,1–0,3 Бк/кг.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2022 г. в СЗЗ составляла 0,93 кБк/м², в ЗН – 0,29 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 1,7 кБк/м². Повышенное содержание ^{137}Cs в почве во всех пунктах мониторинга, по сравнению с уровнем глобального загрязнения, связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС. В СЗЗ, ЗН и КП ^{60}Co и ^{134}Cs не обнаружены. 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 2022 г. составляло: в СЗЗ – 0,2 Бк/кг, в ЗН – < 0,1 Бк/кг, в КП (Лиски) – 1,0 Бк/кг.

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции в 2022 г. было на три–четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [3]: в мясе – 0,20 Бк/кг, в рыбе – 0,02–0,05 Бк/кг, в картофеле – ниже предела обнаружения, в пшенице – 0,04 Бк/кг, в молоке – 0,05 Бк/кг сырой массы, в овощах – ниже предела обнаружения, в корнеплодах – ниже предела обнаружения.

По данным наблюдений Центрально-Чернозёмного УГМС, в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2022 г. среднемесячные значения МАЭД изменялись от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальное

измеренное значение МАЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (0,18 мкЗв/ч). Эти значения незначительно отличаются от результатов 2021 года.

Среднегодовые значения МАЭД в 2022 г. вне загрязнённых участков в СЗЗ и ЗН, по данным ЛВРК НВАЭС, составляли 0,08–0,09 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД в СЗЗ достигало 0,19 мкЗв/ч, в ЗН – 0,19 мкЗв/ч, в контрольном пункте – 0,13 мкЗв/ч.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне 0,63–0,77 мЗв, что несколько выше значения, полученного в контрольном пункте Лиски, – 0,58 мЗв. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне 0,49–0,72 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 2021–2022 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды
Почва	СЗЗ	2021	$3,1 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs
		2022	$2,4 \cdot 10^{-4}$	
	ЗН	2021	$1,2 \cdot 10^{-3}$	^{137}Cs
2022	$7,5 \cdot 10^{-5}$			
Вода	СЗЗ	2021	$< 8,3 \cdot 10^{-3}$	^3H
		2022	$1,4 \cdot 10^{-2}$	
	ЗН	2021	$< 8,3 \cdot 10^{-3}$	^3H
2022	$1,7 \cdot 10^{-3}$			
Донные отложения	СЗЗ	2021	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
		2022	$1,7 \cdot 10^{-3}$	
	ЗН	2021	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$^{60}\text{Co}, ^{137}\text{Cs}$
2022	$2,0 \cdot 10^{-3}$			
Атмосфера	СЗЗ	2021	$3,4 \cdot 10^{-6}$	^{137}Cs
		2022	$2,3 \cdot 10^{-6}$	
	ЗН	2021	$2,3 \cdot 10^{-6}$	^{137}Cs
2022	$1,9 \cdot 10^{-6}$			
Контрольный пункт	Контрольный пункт	2021	$1,2 \cdot 10^{-6}$	^{137}Cs
		2022	$7,5 \cdot 10^{-7}$	

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 2021 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 80 человек на 1 км², общая численность населения в ЗН – 215 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска, расположенного в 13,5 км от АЭС, составляет около 171,4 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от Ростовской АЭС, – около 14,4 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 2022 г. и для сравнения в 2021 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
		2022 г.	2021 г.	
³ H	4,55·10 ¹⁴	1,23·10 ¹²	9,72·10 ¹¹	+2,58·10 ¹¹
¹⁴ C	6,60·10 ¹²	1,01·10 ¹¹	8,60·10 ¹⁰	+1,50·10 ¹⁰
¹³¹ I	2,10·10 ¹⁰	6,57·10 ⁷	5,18·10 ⁷	+1,39·10 ⁷
⁶⁰ Co	2,10·10 ¹⁰	5,68·10 ⁷	3,90·10 ⁷	+1,78·10 ⁷
¹³⁴ Cs	3,98·10 ⁹	4,00·10 ⁷	2,10·10 ⁷	+1,90·10 ⁷
¹³⁷ Cs	8,40·10 ⁹	5,33·10 ⁷	2,94·10 ⁷	+2,39·10 ⁷
Сумма ИРГ	8,90·10 ¹⁴	1,23·10 ¹³	7,64·10 ¹²	+4,66·10 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 увеличились. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2022 г. составляли от 0,27 до 1,53 % допустимых выбросов.

Сбросы ПЛК на Ростовской АЭС осуществляются через сбросной канал в водоём-охладитель. Отработанная хозяйственная 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 км², среднюю глубину 3,3 м, средний объём воды 6·10⁷ м³. 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 (1,1·10⁷ м³/год).

В 2022 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоём-охладитель 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 2022 г. ОРБ на промплощадке в СЗЗ и ЗН для последующего анализа отбирались пробы:

- аэрозолей в 10 точках (пять из них в резерве) с помощью фильтро-вентиляционных установок (средний объем прокачанного воздуха – 400 м³/ч);
- атмосферных выпадений с помощью 18 кювет (семь из них в резерве) площадью 0,16 м² и 0,32 м² и высотой бортиков 15-20 см с месячной экспозицией;
- почвы на глубину 5 см от поверхности один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоём-охладитель, Цимлянское водохранилище вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения и подземные воды из НС);
- 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 термоминесцентных дозиметров типа Harshaw, размещённых в 17 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МАЭД проводилось с помощью переносных дозиметра КП-АДб, 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 2022 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне Ростовской АЭС проводились наблюдения за МАЭД на семи станциях каждые 3 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.

Радиометрической лабораторией Северо-Кавказского УГМС суточные пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на $\Sigma\beta$. 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».

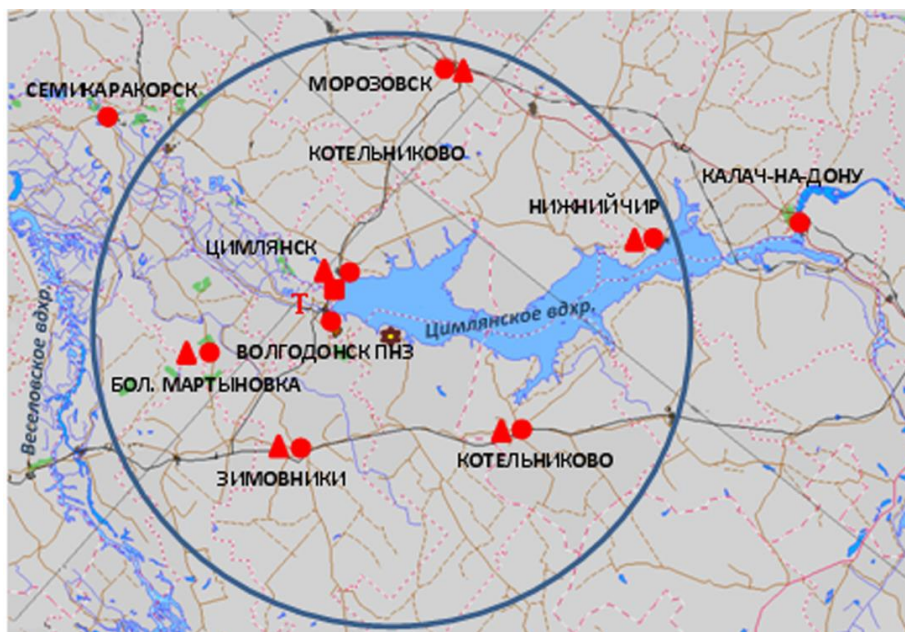


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за гамма-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков.

Приземная атмосфера

Данные Северо-Кавказского УГМС об объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе представлены в табл. 3.9.2.

Таблица 3.9.2

Объёмные значения $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 100-км зоне Ростовской АЭС, 10^{-5} Бк/м³ (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Цимлянск	с	5,7	-	5,8	5,7	7,0	10,7	12,0	11,3	6,8	6,0	-	-	7,9	6,4
	м	18,4	-	9,3	9,3	8,9	14,5	17,7	21,3	11,0	11,3	-	-		

Примечание: - - не проводились измерения из-за поломки ВФУ.

Из табл. 3.9.2 видно, что в 2022 г. среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2021 г. и составила $7,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже средневзвешенной по территории Юга ЕТР объёмной $\Sigma\beta$ ($8,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2018–2022 гг. приведены в табл. 3.9.3. В 2022 г. среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs увеличилась в 1,4 раза, по сравнению с 2021 г., и составила $3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по Югу ЕТР ($2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. в г. Цимлянске была в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения объёмной активности по территории Юга ЕТР и составляла $0,48 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объёмные активности радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.9.3

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
^{137}Cs							
Цимлянск	2018	2,4	3,5	2,1	2,0	2,5	2,8
	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
^{90}Sr							
Цимлянск	2018	0,87		0,51		0,69	1,06
	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

Примечание: - – нет данных.

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2022 г. среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и КП составляла $9,6 \cdot 10^{-7}$, $2,6 \cdot 10^{-7}$ и $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Объёмная активность ^{60}Co и ^{134}Cs в СЗЗ, ЗН и КП была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры.

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС, по данным Северо-Кавказского УГМС, в 2022 г. составляли 0,5–0,9 Бк/м²·сут (табл. 3.9.4), в двух пунктах наблюдения уменьшились и в двух пунктах превысили средневзвешенные по Югу ЕТР выпадения (0,74 Бк/м²·сут).

Таблица 3.9.4

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные величины $\Sigma\beta$ выпадений
в 100-км зоне Ростовской АЭС, Бк/м²·сут (данные Северо-Кавказского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Зимовники	с	0,52	0,47	0,48	0,59	0,51	0,50	0,55	0,41	0,59	0,80	0,70	0,45	0,6	0,6
	м	1,75	0,75	1,11	1,56	1,61	1,19	1,65	0,93	1,40	4,58	3,43	0,83		
Константиновск	с	0,49	0,59	0,45	0,48	0,54	0,45	0,50	0,49	0,48	0,54	0,70	4,51	0,8	0,5
	м	1,22	1,56	1,08	1,24	1,69	1,22	1,69	1,30	1,15	1,43	4,79	1,74		
Котельниково	с	0,89	0,72	0,62	0,60	0,60	0,67	0,66	0,55	0,54	0,55	0,79	0,71	0,7	0,8
	м	1,57	1,33	1,24	1,14	0,90	2,38	1,24	0,86	0,95	1,19	2,76	1,48		
Морозовск	с	0,45	0,37	0,52	0,53	0,44	0,43	0,48	0,57	0,49	0,38	0,51	0,51	0,5	0,5
	м	0,85	0,78	1,51	1,08	0,85	1,08	1,22	1,55	1,05	0,70	1,30	1,14		
Нижний Чир	с	0,71	0,47	0,44	0,51	0,41	0,47	0,55	0,63	0,48	0,57	0,70	0,97	0,6	0,7
	м	2,83	1,08	2,14	1,03	0,85	1,56	1,40	3,71	1,30	1,70	1,96	4,10		
Цимлянск	с	0,77	0,58	0,52	1,22	2,14	0,98	0,76	1,67	0,72	0,66	0,62	0,67	0,9	1,1
	м	2,43	1,90	1,48	4,79	10,52	3,36	5,23	6,61	3,97	1,90	1,55	2,62		

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2022 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 2022 г. среднегодовая объёмная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 1,30 Бк/л и находилась ниже усреднённой по всем пунктам РФ среднегодовой объёмной активности трития в осадках (1,79 Бк/л).

Почва, растительность, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ОРБ Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2022 г., содержание ^{137}Cs составляло: в СЗЗ – 0,083 кБк/м², в ЗН – 0,44 кБк/м² и в с. Дубовское – 0,36 кБк/м². Содержание ^{134}Cs было менее 0,05 кБк/м² в СЗЗ, ЗН и КП соответственно. Среднегодовое содержание ^{60}Co в 2022 г. в СЗЗ, ЗН и КП было менее 0,04; 0,05 и 0,05 кБк/м² 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 м. 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 <0,28 Бк/кг; в ЗН – <0,30 Бк/кг; в КП – <0,33 Бк/кг.

Результаты измерений ОРБ проб воды показали, что в 2022 г. объёмная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в водах Цимлянского водохранилища и водоёме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности. Содержание трития в пробах воды составляло: в водоёме-охладителе – 34,9 Бк/л, Цимлянском водохранилище – ниже минимально детектируемой активности (1,1 Бк/л).

В 2022 г. объёмная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде (г. Волгодонск, ст. Подгоренская, ст. Жуковская, промплощадка АЭС, с. Дубовское) составляла от 0,11 до 0,14 Бк/кг. Результаты контроля объёмной активности радионуклидов в питьевой воде показали, что содержание гамма-излучающих радионуклидов, ^{90}Sr и трития ниже минимально детектируемой активности.

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 менее 0,9 Бк/кг в.-с.; в донных отложениях водоёма-охладителя – 2,6 Бк/кг в.-с. по ^{137}Cs и менее 0,9 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. Рыба отбиралась из водоёма-охладителя и Цимлянского водохранилища.

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, 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 2022 г., как и в предыдущем, содержание в них ^{137}Cs было ниже минимально детектируемой активности.

Полученные значения $\Sigma\beta$ во всех обследованных продуктах питания не превышали значений нулевого фона.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая МАЭД в 2022 г. на промплощадке, 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 0,12 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 0,64 до 0,77 мЗв; в ЗН – от 0,53 до 0,74 мЗв, в контрольном пункте – 0,82 мЗв.

Таким образом, по наблюдениям, проведённым Северо-Кавказским УГМС и ОРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что значимого влияния Ростовской АЭС в 2022 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. Рославля. 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 км². Плотины 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 общей проектной электрической мощностью 3000 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 – 2797,7 км². 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 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. человек, сельское – 21,9 тыс. человек.

На территории промплощадки второй очереди САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят 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 2022 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2021 год.

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк
(данные САЭС)**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс*		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
⁴¹ Ar	3,06·10 ¹⁵	4,83·10 ¹³	9,22·10 ¹³	-4,39·10 ¹³
^{85m} Kr	3,70·10 ¹⁵	9,29·10 ¹²	1,33·10 ¹³	-4,01·10 ¹²
⁸⁷ Kr	3,70·10 ¹⁵	1,91·10 ¹³	2,68·10 ¹³	-7,70·10 ¹²
⁸⁸ Kr	1,93·10 ¹⁵	1,91·10 ¹³	2,70·10 ¹³	-7,90·10 ¹²
¹³³ Xe	3,70·10 ¹⁵	2,02·10 ¹³	1,93·10 ¹³	+9,00·10 ¹¹
¹³⁵ Xe	3,70·10 ¹⁵	9,44·10 ¹²	2,29·10 ¹³	-1,35·10 ¹³
^{135m} Xe	3,70·10 ¹⁵	3,51·10 ¹³	3,38·10 ¹³	+1,30·10 ¹²
¹³⁸ Xe	3,42·10 ¹⁵	5,25·10 ¹³	3,99·10 ¹³	+1,26·10 ¹³
¹³¹ I	9,3·10 ¹⁰	8,19·10 ⁷	9,29·10 ⁷	-1,10·10 ⁷
¹³³ I	1,33·10 ¹³	8,92·10 ⁷	1,05·10 ⁸	-1,58·10 ⁷
⁶⁰ Co	2,5·10 ⁹	4,64·10 ⁷	4,72·10 ⁷	-8,00·10 ⁵
¹³⁴ Cs	1,4·10 ⁹	2,02·10 ⁷	2,75·10 ⁷	-7,30·10 ⁶
¹³⁷ Cs	4·10 ⁹	3,34·10 ⁷	3,23·10 ⁷	+1,10·10 ⁶
⁵⁴ Mn	1,17·10 ¹²	2,67·10 ⁷	3,02·10 ⁷	-3,50·10 ⁶
²⁴ Na	1,06·10 ¹⁴	7,01·10 ⁸	6,49·10 ⁸	+5,20·10 ⁷
³ H	1,18·10 ¹⁵	1,23·10 ¹⁰	1,24·10 ¹⁰	-1,00·10 ⁸
¹⁴ C	1,80·10 ¹³	2,31·10 ⁹	2,09·10 ⁹	+2,20·10 ⁸

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 2022 г. уменьшился в 1,3 раза. Выбросы всех нормируемых радионуклидов в 2022 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. Гнезду 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 2021–2022 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 2022 г. остался на уровне предыдущего года и составил 2,5 % допустимого. Выросшие в 2022 г., по сравнению с 2021 г., сбросы ^{89,90}Sr и ^{134,137}Cs не превышали 0,3 % соответствующих допустимых сбросов.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется ЛВРК САЭС, а в 100-км зоне САЭС – Центральным и Центрально-Чернозёмным УГМС, а также Республиканским центром по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Белгидромет) Республики Беларусь.

**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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	3,13·10 ¹²	7,91·10 ¹⁰	7,92·10 ¹⁰	-1,00·10 ⁸
⁵¹ Cr	1,13·10 ¹²	7,79·10 ⁶	8,16·10 ⁶	-3,70·10 ⁵
⁵⁴ Mn	5,07·10 ¹⁰	2,04·10 ⁶	2,20·10 ⁶	-1,60·10 ⁵
⁵⁸ Co	6,30·10 ¹¹	1,35·10 ⁶	1,54·10 ⁶	-1,90·10 ⁵
⁵⁹ Fe	2,38·10 ¹⁰	1,88·10 ⁶	2,28·10 ⁶	-4,00·10 ⁵
⁶⁰ Co	2,20·10 ¹¹	2,97·10 ⁶	3,14·10 ⁶	-1,70·10 ⁵
⁶⁵ Zn	1,10·10 ¹⁰	2,95·10 ⁶	3,25·10 ⁶	-3,00·10 ⁵
⁸⁹ Sr	1,66·10 ¹⁰	2,05·10 ⁶	1,43·10 ⁴	+2,04·10 ⁶
⁹⁰ Sr	1,54·10 ⁹	1,50·10 ⁶	1,45·10 ⁴	+1,49·10 ⁶
⁹⁵ Zr	5,88·10 ¹¹	2,93·10 ⁶	3,20·10 ⁶	-2,70·10 ⁵
¹⁰⁶ Ru	6,27·10 ⁹	3,61·10 ⁶	4,56·10 ⁶	-9,50·10 ⁵
¹³¹ I	1,94·10 ⁹	9,33·10 ⁵	1,24·10 ⁶	-3,07·10 ⁵
¹³⁴ Cs	2,26·10 ⁹	7,31·10 ⁶	1,08·10 ⁶	+6,23·10 ⁶
¹³⁷ Cs	2,99·10 ⁹	6,07·10 ⁶	6,05·10 ⁶	+2,00·10 ⁴
¹⁴⁴ Ce	8,14·10 ⁹	5,07·10 ⁶	5,56·10 ⁶	-4,90·10 ⁵

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 СЗЗ и ЗН САЭС в 2022 г. ЛВРК САЭС осуществлялся контроль следующих характеристик окружающей среды:

- объёмной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы аспирационным методом с экспозицией 10 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 в пунктах постоянного наблюдения; пробы отбирались один раз в год;
- содержания радионуклидов в продуктах питания, производящихся в хозяйствах, расположенных в ЗН САЭС; отбор проб проводился один раз в год после сбора урожая;
- 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 2022 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 $\Sigma\beta$, производился ежедневный отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием ВФУ.

В 100-км зоне САЭС в 2022 г. Центральным и Центральнo-Чернозёмным УГМС на семи стационарных пунктах проводились наблюдения за МАЭД и на четырёх пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 3.10.1).

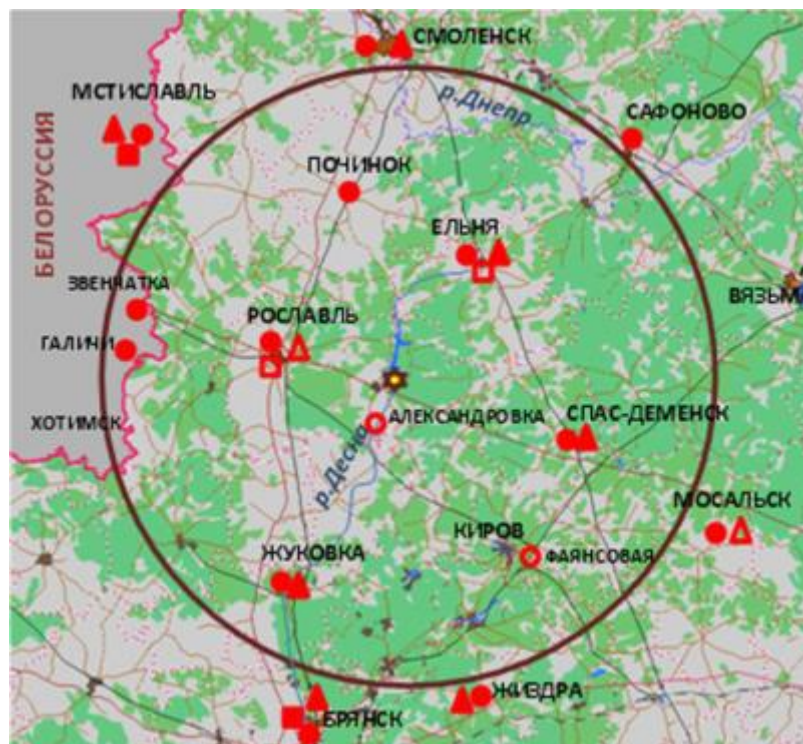







Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

-  – АЭС;
-  – наблюдения за гамма-фоном;
-  – отбор проб атмосферных выпадений;
-  – отбор проб атмосферных аэрозолей;
-  – планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

В табл. 3.10.3 приведены среднегодовые объёмные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС в 2022 году. Из всех техногенных радионуклидов, разрешённых к выбросу, в 2022 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 2022 г., по сравнению с 2021 г., увеличилось в СЗЗ и ЗН в 1,2 и 2,3 раза соответственно. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2022 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 5,7 и 2,8 раза соответственно. В целом в 2022 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/м³ (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
СЗЗ	15,3	10,9	< 3,65	< 2,77	46,9	40,3
ЗН	7,55	6,08	< 5,89	< 2,84	9,34	4,15

По данным Белгидромета, среднемесячная объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 3.10.1) в 2022 г. колебалась в пределах $(11,0-35,1)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2022 г. составила $20,0\cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Мстиславля в 2,7 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 7,4 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($2,7\cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

По данным ежедневных наблюдений Центрального и Центрально-Чернозёмного УГМС, представленных в табл. 3.10.4, среднемесячные суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в течение 2022 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 0,8 Бк/м²·сут (г. Спас-Деменск), среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,34 Бк/м²·сут), изменяясь в пределах 0,4–0,7 Бк/м²·сут.

Таблица 3.10.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2022 г., Бк/м²·сут (данные Центрального и Центрально-Чернозёмного УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Ельня	с	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4
	м	0,8	0,6	0,7	1,8	1,8	0,9	1,1	1,3	1,2	0,9	1	1,1		
Смоленск	с	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5
	м	0,8	0,7	0,5	0,8	1,4	0,9	1,2	0,7	1,3	1	0,9	1,1		
Жуковка*	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
	м	1,1	1,4	0,9	1,2	1,1	1,1	1,4	1,1	1,4	1,2	1,2	1,1		
Спас-Деменск	с	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
	м	1,5	1,3	1,1	2,2	1,5	1,2	1,6	1,7	1,2	1,6	2,1	2,2		

Примечание: * – данные Центрально-Чернозёмного УГМС.

По данным ГВРК САЭС (табл. 3.10.5), в выпадениях на территории СЗЗ и ЗН из техногенных радионуклидов был зарегистрирован только ¹³⁷Cs, содержание которого не превосходило значений нулевого фона ($0,2$ Бк/м²·сут). Выпадения ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co были ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ. Объёмная активность ³H в атмосферных осадках СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2022 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	
	2022	2021	2022	2021	2022	2021
Среднегодовые значения плотности выпадения радионуклидов, Бк/м²·сут						
¹³⁷ Cs	$1,6\cdot 10^{-3}$	$2,4\cdot 10^{-3}$	$< 2,5\cdot 10^{-3}$	$2,3\cdot 10^{-3}$	$< 9,2\cdot 10^{-3}$	$< 6,6\cdot 10^{-3}$
¹³⁴ Cs	$< 1,5\cdot 10^{-3}$	$< 1,6\cdot 10^{-3}$	$< 2,1\cdot 10^{-3}$	$< 1,6\cdot 10^{-3}$	$< 5,4\cdot 10^{-3}$	$< 4,1\cdot 10^{-3}$
⁶⁰ Co	$< 2,6\cdot 10^{-3}$	$< 1,6\cdot 10^{-3}$	$< 2,9\cdot 10^{-3}$	$< 2,1\cdot 10^{-3}$	$< 9,9\cdot 10^{-3}$	$< 7,6\cdot 10^{-3}$
Объёмная активность радионуклидов в атмосферных осадках, Бк/л						
³ H	$< 2,7$	-	$< 2,7$	-	$< 2,7$	-

Примечание: - – данные отсутствуют

Вода, донные отложения

В воде рек Сельчанки и Гнезды, в местах сброса дебалансных вод САЭС, а также в воде р. Десны ЛВРК САЭС в 2022 г. из контролируемых техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объёмной активностью 1,9, 1,1 и 2,3 мБк/л соответственно, что соответствует уровню контрольной точки (1,8 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	^3H	^{90}Sr
Сброс в р. Сельчанку	1,9	< 0,2	< 0,3	< 4,0	< 28,0
Сброс в р. Гнезду	1,1	< 0,2	< 0,3	< 6,3	< 37,0
р. Десна	2,3	< 0,2	< 0,3	< 17	< 54,0
Контрольный водоём (р. Десна в районе д. Холмец)	1,8	< 0,1	< 0,3	< 5,5	< 59,0
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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
р. Соложа	3,9	1,3	< 1,2	< 1,6	< 1,5	< 1,6
д. Трояново	< 2,4	2,5	< 1,5	< 1,4	< 2,0	< 1,7
Очистные сооружения	< 1,9	1,5	< 1,3	< 7,6	< 1,5	< 1,1
Плотина	8,0	2,5	< 2,1	< 9,1	< 2,6	< 1,5
Городской пляж	2,3	< 1,6	< 1,2	< 1,6	< 1,6	< 1,1
р. Десна ниже плотины	6,2	2,6	< 9,9	< 1,1	< 1,8	< 1,7
Контрольная точка (р. Десна выше сбросов, в месте впадения р. Соложи в р. Десну)	4,6	2,2	< 1,3	< 1,3	< 1,6	< 1,4

В 2022 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 1,7 раза превышающее значение в контрольной точке, наблюдалось в районе плотины.

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 (14,1 Бк/кг), в месте сброса в р. Сельчанку (12,4 Бк/кг) и р. Гнезду (23,1 Бк/кг).

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 3.10.8 приведены данные ЛВРК САЭС за 2021–2022 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 2022 г., по сравнению с 2021 г., содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ выросло в 1,8 раза, в ЗН – в 1,7 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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
^{137}Cs	0,48	0,26	0,88	0,53	0,84	< 0,07
^{134}Cs	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,10	< 0,08
^{60}Co	< 0,1	< 0,09	< 0,10	< 0,10	< 0,11	< 0,10

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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
¹³⁷ Cs	< 2,0	< 4,2	< 2,2	< 2,4	< 3,3	< 3,5
¹³⁴ Cs	< 1,6	< 4,2	< 1,5	< 2,0	< 2,3	< 3,0
⁶⁰ Co	< 2,3	< 4,6	< 2,4	< 3,0	< 4,1	< 3,6

Содержание ¹³⁷Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС в 2022 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [3] и ниже МДА для всех продуктов питания. МДА для ¹³⁷Cs не превышали: в рыбе – 1,55, в грибах – 2,1, в ягодах – 1,9, в зерне – 1,5, в молоке – 1,1, в овощах – 2,8 Бк/кг, в картофеле – 3,2 Бк/кг сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина МАЭД, по данным АСКРО САЭС, в 2022 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 0,09 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-Чернозёмного УГМС, в 2022 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,08 до 0,16 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного гамма-фона.

По данным оперативного мониторинга АСКРО Белгидромета, в 2022 г. среднегодовое значение МАЭД в г. Мстиславле 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 (0,76–0,90) 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.

Таблица 3.10.10

**Интегральный показатель загрязнения объектов природной среды
в районе расположения САЭС**

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ, безразмерный	Наиболее значимые радионуклиды, вклад в ИПЗ, %			
				⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
Почва	СЗЗ	2021	$1,46 \cdot 10^{-4}$	13	12	75	
		2022	$4,07 \cdot 10^{-4}$	9	7	84	
		2021	$4,43 \cdot 10^{-4}$	8	6	85	
	ЗН	2022	$6,93 \cdot 10^{-4}$	5	4	91	
		2021	$8,93 \cdot 10^{-5}$	40	32	28	
		2022	$6,75 \cdot 10^{-4}$	6	5	89	
Вода	Контрольный пункт			⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
		2022	$2,17 \cdot 10^{-4}$	16	20	7	56
		2022	$1,79 \cdot 10^{-4}$	16	27	7	33
		2022	$2,51 \cdot 10^{-4}$	16	43	4	53
Донные отложения	р. Десна ниже плотины	2021	$6,61 \cdot 10^{-4}$	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
		2022	$2,26 \cdot 10^{-3}$	17	19	64	
	Контрольная точка (р. Десна выше сбросов)	2021	$5,87 \cdot 10^{-4}$	5	50	45	
		2022	$1,00 \cdot 10^{-3}$	16	23	41	
Атмосфера	СЗЗ	2021	$2,86 \cdot 10^{-6}$	⁶⁰ Co	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
		2022	$5,44 \cdot 10^{-6}$	54	2	44	
		2021	$1,07 \cdot 10^{-6}$	66	1	32	
	ЗН	2021	$1,07 \cdot 10^{-6}$	30	5	65	
		2022	$1,70 \cdot 10^{-6}$	42	7	51	

Согласно расчётным оценкам, выполненным по данным мониторинга, значение ИПЗ для всех компонент природной среды значительно ниже 1 (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 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 САЭС наблюдается отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ⁶⁰Co и превышен региональный уровень по объёмной активности ¹³⁷Cs 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.

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 производство, 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) расположена на водосборной территории р. Течи и её притоков. Через р. Течу осуществляется русловый сток воды из Иртышско-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 Иртышско-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 Иртышско-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, границы которой совпадают с границами промплощадки, составляет 256 км². В СЗЗ отсутствуют населённые пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км². СЗЗ, ЗН и зоны аварийного загрязнения – ВУРС, «цезиевый» след 1967 г., пойма р. Течи – составляют зону влияния предприятия.

По состоянию на 31.12.2021 г. общая площадь территории вокруг ФГУП «ПО «Маяк», загрязнённой радионуклидами, составляет 443,8 км² [22], из них 256 км² находятся в санитарно-защитной зоне, 196 км² – в зоне наблюдения.

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 2022 г. приведены в табл. 3.11.1.

Таблица 3.11.1

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

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
³ H	1,90·10 ¹⁶	1,44·10 ¹⁵	1,27·10 ¹⁵	+1,70·10 ¹⁴
¹⁴ C	1,20·10 ¹³	6,16·10 ¹¹	2,32·10 ¹¹	+3,84·10 ¹¹
⁶⁰ Co	6,96·10 ⁸	9,16·10 ⁵	1,47·10 ⁵	+7,69·10 ⁵
⁹⁰ Sr	9,55·10 ¹⁰	6,92·10 ⁸	3,56·10 ⁸	+3,36·10 ⁸
⁹⁵ Zr	1,09·10 ⁹	1,59·10 ⁶	5,30·10 ⁶	-3,71·10 ⁶
⁹⁵ Nb	4,45·10 ⁸	1,08·10 ⁷	5,30·10 ⁶	+5,50·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	4,05·10 ¹⁰	7,11·10 ⁸	1,77·10 ⁹	-1,06·10 ⁹
¹²⁵ Sb	3,48·10 ⁹	2,01·10 ⁷	2,26·10 ⁷	-2,50·10 ⁶
¹²⁹ I	4,79·10 ¹¹	5,42·10 ¹⁰	5,12·10 ¹⁰	+3,00·10 ⁹
¹³¹ I	7,48·10 ¹¹	5,32·10 ⁷	5,67·10 ⁷	-3,50·10 ⁶
¹³⁴ Cs	1,08·10 ¹⁰	5,28·10 ⁸	6,03·10 ⁷	+4,68·10 ⁸
¹³⁷ Cs	6,83·10 ¹⁰	1,08·10 ⁹	1,42·10 ⁹	-3,40·10 ⁸
¹⁴⁴ Ce	1,36·10 ¹⁰	7,31·10 ⁸	1,74·10 ⁸	+5,57·10 ⁸
²³⁹ Pu*	1,03·10 ¹⁰	2,83·10 ⁸	5,23·10 ⁸	-2,40·10 ⁸
⁴¹ Ar	5,83·10 ¹⁴	2,01·10 ¹³	2,81·10 ¹³	-8,00·10 ¹²
¹³³ Xe	4,66·10 ¹⁴	5,89·10 ¹¹	2,00·10 ¹²	-1,41·10 ¹²
¹³⁵ Xe	3,21·10 ¹⁴	6,06·10 ¹²	6,79·10 ¹²	-7,30·10 ¹¹

Примечание: * – группа альфа-излучающих радионуклидов.

Данные, представленные в табл. 3.11.1, показывают, что в 2022 г. выбросы составляли от 0,007 % (для ¹³¹I) до 11,3 % (для ¹²⁹I) величин, разрешённых для предприятия. По сравнению с 2021 г. в 2022 г. увеличились выбросы ⁶⁰Co в 6,2 раза, ⁹⁰Sr – в 1,9 раза, ¹³⁴Cs – в 8,8 раза, ¹⁴⁴Ce – в 4,2 раза, ⁹⁵Nb – в 2 раза, ¹⁴C – в 2,7 раза. Выбросы ⁹⁵Zr снизились в 3,3 раза, ¹⁰⁶Ru – в 2,5 раза, ⁴¹Ar – в 1,4 раза, ¹³³Xe – в 3,4 раза, остальных контролируемых радионуклидов – остались примерно на уровне 2021 года.

Сбросы ⁹⁰Sr со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ФГУП «ПО «Маяк» в 2021–2022 гг. приведены в табл. 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^{90}Sr	$1,95 \cdot 10^{12}$	$2,20 \cdot 10^{10}$	$2,04 \cdot 10^{10}$	$+1,60 \cdot 10^9$

Примечание: * – по другим радионуклидам норматив допустимого сброса не установлен.

Из табл. 3.11.2 видно, что в 2022 г. сбросы ^{90}Sr остались примерно на уровне 2021 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 – 250 км²;

- 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 3 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] в СЗЗ – 337, в ЗН – 149 (табл. 3.11.3).

СРКМ ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя [33]:

- выполнение большого объёма ежедневных (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 санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» [35]

Измеряемый параметр	Количество точек		
	ЗН	СЗЗ	Всего
По Программе [34]			
Объёмная активность (ОА) радионуклидов в приземном слое атмосферы	17	15	32
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	14	35
Объёмная активность радионуклидов в снежном покрове (талой воде)	21	14	35
Оксид трития (НТО)	2	3	5
МАЭД, плотность потока бета-частиц (ППБЧ)	26	22	48
Объёмная активность и химический состав в поверхностных водотоках	24	12	36
Объёмная активность и химический состав в подземных водах	–	209	209
Объёмная активность и химический состав в сбросных водах	–	19	19
Всего	149	337	486

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 7 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 45 % режимных скважин один раз в год производится отбор проб подземных вод для аналитических определений основных радиохимических и химических показателей [22].

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 и радиационной обстановки на территории предприятия, в санитарно-защитной зоне и в населённых пунктах зоны наблюдения проводится с использованием АСКРО по следующим параметрам: мощность внешней дозы гамма-излучения, суммарная объёмная активность альфа- и бета-излучающих нуклидов, метеорологические показатели.

АСКРО ФГУП «ПО «Маяк» состоит из трёх подсистем:

- пункты контроля (31 точка);
- центральный пост АСКРО ФГУП «ПО «Маяк»;
- подсистема передачи и отображения данных для абонентов.

Измеренные данные передаются на центральный пост АСКРО ФГУП «ПО «Маяк» в автоматическом режиме по телефонным линиям и по радиоканалу. На сервере центрального поста данные 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 альфа-излучающих радионуклидов, сумма бета-излучающих радионуклидов и ^3H . Для измерения МАЭД и плотности потока бета-частиц (ППБЧ) использовались переносные дозиметрические приборы: ДКГ-02У, ДКС-96, МКС-А02-2М. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью γ -спектрометров с полупроводниковыми детекторами. Измерение содержания α - и β -активных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических α - и β -радиометрах Tennelec 5S XLB и iMatic, радиометре РИБ-МФ5,

бета-спектрометре СЕБ-01 и альфа-спектрометрах СЭА-13П, СЭФ-13П. Объёмная активность трития определялась с помощью низкофонового жидкосцинтилляционного радиометра-спектрометра α - и β -излучения Quantulus-1220 [33].

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 2022 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

- за объёмной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (с использованием ВФУ) в трёх пунктах;
- за атмосферными выпадениями $\Sigma\beta$ радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 17 пунктах, из них выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr определялись в 11 пунктах;
- за 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, спектрометров-радиометров 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-107Ц, ДРГ-01Т1, ДБГ-04А, ДКГ-02У «Арбитр», ДКГ-07Д «Дрозд», а также дозиметры-радиометры альфа-бета-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 девяти ВФУ (восемь ВФУ находятся на территории промплощадки, одна – в г. Озёрске), 32 планшетов и «конусов» – индикаторных методов контроля объёмной активности. В ЗН находятся 17 планшетов и «конусов» [33].

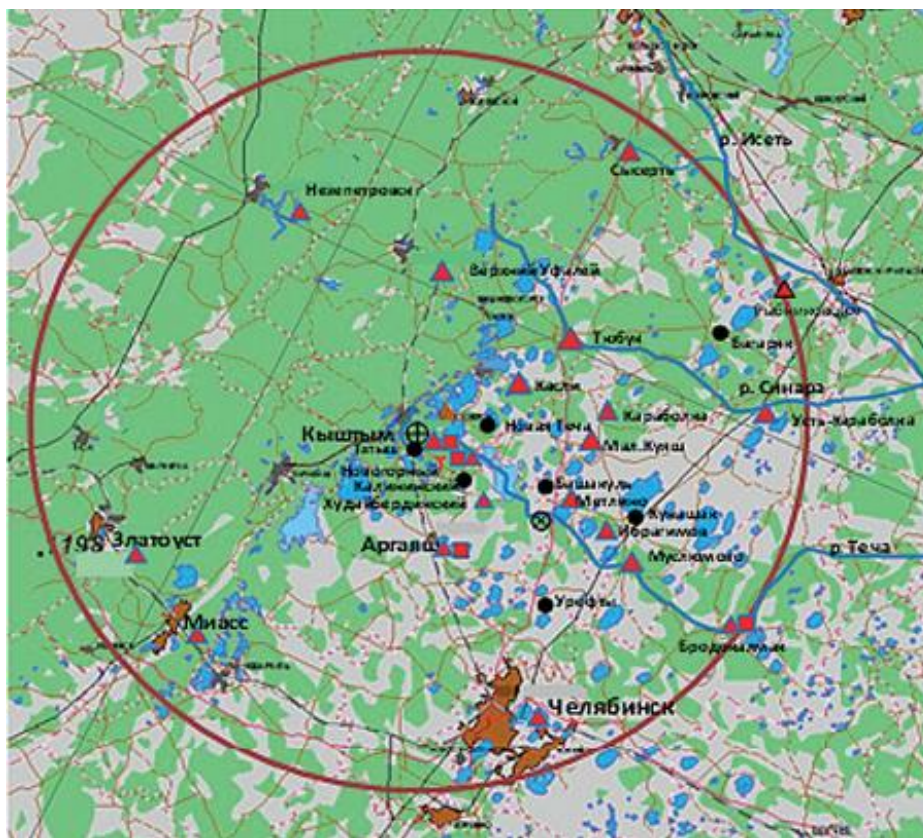


Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» и ПХРО:

- – 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 2022 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 на несколько порядков ниже величины $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [2]. Следует отметить, что среднегодовое значение объёмной активности ^{137}Cs ($< 0,003 \text{ мБк/м}^3$) в г. Озёрске (табл. 3.11.5) снизилось на порядок по сравнению с предыдущим годом ($0,014 \text{ мБк/м}^3$).

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 $0,40 \text{ мБк/м}^3$; по данным табл. 3.11.5, объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы г. Озёрска в среднем составляет менее $0,003 \text{ мБк/м}^3$, т.е. на два порядка 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 2022 г., 10⁻⁵ Бк/м³ (данные ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Направление и расстояние от центра промплощадки	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Зона наблюдения, Озёрский городской округ			
г. Озёрск, профилакторий	северо-запад, 12 км	55	< 40
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	северо-запад, 11 км	65	< 40
п. Метлино	северо-восток, 15 км	53	< 40
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	северо-восток, 15 км	66	< 40
п. Новогорный	юг, 7 км	35	< 40
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	запад-юго-запад, 10 км	38	< 40
Зона наблюдения			
г. Кыштым	запад, 15 км	35	< 40
с. Худайбердинск	юго-восток, 12 км	56	< 40
п. Слюдорудник	запад, 27 км	50	< 40
п. Красный Партизан	север-северо-восток, 30 км	48	< 40
п. Башакуль	восток, 22 км	72	< 40
с. Большой Куяш	северо-восток, 24 км	94	< 40
г. Касли	север, 22 км	52	< 40
с. Аргаяш, метеостанция	юг, 24 км	20	< 20
Среднее по зоне наблюдения			
		2022 г.	< 39*
		2021 г.	< 32*
		53	
		< 52*	
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ФГУП «ПО «Маяк»			
с. Багаряк	северо-восток, 71 км	40	< 40
Зона влияния, вне ЗН ФГУП «ПО «Маяк»			
г. В. Уфалей, метеостанция	северо-запад, 56 км	19	< 20
ДОО _{нас.} Бк/м ³ [2]		–	27

Примечание: * – с учётом значений ниже МДА.

Таблица 3.11.5

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории г. Озёрска за 2022 г., мБк/м³ (результаты с ВФУ, данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Январь	1,4·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Февраль	8,0·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Март	7,0·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Апрель	5,9·10 ⁻¹	5,0·10 ⁻³
Май	1,6·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Июнь	1,9·10 ⁻¹	< 3·10 ⁻³
Июль	3,1·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Август	3,0·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Сентябрь	6,2·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Октябрь	4,0·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Ноябрь	4,1·10 ⁻¹	2,0·10 ⁻³
Декабрь	2,6·10 ⁻¹	< 2·10 ⁻³
Среднее		
	2022 г.	< 3·10⁻³
	2021 г.	1,4·10 ⁻²
	4,1·10⁻¹	
	4,2·10 ⁻¹	
ДОО _{нас.} Бк/м ³ [2]		–
		27

В 2022 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС в пп. Кыштым, Аргаяш и Новогорный. Среднемесячные и среднегодовые значения объёмной $\Sigma\beta$ 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 $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.
Аргаяш	с	22,38	18,60	13,58	14,68	17,71	10,60	15,33	20,94	11,25	13,31	12,62	25,66	16,39	25,28
	м	47,54	29,03	24,93	24,35	36,07	13,96	23,36	33,42	18,41	17,62	23,19	32,78		
Новогорный-2	с	29,18	25,40	16,47	14,90	14,87	15,89	18,33	25,09	13,73	13,74	13,22	34,11	19,58	24,89
	м	55,54	53,29	24,30	25,04	22,01	22,51	35,47	35,15	23,35	26,76	31,38	52,52		
Кыштым	с	19,29	22,94	18,39	16,04	15,66	16,50	19,05	21,33	12,42	13,32	12,47	31,26	18,22	24,95
	м	37,61	37,19	27,01	28,45	21,64	31,23	25,16	29,71	24,41	19,62	23,38	48,56		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
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	
2021 г.		53,29	29,43	22,80	21,21	27,39	26,07	18,08	35,27	17,36	16,76	15,95	22,54		25,04

Данные, представленные в табл. 3.11.6, показывают, что в 2022 г. значения среднегодовой объёмной $\Sigma\beta$ в г. Кыштым, п. Новогорный-2 и п. Аргаяш снизились в 1,3–1,5 раза по сравнению с 2021 годом. Значения среднемесячной объёмной $\Sigma\beta$ в пункте наблюдения Аргаяш изменялись от $10,6 \cdot 10^{-5}$ до $25,66 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в п. Новогорный-2 – от $13,22 \cdot 10^{-5}$ до $34,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Кыштым – от $12,42 \cdot 10^{-5}$ до $31,26 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Следует отметить, что во всех трёх пунктах наблюдений самые высокие значения среднемесячной объёмной $\Sigma\beta$ зафиксированы в декабре 2022 года. Среднегодовое значение объёмной $\Sigma\beta$, усреднённое по всем трём пунктам зоны наблюдения ($18,06 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), снизилось в 1,4 раза по сравнению с данными 2021 г. ($25,04 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и незначительно отличается от средневзвешенной объёмной $\Sigma\beta$ по территории РФ ($17,19 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В 2022 г. в приземном слое воздуха 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» не было зарегистрировано случаев, когда значение объёмной $\Sigma\beta$ превышало фоновые значения для данного населённого пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.

В табл. 3.11.7 приведены значения объёмной активности ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в вышеуказанных пунктах мониторинга.

Таблица 3.11.7

Объёмная активность ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Месяц	Пункт наблюдения			Среднее по 100-км зоне наблюдения
	Аргаяш	Кыштым	Новогорный-2	
Январь	5,0	4,0	10,0	6,0
Февраль	5,0	4,0	10,0	6,0
Март	4,0	5,0	32,0	14,0
Апрель	6,0	7,0	29,0	14,0
Май	3,0	12,0	15,0	10,0
Июнь	8,0	8,0	24,0	13,0
Июль	14,0	3,0	39,0	19,0
Август	25,0	6,0	157,0	63,0
Сентябрь	4,0	4,0	60,0	23,0
Октябрь	10,0	10,0	20,0	13,0
Ноябрь	3,0	4,0	24,0	10,0
Декабрь	22,0	13,0	56,0	30,0
Среднее:				
2022 г.	9,0	7,0	40,0	19,0
2021 г.	18,0	11,0	113,7	47,6
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 – $40,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе п. Аргаяш снизилась в 2 раза по сравнению с 2021 г., в п. Новогорный-2 – в 2,8 раза, г. Кыштым – в 1,5 раза. Среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы по ЗН (усреднённая по трём пунктам наблюдения) снизилась в 2,5 раза по сравнению с данными 2021 г.

Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объёмной активности ^{137}Cs в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» ($157 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в п. Новогорный-2) было на два порядка выше средневзвешенной объёмной активности по всей территории РФ. По данным мониторинга 2022 г., в п. Аргаяш, г. Кыштым и п. Новогорный-2 среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе превышала средневзвешенную по территории РФ объёмную активность в 4–25 раз. Величина среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs (усреднённая по всем пунктам наблюдения) в приземном слое атмосферы ЗН ($19 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) превышала средневзвешенную по территории РФ в 2022 г. ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в 12 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, рассчитанных по природоохранному (экологическому) критерию. 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 – 2011–2022 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 $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк», по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.8. Также для сравнения приведена $\Sigma\beta$ выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.8 видно, что среднегодовая величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2022 г. ($0,64$ Бк/м²·сут) осталась на уровне 2021 г. ($0,63$ Бк/м²·сут) и фонового значения для Уральского региона ($0,59$ Бк/м²·сут).

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения Σ В атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., Бк/м²·сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Средне- годовое	Сумма за год, Бк/м ² ·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	с	0,57	0,54	0,53	0,74	0,70	0,72	0,64	0,67	0,86	0,62	0,61	0,54	0,65	237
	м	1,03	1,03	1,20	1,60	1,93	1,47	2,25	2,06	6,49	1,41	1,46	1,07		
Бродокалмак	с	0,52	0,49	0,56	0,63	0,64	0,68	0,58	0,58	0,84	0,64	0,67	0,60	0,62	226
	м	0,87	1,03	1,48	1,76	2,59	1,97	1,22	1,16	5,27	1,22	2,31	1,09		
Верхний Уфалей	с	0,54	0,63	0,57	0,72	0,72	0,72	0,60	0,68	0,73	0,67	0,65	0,57	0,65	237
	м	1,09	1,20	1,07	1,54	1,53	3,90	1,24	1,47	1,67	2,40	1,29	1,24		
Златоуст	с	0,51	0,57	0,59	0,77	0,72	0,70	0,73	0,65	0,84	0,71	0,75	0,63	0,68	248
	м	1,03	1,03	0,96	2,12	1,55	2,70	6,10	1,38	3,60	1,46	1,29	1,03		
Ибрагимово	с	0,56	0,49	0,60	0,76	0,76	0,69	0,62	0,69	0,68	0,75	0,64	0,53	0,65	237
	м	1,03	0,95	1,33	1,61	2,00	1,56	1,61	1,27	1,16	1,67	1,22	0,90		
Караболка	с	0,58	0,58	0,60	0,92	0,86	0,63	0,65	0,76	0,98	0,72	0,82	0,70	0,73	267
	м	1,20	1,19	1,16	2,29	2,00	1,71	1,86	1,74	4,50	1,78	2,96	1,76		
Касли	с	0,60	0,60	0,55	0,60	0,63	0,56	0,66	0,57	0,66	0,64	0,68	0,54	0,61	223
	м	1,22	2,18	1,29	1,07	1,09	1,53	2,73	1,50	1,13	2,89	2,12	1,07		
Кыштым	с	0,58	0,58	0,55	0,62	0,66	0,72	0,63	0,67	0,84	0,65	0,63	0,52	0,64	234
	м	1,03	1,07	0,99	1,33	1,24	1,74	1,61	2,29	5,59	1,53	1,29	0,96		
Метлино	с	0,59	0,56	0,56	0,71	0,69	0,63	0,68	0,62	0,82	0,65	0,64	0,59	0,65	237
	м	1,03	0,95	0,84	2,00	2,11	1,53	2,25	1,20	5,53	1,48	2,06	1,03		
Миасс	с	0,58	0,53	0,57	0,74	0,72	0,68	0,65	0,65	0,89	0,60	0,70	0,55	0,66	241
	м	1,16	0,95	1,29	1,59	2,05	1,48	2,63	1,48	5,08	1,33	1,74	1,09		
Новогорный	с	0,58	0,63	0,59	0,74	0,83	0,74	0,69	0,68	0,95	0,68	0,77	0,72	0,72	263
	м	1,03	1,12	1,09	1,40	2,04	1,61	2,57	2,83	6,62	1,40	1,57	1,87		
Нязепетровск	с	0,55	0,58	0,54	0,69	0,71	0,65	0,56	0,60	0,73	0,70	0,63	0,56	0,63	230
	м	1,03	1,54	1,29	1,93	1,37	1,67	1,47	1,20	4,18	1,54	1,03	1,09		
Рыбниковское	с	0,34	0,38	0,45	0,39	0,68	0,58	0,50	0,45	1,00	0,94	0,58	0,47	0,56	204
	м	2,32	1,30	1,39	1,24	2,16	2,86	1,63	1,90	2,55	2,93	1,90	1,67		
Сысерть	с	0,22	0,43	0,29	0,75	0,52	0,56	0,42	0,77	0,56	0,56	0,47	0,47	0,50	183
	м	0,79	1,49	1,00	1,85	1,25	2,51	1,52	2,06	1,84	2,76	2,55	1,43		
Тюбук	с	0,54	0,59	0,55	0,69	0,66	0,62	0,61	0,58	0,73	0,65	0,62	0,52	0,61	223
	м	0,84	0,96	1,03	1,67	1,40	1,29	1,67	0,95	3,60	1,59	1,09	0,87		
Худайбердинский	с	0,54	0,57	0,54	0,67	0,74	0,68	0,69	0,70	0,87	0,65	0,67	0,58	0,66	241
	м	0,90	0,96	1,03	1,35	1,92	1,41	4,76	2,57	3,30	1,48	1,50	1,07		
Челябинск	с	0,59	0,59	0,61	0,79	0,76	0,74	0,67	0,71	0,95	0,73	0,69	0,64	0,71	259
	м	1,16	1,03	1,40	1,42	1,53	1,54	1,29	2,20	3,76	1,51	1,29	1,03		
Среднее:	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
	2021 г.	0,59	0,60	0,57	0,61	0,61	0,60	0,75	0,68	0,70	0,64	0,58	0,63		
Фон для Уральского региона:	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
	2021 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		

В табл. 3.11.9 приведены данные об атмосферных выпадениях ^{90}Sr в 100-км зоне ФГУП ПО «Маяк» в 2022 году. Годовые выпадения ^{90}Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г. (3,1 Бк/м²·год) остались на уровне 2021 г. (2,6 Бк/м²·год) и в 2,4 раза превышали региональный фон (1,3 Бк/м²·год). Следует отметить, что значение регионального фона годовых выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 2022 г. не изменилось относительно 2021 г. (1,3 Бк/м²·год). Самые высокие значения годовых выпадений ^{90}Sr отмечались в п. Новогорный (9,64 Бк/м²·год) – в 7 раз выше регионального фона. Максимальные выпадения ^{90}Sr в п. Новогорный в 2022 г. зарегистрированы в IV квартале.

Таблица 3.11.9

Выпадения ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 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	0,34			0,56			0,47			0,26			0,41	0,14	1,68
Бродокалмак	0,61			0,63			0,45			0,33			0,51	0,17	2,02
Ибрагимово	0,81			0,88			1,13			0,70			0,88	0,29	3,52
Караболка	0,89			0,79			0,96			0,68			0,83	0,28	3,32
Касли	0,44			0,68			0,59			0,46			0,54	0,18	2,17
Кыштым	0,38			0,66			0,18			0,47			0,42	0,14	1,68
Метлино	0,54			0,90			0,63			0,83			0,73	0,24	2,9
Новогорный	1,46			1,96			2,98			3,24			2,41	0,81	9,64
Рыбниковское	0,36			0,33			0,49			0,48			0,42	0,14	1,68
Тюбук	0,65			0,42			0,46			0,67			0,55	0,18	2,2
Худайбердинский	0,63			0,36			1,60			0,71			0,83	0,28	3,3
Среднее:															
2022 г.	0,65			0,74			0,90			0,80			0,77	0,26	3,1
2021 г.	0,46			0,69			0,70			0,74			0,65	0,22	2,6
Фон для Уральского региона*:															
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	
2021 г.	0,05	0,04	0,07	0,06	0,09	0,12	0,23	0,36	0,09	0,10	0,08	0,07	0,11	1,3	

Примечание: * – размерность фоновых значений Бк/м²-месяц.

Годовые выпадения ^{137}Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г. (табл. 3.11.10) колебались в диапазоне от 0,12 до 3,8 Бк/м²-год. В 2022 г. средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в 100-км зоне наблюдения снизилась в 2,4 раза по сравнению с 2021 г. (3,1 Бк/м²-год) и составила 1,3 Бк/м²-год, что в 2 раза выше региональных фоновых выпадений (0,7 Бк/м²-год) и в 12 раз выше средневзвешенных по территории РФ (0,11 Бк/м²-год). Максимальное значение суммарных годовых выпадений ^{137}Cs (3,8 Бк/м²-год) в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., как и в предыдущие годы наблюдений, зафиксировано в п. Новогорный, что в 5 раз выше регионального фона в 2022 году. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный наблюдались в мае и составляли 0,87 Бк/м²-месяц. Следует отметить, что в 2022 г. фоновые значения суммарных годовых выпадений ^{137}Cs (0,7 Бк/м²-год) снизились в 2,7 раза по сравнению с 2021 г. (1,9 Бк/м²-год).

Таблица 3.11.10

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., Бк/м²-месяц (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м ² -год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Аргаяш	МДА	0,31	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,03	0,36	
Бродокалмак	МДА	0,08	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,01	0,12	
Ибрагимово	0,21	0,43	МДА	МДА	0,33	МДА	МДА	0,29	МДА	МДА	МДА	МДА	0,11	1,32	
Караболка	МДА	0,29	МДА	МДА	0,29	МДА	МДА	МДА	0,29	МДА	МДА	МДА	0,07	0,84	
Касли	МДА	0,61	МДА	0,26	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,07	0,84	
Кыштым	0,32	0,13	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,26	МДА	МДА	0,33	0,09	1,08	
Метлино	0,09	0,08	МДА	0,38	0,50	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,09	1,08	
Новогорный	0,12	МДА	0,29	0,48	0,87	0,43	0,50	0,53	0,26	МДА	0,41	МДА	0,32	3,84	
Рыбниковское	0,38	0,14	0,17	МДА	0,15	МДА	0,11	0,18	0,40	0,32	МДА	0,27	0,18	2,16	
Тюбук	0,32	0,12	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,04	0,48	
Худайбердинский	МДА	МДА	0,26	МДА	0,29	0,38	0,26	0,57	0,33	0,34	0,29	МДА	0,23	2,76	
Среднее:															
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	
2021 г.	0,19	0,34	0,41	0,48	0,29	0,26	0,16	0,32	0,19	0,12	0,21	0,12	0,26	3,1	
Фон для Уральского региона:															
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	
2021 г.	0,04	0,09	0,13	0,07	0,21	0,05	0,22	0,14	0,2	0,08	0,22	0,48	0,16	1,9	

Примечание: МДА ≤ 0,001 Бк/м²-месяц.

В табл. 3.11.11 приведены данные ФГУП «ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в зоне наблюдения и зоне влияния предприятия в 2022 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Таблица 3.11.11

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., Бк/м²-год
(данные ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Зона наблюдения, Озёрский городской округ		
г. Озёрск, профилакторий	70	<160
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	220	<160
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	175	<160
п. Новогорный	100	<160
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	150	<150
п. Метлино	70	<170
оз. Кожакуль	150	<160
Зона наблюдения		
г. Кыштым	120	<180
с. Худайбердинский	100	<160
п. Слюдорудник	80	<170
п. Красный Партизан	210	<160
п. Башакуль	130	<170
с. Большой Куяш	120	<170
г. Касли	300	<160
с. Аргаяш, метеостанция	270	<330
Среднее по зоне наблюдения	2022 г. 2021 г.	< 175* < 190*
	151 < 189	
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»		
с. Багаряк	100	< 160
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»		
г. В. Уфалей, метеостанция	190	< 340
Фоновый уровень по Уральскому региону**	215	0,7

Примечания: * – с учётом значений ниже МДА;

** – данные Уральского УГМС.

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 ⁹⁰Sr, 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 2022 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 2022 г., Бк/л (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц, год	ЛБК			ПБК		
	^{90}Sr	^{137}Cs	^3H	^{90}Sr	^{137}Cs	^3H
Январь	0,38	< 0,5	260	24	< 0,5	110
Февраль	1,10	< 0,5	310	40	< 0,5	170
Март	0,41	< 0,5	130	23	< 0,5	< 40
Апрель	0,94	< 0,5	260	24	< 0,5	181
Май	0,45	< 0,5	280	1,4	< 0,5	78
Июнь	0,30	< 0,5	130	1,26	< 0,5	380
Июль	0,12	< 0,5	190	0,3	< 0,5	91
Август	0,38	< 0,5	220	0,21	< 0,5	110
Сентябрь	0,48	< 0,5	167	1,8	< 0,5	128
Октябрь	1,0	< 0,5	179	4,1	< 0,5	130
Ноябрь	0,11	< 0,5	169	0,24	< 0,5	110
Декабрь	0,35	< 0,5	156	1,9	< 0,5	86
Средняя за 2022 г.	0,50	< 0,5	204	10,2	< 0,5	135
Средняя за 2021 г.	1,3	1,1	250	3,1	< 0,5	150
Средняя за 2020 г.	0,32	< 0,52	230	3,8	< 0,6	120
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 в 2022 г. не превышала УВ [2]. В воде ПБК ОА ^{90}Sr с января по апрель превышала УВ в 5–8 раз [2]. Такое повышение может быть связано с проведением ремонтных работ на водотоке. В то же время из-за низкой водности 2022 г. расходы воды по ПБК были незначительными, поэтому на поступление ^{90}Sr в р. Течу это не повлияло.

Пробы воды Уральским УГМС в 2022 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. Тече 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 ⁹⁰Sr. Основными факторами, определяющими объёмную активность ⁹⁰Sr в воде р. Течи, являются:

- поступление ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr 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 соответственно, 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 ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово (в 78 км от источника) в 2022 г. изменялась в диапазоне от 4,1 до 9,7 Бк/л, а среднее значение (6,9 Бк/л) увеличилось в 1,6 раза по сравнению с данными 2021 г. (4,3 Бк/л). Максимальное значение было зафиксировано в январе и составило 9,7 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для ⁹⁰Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [2] и на три порядка выше фонового уровня для рек России (5,6 мБк/л).

Таблица 3.11.13

**Объёмная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2022 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	17	9,7	< 0,5	0,43	210	2,7	0,004	-	-	-
Февраль	19	6,2	< 0,5	0,34	240	3,4	0,008	-	-	-
Март	11,7	8,4	< 0,5	0,24	100	2,3	0,007	-	-	-
Апрель	8,7	4,1	< 0,5	0,18	165	2,6	0,006	-	-	-
Май	5,2	7,3	< 0,5	0,11	230	3,9	0,001	-	-	-
Июнь	4,3	6,4	< 0,5	0,12	55	4,0	0,008	1,3	< 0,3	< 40
Июль	8,0	5,9	< 0,5	0,16	92	4,4	0,001	-	-	-
Август	6,1	5,0	< 0,5	0,14	94	5,3	0,001	-	-	-
Сентябрь	6,7	5,9	< 0,5	0,09	86	2,4	0,010	2,7	< 0,3	< 40
Октябрь	11,5	8,7	< 0,5	0,08	110	1,8	0,009	-	-	-
Ноябрь	18	7,6	< 0,5	0,11	110	3,7	0,007	-	-	-
Декабрь	6,6	7,4	< 0,5	0,27	141	2,5	0,008	-	-	-
Среднее:										
2022 г.	10,3	6,9	< 0,5 ²⁾	0,19	134	3,3	0,006	2,0	< 0,3 ²⁾	< 40 ²⁾
2021 г.	8,6	4,3	< 0,8 ²⁾	0,16	100	3,5	0,015	4,9	< 0,3 ²⁾	90 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 2022 г. увеличилась на 20 % по сравнению с 2021 г. и составила 10,3 Бк/л. Повышение ОА ^{90}Sr может быть связано с низкой водностью.

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 12 лет (2010–2022 гг.) среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в р. Тече в пункте наблюдений с. Муслюмово изменялась в диапазоне 4,3–25,2 Бк/л, максимальные значения за вышеуказанный период наблюдались в 2010 г. (18,5 Бк/л) и в 2012 г. (25,2 Бк/л).

В 2022 г. вниз по течению р. Течи содержание ^{90}Sr в воде в с. Першинское осталось на уровне 2021 г., а в с. Затеченское снизилось в 2,5 раза по сравнению с данными 2021 года.

Для оценки загрязнения техногенными радионуклидами воды в р. Теча в районе с. Першинское в соответствии с Рекомендациями Росгидромета (Р 52.18.853–2016) [6] были рассчитаны ИПЗ за период 2001–2022 гг. (табл. 3.11.14).

Таблица 3.11.14

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами воды в р. Теча (с. Першинское) в 2001–2022 гг.

Год наблюдения	ИПЗ	Вклад в ИПЗ, %	
		^{90}Sr	^{137}Cs
2001	0,023	86,7	13,3
2002	0,031	80,6	19,4
2003	0,030	80,7	19,3
2004	0,044	92,7	7,3
2005	0,039	88,1	11,9
2006	0,039	90,2	9,8
2007	0,034	80,8	19,2
2008	0,029	77,8	22,2
2009	0,028	87,7	12,3
2010	0,043	94,6	5,4
2011	0,040	84,0	16,0
2012	0,038	93,2	6,8
2013	0,027	95,3	4,7
2014	0,024	86,9	13,1
2015	0,022	94,1	5,9
2016	0,022	91,1	8,9
2017	0,016	92,0	8,0
2018	0,014	95,5	4,5
2019	0,014	95,3	4,7
2020	0,011	95,8	4,2
2021	0,012	91,9	8,1
2022	0,011	96,4	3,6

Динамика ИПЗ техногенными радионуклидами воды р. Течи в районе с. Першинское (рис. 3.11.3) 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 вносит ^{90}Sr (табл. 3.11.14). С 2017 г. наблюдается снижение значений ИПЗ техногенными радионуклидами воды р. Теча (рис. 3.11.3).

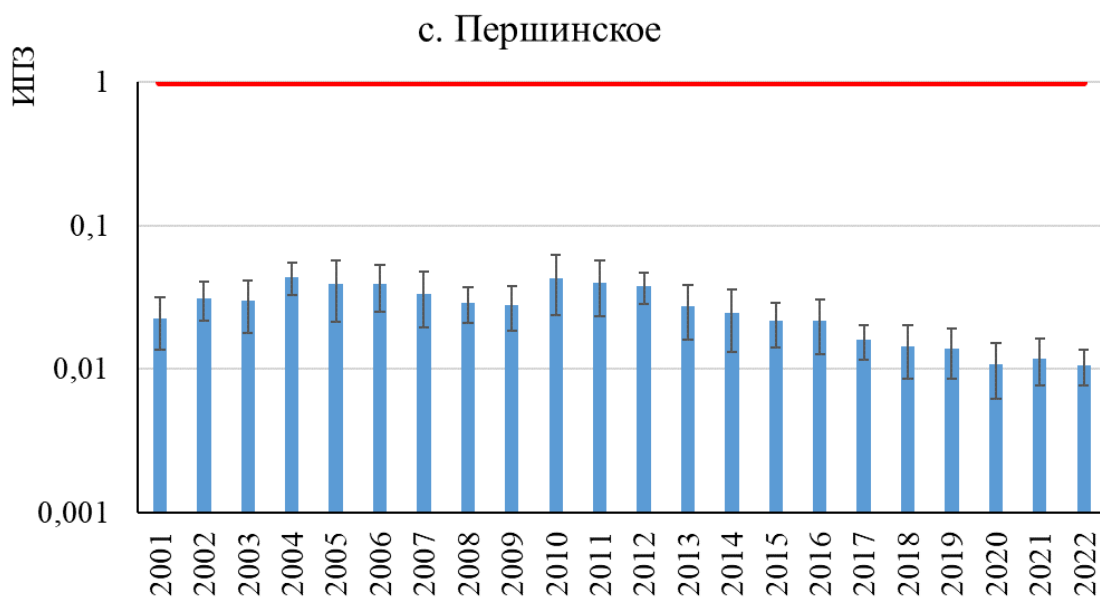


Рис.3.11.3 Динамика интегрального показателя загрязнения воды р. Теча ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs за период 2001–2022 гг.

В воде р. Исеть ниже впадения в неё р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr в воде в 2022 г. составила 0,12 Бк/л. В целом в воде р. Исеть, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС, объёмная активность ⁹⁰Sr в 2022 г. осталась на уровне 2021 г. и была в 8–24 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.11.15

**Объёмная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2022 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	-	-	0,482	0,005	0,217	0,005	0,115	0,003
Февраль	-	-	0,740	0,008	0,320	0,009	0,268	0,002
Март	-	-	0,674	0,002	0,335	0,009	0,297	0,001
Апрель	-	-	0,423	0,008	0,394	0,009	0,211	0,002
Май	-	-	0,935	0,005	0,600	0,001	0,425	0,005
Июнь	< 0,026	0,15	0,776	0,005	0,372	0,002	0,408	МДА
Июль	-	-	0,299	0,005	0,233	0,002	0,120	0,006
Август	-	-	0,592	0,004	0,472	0,003	0,256	МДА
Сентябрь	0,22	0,12	0,394	0,002	0,325	0,003	0,117	0,005
Октябрь	-	-	0,680	0,004	0,420	0,008	0,223	0,004
Ноябрь	-	-	0,609	0,009	0,591	0,006	0,199	0,006
Декабрь	-	-	1,059	0,009	0,835	0,002	0,293	0,001
Среднее:								
2022 г.	0,12	0,14	0,6	0,006	0,4	0,005	0,2	0,003
2021 г.	<0,03	0,1	0,5	0,020	0,4	0,012	0,2	0,008
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

Объёмная активность ¹³⁷Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.13 видно, что среднегодовая объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г., наблюдавшаяся в воде р. Течи, была значи-

тельно 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). Следует отметить, что во всех пунктах отбора проб в р. Исеть объёмная активность ¹³⁷Cs в 2022 г. снизилась в 2–3 раза по сравнению с 2021 годом.

Среднегодовая объёмная активность трития (134 Бк/л) в воде р. Течи в с. Муслюмово в 57 раз ниже УВ, в с. Затеченское (менее 40 Бк/л) – в 190 раз ниже УВ.

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. Течи (с. Муслюмово) в 2022 г. превышала средний уровень в реках России (1,59 Бк/л) примерно в 84 раза, но была значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Река Карabolка 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 Карabolка (табл. 3.11.16). В 2022 г. объёмная активность ⁹⁰Sr в нижнем бьефе болота Бугай (исток р. Карabolка) снизилась в 7 раз по сравнению с 2021 г., а в воде р. Карabolка – осталась на прежнем уровне. Из табл. 3.11.16 видно, что объёмные активности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ³H в водах рек Карabolка и Синара ниже, чем в реках Исеть и Теча и не превышают УВ.

Таблица 3.11.16

**Объёмная активность радионуклидов в воде р. Карabolки и р. Синары в 2022 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ФГУП «ПО «Маяк»)**

Месяц	р. Карabolка									Устье р. Синары	
	д. Усть-Карabolка		с. Татарская Карabolка*			Нижний бьеф болота Бугай*			⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	³ H	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	³ H			
Январь	0,578	МДА	-	-	-	-	-	-	0,041	0,002	
Февраль	0,421	МДА	0,22	<0,4	172	-	-	-	0,153	0,003	
Март	0,657	0,010	-	-	-	-	-	-	0,034	0,007	
Апрель	0,388	МДА	-	-	-	-	-	-	0,040	0,001	
Май	0,680	МДА	0,10	<0,4	82	0,19	<0,4	83	0,204	0,001	
Июнь	0,749	МДА	-	-	-	-	-	-	0,102	0,009	
Июль	0,238	МДА	-	-	-	-	-	-	0,090	0,004	
Август	0,218	МДА	0,12	< 0,4	< 40	-	-	-	0,064	0,005	
Сентябрь	0,108	МДА	-	-	-	-	-	-	0,053	0,003	
Октябрь	0,210	МДА	-	-	-	-	-	-	0,048	0,005	
Ноябрь	0,250	МДА	-	-	-	-	-	-	0,050	0,002	
Декабрь	0,316	0,010	-	-	-	-	-	-	0,070	0,001	
Среднее:											
2022 г.	0,4	0,002	0,16	< 0,4**	83,5	0,19	<0,4	83	0,08	0,004	
2021 г.	0,4	0,008	0,2	< 0,4**	< 40**	1,3	<0,4	< 40**	0,10	0,008	

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 2022 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	0,04	73	< 3,0
	Февраль	0,07	120	< 3,7
	Март	< 0,09	42	< 3,8
	Апрель	0,15	128	< 3,8
	Май	0,21	160	< 4,0
	Июнь	< 0,09	< 40	< 3,9
	Июль	< 0,09	100	< 4,0
	Август	0,17	110	< 3,8
	Сентябрь	< 0,09	151	< 3,7
	Октябрь	0,16	96	< 3,8
	Ноябрь	0,11	81	< 3,7
	Декабрь	< 0,1	79	< 3,7
	Среднее за 2022 г.	0,11	98	< 3,7
Среднее за 2021 г.	0,2*	74*	< 3,3*	
УВ по НРБ-99/2009		4,9	7600	11

Примечание: * – с учётом значений ниже МДА.

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. Иртышско-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 ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs 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 2022 г., Бк/л (данные ФГУП «ПО «Маяк»)

Озеро	Объёмная активность	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Силач	< 0,032	< 0,3
Сунгуль	< 0,034	< 0,3
Киреты	< 0,028	< 0,3
Большие Касли	< 0,029	< 0,3
Малые Касли	< 0,028	< 0,3
Куташи	< 0,028	< 0,3
Иртыш	< 0,026	< 0,3
Большая Нанога	< 0,016	< 0,3
Малая Нанога	0,19	< 0,3
Большая Акуля	0,036	< 0,3
Акакуль	< 0,027	< 0,3
Увильды	0,062	< 0,3
Улагач	0,052	< 0,3
УВ по НРБ-99/2009 [2]	4,9	11

Расчёт интегрального показателя загрязнения оз. Улагач проводился в соответствии с Рекомендациями Росгидромета (Р 52.18.853–2016) [6]. Значения ИПЗ ^{90}Sr и ^{137}Cs оз. Улагач значительно ниже экологически безопасного уровня облучения биоты за рассматриваемый период (рис. 3.11.4). Основной вклад (более 90 %) в ИПЗ вносит ^{137}Cs (табл. 3.11.19).

Таблица 3.11.19

Интегральные показатели загрязнения техногенными радионуклидами воды озера Улагач в 2004–2022 гг.

Год наблюдения	ИПЗ	Вклад в ИПЗ, %	
		^{90}Sr	^{137}Cs
2004	0,027	2,3	97,7
2005	0,018	0,5	99,5
2006	0,013	9,3	90,7
2007	0,013	3,2	96,8
2008	0,016	1,7	98,3
2009	0,012	6,3	93,7
2010	0,021	0,9	99,1
2011	0,013	1,0	99,0
2012	0,013	1,0	99,0
2013	0,013	0,5	99,5
2014	0,013	0,5	99,5
2015	0,013	0,5	99,5
2016	0,013	0,5	99,5
2017	0,013	0,7	99,3
2019	0,026	1,3	98,7
2020	0,026	0,8	99,2
2021	0,019	0,6	99,4
2022	0,019	0,8	99,2

оз. Улагач

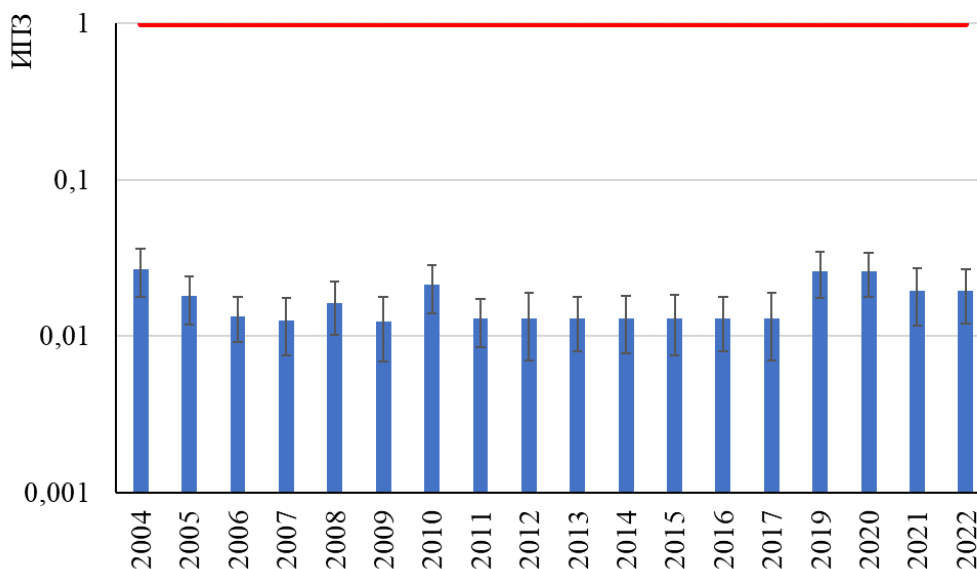


Рис. 3.11.4. Динамика интегрального показателя загрязнения воды озера Улагач ^{90}Sr и ^{137}Cs за период 2004–2022 гг.

Снежный покров, растительность, почва

В марте 2022 г. в ЗН ФГУП «ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в сентябре в 10 пунктах – пробы растительности. Результаты анализа этих проб на $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs приведены в табл. 3.11.20.

Содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г. (данные Уральского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м ²				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	01.03.2022	01.03.2021	01.03.2022	01.03.2021	01.09.2022	01.09.2021	01.09.2022	01.09.2021
Ибрагимово	15,47	19,59	0,7	0,8	482,6	436,6	0,5	0,5
Касли	22,53	34,59	0,8	0,9	615,2	608,8	0,4	0,7
Кыштым	51,24	43,46	0,5	1,2	616,0	690,2	0,8	2,8
ЛЭП-60	22,19	20,76	0,4	0,7	521,1	417,9	0,3	1,3
Малый Куяш	23,61	15,53	0,6	0,8	487,5	692,1	3,7	4,2
Метлино	26,59	38,59	0,6	1,6	636,1	650,4	1,5	1,7
Новая Теча	23,86	18,67	1,0	0,8	832,5	710,6	0,6	0,8
Новогорный	61,62	26,55	2,4	2,7	617,5	476,9	6,8	2,9
Татыш	30,05	34,27	0,5	0,8	681,3	733,8	1,0	0,8
Худайбердинский	28,49	27,75	0,6	1,2	542,5	429,2	0,8	1,1
Среднее по зоне наблюдения	30,6	28,0	0,8	1,2	603,2	584,7	1,6	1,7

Усреднённая по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs (табл. 3.11.20) в 2022 г. осталась на уровне предыдущего года. Самые высокие значения плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (61,62 Бк/м²) и ^{137}Cs (2,4 Бк/м²) были зарегистрированы в районе п. Новогорный.

По данным табл. 3.11.20, полученным в 2022 г., значения удельной $\Sigma\beta$ и удельной активности ^{137}Cs в пробах растительности, усреднённые по зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк», остались на уровне предыдущего года наблюдений. Самая высокая удельная $\Sigma\beta$ в пробах растительности (832,5 Бк/кг) зафиксирована в д. Новая Теча, а ^{137}Cs (6,8 Бк/кг) – в п. Новогорный, соответственно, в 1,4 и 4 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

На территории ЗН ФГУП «ПО «Маяк» сотрудниками аналитических лабораторий предприятия в июле 2022 г. также проводился отбор проб почв и растительности (табл. 3.11.21). Почва и травянистая растительность отбирались с одного участка площадью 1 м² в местах расположения проботборных 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.

В соответствии с результатами анализа содержание радионуклидов ^{90}Sr в пробах растительности в 2022 г. изменялось в диапазоне 7–82 Бк/кг. Самые высокие значения удельной активности ^{90}Sr на обследованной территории зафиксированы в пробах растительности, отобранных в г. Озёрске (городская насосно-фильтровальная станция), пункте долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС», п. Новогорный, п. Слюдородник и с. Татарская Караболка. Содержание ^{137}Cs во всех пробах растительности не превышало 19 Бк/кг, за исключением п. Новогорный, где удельная активность ^{137}Cs составила 120 Бк/кг. Самые высокие значения содержания ^{90}Sr в почве на территории обследования зарегистрированы в п. Калиновский, ^{137}Cs – п. Новогорный, Pu – в д. Сарыкульмяк. Средние значения удельной активности контролируемых радионуклидов в почве сопоставимы с фоновыми уровнями (табл. 3.11.21).

Удельная активность радионуклидов в пробах почв и растительности в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г. (данные ФГУП ПО «Маяк»)

Пункт контроля	Почва, кБк/м ²			Растительность, Бк/кг сухой массы при 100 °С		
	¹³⁷ Cs	Pu	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	Pu	⁹⁰ Sr
г. Касли	<0,52	0,70	1,40	<19	<3,1	18
г. Кыштым	1,1	0,37	0,60	<19	<2,9	15
г. Озёрск, городская насосно-фильтровальная станция	<0,52	0,70	0,60	<19	<3,0	82
д. Сарыкульмяк	1,70	1,75	1,23	<19	<2,7	9
Насосно-фильтровальная станция химико-металлургического завода	<0,52	0,80	<0,55	<19	<3,2	30
с. Аргаяш, метеостанция	1,1	0,40	<0,55	<19	<3,3	<7
п. Башакуль	1,20	0,65	1,20	<19	<2,6	<7
п. Калиновский	3,8	1,15	1,95	<19	<3,3	30
п. Красный Партизан	1,3	0,31	<0,55	<19	<3,0	11
п. Метлино	0,75	0,45	1,85	<19	<2,7	13
Пункт долговременного хранения радиоактивных отходов «ТРО-ОНИС»	<0,52	0,36	0,60	<19	<2,6	60
п. Новогорный	5,25	0,50	0,95	120	5,0	55
п. Худайбердинский	0,65	0,40	<0,55	<19	<3,0	11
с. Большой Куяш	1,85	1,55	1,00	<19	<2,6	13
с. Кузнецкое	<0,52	0,65	1,35	<19	<3,1	11
с. Татарская Карabolка	<0,52	0,60	<0,55	<19	<2,6	32
г. В. Уфалей	<0,52	0,70	0,75	<19	<3,3	11
с. Багаряк	<0,52	0,70	1,55	<19	12	12
с. Муслимово	1,20	0,95	0,60	<19	13	11
п. Слюдорудник	0,85	0,45	<0,55	<19	4,8	33
Среднее по зоне влияния	1,2	0,7	0,9	24,1	4,1	23,6
2022 г.						
2021 г.	2,2	0,7	2,1	<19	<3,2	26,8
Региональное (фоновое) значение [22]	3,8*	0,7*	3,9*	-	-	-

Примечания: * – данные 2021 г.;
- – нет данных.

Значения ИПЗ почвы ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ²³⁹Pu в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» за период 2011–2022 гг. не превышали экологически безопасного уровня облучения биоты (рис. 3.11.5). Основной вклад в значение ИПЗ за период 2011–2022 гг. вносит ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs.

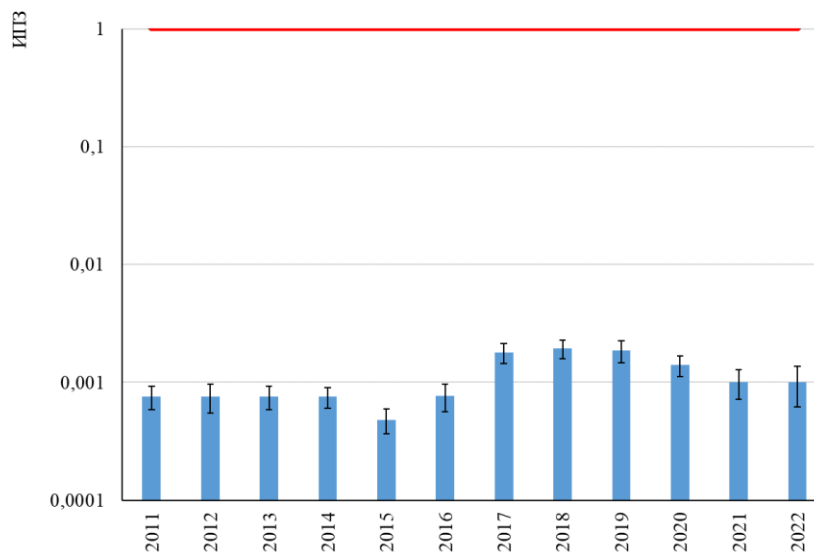


Рис. 3.11.5. Динамика интегрального показателя загрязнения почвы ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и ²³⁹Pu в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» за период 2011–2022 гг.

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г., по данным Уральского УГМС (табл. 3.11.22), находились в пределах 0,10–0,13 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).

Таблица 3.11.22

**Динамика МАЭД в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2013–2022 гг., мкЗв/ч
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 Аргаяш	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
2 Бродокалмак	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10
3 Верхний Уфалей	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
4 Златоуст	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
5 Ибрагимово	0,10	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12
6 Караболка	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
7 Касли	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
8 Кыштым	0,10	0,11	0,10	0,10	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
9 Метлино	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11
10 Миасс	0,09	0,10	0,09	0,09	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
11 Новогорный	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12
12 Нязепетровск	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
13 Рыбниковское	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10
14 Сысерть	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11
15 Тюбук	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
16 Худайбердинский	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
17 Челябинск	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
Среднее по зоне наблюдения	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Среднее по Уральскому региону	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

По данным ФГУП «ПО «Маяк», в 2022 г. среднегодовые значения МАЭД на территории ЗН изменялись в диапазоне 0,10–0,15 мкЗв/ч, плотности потока бета-частиц (ППБЧ) находились в пределах 2–7 част/см²·мин и не отличались от данных за предыдущие годы. Полученные результаты сопоставимы со средними значениями для Уральского региона.

Подводя итоги, можно отметить следующие особенности радиационной обстановки в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 году.

Величина среднегодовой объёмной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы ЗН (19,0·10⁻⁷ Бк/м³) в 12 раз превышала средневзвешенную по территории РФ в 2022 г. (1,6·10⁻⁷ Бк/м³), но была на семь порядков ниже величины ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» (18,06·10⁻⁵ Бк/м³) незначительно отличается от средневзвешенной объёмной $\Sigma\beta$ по территории РФ (17,19·10⁻⁵ Бк/м³).

В 2022 г. годовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы (3,1 Бк/м²·год) в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» остались на уровне 2021 г. (2,6 Бк/м²·год) и в 2,4 раза превышали региональный фон (1,3 Бк/м²·год). Атмосферные выпадения ¹³⁷Cs (1,3 Бк/м²·год) снизились в 2,4 раза по сравнению с данными 2021 г. (3,1 Бк/м²·год), в 2 раза превышали региональные фоновые выпадения (0,7 Бк/м²·год) и в 12 раз – средневзвешенные по территории РФ (0,11 Бк/м²·год).

В водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» объёмная активность ^{90}Sr (по данным Уральского УГМС) менялась в диапазоне 0,2–6,9 Бк/л. Среднегодовые концентрации этого радионуклида на два-три порядка выше среднегодовой для рек России (0,0056 Бк/л). Среднегодовая объёмная активность трития в водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 г. изменялась в диапазоне <40–134 Бк/л и превышала фоновый уровень в реках России (1,59 Бк/л) примерно в 25–84 раза, 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 не превышении 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 [16]. 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) [37]. Для современной оценки радиологической безопасности в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» нужно учитывать территории, загрязнённые техногенными радионуклидами в результате прошлой производственной деятельности предприятия, требующие детального радиологического 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 км² вдоль берега реки Енисей. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56,19 км². 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 92 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 18 тыс. и 59 тыс. человек. Ближайшими к комбинату населёнными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 2800 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 было 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 прямооточных 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 прямооточных 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 км², объём подземного пространства – около 11 000 м³. ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 130–220 и 400–500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты.

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. В настоящее время завод производит смешанное уран-плутониевое топливо (МОКС-топливо) для энергоблока 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.

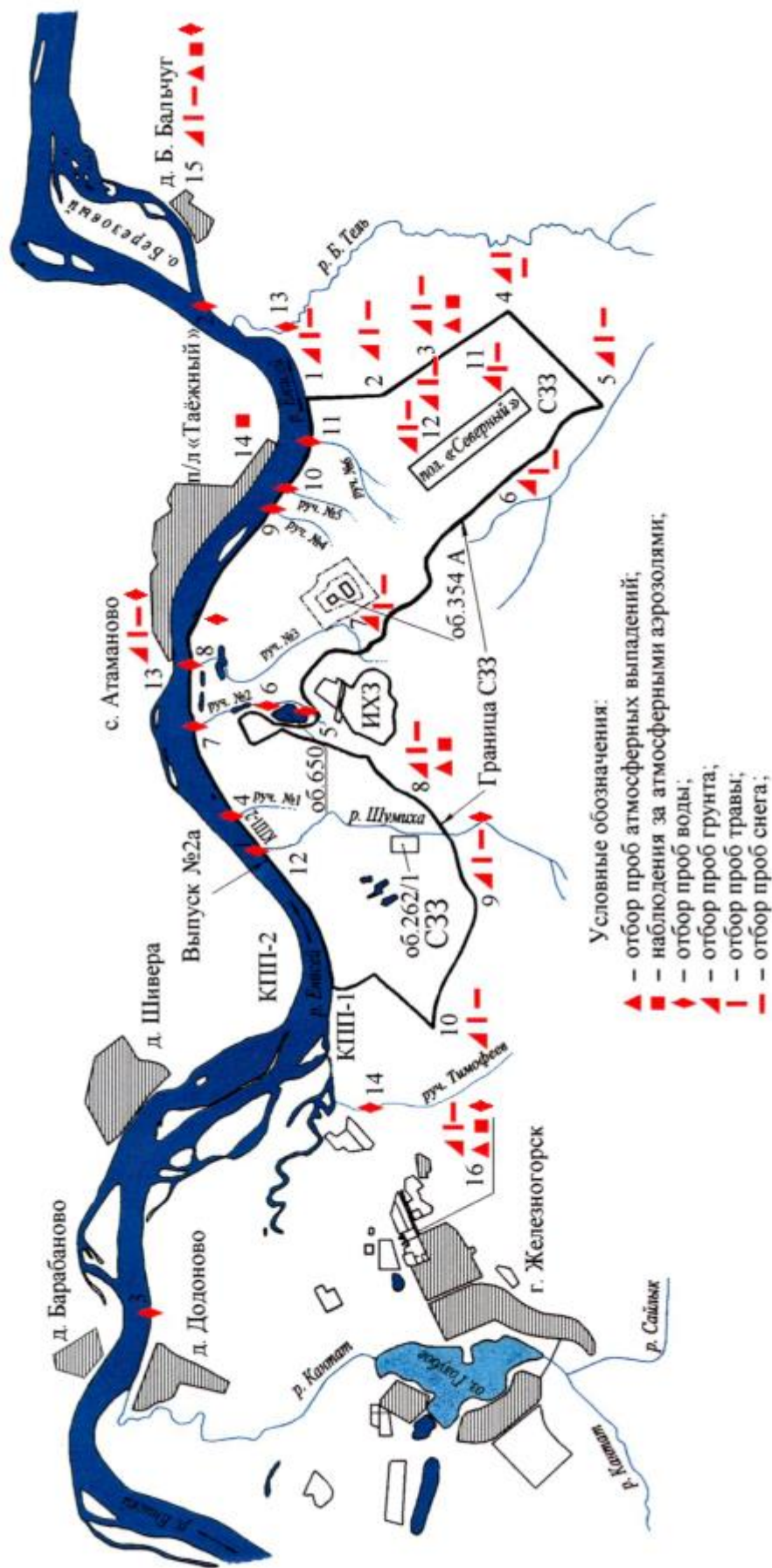


Рис. 3.12.1.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

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 2022 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) продолжают работы по выводу из эксплуатации остановленных ядерных реакторов, в 2022 г. выбросов не обнаруживалось. Радионуклидный состав выбросов завода фабрикации топлива (ранее – радиохимический завод) в 2022 г. обусловлен продолжающимися работами по перекачке пульпы РАО и урансо-державшего 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 2022 г. обнаружены ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{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 2022 г. обнаружены следующие радионуклиды: ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{90}Sr , изотопы плутония.

По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2022 г. годовые выбросы в атмосферу радионуклидов на ГХК, за исключением ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{144}Ce были на два–девять 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
ИРГ	$1,10 \cdot 10^{18}$	$2,20 \cdot 10^{11}$	$2,22 \cdot 10^{11}$	$-2,00 \cdot 10^9$
^3H	$9,80 \cdot 10^{15}$	$2,19 \cdot 10^{12}$	$2,20 \cdot 10^{12}$	$-1,00 \cdot 10^{10}$
^{60}Co	$2,45 \cdot 10^{11}$	$4,44 \cdot 10^5$	$4,79 \cdot 10^6$	$-4,35 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$4,79 \cdot 10^{10}$	$3,19 \cdot 10^7$	$1,24 \cdot 10^7$	$+1,95 \cdot 10^7$
^{106}Ru	$4,10 \cdot 10^9$	$4,00 \cdot 10^3$	-	-
^{134}Cs	$1,42 \cdot 10^{11}$	$2,84 \cdot 10^4$	-	-
^{137}Cs	$4,80 \cdot 10^{11}$	$9,05 \cdot 10^6$	$2,53 \cdot 10^7$	$-1,63 \cdot 10^7$
^{144}Ce	$2,10 \cdot 10^8$	$5,40 \cdot 10^4$	-	-
^{238}Pu	$1,26 \cdot 10^{11}$	$7,95 \cdot 10^8$	$4,72 \cdot 10^9$	$-3,93 \cdot 10^9$
^{239}Pu	$3,98 \cdot 10^{11}$	$6,12 \cdot 10^8$	$1,46 \cdot 10^9$	$-8,48 \cdot 10^8$

Примечание: - – данные отсутствуют.

Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 и 1961 гг. соответственно) 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 2022 г., представленные в табл. 3.12.2, увеличились по сравнению с предыдущим годом, за исключением ^{60}Co и ^{238}Pu . Фактический сброс ^{60}Co уменьшился, а ^{238}Pu – остался на уровне 2021 года. В целом величины сбросов не превышали установленных нормативов допустимых сбросов. В 2022 г. в сбросах не были зарегистрированы ^3H , ^{134}Cs , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{239}Pu . 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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
^{60}Co	$1,85 \cdot 10^{12}$	$7,02 \cdot 10^7$	$7,25 \cdot 10^7$	$-2,30 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$3,40 \cdot 10^{11}$	$7,11 \cdot 10^8$	$5,62 \cdot 10^8$	$+1,49 \cdot 10^8$
^{137}Cs	$7,54 \cdot 10^{11}$	$2,81 \cdot 10^9$	$2,54 \cdot 10^9$	$+2,70 \cdot 10^8$
^{238}Pu	$4,11 \cdot 10^{10}$	$1,59 \cdot 10^{10}$	$1,59 \cdot 10^{10}$	0

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Лабораторией радиоэкологического мониторинга (ЛРЭМ), входящей в состав экологического управления ФГУП «ГХК». В 2022 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 м³/ч;

- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, и в пунктах мониторинга глобального фона. Пробы отбирались с помощью металлических кювет, дно которых выстилалось марлевым планшетом. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы. Смена планшетов, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, производилась 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 2022 г. выполнено более 700 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 $^{239+240}\text{Pu}$ 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 2022 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 (2 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. Красноярск;

– 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 ГЖК

Приземная атмосфера

В табл. 3.12.3 приведены среднесесячные и максимальные суточные значения объёмной $\Sigma\beta$ 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 2022 г. были зарегистрированы 9 случаев пятикратного превышения

концентрации суммы бета-активных радионуклидов над фоновым уровнем. Наиболее высокое значение концентрации суммы бета-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на метеостанции Большая Мурта 17–18 февраля 2022 г. ($179,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). 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 $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объёмной $\Sigma\beta$ для территории Западной Сибири ($18,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,9 и 2,4 раза соответственно. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК, по данным Среднесибирского УГМС, среднемесячные значения объёмной $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $5 \cdot 10^{-5}$ до $113 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовое значение объёмной $\Sigma\beta$ в пункте Сухобузимское было выше средневзвешенного значения объёмной $\Sigma\beta$ для территории Западной Сибири в 1,3 раза, в пунктах Большая Мурта, Уяр и Красноярск (опытное поле) – ниже в 1,1, 1,2 и 1,9 раза соответственно.

Таблица 3.12.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2022 г., 10^{-5} Бк/м³ (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	57	47	12	35	20	16
	м	100	70	51	116	108	41
Февраль	с	39	78	26	41	45	18
	м	61	130	85	85	180	41
Март	с	31	33	9	15	13	9
	м	51	55	19	55	65	19
Апрель	с	43	42	7	25	11	12
	м	60	61	17	76	42	27
Май	с	45	52	10	39	17	19
	м	90	61	33	112	48	43
Июнь	с	26	30	8	21	15	16
	м	40	34	15	50	63	37
Июль	с	26	24	8	15	9	15
	м	36	30	39	54	28	50
Август	с	22	21	5	13	10	13
	м	27	29	10	38	21	56
Сентябрь	с	27	26	7	20	11	15
	м	40	45	14	56	27	45
Октябрь	с	19	28	5	10	8	6
	м	36	29	18	26	20	15
Ноябрь	с	41	40	7	20	16	13
	м	63	64	21	46	49	26
Декабрь	с	55	113	15	30	26	27
	м	110	160	50	97	58	60
Среднее:							
2022 г.		36	44	10	24	17	15
2021 г.		37	43	10	21	13	14

Примечание: -- не отобраны пробы по причине неисправности электродвигателя ВФУ.

В 2022 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/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных ЛРЭМ в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.12.4 [40].

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
Сухобузимское	2012	2,4	6,2	8,7	1,8	4,8	4,5
	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
Уяр	2012	0,7	4,7	5,4	н	2,7	4,5
	2013	1,2	7,3	7,0	1,7	4,3	4,5
	2014	1,8	2,8	2,1	1,6	2,1	3,1
	2015	1,3	1,4	1,7	1,4	1,5	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

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из табл. 3.12.5 видно, что в пп. Большая Мурта, Красноярск и Сухобузимское содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК было ниже предела обнаружения. Среднегодовые объёмные активности ^{137}Cs в пунктах наблюдения Большая Мурта и Уяр в 2022 г. в 1,9 и 3,3 раза ниже, в п. Сузобузимское – в 1,3 раза выше средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В 2011 г. наблюдалось увеличение среднегодовой объёмной активности ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения, что было связано с поступлением в атмосферу аварийных выбросов на АЭС «Фукусима-1», однако уже в 2012 г. содержание этого радионуклида в атмосфере ЗН ГХК не отличалось от средних многолетних значений. Все зафиксированные значения существенно ниже допустимых среднегодовых объёмных активностей для ^{137}Cs в воздухе, установленных для населения нормами НРБ-99/2009 ($\text{ДОА}_{\text{НАС.}} = 27$ Бк/м³).

Радиоактивные выпадения

В 2022 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 2022 г. $\Sigma\beta$ выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2021 г. и ни в одном из пунктов контроля не было зафиксировано случаев превышения критерия радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений в суточных пробах 110 Бк/м²·сут. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ^{137}Cs . В 2022 г. выпадения ^{137}Cs в СЗЗ уменьшились относительно 2021 г. в

2,1 раза, в ЗН – в 1,5–2,9 раза, а в фоновых точках (д. Крутая, п. Емельяново) – в 3,3 и 1,8 раза соответственно. Выпадения ¹³⁷Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках в 3,3–8,3 раза.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2021 г. проводился Среднесибирским УГМС в 7 пунктах. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 3.12.1. Среднемесячные и максимальные за каждый месяц суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ГХК приведены в табл. 3.12.6. По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в 100-км зоне комбината в 2022 г. были зарегистрированы три случая десятикратного превышения суммарной бета-активности радиоактивных выпадений над фоновым уровнем. Наиболее высокое значение суммарной бета-активности выпадений было зафиксировано в пробе, отобранной на метеостанции Красноярск (опытное поле) 12–13 ноября 2022 г. (23,7 Бк/м²·сут).

В 2022 г. средняя по 100-км зоне ГХК $\Sigma\beta$ выпадений практически во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2021 г. и была в 1,7 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири (1,34 Бк/м²·сут). Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,4–23,7 Бк/м²·сут.

Таблица 3.12.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2022 г., Бк/м²·сут (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.	
Большая Мурта	с	1,1	1,0	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,9	0,6	1,2	0,9	0,9	0,8
	м	4,2	3,5	7,7	7,1	1,6	1,3	2,1	4,2	6,8	1,3	3,3	2,7		
Дзержинское	с	1,2	0,8	1,3	0,7	1,3	0,5	1,5	0,6	0,7	0,5	0,8	1,7	1,0	0,8
	м	3,7	1,5	7,6	1,3	4,3	2,1	5,0	3,4	2,2	1,6	2,7	7,9		
Красноярск (опытное поле)	с	1,1	0,7	0,7	1,8	0,6	0,7	0,7	0,4	0,7	0,4	2,3	1,3	1,0	0,7
	м	5,0	4,3	1,6	21,4	1,4	2,5	3,1	2,6	2,4	0,9	23,7	5,9		
Солянка	с	0,8	1,0	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	1,0	0,5	0,8	1,4	0,8	0,8
	м	1,5	2,4	2,0	1,9	1,4	3,0	4,2	1,3	3,4	2,5	4,1	7,6		
Сухобузимское	с	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6	1,0	0,7	0,9
	м	2,4	1,9	1,5	2,2	1,2	1,9	1,7	1,9	1,4	1,6	1,6	3,5		
Уяр	с	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,6	0,7	0,5	0,7	0,9	0,8	0,9
	м	1,8	2,1	2,1	2,3	2,1	4,3	0,9	4,8	2,1	1,2	2,4	3,0		
Шалинское	с	1,1	0,8	0,6	0,8	1,2	0,7	0,7	0,6	1,0	0,5	1,0	1,4	0,9	0,8
	м	1,9	1,7	1,5	2,4	5,1	1,3	2,3	1,3	5,1	1,2	3,5	7,2		
Среднее по 100-км зоне:	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	0,8
	2021 г.	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1		

Почва, растительность

Отбор проб почвы для мониторинга её загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2022 г. производился ЛРЭМ ГХК с помощью специального керн 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 2022 г. составляла от 1,0 до 4,2 кБк/м². Фоновое значение плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляло < 1,0 кБк/м². Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от 0,5 до 1,7 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках < 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 2022 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	49 ± 5	< 1,0	1,8 ± 0,1	< 0,4	11 ± 6
9 км на северо-восток, т. 2	51 ± 5	< 1,0	2,5 ± 0,2	< 0,4	11 ± 6
10 км на северо-восток, т. 3	10 ± 2	< 1,0	< 1,0	< 0,6	11 ± 6
11 км на северо-восток, т. 4	21 ± 4	< 1,0	< 1,0	< 0,5	11 ± 6
10,5 км на северо-восток, т. 5	8 ± 1	0,5 ± 0,2	< 1,0	0,2 ± 0,1	10 ± 5
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	21 ± 3	< 2,0	1,1 ± 0,2	< 0,4	11 ± 6
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	67 ± 6	1,5 ± 0,4	4,2 ± 0,4	0,5 ± 0,1	12 ± 6
1 км на северо-восток, т. 8	35 ± 5	< 2,0	2,9 ± 0,4	< 0,5	12 ± 6
3 км на юг, т. 9	21 ± 3	1,6 ± 0,4	1,0 ± 0,1	0,3 ± 0,1	11 ± 6
4 км на юго-запад, т. 10	16 ± 2	1,7 ± 0,5	1,1 ± 0,2	0,3 ± 0,1	11 ± 6
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	31 ± 5	< 1,0	3,0 ± 0,4	< 0,4	10 ± 5
15 км на северо-восток, с. Б. Бальчуг, т. 15	44 ± 5	< 1,0	2,5 ± 0,3	< 0,4	11 ± 6
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	18 ± 3	< 1,0	1,0 ± 0,1	< 0,4	10 ± 5
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	3 ± 1	< 1,0	< 1,0	< 0,4	11 ± 6
73 км на запад, д. Крутая	7 ± 1	< 1,0	< 1,0	< 0,4	10 ± 5

Пробы почвы в 2022 году не отбирались. Отбор и анализ проб почвы при нормальной работе РОО и отсутствии аварий осуществляется Среднесибирским УГМС один раз в 5 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 24 февраля по 21 марта 2022 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 радиоактив-

ности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию. В 2022 г. содержание ^{137}Cs во всех пунктах пробоотбора было ниже предела измерения (табл. 3.12.8).

Таблица 3.12.8

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2022 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объёмная активность в талой воде		Плотность загрязнения снежного покрова, Бк/м ²	
		$\Sigma\beta$, Бк/л	^{137}Cs , мБк/л	$\Sigma\beta$	^{137}Cs
Атаманово	25.02	0,24	нпи	13,74	нпи
Додоново	21.03	0,23	нпи	8,87	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	24.02	0,41	нпи	21,72	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения.

Также отбор проб снега в 2022 г. производился ЛРЭМ ГХК в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 01.03.2022 по 25.03.2022 года. В каждой точке контроля пробы отбирались на всю глубину снежного покрова. Общая бета-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 2022 году

№ п/п	Место отбора проб	Общая бета-активность
		Бк/м ²
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	11 ± 3
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	30 ± 7
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	25 ± 6
4	11 км на северо-восток от источника выбросов (4 СЗЗ)	30 ± 8
5	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	27 ± 9
6	4 км на восток от границы ограждения об. 354а (6 СЗЗ)	26 ± 7
7	1 км на юг от границы ограждения об. 354а (7 СЗЗ)	33 ± 8
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	21 ± 5
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	38 ± 10
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	15 ± 4
Зона наблюдения (ЗН)		
11	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	29 ± 7
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	14 ± 4
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	15 ± 4
Точки для контроля фона		
14	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	62 ± 16
15	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	52 ± 13

Из табл. 3.12.10 видно, что содержание ^{137}Cs в снежном покрове в СЗЗ и ЗН ГХК в 2022 г. составляло от 0,02 до 3,5 Бк/м². Фоновое значение содержания ^{137}Cs в снеге в контрольных точках п. Емельяново и д. Крутая составляло < 0,3 Бк/м².

Содержание ^{137}Cs в снежном покрове в 2022 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)	0,10 ± 0,04
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	0,13 ± 0,06
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)	0,24 ± 0,10
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	3,5 ± 0,8
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	< 0,3
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	0,02 ± 0,01
Зона наблюдения (ЗН)		
11	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	0,13 ± 0,06
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	< 0,3
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железнодорожск)	< 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

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 Балчуг (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 2022 г., Бк/л
(данные Радиозоологического 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. Балчуг), т. 2	
^{60}Co	< 0,002	< 0,002	40
^{90}Sr	< 0,004	0,0022 ± 0,0010	4,9
^{137}Cs	< 0,002	< 0,002	11
$^{239+240}\text{Pu}$	< 0,001	< 0,001	0,55

Примечание: фоновые объёмные активности в 2022 г. для ^{90}Sr – 2 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 2022 году содержание ^{90}Sr в воде в 250 м ниже выпуска и в 10 км ниже сброса осталось на уровне содержания в 2021 году. По результатам измерений концентрации радионуклидов были на три-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 ^3H . Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в 2022 г., по данным Среднесибирского УГМС, составила 6,0 МБк/л, что в 1,2 раза выше средней объёмной активности ^{90}Sr в воде рек АТР (5,1 МБк/л). В 2022 г. среднегодовая объёмная активность ^3H в пробах воды, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», составляла 1,4 Бк/л, что в 1,3 раза ниже, чем в 2021 г. (1,8 Бк/л).

В период с 22 апреля по 10 июня 2022 г. Среднесибирским УГМС были отобраны 4 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. Красноярск. Наибольшая радиоактивность речной воды была зарегистрирована в пробе, отобранной в р. Большая Тель (с. Большой Бальчуг). Концентрация суммы бета-радиоактивных продуктов в этой пробе составила 1,34 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 2022 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 $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоёмов в ближней зоне ГХК в 2022 г. (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт мониторинга	Дата отбора	МАЭД, мкЗв/ч на высоте		Объёмная $\Sigma\beta$, Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, с. Атаманово	22.04	0,11	0,11	1,26 (0,65)
р. Енисей, с. Большой Бальчуг	10.06	0,10	0,11	0,74 (0,52)
р. Большая Тель, с. Большой Бальчуг	10.06	0,07	0,06	1,34 (1,34)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	20.05	0,06	0,04	0,49 (0,69)

Примечание: в скобках приведены данные за 2021 год.

Таблица 3.12.13

Объёмная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2022 г., Бк/л (данные ЛРЭМ ГХК)

Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239+240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
Ручей № 1, устье, т. 4	< 0,002	< 0,01	< 0,002	< 0,001	< 0,2	< 0,4
Ручей № 2, выше об. 650, т. 5	< 0,003	0,012	< 0,003		< 0,2	< 0,4
Ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	< 0,003	0,53	< 0,002		< 0,2	0,94
Ручей № 2, устье, т. 7	0,0032	0,24	< 0,003	< 0,001	< 0,2	< 0,5
Ручей № 3, устье, т. 8	< 0,001	< 0,04	< 0,002		< 0,2	< 0,4
Ручей № 4, устье, т. 9	< 0,002	< 0,03	< 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	< 0,003	< 0,02	< 0,002	< 0,001	< 0,2	< 0,4
Р. Шумиха, устье, т. 12	0,011	0,051	< 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 2022 г. в воде ручьёв, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [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 (0,53 Бк/л) и ^{137}Cs (0,011 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 5,5 и 230 раз 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 2022 г. среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 0,09 до 0,14 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 2022 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 и поверхностных вод (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 2021 и 2022 гг.

Компонент	Участок территории	Годы наблюдений	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды, вклад в ИПЗ (%)			
				^{60}Co	^{90}Sr	^{137}Cs	$^{239+240}\text{Pu}$
Почва	СЗЗ	2021	$2,3 \cdot 10^{-3} \pm 3,8 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
		2022	$3,0 \cdot 10^{-3} \pm 3,6 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
	ЗН	2021	$3,3 \cdot 10^{-3} \pm 6,7 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
		2022	$3,1 \cdot 10^{-3} \pm 4,3 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
	Контрольный пункт	2021	$2,3 \cdot 10^{-3} \pm 4,0 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
		2022	$5,0 \cdot 10^{-4} \pm 1,0 \cdot 10^{-4}$	^{137}Cs			
Вода	250 м ниже выпуска, т. 1	2021	$8,0 \cdot 10^{-4}$	59	1,6	16	23,4
		2022	$8,0 \cdot 10^{-4}$	59	1,6	16	23,4
	10 км ниже выпуска, т. 2	2021	$7,9 \cdot 10^{-4}$	59,5	0,9	16,1	23,5
		2022	$7,9 \cdot 10^{-4}$	59,5	0,9	16,1	23,5

Согласно данным табл. 3.12.14, интегральный показатель загрязнения ^{137}Cs почвы в СЗЗ в 1,3 раза выше соответствующего показателя в 2021 году и в 6 раз больше значения в контрольном пункте. В зоне наблюдения комбината ИПЗ ^{137}Cs почвы в 6,2 раза больше величины показателя в контрольной точке. Интегральный показатель загрязнения почвы техногенным ^{137}Cs в зоне влияния ГХК на три-четыре порядка ниже уровня, обеспечивающего экологическую и радиационную безопасность наземной среды (рис. 3.12.4).

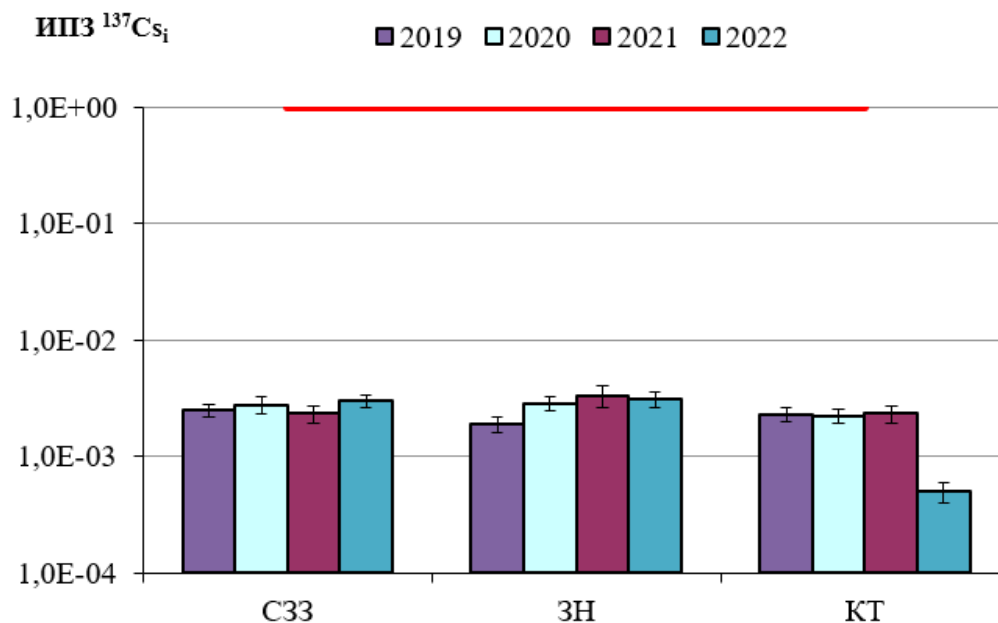


Рис. 3.12.4. Распределение интегрального показателя загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте ГХК в 2019-2022 гг.
Верхняя горизонтальная линия – экологически безопасный уровень риска.

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 2022 году остались на уровне величин ИПЗ в 2021 году. Наибольший вклад в показатель загрязнения в т. 1 в 2022 г. вносит ^{60}Co (59 %), вклад $^{239+240}\text{Pu}$ составил 23,4 %. В 10 км ниже выпуска (т. 2) преобладает вклад ^{60}Co в техногенное загрязнение р. Енисей (59,5 %).

Превышения, по сравнению с фоновым содержанием радионуклидов (ручей № 3, 7 км выше устья), в воде ручьёв в СЗЗ ГХК в 2019-2022 гг. связаны в основном с миграцией радионуклидов с загрязнённых участков, примыкающих к промплощадке (рис. 3.12.5). Наиболее значимыми радионуклидами, обуславливающими загрязнение водной среды в СЗЗ ГХК, являются ^{137}Cs (т. 12), ^{60}Co (т. 5, т. 8, т. 9, т. 10) и ^{90}Sr (т. 6).

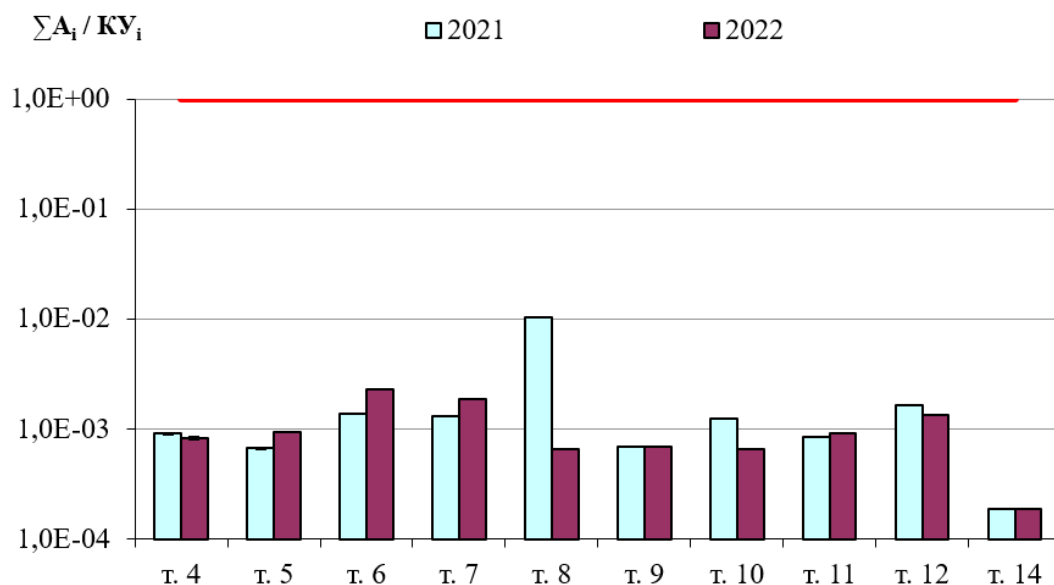


Рис. 3.12.5. Распределение интегрального показателя загрязнения открытых водных объектов (ручьев) в СЗЗ ГХК в 2021 и 2022 гг.

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 два–три 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 2022 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 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 ручьев 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 2022 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 2022 г. выбросы $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ увеличились в 1,1 раза по сравнению с 2021 г. (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 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
$\Sigma\alpha$	$1,37 \cdot 10^{11}$	$3,22 \cdot 10^9$	$2,90 \cdot 10^9$	$+3,2 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$3,51 \cdot 10^{11}$	$3,18 \cdot 10^9$	$3,07 \cdot 10^9$	$+1,1 \cdot 10^8$

Примечания: $\Sigma\alpha$ – сумма α -активных радионуклидов;
 $\Sigma\beta$ – 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. Водоохранилище 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 2022 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 9 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 бета-активность снега;
- мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности измерялась в 2022 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 бета-радиометра РУБ-01П. 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», датчики АСКРО.

В 100-км зоне СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере осуществлялся на станции М-П 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 2022 г., приведены в табл. 3.13.2, в г. Колпашево – в табл. 3.13.3.

Таблица 3.13.2

Радиоактивное загрязнение проб аэрозолей М-П Томск, 10^{-5} Бк/м³

Год	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$\Sigma\beta$													
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
2021	6,6	6,9	3,5	6,5	12,5	7,9	7,4	7,3	3,2	5,1	3,2	10,6	6,7
^{90}Sr													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2022	0,002			...			0,010						0,002
2021	0,011												0,010
^{137}Cs													
2022	н			н			н			н			н
2021	н			н			н			н			н
^{7}Be													
2022	351,3			490,4			512,2			187,0			385,2
2021	357,3			576,7			516,8			362,6			453,4
^{40}K													
2022	4,87			3,47			10,79			4,82			6,00
2021	5,58			17,53			8,13			13,04			11,07

Примечания: ... – проба в работе;
н – ниже предела обнаружения.

Среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей составила $6,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Томске, равная $54,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в пробе, экспонированной 16–21 февраля 2022 года. Максимальная среднемесячная концентрация – $9,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ – наблюдалась в мае 2022 года. Полугодовая концентрация ^{90}Sr в пробах аэрозолей в г. Томске по результатам первого полугодия 2022 г. составила $0,002 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2022 г. ^{137}Cs в пробах аэрозолей в г. Томске не обнаружен.

Из табл. 3.13.3 видно, что среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$, равная $1,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, была на уровне 2021 г. ($1,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Колпашево, равная $8,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась 1-6 июля 2022 г.; максимальная среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ $2,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ также наблюдалась в июле. Концентрация ⁹⁰Sr в пробах аэрозолей в г. Колпашево за первое полугодие 2022 г. составила $0,005 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 2,5 раза выше, чем в 2021 г. ($0,002 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). ¹³⁷Cs 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 (2017 – 2022 гг.)

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$\Sigma\beta, 10^{-5}$ Бк/м³													
2017	2,3	3,7	2,9	2,1	3,4	3,5	2,0	2,7	1,9	2,1	1,4	2,3	2,5
2018	5,1	9,3	5,9	2,7	2,1	3,4	1,5	2,3	4,1	8,7	3,4	5,2	4,5
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
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$ Бк/м³													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2017				1,6						0,4			1,0
2018				0,1						0,3			0,2
2019				0,4						0,4			0,4
2020				0,5						0,2			0,3
2021				0,2						0,2			0,2
2022				0,5						...			0,5
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$ Бк/м³													
2017	н			н			н			н			н
2018	н			н			н			0,6			0,2
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
$^7\text{Be}, 10^{-5}$ Бк/м³													
2017	95,5			152,5			116,6			84,7			112,3
2018	91,3			155,9			96,3			67,9			102,8
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
$^{40}\text{K}, 10^{-5}$ Бк/м³													
2017	0,66			1,36			0,41			0,41			0,71
2018	0,45			0,29			0,39			0,48			0,40
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

Примечания: ... – проба в работе;
н – ниже предела обнаружения.

Данные наблюдений за $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (пп. Александровская, Батурино, Колпашево, Молчаново) приведены в табл. 3.13.4.

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений
в районе размещения СХК в 2022 г., Бк/м²·сут**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022 г.	2021 г.	
В 30-км зоне															
М-П (Томск)	с	0,6	0,9	0,7	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	
	м	2,4	2,5	2,2	2,3	2,1	1,3	1,7	1,9	3,0	2,2	1,6	1,8	3,0	3,6
Козюлино	с	0,8	0,8	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	
	м	2,3	1,7	2,1	1,9	2,0	1,2	1,1	1,0	1,4	1,2	2,8	1,0	2,8	4,8
Среднее по 30-км зоне: 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	
2021 г.															
		0,9	0,7	0,6	0,5	0,7	0,8	0,6	0,9	0,6	0,5	0,6	1,0		0,7
В 100-км зоне															
Болотное*	с	0,8	0,7	0,9	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
	м	2,0	1,6	2,4	2,1	1,4	2,0	1,8	1,7	3,2	1,8	1,5	1,9	3,2	3,8
Кожевниково	с	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7
	м	2,1	1,4	1,2	1,7	1,4	2,0	2,1	1,5	1,4	1,4	1,9	1,8	2,1	2,7
Первомайское	с	0,6	0,7	0,7	0,9	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,7	0,7
	м	1,5	1,6	2,1	2,1	2,1	1,8	1,7	1,6	3,2	1,9	1,3	1,0	3,2	2,6
Тайга*	с	0,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7
	м	3,7	2,2	1,7	1,4	1,6	1,1	1,5	1,8	2,4	2,1	1,5	1,9	3,7	5,7
Яя*	с	0,6	0,7	0,8	0,9	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
	м	1,8	2,2	2,1	1,8	0,7	0,9	1,3	1,3	1,4	2,5	1,4	1,7	2,5	2,8
Среднее по 100-км зоне: 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	
2021 г.															
		0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6		0,7
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	0,8	0,7	0,6	0,4	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7
	м	2,4	2,5	1,5	2,0	2,3	2,6	1,8	1,6	2,0	1,6	2,0	2,0	2,6	3,2
Батурино	с	0,8	0,6	0,5	0,9	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,9	0,7	0,6	0,6
	м	2,9	1,6	2,1	2,4	1,6	1,3	1,4	1,2	1,3	1,2	2,4	1,7	2,9	2,2
Колпашево	с	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
	м	1,6	1,9	0,9	1,6	1,7	2,0	1,8	1,2	2,1	2,1	1,5	1,3	2,1	2,5
Молчаново	с	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7
	м	2,2	2,1	2,0	1,6	1,5	1,6	1,2	2,8	1,3	1,3	1,9	1,2	2,8	2,5
Среднее вне 100-км зоны: 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	
2021 г.															
		0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8		0,7

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

Из табл. 3.13.4 видно, что в 2022 г. $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне была на уровне выпадений вне этой зоны. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне СХК в 2022 г. были на уровне значений 2021 г. и находились в пределах средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений по территории Западной Сибири (1,34 Бк/м²·сут).

Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе М-П Томск в сентябре 2022 г. и составила 3,0 Бк/м²·сут. В 100-км зоне СХК максимальная $\Sigma\beta$ выпадений, равная 3,7 Бк/м²·сут, была зарегистрирована на станции М-П Тайга (Кемеровская область) в январе 2022 года. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений (2,9 Бк/м²·сут) была зафиксирована на станции Батурино в январе 2022 года.

В 100-км зоне СХК значение выпадений ⁹⁰Sr за первое полугодие 2022 г. составило 0,15 Бк/м², что в 1,8 раза ниже, чем в 2021 г. (0,27 Бк/м²). Уменьшение суммарной удельной активности ⁹⁰Sr в пробах выпадений за первое полугодие 2022 г. также наблюдалось в 100-км зоне СХК на территории Новосибирской области (0,36 Бк/м²) по сравнению с 2021 г. (0,39 Бк/м²). На территории Кемеровской

области значение выпадений ^{90}Sr из приземной атмосферы увеличилось ($0,42 \text{ Бк/м}^2$) по сравнению с 2021 г. ($0,37 \text{ Бк/м}^2$).

В 12-км зоне СХК суммарная удельная активность ^{90}Sr в пробах выпадений за первые полгода 2022 г. увеличилась в 1,4 раза (до $0,68 \text{ Бк/м}^2$) по сравнению с первым полугодием 2021 г. ($0,48 \text{ Бк/м}^2$).

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2022 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 2022 г. среднегодовое значение по ^{137}Cs составило уменьшилось в 7,9 раза ($0,8 \text{ Бк/кг}$) по сравнению с 2021 г. – $6,3 \text{ Бк/кг}$. В 30-км зоне наблюдения РОО (станции основной сети Томской области) в 2022 г. наблюдалось содержание ^{137}Cs в пробе почвы М-II Томск $6,4 \text{ Бк/кг}$. В 2021 г. на этой станции ^{137}Cs не обнаружено. По маршрутному обследованию в ближней зоне наблюдения РОО СХК на всех точках отбора средние значения загрязнения почвы ^{137}Cs увеличились в 1,2 раза – с $6,2 \text{ Бк/кг}$ в 2021 г. до $7,2 \text{ Бк/кг}$ – в 2022 году. Содержание естественных радионуклидов в почве – фоновое.

Таблица 3.13.5

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2022 году

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs
д. Георгиевка	10	11	8,8	8,2	22,0
д. Наумовка	11	12	31,0	28,0	9,3
Спутник	12	11	24,0	9,7	10,5
Зоркальцево	12	11	12,1	6,5	11,2
Козюлино	11	10	16,5	12,0	2,2
Самусь	13	12	10,7	11,8	7,7
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	13	11	10,9	12,8	5,1
Поворот на д. Наумовка	11	10	23,0	21,0	6,0

Отбор проб почвы и 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 донных 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; отбор проб почвы – в непосредственной близости от воды.

Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 3.13.6. Из таблицы видно, что в 2022 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].



Рис. 3.13.2. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

- – отбор проб воды;
- ▲ – отбор проб почвы, донных отложений.

Таблица 3.13.6

Мощность дозы (мкР/ч) в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы (Бк/кг) и донных отложений (Бк/кг в.-с.) в СЗЗ СХК в 2022 г. (рис. 3.13.2)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Чернильщиковская протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
⁶⁰ Со	-	11	-	2
¹³⁷ Cs	420	27	5	22
⁴⁰ K	-	440	-	420
²²⁶ Ra	23	14	12	18
²³² Th	29	14	13	21
²⁴¹ Am	-	300	-	79
МЭД	13	12	9	10
	12	11	9	10

Примечания: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м;
 - – нет данных.

По мере удаления от устья р. Ромашка наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. В 2022 г., как и в 2021 г., результаты анализа проб почвы показали, что максимальные значения по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения СХК – в пойме р. Ромашка – 420 Бк/кг (в т. 1 на берегу р. Ромашка), это меньше, чем значение, наблюдаемое в 2021 г. (450 Бк/кг). Максимальные значения проб донных отложений по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах т. 1 р. Ромашка – 27 Бк/кг. Гамма-спектрометрический анализ проб почвы и донных отложений показал, что в СЗЗ в пробах почвы и донных отложений присутствовали в основном естественные радионуклиды и техногенный долгоживущий ¹³⁷Cs, содержание которого распределено по площади неравномерно, его значения близки к среднему значению распределения ¹³⁷Cs на территории Томской области.

Анализ отобранных весной 2022 г. проб снега на метеостанциях Западно-Сибирского УГМС показал, что радиоактивное загрязнение снега в зимний сезон 2021/2022 гг. было обусловлено в основном выпадениями из атмосферы долгоживущих продуктов распада естественного происхождения. В 2022 г. содержание ^{90}Sr и других техногенных радионуклидов в пробах снега не обнаружено.

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 0,09–0,13 мкЗв/ч.

В 2022 г., как и в 2021 г., максимальное суточное значение МАЭД было равным 0,14 мкЗв/ч, среднегодовое значение гамма-фона на территории г. Томска в ближней зоне наблюдения СХК составило 0,09 мкЗв/ч.

В 2022 г. в 100-км зоне наблюдения комбината максимальное суточное значение МАЭД, равное 0,15 мкЗв/ч, наблюдалось на станции Первомайское (в мае). В течение года среднегодовое значение гамма-фона на территории 100-км зоны наблюдения РОО составило 0,09 мкЗв/ч, как и в 2021 году.

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МАЭД по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2022 г. (0,08 и 0,09 мкЗв/ч) показывает соответствие показателям 2021 г. (0,08 и 0,09 мкЗв/ч).

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2022 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 (Чернильщикова протока в районе д. Чернильшиково).

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 2022 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МАЭД в точках наблюдения колебалась от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч.

В 2022 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-П 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 2022 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 2022 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 м. В г. Певек население – 5844 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 2021–2022 гг. представлены в табл. 3.14.1. В 2022 г. не было превышения допустимых выбросов на ПАТЭС. Наибольший вклад в величину активности выброса вносили ИРГ, преимущественно ⁴¹Ar. Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2022 году были ниже ДВ на три-семь порядков. Большинство величин выбросов радионуклидов в 2022 году уменьшились по сравнению со значениями 2021 года.

Таблица 3.14.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ПАТЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
		2022 г.	2021 г.	
¹³¹ I	$9,69 \cdot 10^{10}$	$1,42 \cdot 10^6$	$1,67 \cdot 10^6$	$-2,5 \cdot 10^5$
⁵⁸ Co	$1,03 \cdot 10^{11}$	$1,39 \cdot 10^7$	$1,34 \cdot 10^7$	$+5,0 \cdot 10^5$
⁶⁰ Co	$2,68 \cdot 10^9$	$1,38 \cdot 10^7$	$1,34 \cdot 10^7$	$+4,0 \cdot 10^5$
⁵⁴ Mn	$3,67 \cdot 10^{10}$	$1,33 \cdot 10^7$	$1,30 \cdot 10^7$	$+3,0 \cdot 10^5$
⁹⁵ Nb	$3,08 \cdot 10^{11}$	$8,45 \cdot 10^6$	$8,47 \cdot 10^6$	$-2,0 \cdot 10^4$
¹⁰³ Ru	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,46 \cdot 10^6$	$8,48 \cdot 10^6$	$-2,0 \cdot 10^4$
¹⁰⁶ Ru	$8,29 \cdot 10^{10}$	$8,45 \cdot 10^6$	$8,51 \cdot 10^6$	$-6,0 \cdot 10^4$
¹³⁴ Cs	$8,35 \cdot 10^9$	$8,52 \cdot 10^6$	$8,51 \cdot 10^6$	$-1,0 \cdot 10^4$
¹³⁷ Cs	$4,03 \cdot 10^9$	$8,51 \cdot 10^6$	$8,52 \cdot 10^6$	$-1,0 \cdot 10^4$
⁴¹ Ar	$2,55 \cdot 10^{16}$	$2,62 \cdot 10^9$	$2,65 \cdot 10^9$	$-3,0 \cdot 10^7$

Сброс радионуклидов в акваторию Чаунской губы Восточно-Сибирского моря отсутствует.

В 2022 году радиационный контроль окружающей среды на ПАТЭС осуществляла ЛООС, находящаяся в составе службы радиационной безопасности и охраны окружающей среды (СРБиООС). В 2022 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 $100 \times 100 \times 20$ 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 2022 г. в г. Певек в районе расположения ПАТЭС контролировались:

- радиоактивные атмосферные выпадения ($\Sigma\beta$) 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 ³H сотрудниками ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объёмной активности радионуклидов в воздухе района размещения ПАТЭС в 2020–2022 гг. приведены в табл. 3.14.2.

Таблица 3.14.2

Среднегодовая объёмная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПАТЭС, Бк/м³ (данные ЛООС ПАТЭС)

Радионуклид	СЗЗ			КП		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
¹³⁷ Cs	<0,0385	< 0,162	< 0,168	<0,0381	<0,162	<0,166
¹³⁴ Cs	<0,0374	< 0,165	< 0,170	<0,0374	<0,163	<0,169
⁶⁰ Co	<0,0216	< 0,164	< 0,165	<0,0216	<0,166	<0,161

Из табл. 3.14.2 видно, что в период эксплуатации ПАТЭС в приземном слое атмосферы СЗЗ и КП контролировались ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co (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 2022 г., Бк/м²·сут (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2022	2021
Певек	с	0,35	0,48	0,39	0,39	0,28	0,41	0,34	0,34	0,48	0,36	0,31	0,36	0,37	0,28
	м	0,51	0,95	1,09	0,70	0,51	1,07	0,66	0,73	0,98	0,86	0,58	0,50	1,09	1,21

Из табл. 3.14.3 видно, что среднегодовое суточное значение Σβ выпадений в г. Певек составило 0,37 Бк/м²·сут, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,28 до 0,48 Бк/м²·сут. Максимальное суточное значение Σβ выпадений наблюдалось в марте – 1,09 Бк/м²·сут. В среднем Σβ выпадений в районе расположения ПАТЭС была ниже среднего значения Σβ выпадений по территории севера Восточной Сибири в 2022 г. (0,70 Бк/м²·сут).

Результаты проведённого в ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2022 г. среднегодовая объёмная активность трития в осадках в г. Певек составляла 1,51 Бк/л и была в 1,2 раза ниже усреднённой по всем пунктам РФ среднегодовой объёмной активности трития в осадках (1,79 Бк/л).

По данным ЛООС ПАТЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2022 г. контролировались ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co. Плотность атмосферных выпадений в СЗЗ и КП ПАТЭС в 2022 г., как и в 2021 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 2022 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.14.4. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2021 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 2022 г. было ниже МДА.

Пробы почвы и наземной растительности отбирались ЛООС в СЗЗ и КП ПАТЭС. Во всех пробах почвы, растительности, снега в 2022 г., как и в 2021 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	
	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.
Вода, Бк/л						
Точка забора воды ПЭБ	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Контрольный водоём	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Берег Восточно-Сибирского моря	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Донные отложения, Бк/кг сырой вес						
Акватория, ограниченная мол-причалом	< 1,7	< 1,3	< 1,6	< 1,3	< 1,4	< 1,3
Акватория напротив КТЗ	< 1,7	< 1,6	< 1,7	< 1,6	< 1,4	< 1,2
Контрольная точка	< 1,7	< 1,7	< 1,6	< 1,7	< 1,4	< 1,3
Берег Восточно-Сибирского моря	< 1,7	< 1,7	< 1,6	< 1,7	< 1,4	< 1,3
Водная растительность, Бк/кг						
Акватория, ограниченная мол-причалом	< 1,1	< 1,2	< 1,2	< 1,2	< 1,0	< 1,1
Акватория напротив КТЗ	< 1,2	< 1,3	< 1,2	< 1,3	< 1,1	< 1,0
Почва, Бк/м²						
СЗЗ	< 70	< 73	< 52	< 50	< 63	< 62
КП	< 72	< 75	< 52	< 52	< 65	< 65
Наземная растительность, Бк/кг						
СЗЗ	< 1,8	< 2,0	< 1,9	< 2,0	< 1,4	< 1,5
КП	< 1,8	< 1,9	< 2,0	< 2,0	< 1,4	< 1,6

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МАЭД в г. Певек в 2022 г. изменялись от 0,13 до 0,18 мкЗв/ч, максимальные значения МАЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона.

Контроль МАЭД в СЗЗ ПАТЭС проводился в 2022 г. при маршрутных обследованиях, а также на стационарных постах АСКРО. Значения мощности дозы гамма-излучения в СЗЗ ПАТЭС в 2022 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 0,115 мкЗв/ч (данные АСКРО и регламентных маршрутов).

Годовая доза на местности в СЗЗ ПАТЭС составила $1,30 \cdot 10^{-3}$ Зв, что практически не отличается от годовой дозы в 2021 году ($1,31 \cdot 10^{-3}$ Зв).

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 2021–2022 гг.

Компонент	Годы наблюдений	Участок территории	ИПЗ (безразмерный)	Наиболее значимые нуклиды		
				¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	⁶⁰ Co
Почва	2021	СЗЗ	$6,60 \cdot 10^{-5}$	40	27	33
			$6,61 \cdot 10^{-5}$	38	28	34
	2022	Контрольный пункт	$6,86 \cdot 10^{-5}$	39	27	34
			$6,75 \cdot 10^{-5}$	38	27	35
Донные отложения	2021	СЗЗ	$2,98 \cdot 10^{-4}$	40	55	5
			$4,19 \cdot 10^{-4}$	33	45	22
	2022	Контрольный водоём	$4,16 \cdot 10^{-4}$	33	46	21
			$4,19 \cdot 10^{-4}$	33	45	22

Расчётные значения ИПЗ воды в районе ПАТЭС превышают 1, что вероятно связано с высокими значениями МДА (5 Бк/л), не позволяющими оценить возможное влияние ПАЭС на радиоактивность поверхностных вод. Рекомендуется повысить чувствительность методов определения радионуклидов в воде.

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 2022 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 воде и 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. 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 № 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. Vol. 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. 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.
17. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2021 году. Ежегодник / Росгидромет, ФГБУ «НПО «Тайфун». Обнинск, 2022. 342 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. В сборнике: 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. Обнинск, 2019. 29 с.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. СПб.: Гидрометеиздат, 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 2021 год / Госкорпорация «Росатом»; ФГУП «ПО «Маяк». Озёрск: РИЦ ВРБ; Типография ФГУП «ПО «Маяк», 2022. 64 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 общей редакцией 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., Антонова Т.А., Перепелкина А.Е., Постовалова Г.А., Исаева Н.Б., Яркова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 году. Озёрск: ФГУП «ПО «Маяк», 2023. 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 2021 год. Железногорск, 2022. 48 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. Капустин Н.Ф., Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю., Костюк И.В., Петухова О.Л., Зятьков П.А., Садырев Ю.А. Справка о радиоэкологической обстановке в районе размещения ФГУП «ГХК» за 2022 год. Железногорск: Экологическое управление ФГУП «ГХК», 2023. 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. Тинин В.В., Измestьев К.М., Маничкин А.Н., Власов А.А., Бахтин Е.В., Болдарева С.М., Витушкина О.Б., Зенченко А.В., Овченкова С.А. Отчёт по экологической безопасности АО «Сибирский химический комбинат» за 2021 год. Северск, 2022. 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, радионуклидом 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. Караболки, протекающих по территории ВУРСа. Пробы воды из системы рек Караболка–Синара отбирались Уральским УГМС в 2022 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП «ПО «Маяк» в мае 2022 г. проводило отбор проб воды в болоте Бугай, являющемся истоком р. Караболки (площадь болота составляет 100 км²), и вблизи истока р. Караболки в населённом пункте Татарская Караболка в феврале, мае и августе [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 $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2022 г., а также за предыдущие годы, приведены в табл. 4.1.1 [2]. $\Sigma\beta$ выпадений в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединённых за месяц пробах, ^{90}Sr – в пробах, объединённых за квартал.

Таблица 4.1.1

**Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа
в 2020–2022 гг., Бк/м²·год (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{90}Sr		
	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.	2022 г.	2021 г.	2020 г.
Аргаяш	237	223	267	0,3	2,1	1,7	1,7	1,6	1,7
Байны	190	190	245	1,1	2,0	1,2	3,0	1,6	2,0
Богданович	168	197	205	2,4	2,8	1,0	1,9	1,6	2,0
Бродокалмак	226	223	260	0,1	2,9	1,3	2,0	1,6	1,7
Бутка	201	226	238	1,5	2,9	0,5	1,9	1,5	2,0
Ирбит	186	175	205	1,8	2,6	0,8	1,9	1,2	1,8
Каменск-Уральский	197	175	253	2,0	1,3	1,2	1,7	1,6	1,6
Камышлов	208	212	282	1,1	2,8	1,1	1,7	1,4	2,2
Рыбниковское	204	183	271	2,1	2,4	0,7	1,7	2,1	1,9
Тавда	168	223	223	2,2	2,6	1,0	2,0	1,0	2,0
Среднее по территории ВУРСа	199	203	245	1,5	2,4	1,1	1,9	1,5	1,9
Фон для Уральского региона	215	215	260	0,7	1,9	0,6	1,3	1,3	1,2

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что в 2022 г. годовая $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений была на уровне 2021 г. и находилась на уровне фонового значения по Уральскому региону. В 2022 г.

не зарегистрировано случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) на территории ВУРСа.

Годовые выпадения ^{137}Cs , усреднённые по территории ВУРСа, в 2022 г. уменьшились в 1,6 раза по сравнению с 2021 г. и превышали в 2,1 раза фоновые годовые выпадения ^{137}Cs для Уральского региона (которые составили в 2022 г. 0,7 Бк/м²·год). Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs , усреднённые по территории ВУРСа, наблюдались в августе (0,21 Бк/м²·месяц), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,01 Бк/м²·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРСа наблюдались в п. Богданович (2,4 Бк/м²·год).

В 2022 г. усреднённые по территории ВУРСа выпадения ^{90}Sr увеличились в 1,3 раза по сравнению с 2021 г. и превышали региональный фоновый уровень в 1,5 раза. Средние по территории ВУРСа выпадения колебались на уровне 0,15–0,17 Бк/м²·месяц. Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в 2021 г. наблюдались в п. Байны (3,0 Бк/м²·год).

Средние по территории ВУРС выпадения ^{137}Cs с 2012 по 2022 г. колебались в пределах 0,91–2,9 Бк/м²·год, выпадения ^{90}Sr – в пределах 1,5–6,2 Бк/м²·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 Караболки и Синары 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 Караболки и Синары в 2022 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	р. Караболка					р. Синара, устье		
	с. Татарская Караболка			д. Усть-Караболка		$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{3)}$
	$^{137}\text{Cs}^{1)}$	$^{90}\text{Sr}^{1)}$	$^3\text{H}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$			
Январь	-	-	-	нпо	0,578	0,002	0,009	-
Февраль	< 0,4	0,22	172	0,01	0,421	0,003	0,153	0,028
Март	-	-	-	нпо	0,657	0,004	0,034	-
Апрель	-	-	-	нпо	0,388	0,001	0,040	-
Май	< 0,4	0,10	82	нпо	0,680	0,001	0,204	0,065
Июнь	-	-	-	нпо	0,749	0,009	0,102	-
Июль	-	-	-	нпо	0,238	0,004	0,090	-
Август	< 0,4	0,12	< 40	нпо	0,218	0,005	0,064	0,029
Сентябрь	-	-	-	нпо	0,108	0,003	0,053	-
Октябрь	-	-	-	нпо	0,210	0,005	0,048	-
Ноябрь	-	-	-	нпо	0,250	0,002	0,050	0,065
Декабрь	-	-	-	0,01	0,316	0,001	0,070	-
Среднее:								
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
2020 г.	< 1,2	0,9	< 40	0,01	0,68	0,002	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 2022 г. содержание ^{137}Cs в р. Синара колебалось 0,001-0,009 Бк/л и в среднем снизилось в 2,7 раза по сравнению с 2021 г., содержание ^{90}Sr менялось в пределах 0,009-0,153 Бк/л и в среднем снизилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Содержание ^{137}Cs в р. Караболка было ниже пределов обнаружения, а содержание ^{90}S в среднем осталось на уровне 2021 г.. Следует отметить, что объёмная активность радионуклидов в воде рек Синары и Караболки в 2022 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание ^{90}Sr в этих реках было в 8–71 раз выше фонового уровня для рек России (0,0056 Бк/л). Содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H в р. Караболке, по данным ФГУП ПО «Маяк», в 2022 г. не превышало УВ [3]. По данным ПО «Маяк», среднегодовая объёмная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2022 г. составила: ^{90}Sr – 0,19 Бк/л, ^{137}Cs < 0,4 Бк/л, ^3H – 83 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 2022 г. колебалась от 0,09 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/км² (37 кБк/м²) 19 субъектов Федерации. В 2022 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 93 населённых пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в Клинцовском, Красногорском и Новозыбковском районе Брянской области. Обследования включали измерения МАЭД на территориях населённых пунктов в точках отбора и отбор проб почвы на глубину 30–40 см для последующего гамма-спектрометрического анализа в лабораторных условиях. В табл. 4.2.1 приведены обобщённые данные о количестве обследованных в 2015–2022 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	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022г.
Белгородская								
Брянская		38	12	1	15	70	80	93
Воронежская								
Калужская								
Курская								
Ленинградская		28						
Липецкая	1							
Орловская								
Пензенская								
Рязанская								
Тульская	50							
Респ. Мордовия								
Всего н.п./проб	51/550	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 01.01.2023 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 01.01.2023 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	535	8			
2	Брянская	1852	1367	330	147	7	1
3	Воронежская	1144	1137	7			
4	Калужская	562	382	176	4		
5	Курская	1104	1051	53			
6	Липецкая	212	206	6			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1537	1223	314			
9	Рязанская	562	480	82			
10	Смоленская	79	79				
11	Тамбовская	111	111				
12	Тульская	2084	1299	769	16		
Южный федеральный округ							
13	Волгоградская	5	5				
14	Ростовская	2	2				
Приволжский федеральный округ							
15	Нижегородская	138	138				
16	Пензенская	173	168	5			
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	10893	8965	1753	167	7	1
	на 01.01.2005	11687	8308	3017	306	53	2
	на 01.01.1999	11695	7529	3664	428	74	2

Количество населённых пунктов, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС по федеральным округам на 01.01.2012 г. и 01.01.2023 г.:

– Центральный федеральный округ (2684 на 01.01.2012 г.) – 1920 населённых пунктов с уровнями загрязнения более 1 Ки/км², из них (278 на 01.01.2012 г.) 175 населённых пунктов имеет уровни загрязнения более 5 Ки/км²;

– Южный федеральный округ (1 на 01.01.2012 г.) – 0 населённых пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;

– Приволжский федеральный округ (24 на 01.01.2012 г.) – 5 населённых пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;

– Северо-Западный федеральный округ (13 на 01.01.2012 г.) – 3 населённых пункта с уровнем загрязнения более 1 Ки/км².

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., Замятина Э.А., Востронина Е.Л. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2022 году. Ежегодник. Екатеринбург: Уральское УГМС, 2023. 45 с.
3. Мокров Ю.Г., Антонова Т.А., А.Е. Перепелкина и др. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2022 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», 2023. 228 с.

5. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

5.1. Республика Беларусь

Радиационный мониторинг на территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским центром по гидрометеорологии, контролю 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, Нарочь, 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. Виляя (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, йода-131.

Приземная атмосфера

На рис. 5.1 и 5.2 показаны среднегодовые значения объёмной $\Sigma\beta$ и содержания ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2010–2022 годах. В Приложении D.1, табл. 1 приведены среднемесячные значения объёмной $\Sigma\beta$ и среднегодовое содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2022 году.

В 2022 году среднегодовая объёмная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере на территории Беларуси незначительно отличалась от уровней 2021 года, за исключением Гомеля, где активность уменьшилась с $22,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $4,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (Приложение D.1, табл. 1).

Среднегодовые величины объёмной $\Sigma\beta$ в городах, кроме Гомеля, в 2022 году незначительно отличались от значений 2021 года. Уменьшение наблюдалось в Могилёве от $20,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и увеличение в Мстиславле – от $20,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $22,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В остальных случаях изменения среднегодовой величины объёмной $\Sigma\beta$ были незначительны и не превышали $1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (рис. 5.1).

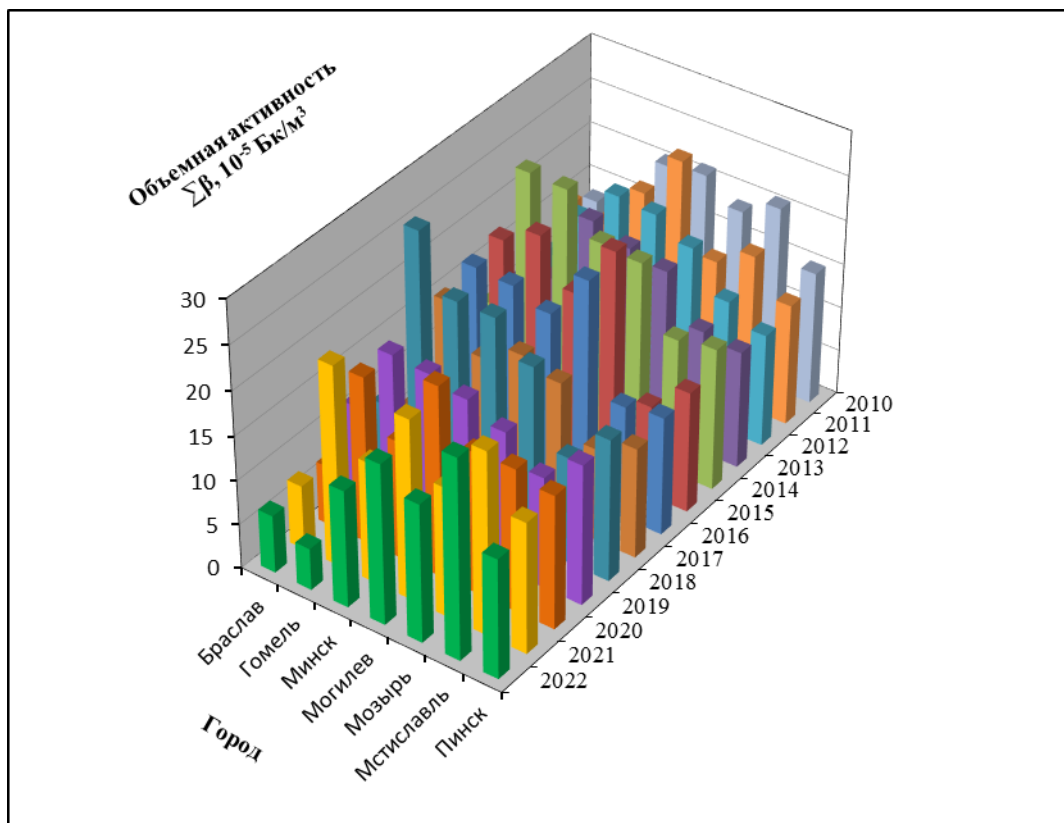


Рис. 5.1. Среднегодовые значения объёмной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2022 годах

Среднемесячные значения объёмной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере городов в 2022 году наблюдались в диапазоне от $3,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $35,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наибольшее значение зафиксировано в Мстиславле в апреле, наименьшее – в Гомеле в августе.

Анализ результатов измерений $\Sigma\beta$ атмосферных аэрозолей в 2022 году показывает, что колебания среднемесячных уровней обусловлены вкладом в объёмную $\Sigma\beta$ 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: в Мстиславле, где помимо апрельского значения, величины выше $20,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ наблюдались ещё в течение 7 месяцев, в Могилёве – в течение 5 месяцев. Все другие среднемесячные уровни объёмной $\Sigma\beta$ в 2022 году были меньше этой величины.

Превышений контрольного уровня объёмной $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы ($3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 2022 году в контролируемых городах не зафиксировано.

Среднегодовая величина объёмной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы за последние 13 лет представлена на рисунке 5.2. За этот период наблюдалось три максимума среднегодовых значений содержания ¹³⁷Cs. В 2011 году наблюдался максимум почти для всех пунктов наблюдения, связан с поступлением аварийных выбросов на японской АЭС Фукусима-1. 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.

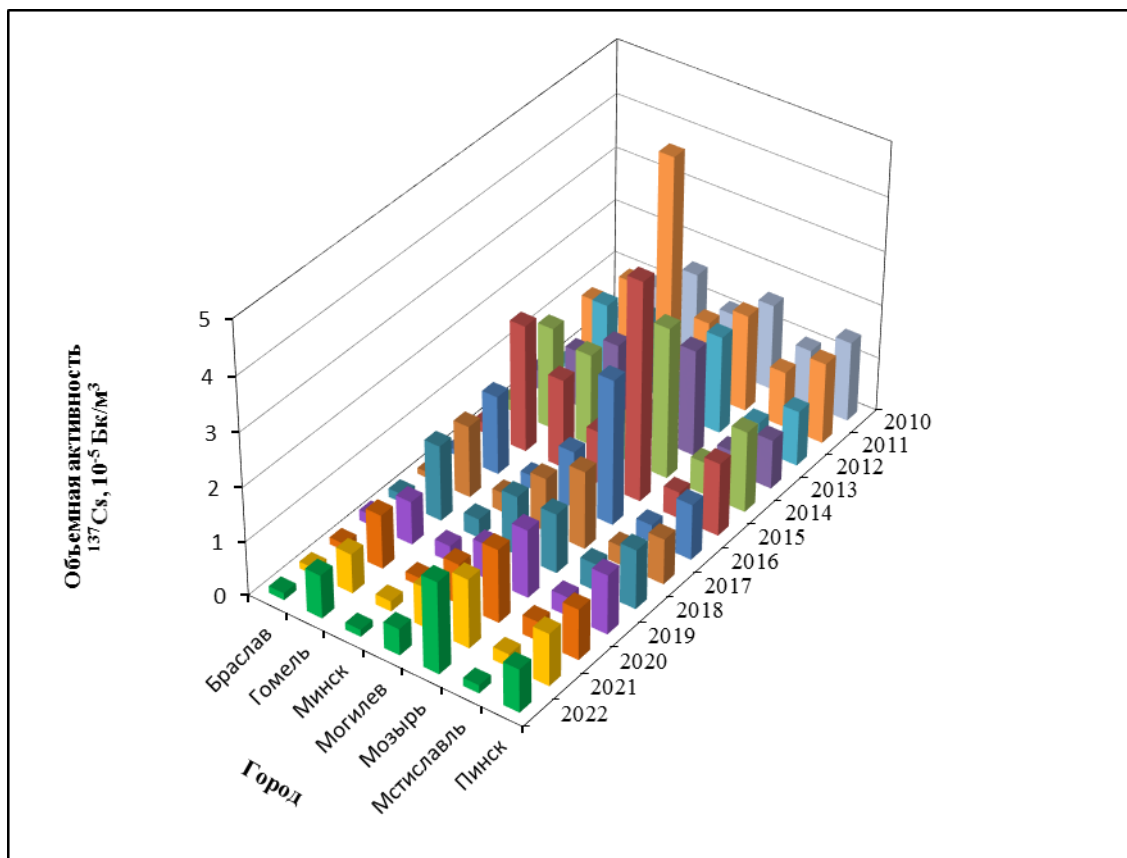


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объёмной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2022 годах

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 2021–2022 годах крупных пожаров, способных привести к повышению уровня радиоактивного загрязнения воздуха, не зафиксировано.

Пожаров, аналогичных пожарам 2015 года, на радиоактивно загрязнённой территории не наблюдалось ни в предшествующие годы, ни в последующие, что положительно сказалось на радиационной обстановке. Содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2022 году находилось на уровне установившихся многолетних значений (без учёта данных 2011 и 2015 годов).

В 2022 году продолжались наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе природных радионуклидов. В объединённых за месяц пробах аэрозолей определялась объёмная активность ^7Be и ^{210}Pb . Активности этих радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали многолетним значениям. Содержание ^7Be находилось в диапазоне от $47,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $870,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, ^{210}Pb – от $2,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $82,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Наиболее высокие активности ^7Be фиксировались в июне. Повышенные содержания ^7Be характерны для тёплых месяцев с более высокой солнечной радиацией и более активной вертикальной циркуляцией атмосферы, за счёт его поступления из верхних слоёв атмосферы, где он образуется за счёт космического облучения. Пик объёмной активности ^{210}Pb на многих пунктах наблюдения в 2022 году пришёлся на ноябрь и декабрь.

Зафиксированные значения объёмной активности ^{137}Cs на 6–8 порядков ниже допустимого уровня содержания ^{137}Cs в воздухе, который составляет 27 Бк/м³ [4].

Атмосферные выпадения

Наиболее высокие среднегодовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2022 году были зафиксированы на пунктах наблюдений: г. Горки (2,45 Бк/м²сут), г. Костюковичи (2,60 Бк/м²сут), г. Мстиславль (2,55 Бк/м²сут), г. Славгород (2,15 Бк/м²сут), г. Могилёв (1,80 Бк/м²сут).

Наиболее высокие среднемесячные уровни $\Sigma\beta$ в пробах радиоактивных выпадений в 2022 году зафиксированы в пунктах наблюдений в городах: в г. Славгород (8,9 Бк/м²сут в октябре), г. Мстиславль (12,1 Бк/м²сут в декабре) и г. Горки (9,7 Бк/м²сут – в январе).

В целом уровни радиационных выпадений $\Sigma\beta$ на территории Республики в 2022 году мало отличаются от уровня 2021 года.

Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/м²·сутки) в 2022 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 йода-131, которые являются индикаторами аварийных ситуаций на радиационно-опасных объектах, в 2022 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

В 2022 году радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной, не выявлено ни одного случая превышения уровней МАЭД над установившимися многолетними значениями.

Как и прежде, повышенные уровни МАЭД зарегистрированы в пунктах наблюдений в городах Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. Диапазон изменения МАЭД в Брагине составил от 0,39 до 0,54 мкЗв/ч, в Славгороде – от 0,16 до 0,21 мкЗв/ч, при этом среднегодовые значения МАЭД составляли в Брагине 0,46 мкЗв/ч, в Славгороде – 0,18 мкЗв/ч.

В остальных пунктах наблюдений МАЭД не превышала уровень естественного гамма-фона (до 0,20 мкЗв/ч). В областных городах среднегодовой уровень МАЭД гамма-излучения находился в пределах от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2022 году проводился на 6 реках Беларуси, протекающих по территориям, загрязнённым в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи) (рис. 5.3), Нижняя Брагинка (д. Гдень).

На контролируемых реках пробы воды отбирались ежеквартально с одновременным определением расходов. В отобранных пробах определялось содержание ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

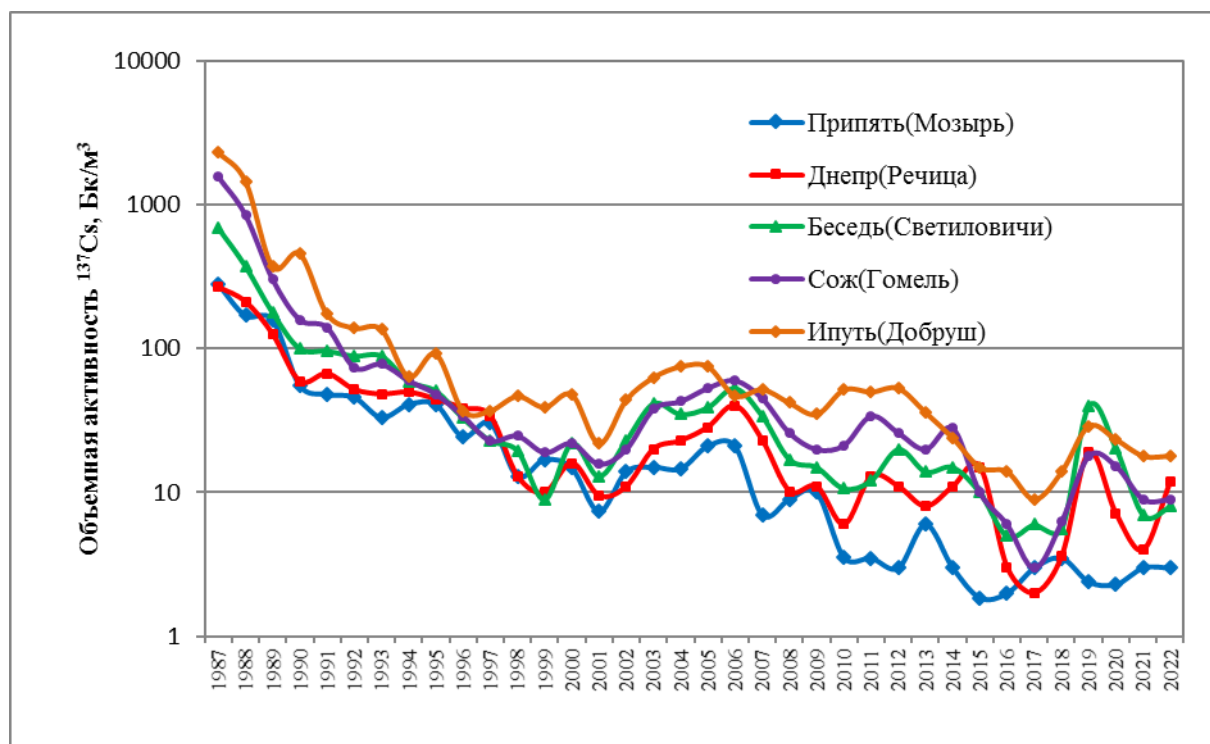


Рис. 5.3. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах рек Беларуси в 1987–2022 годах

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2022 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.

В 2022 году содержание ^{137}Cs в Припяти (г. Мозырь) находилось в пределах от 2 до 4 мБк/л, как и в 2021 г.; в Днепре (г. Речица) – от 2 до 56 мБк/л (в 2021 г. 2–13 мБк/л); в Соже (г. Гомель) – от 2 до 21 мБк/л (в 2021 г. 6–33 мБк/л); в Ипути (г. Добруш) – от 9 до 32 мБк/л (в 2021 г. 4–36 мБк/л); в Беседи (д. Светиловичи) – от 6 до 13 мБк/л (в 2021 г. 4–34 мБк/л).

На рис. 5.3 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 зафиксирована 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). В 2022 году активность ^{137}Cs изменилась мало во всех реках, кроме Днепра (Речица), где его активность увеличилась с 4 мБк/л до 12 мБк/л.

В воде р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, уровни радиоактивного загрязнения значительно выше, чем на остальных реках, тем не менее, в 2022 году концентрация ^{137}Cs здесь заметно уменьшилась до 208 мБк/л (в 2021 году – 611 мБк/л).

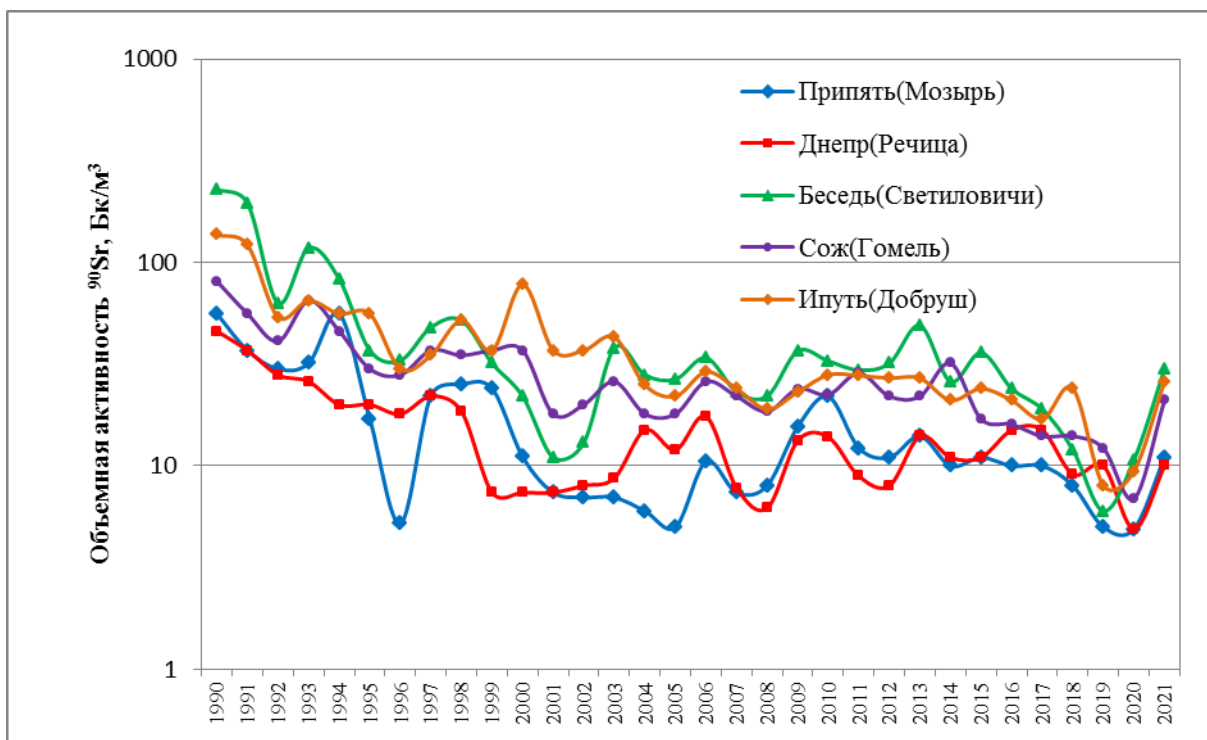


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr в поверхностных водах рек Беларуси в 1990–2021 гг.

За счёт выноса и естественного распада на территории водосборов объёмная активность ^{137}Cs в больших и средних реках в последние годы значительно уменьшилась. Однако в водах большинства контролируемых рек активность ^{137}Cs и ^{90}Sr всё ещё выше предаварийных уровней.

Среднегодовые величины объёмной активности ^{90}Sr в речной воде до 2019-2020 годов в основном снижались, однако в 2021 г. наблюдается заметный рост, который в Припяти и Днестре продолжился и в 2022 г. (рис. 5.4). В Беседи, Соже и Ипути в 2022 г. наблюдается уменьшение его активности.

Среднегодовые концентрации ^{90}Sr в поверхностных водах в период 1990-2006 годов имели отчётливую тенденцию к снижению, после 2006 года 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 вынос талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворённом состоянии. В годы повышенной водности, как правило, наблюдается увеличение объёмной активности ^{90}Sr в воде.

2021 год отличался большой водностью, поэтому среднегодовые активности ^{90}Sr в поверхностных водах в 2021 году во всех реках заметно увеличились: Беседи, Ипути и Соже увеличение было наибольшим, здесь концентрация выросла от 10,7 мБк/л, 9,4 мБк/л и 6,9 мБк/л в 2020 году до 30,0 мБк/л, 26,0 мБк/л и 21 мБк/л соответственно. В реках Припяти и Днестре 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 Днестре 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 воде реки Нижняя Брагинка, которая частично дренирует территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, уровни радиоактивного загрязнения водосбора значительно выше, чем у остальных рек. Концентрация ^{90}Sr в 2021 году здесь составила 882 мБк/л (в 2020 году – 497 мБк/л).

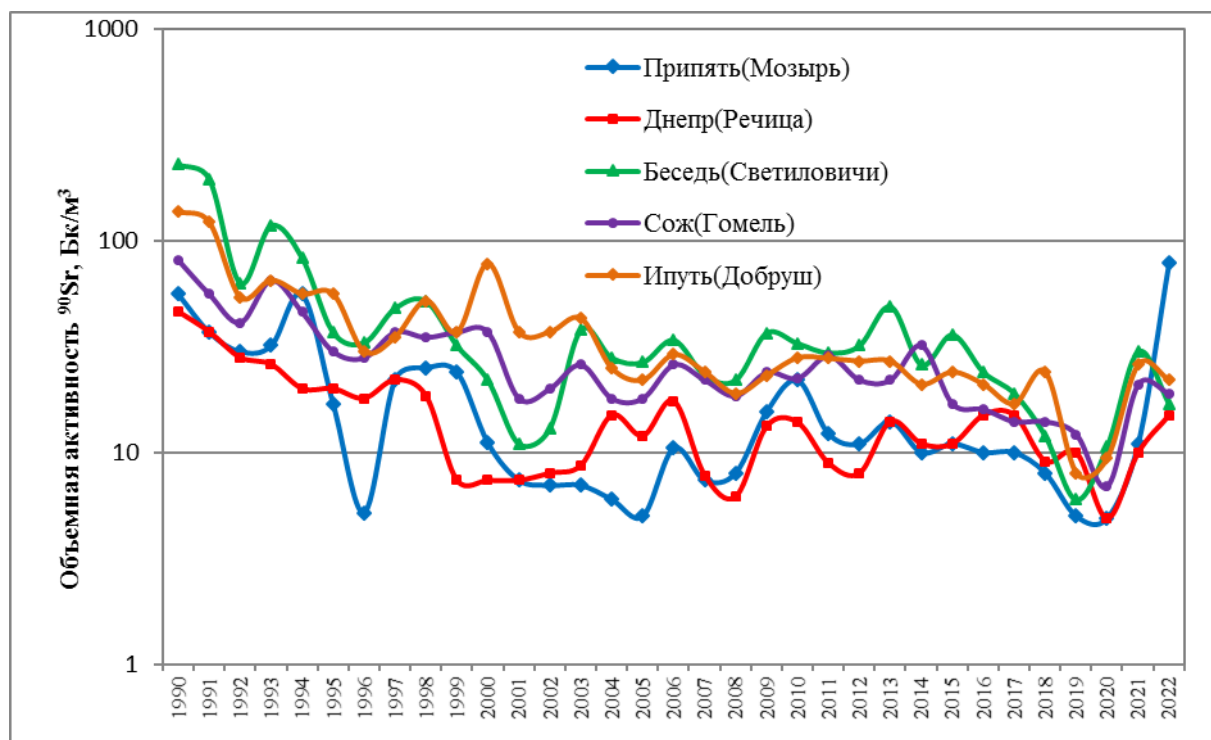


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr в поверхностных водах рек Беларуси в 1990–2022 годах

Таким образом, значения объёмной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в поверхностных водах наиболее загрязнённой реки Нижняя Брагинка сопоставимы с референтными уровнями для питьевой воды, предусмотренными Гигиеническим нормативом «Критерии радиационного воздействия» [4] (10 000 мБк/л), однако, не превышают их. Содержание ^{90}Sr впервые со времени аварии на Чернобыльской АЭС опустилось ниже допустимого уровня в 2017 году.

Уровни радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения Белорусской АЭС соответствовали фоновым значениям, наблюдавшимся до аварии на Чернобыльской АЭС. Содержание ^{137}Cs в пробах поверхностных вод не превышало 5 мБк/л, содержание ^{90}Sr – 7 мБк/л.

Трансграничный перенос контролировался на озере Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона воздействия Игналинской АЭС (Литва); реки Горынь (д. Речица) и Стыр (д. Ладорож) – зона воздействия Ровенской АЭС, реки Припять (д. Довляды) и Днепр (г. Лоев) – зона воздействия Чернобыльской АЭС (Украина) и р. Сож (д. Коськово) – зона воздействия Смоленской АЭС (Россия).

В пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций (последнее опробование в 2020 г.), расположенных на территориях сопредельных государств, короткоживущих радионуклидов, в том числе ^{131}I не обнаружено.

Таким образом данные радиационного мониторинга показывают, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2022 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. Армения

В Ереване, на ст. Аэрологическая проводятся наблюдения за $\Sigma\beta$ выпадений из атмосферы. Среднемесячная величина плотности суточных выпадений в 2021 году колебалась в пределах от 0,25 до 0,85 Бк/м²·сутки. В 2022 году диапазон среднемесячных значений $\Sigma\beta$ выпадений мало изменился – 0,31–0,89 Бк/м²·сутки [3]. Среднегодовая плотность уменьшилась по сравнению с 2020 г. с 0,65 Бк/м²·сутки до 0,52 Бк/м²·сутки в 2021 и в 2022 годах. Среднегодовая величина плотности $\Sigma\beta$ выпадений в 2021–2022 годах наименьшая с 2018 года, когда диапазон среднемесячных значений был в пределах от 0,63 до 1,3 Бк/м²·сутки, а среднегодовая величина составила 0,94 Бк/м²·сутки.

Измерения $\Sigma\beta$ проб почвы и воды в 30-км зоне АЭС превышения фоновых значений не выявили.

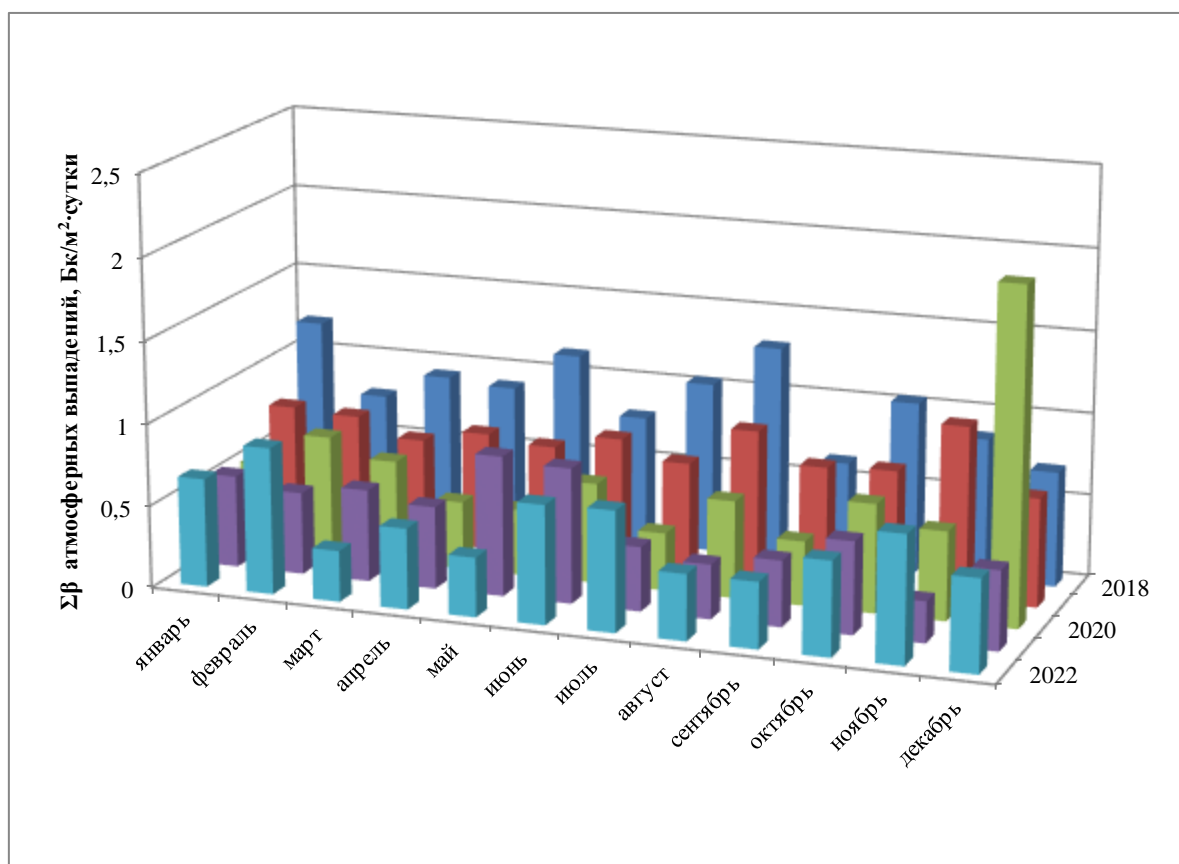


Рис. 5.7. Динамика среднемесячной суточной $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в Ереване (ст. Аэрологическая) в 2018–2022 годах, Бк/м²·сутки

Ежедневные измерения МЭД, проводимые на ст. Аэрологическая в г. Ереване, показали, что значения колеблются в интервале от 14,0 мкР/ч до 17,4 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. Трафимчик З.И., Глинская С.Н., Замаро А.В., Кадочникова А.В., Кудина Е.И. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2022 г. – Минск: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2023.
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 2020 г. Министерство по чрезвычайным ситуациям РА ГНО «Служба по гидрометеорологии и активным воздействиям на атмосферные явления». – Ереван, 2022. – 6 с.
4. Критерии радиационного воздействия, Минск, 2012. (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 №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 2022 ГОДУ

В 2022 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 2022 г. составляли для суммарной β -активности долгоживущих (более четырёх суток) техногенных и природных радионуклидов $17,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ^{137}Cs – $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ^{90}Sr – $0,91 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Анализ многолетних данных показывает, что содержание техногенных радионуклидов в воздухе постепенно уменьшается, претерпевая год от года незначительные колебания. В 2022 г. объёмная суммарная β -активность и объёмная активность ^{137}Cs остались на уровне предыдущего года, а объёмная активность ^{90}Sr уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2021 г. 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 2022 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 2022 г. ($1,1$ Бк/м²·сут) была на уровне предыдущих 5 лет. Выпадения ^{90}Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее $0,1$ Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs ($0,11$ Бк/м²·год) также оставались на уровне предыдущих 5 лет ($0,10$ – $0,16$ Бк/м²·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 $0,08$ – $0,17$ 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 2022 г. в среднем составила $4,0$ мБк/л, что находится на уровне последних трёх 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 2022 г. ($1,8$ Бк/л) было на уровне 2017-2021 гг. ($1,4$ - $1,8$ Бк/л). Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2022 г. осталась на уровне предыдущих пяти лет ($12,3$ - $15,0 \cdot 10^{15}$ Бк) и составила $15,2 \cdot 10^{15}$ Бк.

Среднегодовая объёмная активность трития в среднем по основным рекам РФ вне загрязнённых зон обусловлена выпадениями трития с осадками. В 2022 г. она составляла 1,6 Бк/л, изменяясь по отдельным рекам в диапазоне от 1,1 до 2,2 Бк/л. Наибольшая объёмная активность трития в воде наблюдалась в р. Амур (п. Благовещенск), что более чем на три порядка ниже уровня вмешательства по содержанию трития в питьевой воде, согласно НРБ-99/2009 ($7,6 \cdot 10^3$ Бк/л).

В 2022 г. объёмная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2021 годом. Максимальная объёмная активность ^{90}Sr наблюдалась в Каспийском море – 4,7 мБк/л, а минимальная – в Охотском море (залив Анива) – 1,2 мБк/л.

На ЕТР вследствие Чернобыльской аварии 1986 г. в 11 областях на начало 2022 г. остаются территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Центральном федеральном округе в 1920 населённых пунктах плотность загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км², из них в 175 – уровни загрязнения – более 5 Ки/км². В Приволжском (на территории пяти населённых пунктов) и Северо-Западном (три населённых пункта) округах плотность загрязнения почв ^{137}Cs составляет 1–5 Ки/км². Отношение $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ 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 $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} = 3$.

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 2022 г. составили 0,84 Бк/м², что в 5,6 раз выше выпадений вне загрязнённых районов ЕТР (0,15 Бк/м²·год). Годовые выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС в 2022 г. увеличились в 1,3 раза по сравнению с 2021 г. и составляли 1,9 Бк/м²·год. Годовые выпадения ^{137}Cs уменьшились в 1,6 раз по сравнению с 2021 г. (1,5 Бк/м²·год). Годовые выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2022 г. были выше средних фоновых выпадений для Уральского региона в 2,1 и 1,5 раза соответственно.

В 2022 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 (3,1 Бк/м²·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усреднённые по 11 пунктам) в 2022 г. остались на уровне 2021 г. (2,6 Бк/м²·год) и в 2,4 раза превышали региональный фоновый уровень (1,3 Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs (1,3 Бк/м²·год) уменьшилась в 2,4 раза по сравнению с 2021 г. (3,1 Бк/м²·год), но в 2 раза превышали региональный фоновый уровень (0,7 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ^{137}Cs (3,8 Бк/м²·год) и ^{90}Sr (9,6 Бк/м²·год) из атмосферы наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. В п. Новогорный наблюдалась и самая высокая

на территории России среднегодовая объёмная активность ^{137}Cs в воздухе – $4,0 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, превышающая средневзвешенное значение по территории России в 25 раз. Это значение на семь порядков ниже допустимого уровня (27 Бк/м³) в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово в 78 км от источника) составляла 6,9 Бк/л, что на три порядка выше среднего значения для рек России. Максимальное значение объёмной активности ^{90}Sr было зафиксировано в январе и составило 9,7 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009.

В целом радиационная обстановка в 2022 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	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция», Натальинское муниципальное образование Балаковского муниципального района, Саратовская область</i>
2	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция», г. Заречный, Свердловская область</i>
3	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Билибинская атомная станция», г. Билибино, Чукотский автономный округ</i>
4	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция», г. Волгодонск-28, Ростовская область</i>
5	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция», г. Удомля, Тверская область</i>
6	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная станция», г. Полярные Зори, Мурманская область</i>
7	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Курская атомная станция», г. Курчатов, Курская область</i>
8	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция», г. Сосновый Бор, Ленинградская область</i>
9	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция», г. Нововоронеж, Воронежская область</i>
10	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Плавучая атомная теплоэлектростанция» (ПАТЭС), г. Певек, Чукотский автономный округ. Ввод в промышленную эксплуатацию 22.05.2020 г.</i>
11	<i>Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция», г. Десногорск, Смоленская область</i>
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 «Всерегionalное 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 исключен – 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. Доллежала», г. Москва
23	Пункт исключен – 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 исключен – 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. Обс. 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 (н/р 1 месяц)
Север		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск (экспозиция 5 дней)
2. Ухта (закрыта, н/р)	5. Вологда	8. Охоны (н/р 1 месяц)
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 (н/р 2 месяца)	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	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 (н/р 1 месяц)	5. Чита	8. Хабаровск (экспозиция 5 дней)
3. Ангарск (н/р 1 месяц)	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 $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr по АТР и РФ в целом не учитывались.

Приложение А.3

Объёмная $\Sigma\text{Ф}$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2022 г., $10^{-5}\cdot\text{Бк}/\text{м}^3$

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	4,3	4,2	13,4	5,2	5,8	5,7
Февраль	-	5,0	5,5	13,0	31,2	6,9	7,3
Март	-	3,8	6,5	16,8	8,7	9,7	7,0
Апрель	-	3,7	5,9	17,1	7,1	9,2	6,8
Май	-	3,9	7,0	17,1	8,6	9,0	7,2
Июнь	-	4,2	7,4	19,2	8,7	9,4	7,8
Июль	-	4,7	7,6	20,4	8,8	10,4	8,3
Август	-	4,5	10,0	36,7	18,8	15,5	11,9
Сентябрь	-	3,8	6,4	19,6	7,3	11,2	7,5
Октябрь	-	3,9	6,0	17,4	7,3	7,6	6,7
Ноябрь	-	5,1	5,0	19,8	7,4	5,0	7,2
Декабрь	-	6,0	7,7	31,2	9,8	12,5	10,7
Среднее:							
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.	-	7,4	9,2	21,1	6,5	7,3	9,7
2015 г.	-	7,2	7,0	16,1	9,2	5,8	8,6
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	29,2	24,2	23,7	43,3	27,8	18,8	
Февраль	25,4	36,0	29,8	35,4	32,4	22,3	
Март	16,5	17,9	36,6	27,3	30,1	20,8	
Апрель	14,9	18,0	22,0	17,4	20,1	14,7	
Май	14,9	16,9	12,6	26,7	15,3	12,0	
Июнь	15,9	12,8	22,4	22,3	20,0	15,0	
Июль	18,3	10,7	24,0	20,3	20,0	15,2	
Август	25,1	14,6	12,2	22,8	14,9	13,7	
Сентябрь	13,8	16,3	8,2	24,8	13,6	11,1	
Октябрь	13,7	16,0	12,4	22,2	15,3	11,8	
Ноябрь	13,2	15,6	19,7	133,3	41,6	27,6	
Декабрь	34,1	24,3	28,4	37,5	29,2	21,7	
Среднее:							
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	13,9	17,5	28,7	19,2	15,0	
2015 г.	14,0	11,6	12,8	36,7	17,3	13,9	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.4

Среднемесячные объёмные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2022 г., $10^{-7}\cdot\text{Бк}/\text{м}^3$

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	1,4	1,8	2,2	3,7	2,2	1,8
Февраль	-	1,4	1,8	2,3	2,4	3,2	1,8
Март	-	1,4	2,5	2,2	11,5	3,1	2,2
Апрель	-	1,2	2,3	2,3	3,2	3,5	1,8
Май	-	1,2	2,3	3,8	5,1	3,1	2,0
Июнь	-	1,2	2,6	2,5	4,4	2,4	1,9
Июль	-	1,7	5,2	3,4	3,8	3,8	3,0
Август	-	1,7	5,5	4,1	9,4	3,8	3,3
Сентябрь	-	1,6	4,9	3,7	6,4	3,8	3,0
Октябрь	-	1,0	1,3	2,3	5,0	1,3	1,4
Ноябрь	-	1,0	1,1	2,0	3,1	1,6	1,2
Декабрь	-	1,0	1,2	2,0	2,6	1,6	1,3
Среднее:							
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	1,5	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	5,3	2,9	1,9
2016 г.	-	1,2	4	3,6	4,7	1,9	2,7
2015 г.	-	1,4	3,3	5,5	10,6	6,7	4
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	10,0	2,5	1	1	1,3	1,5	
Февраль	10,0	2,5	1	1	1,3	1,5	
Март	32,0	2,6	1	1	1,3	1,7	
Апрель	29,0	2,0	1	1	1,2	1,5	
Май	15,0	2,0	1	1	1,2	1,5	
Июнь	24,0	2,0	1	1	1,2	1,5	
Июль	39,0	2,4	1	1	1,3	1,8	
Август	157,0	3,3	1	1	1,5	2,1	
Сентябрь	60,0	4,2	1	1	1,7	2,0	
Октябрь	20,0	2,7	1	1	1,4	1,4	
Ноябрь	24,0	2,7	1	1	1,4	1,3	
Декабрь	56,0	2,7	1	1	1,4	1,3	
Среднее:							
2022 г.	40,0	2,6	1	1	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	1,7	1,3	1,7	
2019 г.	16,2	2,2	0,9	1,0	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	0,9	1,5	1,5	1,8	
2015 г.	67,1	2,2	1,6	2,7	1,8	2,4	

Примечание: - - нет данных.

Приложение А.5

Таблица 1

Средневзвешенная по отдельным регионам объёмная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2022 г., 10⁻⁷ Бк/м³

Район	I полугодие	II полугодие	Среднее за год
Европейская территория России			
Заполярье	0,21	0,19	0,20
Север	0,47	0,39	0,43
Центр	0,34	0,39	0,37
Юг	0,60	0,54	0,57
Брянск, Курск	0,45	0,49	0,47
Азиатская территория России			
Западная Сибирь	0,81	0,55	0,68
Север Восточной Сибири	1,26	1,25	1,26
Юг Восточной Сибири	0,73	0,85	0,79

Таблица 2

Средневзвешенные по территории страны объёмные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 2001–2022 годах, 10⁻⁷ Бк/м³

Квартал	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
I	0,90	0,96	1,16	0,61	0,74	0,69	0,67	0,89	0,63	0,66	0,74	0,76	0,75	0,72	0,86	1,07	1,34	1,05	0,95	0,96	1,0	0,71
II	1,74	1,52	1,91	1,90	1,08	1,24	1,10	1,30	1,18	0,77	1,05	1,12	1,17	1,03	0,85	1,30	1,12	1,31	1,12	1,12	1,30	1,15
III	1,43	1,34	1,35	1,30	0,88	0,95	0,96	0,87	1,15	0,84	0,84	0,99	0,85	0,87	0,85	1,30	1,12	1,31	1,12	1,12	1,30	1,15
IV	1,26	0,93	1,00	0,96	0,78	0,72	0,86	0,77	0,83	0,73	0,78	0,69	0,75	0,63	0,85	1,30	1,12	1,31	1,12	1,12	1,30	1,15
Среднее	1,33	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,81	0,85	1,19	1,23	1,18	1,04	1,04	1,15	0,91

Примечание: без п. В. Дуброво и г. Обнинска (за октябрь 2013 г.).

Таблица 3

Объёмные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в городах Обнинск и Курск в 2022 г., 10⁻⁹ Бк/м³

Месяц	г. Обнинск		г. Курск	
	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu
Январь	9,6	6,6	11,1	6,2
Февраль	НПО	9,0		
Март	197,6	21,2		
Апрель	48,9	2,9		
Май	138,9	24,8		
Июнь	86,0	10,8		
Июль	9,4	1,8	На изм.	На изм.
Август	9,6	2,1		
Сентябрь	21,8	11,2		
Октябрь	1260,0	4,87		
Ноябрь	143,8	4,64		
Декабрь	На изм.	На изм.		
Среднее: 2022 г.	175,1	9,08		
2021 г.	10,94	5,58	2,12	2,46
2020 г.	26,53	5,56	2,70	3,14
2019 г.	2,85	4,91	0,68	1,09
2018 г.	10,44	3,49	0,24	1,54
2017 г.	11,70	9,45	0,87	0,69
2016 г.	4,5	8,2	1,4	2,5
2015 г.	15,4	27,0	11,5	5,7
2014 г.	18,1 (11,5)	7,1 (3,9)	0,8	3,9
2013 г.	9,7 (2,2)	24,9 (4,7)	0,4	2,2
2012 г.	2,0	3,0	0,4	2,2

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
<u>Заполярье*</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бухта Провидения, г. Певек) и Диксон (Северное УГМС), Тикси (Якутское УГМС)
<u>Север</u> УГМС: Северное (без Диксона) Северо-Западное (включая Калининградский ЦГМС)
<u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Республики Татарстан, Центральное, Центрально-Чернозёмных областей (кроме загрязнённой зоны)
<u>Зона, загрязнённая при аварии на ЧАЭС</u> 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.
<u>Юг</u> Северо-Кавказское (включая Крымское УГМС)
Азиатская территория России
<u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское
<u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское (без Тикси), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)
<u>Юг Восточной Сибири</u> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское

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

Приложение А.7

Таблица 1

Σв атмосферных выпадений радионуклидов на территории РФ в 2022 г., Бк/м²·сут

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязнённая зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,64	0,67	1,28	1,02	0,7	0,86
Февраль	0,93	0,62	1,35	0,88	0,74	0,94
Март	0,61	0,5	1,42	0,82	0,68	0,84
Апрель	0,77	0,55	1,46	1,04	0,69	0,9
Май	0,6	0,47	1,43	0,77	0,7	0,83
Июнь	0,52	0,42	1,33	0,68	0,64	0,75
Июль	0,77	0,43	1,24	0,71	0,66	0,79
Август	0,67	0,51	1,33	0,79	0,87	0,85
Сентябрь	0,79	0,53	1,46	1	0,65	0,9
Октябрь	0,84	0,66	1,33	1,06	0,66	0,91
Ноябрь	1,02	0,67	1,18	0,73	0,76	0,93
Декабрь	1,05	0,88	1,26	1,13	1,15	1,07
Среднее:						
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
2015 г.	0,68	0,95	1,28	0,65	0,71	0,95
2014 г.	1,35	0,65	1,28	0,67	1,25	1,08
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,59	0,78	1,7	1,32	1,2	
Февраль	1,72	0,89	1,58	1,4	1,28	
Март	1,43	0,75	1,36	1,17	1,08	
Апрель	1,32	0,77	1,45	1,15	1,08	
Май	1,14	0,86	1,22	1,05	0,99	
Июнь	1,05	0,84	1,29	1,02	0,95	
Июль	1,07	0,62	1,23	0,93	0,9	
Август	1,08	0,63	1,52	0,99	0,96	
Сентябрь	1,25	0,59	1,54	1,06	1,02	
Октябрь	1,29	0,61	1,31	1,05	1,01	
Ноябрь	1,47	0,57	1,28	1,11	1,06	
Декабрь	1,72	0,56	1,45	1,26	1,21	
Среднее:						
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	
2015 г.	1,32	1,27	1,25	1,29	1,2	
2014 г.	1,28	0,99	1,16	1,16	1,13	

Таблица 2

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2022 г., Бк/м²-квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год										
					2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Заполярье	0,027	0,017	0,036	0,010	0,09	0,06	0,07	0,11	0,14	0,12	0,32	0,28	0,18	0,33	0,20
Север	0,047	0,038	0,053	0,026	0,16	0,15	0,17	0,19	0,20	0,17	0,27	0,25	0,21	0,27	0,23
Центр ЕТР (без загр. зоны)	0,039	0,074	0,048	0,038	0,20	0,25	0,28	0,33	0,22	0,20	0,22	0,37	0,35	0,64	0,37
Юг	0,022	0,08	0,058	0,030	0,19	0,27	0,28	0,22	0,26	0,23	0,26	0,41	0,27	0,37	0,29
Средневзвешенное по ЕТР (без загр. зоны)	0,035	0,044	0,048	0,026	0,15	0,17	0,18	0,21	0,20	0,17	0,27	0,31	0,27	0,42	0,28
Загрязнённая зона	0,33	0,21	0,20	0,10	0,84	0,25*	-	0,87	0,74	0,72	1,18	1,51	1,32	1,77	1,25

Примечание: * – по данным за III и IV кварталы.

Приложение А.8

Таблица 1

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

Месяц	2022 г.		2021 г.		2020 г.		2019 г.		2018 г.		2017 г.	
	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения	Объёмная активность	Выпадения
Январь	1,14	36,42	1,36	44,72	0,94	28,02	1,44	37,80	1,37	50,77	1,80	47,72
Февраль	1,23	23,47	1,19	34,76	1,1	31,94	1,86	49,06	1,67	33,91	1,88	39,51
Март	1,5	23,75	1,17	30,64	1,24	31,26	1,61	38,85	1,66	49,67	1,91	35,95
Апрель	1,77	52,05	1,56	57,73	1,30	29,22	2,03	40,26	1,96	59,75	1,91	55,53
Май	2,37	83,89	1,78	75,83	1,34	64,9	2,08	80,60	2,13	70,41	2,29	89,74
Июнь	2,28	106,6	2,01	106,35	1,67	92,09	2,17	104,81	1,85	101,90	2,39	129,21
Июль	2,33	159,27	1,98	116,00	1,85	120,65	2,42	177,63	2,04	122,24	2,02	150,74
Август	2,12	109,94	1,60	91,11	2,02	136,09	2,17	146,81	1,97	101,56	1,63	101,66
Сентябрь	1,87	108,84	1,69	75,10	1,56	71,7	1,62	76,61	1,60	73,81	1,55	76,09
Октябрь	1,78	67,63	1,25	43,47	1,12	47,2	1,23	53,24	1,22	50,68	1,26	56,08
Ноябрь	1,56	56,3	1,14	46,82	1,08	28,28	1,15	41,55	1,13	35,61	1,08	40,84
Декабрь	1,42	56,4	1,14	40,31	1,26	36,57	1,38	39,82	1,21	37,51	1,27	42,51
Среднее	1,79	73,71	1,49	63,57	1,37	59,8	1,78	73,92	1,65	65,65	1,75	72,13
Сумма, кБк/м ² ·год		0,88		0,76		0,72		0,89		0,79		0,87
Выпадения на территории РФ, Бк		15,2·10 ¹⁵		13,0·10 ¹⁵		12,3·10 ¹⁵		14,95·10 ¹⁵		13,5·10 ¹⁵		14,8·10 ¹⁵

Таблица 2

Среднегодовые объёмные активности ⁹⁰Sr в реках и озёрах РФ, мБк/л

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
2000	6,2	5,6	5,9	-	22,6
2001	7,2	4,7	6,0	9,8*	18,3
2002	5,9	3,6	4,8	8,1*	15,6
2003	6,4	4,5	5,5	7,0*	22,0
2004	7,6	4,7	6,2	6,2	25,6
2005	6,7 (8,2)	4,7	5,7 (6,4)	5,5	19,7
2006	6,1 (9,1)	4,4	5,3 (6,7)	4,8	15,4
2007	5,6 (6,7)	4,5	5,1 (5,7)	4,8	12,0
2008	5,0 (7,8)	4,1	4,5 (6,0)	3,7	10,3
2009	4,7 (6,9)	3,9	4,3 (5,6)	4,5	6,8
2010	4,2 (4,4)	4,2	4,2 (4,3)	3,0	7,8
2011	3,7 (4,6)	4,3	4,2 (4,5)	2,6	7,2
2012	4,6 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	3,7	9,0
2013	3,8 (4,3)	4,8	4,3 (4,5)	3,5	7,5
2014	5,1 (5,2)	4,5	4,8 (4,9)	4,6	5,9
2015	4,7 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	4,8	11,8
2016	4,3 (5,5)	4,8	4,6 (5,2)	2,6	7,3
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

Примечания: за 2005–2012 и 2016–2017 годы приводятся среднегодовые объёмные активности ⁹⁰Sr без учёта данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учётом;
за 2013–2015 годы – без учёта данных по р. Неве (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																					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	р. Северная Двина (Соломбала)	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,7	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
	р. Печора (Городецкий Шар)	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1	2,1	1,9	1,7	2,3	1,9	1,4	1,3	1,5	1,5	1,2	1,4	1,3	1,05	1,3
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4	1,9	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8	1,6	1,7	1,4	1,3	1,0	1,1	1,3
	р. Волга (В. Лебяжье)	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6	1,6	2,0	2,0	1,6	1,7	1,2	1,3	1,2	1,3	0,9	1,2	1,0	1,1
	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
Центр ЕТР	р. Дон (Аксаи)	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	1,9	2,5	1,7	1,5	1,3	1,4	1,9	1,5	1,8	1,9	1,5	1,7
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6	2,3	2,7	2,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	1,7	1,6	1,8	1,4
	р. Лена (Хабарова)	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9	2,8	1,7	3,4	2,3	2,2	2,1	2,1	1,8	2,2	2,1	1,9	1,9	1,9
	р. Колыма (Черский)	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7	2,2	2,2	2,2	1,9	2,1	1,6	1,8	1,7	1,5	1,5	1,3	1,5	1,8
	р. Н.Тунгуска (Тура)	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8	2,9	2,6	2,5	2,9	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,5	1,3	1,4
	р. Индигирка (Индигирский)	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7	2,8	1,9	3,3	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,2	2,2	1,9	2,1	2,0
	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	1,45
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	2,9	2,1	3,2	2,7	2,4	2,3	2,2	2,2	2,3	2,1	2,1	2,6	2,15
	р. Амур (Хабаровск)	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1	2,6	2,7	2,4	2,5	2,0	2,3	2,0	1,9	2,2	2,1	1,8	1,4	1,7	1,7
	р. Амур (Комсомольска-Амуре)	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8	2,5	2,0	3,1	2,2	2,1	4,3	1,9	1,9	2,1	1,8	1,5	1,9	2,0

Примечание: - - пробы не отбирались.

Таблица 2

Среднегодовая объёмная активность ⁹⁰Sr в поверхностных водах морей РФ, мБк/л

Море	Кол-во проб в 2021 г.	Год																					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Азовское	1	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	18,2	14,95	12,2	5,6	5,5	3,7-	6,3	6,4	-
Чёрное	-	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Каспийское	3	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1	5,4	6,7	8,9	3,47	6,14	3,88	4,79	3,31	-	2,55	4,05	
Баренцево	4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1	2,5	1,8	1,7	1,8	2,1	2,4	2,21	2,48	1,98	1,95	1,93	2,18	2,14	2,08
Белое	6	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,9	3,6	3,5	2,6	2,8	3	4,4	2,75	2,76	2,49	2,30	2,10	3,03	2,66	2,10
Охотское	4	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1	1,6	1,4	1,4	1,2	1	1,6	1,41	1,93	1,94	1,24	1,55	1,81	1,63	1,58
Японское	4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,2	1,9	1,29	1,64	1,60	2,0	1,48	2,29	2,15	1,82
Тихий океан*	12	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4	0,9	1,2	1,1	1,1	1,2	1,14	1,48	1,56	1,64	1,14	1,77	1,79	1,62

Примечания: - - пробы не отбирались;

* - прибрежные воды Восточной Камчатки.

Приложение В

Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС) с субъектами РФ и федеральными округами

Европейская территория России:	
Заполярье*	
УГМС: Мурманское (Мурманская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (Ненецкий 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 2022 ГОДУ**

Таблица С.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Госкорпорации «Росатом» в 2022 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
БАРИЙ-139			3,67·10 ⁸	2,55·10 ⁹	+6,95·10 ⁹
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,09·10 ¹¹	3,67·10 ⁸	2,55·10 ⁹	+6,95·10 ⁹
ВИСМУТ-214			8,05·10 ¹³	6,35·10 ¹³	-1,70·10 ¹³
	ПАО «ППГХО»	3,07·10 ¹⁴	8,05·10 ¹³	6,35·10 ¹³	-1,70·10 ¹³
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ			4,05·10 ⁶	2,72·10 ⁵	-3,78·10 ⁶
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,51·10 ¹¹	4,05·10 ⁶	6,59·10 ⁴	-3,98·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	1,39·10 ⁹	-	2,06·10 ⁵	+2,06·10 ⁵
ЖЕЛЕЗО-59			1,98·10 ⁸	3,70·10 ⁷	-1,61·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,35·10 ¹¹	1,40·10 ⁷	8,48·10 ⁶	-5,52·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	5,31·10 ¹¹	9,48·10 ⁴	9,26·10 ⁴	-2,20·10 ³
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	3,0·10 ¹²	1,84·10 ⁸	2,85·10 ⁷	-1,55·10 ⁸
ЙОД-129			5,12·10 ¹⁰	5,42·10 ¹⁰	+3,00·10 ⁹
	ФГУП «ПО «Маяк»	4,79·10 ¹¹	5,12·10 ¹⁰	5,42·10 ¹⁰	+3,00·10 ⁹
ЙОД -131			7,88·10 ⁹	7,29·10 ⁹	-1,60·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	4,57·10 ⁸	1,32·10 ⁵	1,10·10 ⁵	-2,2·10 ⁴
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	1,80·10 ¹⁰	1,71·10 ⁷	1,24·10 ⁷	-4,70·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	1,80·10 ¹⁰	1,51·10 ⁸	1,53·10 ⁸	+2,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	1,80·10 ¹⁰	8,16·10 ⁷	2,37·10 ⁷	-5,79·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	1,8·10 ¹⁰	4,50·10 ⁷	4,13·10 ⁷	-3,70·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	9,30·10 ¹⁰	6,74·10 ⁸	3,98·10 ⁸	-2,76·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	9,30·10 ¹⁰	2,70·10 ⁸	3,10·10 ⁸	+4,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	1,80·10 ¹⁰	1,20·10 ⁸	4,18·10 ⁷	-7,82·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	2,10·10 ¹⁰	5,18·10 ⁷	6,57·10 ⁷	+1,39·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	9,30·10 ¹⁰	9,29·10 ⁷	8,19·10 ⁷	-1,10·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	9,69·10 ¹⁰	1,67·10 ⁶	1,42·10 ⁶	-2,50·10 ⁵
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,79·10 ¹²	6,32·10 ⁹	6,05·10 ⁹	-2,70·10 ⁸
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,48·10 ¹¹	5,67·10 ⁷	5,32·10 ⁷	-3,50·10 ⁶
ЙОД -132			9,52·10 ⁸	1,40·10 ⁹	+4,48·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	9,83·10 ¹¹	9,52·10 ⁸	1,40·10 ⁹	+4,48·10 ⁸
ЙОД -133			3,0·10 ⁹	3,67·10 ⁹	+6,70·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	8,12·10 ¹¹	2,42·10 ⁹	3,45·10 ⁹	+1,03·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	5,32·10 ¹³	4,71·10 ⁸	1,26·10 ⁸	-3,45·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	1,33·10 ¹³	1,05·10 ⁸	8,92·10 ⁷	-1,58·10 ⁷
ЙОД -134			7,79·10 ⁷	1,38·10 ⁸	+6,01·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,49·10 ¹⁰	7,79·10 ⁷	1,38·10 ⁸	+6,01·10 ⁷
ЙОД -135			8,23·10 ⁸	1,15·10 ⁹	+3,27·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,14·10 ¹¹	8,23·10 ⁸	1,15·10 ⁹	+3,27·10 ⁸
КАЛИЙ-40			4,35·10 ⁹	2,31·10 ⁹	-2,04·10 ⁹
	ПАО «ППГХО»	3,62·10 ¹⁰	4,35·10 ⁹	2,31·10 ⁹	-2,04·10 ⁹

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.	
			в 2021 г.	в 2022 г.		
КОБАЛЬТ-57						
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$5,51 \cdot 10^{10}$	$5,29 \cdot 10^5$	$2,73 \cdot 10^6$	$+2,20 \cdot 10^6$	
	АО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина»	$1,96 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^5$	$6,04 \cdot 10^3$	$-1,44 \cdot 10^5$	
КОБАЛЬТ-58						
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,30 \cdot 10^{11}$	$2,61 \cdot 10^7$	$4,38 \cdot 10^7$	$+1,77 \cdot 10^7$	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$5,23 \cdot 10^{11}$	$3,07 \cdot 10^6$	$2,91 \cdot 10^7$	$+2,60 \cdot 10^7$	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$1,37 \cdot 10^{12}$	$8,02 \cdot 10^5$	-	$-1,90 \cdot 10^4$	
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$1,03 \cdot 10^{11}$	$9,62 \cdot 10^6$	-	$-9,62 \cdot 10^6$	
			$1,03 \cdot 10^{11}$	$1,34 \cdot 10^7$	$1,39 \cdot 10^7$	$+5,00 \cdot 10^5$
КОБАЛЬТ-60						
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$1,25 \cdot 10^9$	$2,86 \cdot 10^9$	$1,93 \cdot 10^5$	$1,62 \cdot 10^5$	$-2,71 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,04 \cdot 10^6$	$1,13 \cdot 10^6$	$+9,00 \cdot 10^4$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$3,60 \cdot 10^6$	$1,29 \cdot 10^7$	$+9,30 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,25 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^7$	$-2,00 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$7,4 \cdot 10^9$	$7,4 \cdot 10^9$	$3,26 \cdot 10^7$	$1,62 \cdot 10^7$	$-1,64 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$2,50 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^9$	$5,80 \cdot 10^8$	$2,49 \cdot 10^8$	$-3,31 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$3,0 \cdot 10^8$	$2,70 \cdot 10^8$	$-3,00 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$7,40 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$4,99 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^8$	$+6,61 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$2,50 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^9$	$4,72 \cdot 10^7$	$4,64 \cdot 10^7$	$-8,00 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	$2,10 \cdot 10^{10}$	$2,10 \cdot 10^{10}$	$3,90 \cdot 10^7$	$5,68 \cdot 10^7$	$+1,78 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$7,59 \cdot 10^9$	$7,59 \cdot 10^9$	$5,50 \cdot 10^6$	$1,35 \cdot 10^6$	$-4,15 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$2,68 \cdot 10^9$	$2,68 \cdot 10^9$	$1,34 \cdot 10^7$	$1,38 \cdot 10^7$	$+4,00 \cdot 10^5$
	ФГУП «НИТИ имени А.П. Александрова»	$5,10 \cdot 10^9$	$5,10 \cdot 10^9$	$6,86 \cdot 10^4$	$2,02 \cdot 10^5$	$+1,33 \cdot 10^5$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,60 \cdot 10^{11}$	$1,60 \cdot 10^{11}$	$1,37 \cdot 10^8$	$1,72 \cdot 10^8$	$+3,50 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6,96 \cdot 10^8$	$6,96 \cdot 10^8$	$1,47 \cdot 10^5$	$9,16 \cdot 10^5$	$+7,69 \cdot 10^5$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$8,14 \cdot 10^9$	$8,14 \cdot 10^9$	$6,04 \cdot 10^4$	$4,67 \cdot 10^3$	$-5,57 \cdot 10^4$
	ФГУП «Атомфлот»	$9,37 \cdot 10^9$	$9,37 \cdot 10^9$	$3,13 \cdot 10^5$	$5,29 \cdot 10^5$	$+2,16 \cdot 10^5$
	ФГУП «ГХК»	$2,45 \cdot 10^{11}$	$2,45 \cdot 10^{11}$	$4,79 \cdot 10^6$	$4,44 \cdot 10^5$	$-4,35 \cdot 10^6$
	АО «ОДЦ УГР»	$3,96 \cdot 10^{10}$	$3,96 \cdot 10^{10}$	$2,31 \cdot 10^7$	$8,63 \cdot 10^6$	$-1,45 \cdot 10^7$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$4,23 \cdot 10^8$	$4,23 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^5$	$1,22 \cdot 10^5$	$+1,30 \cdot 10^4$
КЮРИЙ-242						
	АО «ГНЦ НИИАР»	$8,73 \cdot 10^7$	$8,73 \cdot 10^7$	$1,92 \cdot 10^5$	$8,75 \cdot 10^5$	$+6,83 \cdot 10^5$
КЮРИЙ-244						
			$8,30 \cdot 10^6$	$1,70 \cdot 10^7$	$+8,70 \cdot 10^6$	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,75 \cdot 10^9$	$6,75 \cdot 10^9$	$8,30 \cdot 10^6$	$1,70 \cdot 10^7$	$+8,70 \cdot 10^6$
МАРГАНЕЦ-54						
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,23 \cdot 10^{11}$	$1,23 \cdot 10^{11}$	$7,42 \cdot 10^8$	$2,21 \cdot 10^8$	$-5,21 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$3,10 \cdot 10^{11}$	$3,10 \cdot 10^{11}$	$1,97 \cdot 10^6$	$2,05 \cdot 10^6$	$+8,00 \cdot 10^4$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$7,38 \cdot 10^{11}$	$7,38 \cdot 10^{11}$	$4,22 \cdot 10^6$	$3,35 \cdot 10^6$	$-8,70 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$7,38 \cdot 10^{11}$	$7,38 \cdot 10^{11}$	$6,09 \cdot 10^8$	$2,50 \cdot 10^6$	$-6,07 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$7,38 \cdot 10^{11}$	$7,38 \cdot 10^{11}$	$6,90 \cdot 10^6$	$2,50 \cdot 10^6$	$-4,40 \cdot 10^6$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$3,83 \cdot 10^{11}$	$1,07 \cdot 10^7$	-	$-1,07 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$1,17 \cdot 10^{12}$	$3,02 \cdot 10^7$	$2,67 \cdot 10^7$	$-3,50 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3,67 \cdot 10^{10}$	$1,30 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^7$	$+3,00 \cdot 10^5$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,13 \cdot 10^{11}$	$6,56 \cdot 10^7$	$7,87 \cdot 10^7$	$+1,31 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИТИ имени А.П. Александрова»	$1,35 \cdot 10^9$	$8,89 \cdot 10^3$	-	$-8,89 \cdot 10^3$
МЫШЬЯК-76			$6,18 \cdot 10^7$	$2,98 \cdot 10^7$	$-3,20 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,97 \cdot 10^9$	$6,18 \cdot 10^7$	$2,98 \cdot 10^7$	$-3,20 \cdot 10^7$
НИОБИЙ-95			$6,20 \cdot 10^7$	$1,02 \cdot 10^8$	$+4,00 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$3,87 \cdot 10^{10}$	$4,81 \cdot 10^7$	$8,26 \cdot 10^7$	$+3,45 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3,08 \cdot 10^{11}$	$8,47 \cdot 10^6$	$8,45 \cdot 10^6$	$-2,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,55 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^6$	$1,08 \cdot 10^7$	$+5,50 \cdot 10^6$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9,12 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^5$	$1,98 \cdot 10^5$	$+7,30 \cdot 10^4$
ПЛУТОНИЙ-238			$4,77 \cdot 10^9$	$8,18 \cdot 10^8$	$-3,95 \cdot 10^9$
	АО «Радиовый институт имени В.Г. Хлопина»	$2,21 \cdot 10^6$	$3,93 \cdot 10^3$	$3,89 \cdot 10^2$	$-3,54 \cdot 10^3$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,07 \cdot 10^{10}$	$4,90 \cdot 10^7$	$2,33 \cdot 10^7$	$-2,57 \cdot 10^7$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6,75 \cdot 10^8$	$3,61 \cdot 10^4$	$2,44 \cdot 10^4$	$-1,17 \cdot 10^4$
	ФГУП «ГХК»	$1,26 \cdot 10^{11}$	$4,72 \cdot 10^9$	$7,95 \cdot 10^8$	$-3,93 \cdot 10^9$
ПЛУТОНИЙ-239			$2,12 \cdot 10^9$	$9,22 \cdot 10^8$	$+1,20 \cdot 10^9$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	$1,03 \cdot 10^8$	$2,75 \cdot 10^6$	$1,44 \cdot 10^6$	$-1,31 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,93 \cdot 10^9$	$1,32 \cdot 10^8$	$2,48 \cdot 10^7$	$-1,07 \cdot 10^8$
	АО «Радиовый институт имени В.Г. Хлопина»	$1,32 \cdot 10^7$	$2,36 \cdot 10^4$	$3,89 \cdot 10^2$	$-2,32 \cdot 10^4$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$6,19 \cdot 10^8$	$1,20 \cdot 10^5$	$1,26 \cdot 10^5$	$+6,00 \cdot 10^3$
	ФГУП «ГХК»	$3,98 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^9$	$6,12 \cdot 10^9$	$-8,48 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,03 \cdot 10^{10}$	$5,23 \cdot 10^8$	$2,83 \cdot 10^8$	$-2,40 \cdot 10^8$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$5,63 \cdot 10^6$	$5,23 \cdot 10^4$	$3,45 \cdot 10^5$	$+2,93 \cdot 10^5$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$2,35 \cdot 10^8$	$2,71 \cdot 10^4$	$4,08 \cdot 10^4$	$+1,37 \cdot 10^4$
ПОЛОНИЙ-210			$2,75 \cdot 10^6$	$1,44 \cdot 10^6$	$-1,31 \cdot 10^6$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	$1,03 \cdot 10^8$	$2,75 \cdot 10^6$	$1,44 \cdot 10^6$	$-1,31 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$2,40 \cdot 10^5$	$4,06 \cdot 10^3$	$3,09 \cdot 10^3$	$-9,70 \cdot 10^2$
РАДИЙ-226			$1,21 \cdot 10^7$	$4,07 \cdot 10^6$	$-8,03 \cdot 10^6$
	АО «ЧМЗ»	$8,31 \cdot 10^8$	$1,21 \cdot 10^7$	$4,07 \cdot 10^6$	$-8,03 \cdot 10^6$
РАДОН-222			$5,41 \cdot 10^{14}$	$7,07 \cdot 10^{14}$	$+1,66 \cdot 10^{14}$
	ПАО «ППГХО»	$4,62 \cdot 10^{15}$	$5,41 \cdot 10^{14}$	$7,07 \cdot 10^{14}$	$+1,66 \cdot 10^{14}$
РУБИДИЙ-88			$1,92 \cdot 10^{11}$	$5,23 \cdot 10^{11}$	$+3,31 \cdot 10^{11}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7,44 \cdot 10^{13}$	$1,92 \cdot 10^{11}$	$5,23 \cdot 10^{11}$	$+3,31 \cdot 10^{11}$
РУБИДИЙ-89			$4,30 \cdot 10^9$	$2,01 \cdot 10^{10}$	$+1,58 \cdot 10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5,89 \cdot 10^{13}$	$4,30 \cdot 10^9$	$2,01 \cdot 10^{10}$	$+1,58 \cdot 10^{10}$
РУТЕНИЙ-103			$1,73 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^7$	$-1,00 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,27 \cdot 10^9$	$8,74 \cdot 10^6$	$7,77 \cdot 10^6$	$-9,70 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,48 \cdot 10^6$	$8,46 \cdot 10^6$	$-2,00 \cdot 10^4$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9,12 \cdot 10^7$	$8,41 \cdot 10^4$	$1,06 \cdot 10^5$	$+2,19 \cdot 10^4$
РУТЕНИЙ-106			$1,78 \cdot 10^9$	$7,37 \cdot 10^8$	$-1,04 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5,90 \cdot 10^9$	-	$1,70 \cdot 10^7$	$+1,70 \cdot 10^7$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$8,29 \cdot 10^{10}$	$8,51 \cdot 10^6$	$8,45 \cdot 10^6$	$-6,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,05 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^9$	$7,11 \cdot 10^8$	$-1,06 \cdot 10^9$
	ФГУП «ГХК»	$4,05 \cdot 10^{10}$	-	$4,00 \cdot 10^3$	$+4,00 \cdot 10^3$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$6,85 \cdot 10^9$	$7,59 \cdot 10^5$	$9,64 \cdot 10^5$	$+2,05 \cdot 10^5$
СВИНЕЦ-210			$1,07 \cdot 10^6$	$2,61 \cdot 10^6$	$+1,54 \cdot 10^6$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	$5,18 \cdot 10^8$	$1,07 \cdot 10^6$	$2,61 \cdot 10^6$	$+1,54 \cdot 10^6$
СВИНЕЦ-214			$1,10 \cdot 10^{14}$	$9,47 \cdot 10^{13}$	$-1,53 \cdot 10^{13}$
	ПАО «ППГХО»	$5,11 \cdot 10^{14}$	$1,10 \cdot 10^{14}$	$9,47 \cdot 10^{13}$	$-1,53 \cdot 10^{13}$
СЕЛЕН-75			$2,21 \cdot 10^6$	$1,93 \cdot 10^9$	$+1,93 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,08 \cdot 10^{12}$	$2,21 \cdot 10^6$	$1,93 \cdot 10^9$	$+1,93 \cdot 10^9$
СТРОНЦИЙ-89			$4,70 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^7$	$-3,16 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,73 \cdot 10^{10}$	$4,70 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^7$	$-3,16 \cdot 10^7$
СТРОНЦИЙ-90			$3,92 \cdot 10^8$	$7,42 \cdot 10^8$	$+3,50 \cdot 10^8$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	$2,07 \cdot 10^9$	$4,28 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^7$	$+6,22 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,30 \cdot 10^{11}$	$8,75 \cdot 10^6$	$2,02 \cdot 10^6$	$-6,73 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$1,69 \cdot 10^8$	$5,28 \cdot 10^5$	-	$-5,28 \cdot 10^5$
	АО «ОДЦ УГР»	$1,83 \cdot 10^{10}$	$7,09 \cdot 10^6$	$2,93 \cdot 10^6$	$-4,16 \cdot 10^6$
	АО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина»	$1,37 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^6$	$4,27 \cdot 10^5$	$-1,07 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$2,72 \cdot 10^{11}$	$1,24 \cdot 10^7$	$3,19 \cdot 10^7$	$+1,95 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1,14 \cdot 10^{10}$	$1,32 \cdot 10^5$	$6,52 \cdot 10^4$	$-6,68 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$9,55 \cdot 10^{10}$	$3,56 \cdot 10^8$	$6,92 \cdot 10^8$	$+3,36 \cdot 10^8$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$3,79 \cdot 10^6$	$1,47 \cdot 10^5$	$8,37 \cdot 10^5$	$+6,90 \cdot 10^5$
	ФГУП «Атомфлот»	$3,0 \cdot 10^{10}$	$1,86 \cdot 10^4$	-	$-1,86 \cdot 10^4$
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	$5,99 \cdot 10^8$	$8,96 \cdot 10^5$	$1,16 \cdot 10^6$	$+2,64 \cdot 10^5$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9,35 \cdot 10^8$	$1,24 \cdot 10^5$	$1,54 \cdot 10^5$	$+3,00 \cdot 10^4$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$2,90 \cdot 10^9$	$3,22 \cdot 10^9$	$+3,20 \cdot 10^8$
	АО «СХК»	$1,37 \cdot 10^{11}$	$2,90 \cdot 10^9$	$3,22 \cdot 10^9$	$+3,20 \cdot 10^8$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$3,07 \cdot 10^9$	$3,18 \cdot 10^9$	$+1,10 \cdot 10^8$
	АО «СХК»	$3,51 \cdot 10^{11}$	$3,07 \cdot 10^9$	$3,18 \cdot 10^9$	$+1,10 \cdot 10^8$
СУММА ИРГ			$4,16 \cdot 10^{15}$	$3,53 \cdot 10^{16}$	$+3,11 \cdot 10^{16}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	$4,96 \cdot 10^{15}$	$2,91 \cdot 10^{11}$	$3,51 \cdot 10^{11}$	$+6,00 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,48 \cdot 10^{16}$	$1,74 \cdot 10^{13}$	$1,22 \cdot 10^{12}$	$-1,62 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$1,24 \cdot 10^{15}$	$3,45 \cdot 10^{12}$	$3,35 \cdot 10^{14}$	$3,32 \cdot 10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$1,98 \cdot 10^{15}$	$1,35 \cdot 10^{12}$	$2,56 \cdot 10^{11}$	$-1,09 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$6,90 \cdot 10^{14}$	$9,0 \cdot 10^{12}$	$6,65 \cdot 10^{12}$	$-2,35 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$2,42 \cdot 10^{16}$	$3,23 \cdot 10^{14}$	$2,50 \cdot 10^{14}$	$-7,30 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$1,97 \cdot 10^{16}$	$2,0 \cdot 10^{14}$	$3,36 \cdot 10^{14}$	$+1,36 \cdot 10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$3,45 \cdot 10^{15}$	$2,59 \cdot 10^{13}$	$8,47 \cdot 10^{12}$	$-1,74 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	$8,90 \cdot 10^{14}$	$7,64 \cdot 10^{12}$	$1,23 \cdot 10^{13}$	$+4,66 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$2,69 \cdot 10^{16}$	$2,75 \cdot 10^{14}$	$2,13 \cdot 10^{14}$	$-6,20 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$2,92 \cdot 10^{21}$	$4,01 \cdot 10^9$	$3,97 \cdot 10^9$	$-4,00 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$4,36 \cdot 10^{12}$	$1,75 \cdot 10^{10}$	$1,58 \cdot 10^{10}$	$-1,70 \cdot 10^9$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$3,13 \cdot 10^{17}$	$3,23 \cdot 10^{15}$	$3,07 \cdot 10^{15}$	$-1,60 \cdot 10^{14}$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,77 \cdot 10^{14}$	$1,43 \cdot 10^{11}$	$6,25 \cdot 10^{10}$	$-8,05 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «ГХК»	$1,14 \cdot 10^{18}$	$2,22 \cdot 10^{11}$	$2,20 \cdot 10^{11}$	$-2,00 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИТИ имени А.П. Александрова»	$1,48 \cdot 10^{16}$	$3,58 \cdot 10^{13}$	$2,19 \cdot 10^{13}$	$-1,39 \cdot 10^{13}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,85 \cdot 10^{15}$	$3,73 \cdot 10^{13}$	$3,10 \cdot 10^{16}$	$+3,10 \cdot 10^{16}$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$2,26 \cdot 10^{10}$	$2,05 \cdot 10^{10}$	$-2,10 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,90 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^8$	$4,76 \cdot 10^7$	$-5,34 \cdot 10^7$
	АО «Радиовый институт имени В.Г. Хлопина»	$1,10 \cdot 10^6$	$1,96 \cdot 10^3$	$6,88 \cdot 10^3$	$+4,92 \cdot 10^3$
	АО «ЧМЗ»	$8,67 \cdot 10^9$	$4,73 \cdot 10^7$	$2,08 \cdot 10^7$	$-2,65 \cdot 10^7$
	АО «ПО ЭХЗ»	$2,21 \cdot 10^{10}$	$8,78 \cdot 10^9$	$1,13 \cdot 10^8$	$-8,67 \cdot 10^9$
	АО «УЭХК»	$6,12 \cdot 10^8$	$6,22 \cdot 10^7$	$5,84 \cdot 10^7$	$-3,80 \cdot 10^6$
	ПАО «НЗХК»	$3,57 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^8$	$6,76 \cdot 10^7$	$-6,74 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$1,25 \cdot 10^9$	$1,63 \cdot 10^7$	$2,45 \cdot 10^7$	$+8,20 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПСЗ»	$6,29 \cdot 10^5$	$9,20 \cdot 10^4$	$7,56 \cdot 10^4$	$-1,64 \cdot 10^4$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6,70 \cdot 10^{10}$	$2,12 \cdot 10^9$	$2,44 \cdot 10^9$	$+3,20 \cdot 10^8$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забахина»	$4,20 \cdot 10^{10}$	$1,13 \cdot 10^{10}$	$1,77 \cdot 10^{10}$	$+6,40 \cdot 10^9$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$4,92 \cdot 10^8$	$8,12 \cdot 10^4$	$1,33 \cdot 10^5$	$+5,18 \cdot 10^4$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1,52 \cdot 10^{10}$	-	$6,67 \cdot 10^4$	$+6,67 \cdot 10^4$
СУРЬМА-124			$9,06 \cdot 10^6$	$9,30 \cdot 10^5$	$-8,13 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,12 \cdot 10^{10}$	$9,30 \cdot 10^5$	$9,30 \cdot 10^5$	0,00
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$8,26 \cdot 10^{11}$	$8,13 \cdot 10^6$	-	$-8,13 \cdot 10^6$
СУРЬМА-125			$1,84 \cdot 10^8$	$4,89 \cdot 10^7$	$-1,35 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,20 \cdot 10^{11}$	$1,61 \cdot 10^8$	$2,88 \cdot 10^7$	$-1,32 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3,48 \cdot 10^9$	$2,26 \cdot 10^7$	$2,01 \cdot 10^7$	$-2,50 \cdot 10^6$
ТЕХНЕЦИЙ-99М			$3,58 \cdot 10^8$	$4,46 \cdot 10^8$	$+8,80 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,53 \cdot 10^{11}$	$3,58 \cdot 10^8$	$4,46 \cdot 10^8$	$+8,80 \cdot 10^7$
ТОРИЙ-230			$1,21 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^6$	$-8,10 \cdot 10^6$
	АО «ЧМЗ»	$7,43 \cdot 10^8$	$1,21 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^6$	$-8,10 \cdot 10^6$
ТОРИЙ-232			$2,02 \cdot 10^9$	$9,10 \cdot 10^8$	$-1,11 \cdot 10^9$
	АО «ЧМЗ»	$1,82 \cdot 10^8$	$3,72 \cdot 10^6$	$1,23 \cdot 10^6$	$-2,49 \cdot 10^6$
	ПАО «ППГХО»	$8,46 \cdot 10^9$	$2,02 \cdot 10^9$	$9,09 \cdot 10^8$	$-1,11 \cdot 10^9$
ТОРИЙ-234			$1,51 \cdot 10^5$	$8,75 \cdot 10^5$	$+7,24 \cdot 10^5$
	АО «ЧМЗ»	$1,29 \cdot 10^7$	$1,51 \cdot 10^5$	$8,75 \cdot 10^5$	$+7,24 \cdot 10^5$
ТРИТИЙ			$1,42 \cdot 10^{15}$	$1,61 \cdot 10^{15}$	$+1,90 \cdot 10^{14}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	$4,01 \cdot 10^{13}$	$2,92 \cdot 10^{12}$	$2,30 \cdot 10^{12}$	$-6,20 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	$5,25 \cdot 10^{14}$	$2,59 \cdot 10^{12}$	$9,67 \cdot 10^{11}$	$-1,62 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,98 \cdot 10^{14}$	$3,07 \cdot 10^{10}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$-1,10 \cdot 10^9$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$1,99 \cdot 10^{14}$	$5,27 \cdot 10^8$	$5,32 \cdot 10^8$	$+5,00 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$4,23 \cdot 10^{14}$	$8,26 \cdot 10^{11}$	$1,04 \cdot 10^{11}$	$-7,22 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$6,40 \cdot 10^{14}$	$2,14 \cdot 10^{12}$	$2,33 \cdot 10^{12}$	$+1,81 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$8,89 \cdot 10^{14}$	$5,32 \cdot 10^{11}$	$6,08 \cdot 10^{11}$	$+7,60 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$1,03 \cdot 10^{15}$	$6,90 \cdot 10^{11}$	$1,20 \cdot 10^{12}$	$+5,10 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$4,99 \cdot 10^{14}$	$3,66 \cdot 10^{12}$	$7,07 \cdot 10^{12}$	$+3,41 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	$9,88 \cdot 10^{13}$	$9,72 \cdot 10^{11}$	$1,23 \cdot 10^{10}$	$+2,58 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$1,18 \cdot 10^{15}$	$1,24 \cdot 10^{10}$	$1,23 \cdot 10^{10}$	$-1,00 \cdot 10^8$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
	АО «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина»	$3,94 \cdot 10^{12}$	$9,30 \cdot 10^7$	$6,04 \cdot 10^9$	$+5,95 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7,12 \cdot 10^{14}$	$4,14 \cdot 10^{12}$	$5,36 \cdot 10^{12}$	$+1,22 \cdot 10^{12}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,90 \cdot 10^{16}$	$1,27 \cdot 10^{15}$	$1,44 \cdot 10^{15}$	$+1,70 \cdot 10^{14}$
	ФГУП «ГХК»	$9,80 \cdot 10^{15}$	$2,20 \cdot 10^{12}$	$2,19 \cdot 10^{12}$	$-1,00 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$1,11 \cdot 10^{15}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	0,00
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забахина»	$1,85 \cdot 10^{14}$	$1,41 \cdot 10^{13}$	$2,53 \cdot 10^{13}$	$+1,12 \cdot 10^{13}$
УГЛЕРОД-14			$2,78 \cdot 10^{12}$	$3,40 \cdot 10^{12}$	$+6,20 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	$4,87 \cdot 10^{13}$	$9,47 \cdot 10^5$	$8,10 \cdot 10^7$	$-1,37 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$2,72 \cdot 10^{12}$	$1,16 \cdot 10^9$	$1,11 \cdot 10^9$	$-5,00 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$2,76 \cdot 10^{12}$	$5,11 \cdot 10^8$	$5,22 \cdot 10^8$	$+1,10 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$5,91 \cdot 10^{12}$	$2,28 \cdot 10^{10}$	$3,41 \cdot 10^{10}$	$+1,13 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$1,12 \cdot 10^{13}$	$5,95 \cdot 10^{10}$	$1,22 \cdot 10^{11}$	$+6,25 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$1,29 \cdot 10^{13}$	$8,20 \cdot 10^{11}$	$7,38 \cdot 10^{11}$	$-8,20 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$1,34 \cdot 10^{13}$	$9,87 \cdot 10^{11}$	$7,80 \cdot 10^{11}$	$-2,07 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$8,75 \cdot 10^{12}$	$5,71 \cdot 10^{11}$	$1,01 \cdot 10^{12}$	$+4,39 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	$6,60 \cdot 10^8$	$8,59 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^{11}$	$+1,51 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$1,80 \cdot 10^{13}$	$2,09 \cdot 10^9$	$2,31 \cdot 10^9$	$+2,20 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,20 \cdot 10^{13}$	$2,32 \cdot 10^{11}$	$6,16 \cdot 10^{11}$	$+3,84 \cdot 10^{11}$
ХРОМ-51			$3,32 \cdot 10^7$	$4,74 \cdot 10^7$	$+1,42 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,96 \cdot 10^{10}$	$3,32 \cdot 10^7$	$4,74 \cdot 10^7$	$+1,42 \cdot 10^7$
ЦЕЗИЙ-134			$4,75 \cdot 10^8$	$1,14 \cdot 10^9$	$+6,65 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	$4,17 \cdot 10^8$	$1,25 \cdot 10^5$	$1,04 \cdot 10^5$	$-2,10 \cdot 10^4$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^6$	$1,22 \cdot 10^6$	$+2,10 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^4$	$2,03 \cdot 10^4$	$+1,00 \cdot 10^2$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$1,18 \cdot 10^7$	$1,04 \cdot 10^7$	$-1,40 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$1,40 \cdot 10^9$	$1,17 \cdot 10^7$	$8,77 \cdot 10^6$	$-2,93 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$2,24 \cdot 10^6$	$1,77 \cdot 10^6$	$-4,70 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$1,40 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^8$	$-1,00 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$9,00 \cdot 10^8$	$3,30 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$+2,21 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	$3,89 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^7$	$+1,90 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$1,40 \cdot 10^9$	$2,75 \cdot 10^7$	$2,02 \cdot 10^7$	$-7,30 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$1,05 \cdot 10^9$	$5,50 \cdot 10^5$	$2,19 \cdot 10^5$	$-3,31 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	$8,35 \cdot 10^9$	$8,51 \cdot 10^6$	$8,52 \cdot 10^6$	$+1,00 \cdot 10^4$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,82 \cdot 10^{11}$	$8,72 \cdot 10^7$	$2,65 \cdot 10^8$	$+1,78 \cdot 10^8$
	ФГУП «ГХК»	$1,42 \cdot 10^{11}$	-	$2,84 \cdot 10^4$	$+2,84 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,08 \cdot 10^{10}$	$6,03 \cdot 10^7$	$5,28 \cdot 10^8$	$+4,68 \cdot 10^8$

Продолжение таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
ЦЕЗИЙ-137			3,08·10 ⁹	2,82·10 ⁹	-2,60·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Балаковская АЭС»	7,15·10 ⁸	1,67·10 ⁵	1,39·10 ⁵	-2,80·10 ⁴
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	2,00·10 ⁹	3,00·10 ⁷	8,53·10 ⁶	-2,15·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	2,00·10 ⁹	1,80·10 ⁴	2,08·10 ⁴	+2,80·10 ³
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	2,00·10 ⁹	1,18·10 ⁷	1,29·10 ⁷	+1,10·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	2,00·10 ⁹	1,49·10 ⁷	6,06·10 ⁶	-8,84·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	4,00·10 ⁹	4,94·10 ⁷	4,83·10 ⁷	-1,10·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	4,00·10 ⁹	2,30·10 ⁸	2,00·10 ⁸	-3,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	2,00·10 ⁹	3,80·10 ⁷	5,47·10 ⁷	+1,67·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ростовская АЭС»	8,40·10 ⁹	2,94·10 ⁵	5,33·10 ⁷	+5,30·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	4,00·10 ⁹	3,23·10 ⁷	3,34·10 ⁷	+1,08·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	2,14·10 ⁹	4,00·10 ⁷	2,00·10 ⁷	-2,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» Дирекция по сооружению и эксплуатации ПАТЭС	4,03·10 ⁹	8,52·10 ⁶	8,51·10 ⁶	-1,00·10 ⁴
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	1,17·10 ¹⁰	1,11·10 ⁷	3,43·10 ⁷	+2,32·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	7,69·10 ¹¹	1,05·10 ⁹	1,10·10 ⁹	+5,00·10 ⁷
	АО «ОДЦ УТР»	8,08·10 ¹⁰	4,63·10 ⁷	1,13·10 ⁷	-3,50·10 ⁷
	АО «Радиовый институт имени В.Г. Хлопина»	1,96·10 ⁸	1,50·10 ⁵	2,72·10 ³	-1,47·10 ⁵
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «ФЭО»	2,59·10 ⁹	5,35·10 ⁶	1,37·10 ⁷	+8,35·10 ⁶
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	6,71·10 ⁸	8,69·10 ⁴	1,72·10 ⁵	+8,51·10 ⁴
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,83·10 ⁸	1,15·10 ⁵	1,32·10 ⁵	+1,70·10 ⁴
	ФГУП «ГХК»	4,80·10 ¹¹	2,53·10 ⁷	9,05·10 ⁶	-1,63·10 ⁷
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	2,84·10 ¹⁰	4,56·10 ⁵	1,48·10 ⁵	-3,08·10 ⁵
	ФГУП «ПО «Маяк»	6,83·10 ¹⁰	1,42·10 ⁹	1,08·10 ⁹	-3,40·10 ⁸
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	3,85·10 ⁹	4,02·10 ⁶	1,21·10 ⁷	+8,08·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	2,14·10 ¹¹	2,80·10 ⁷	1,14·10 ⁸	+8,60·10 ⁷
ЦЕЗИЙ-138			2,59·10 ¹⁰	1,48·10 ¹¹	+1,22·10 ¹¹
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,13·10 ¹³	2,59·10 ¹⁰	1,48·10 ¹¹	+1,22·10 ¹¹
ЦЕРИЙ-141			4,05·10 ⁶	6,60·10 ⁶	+2,55·10 ⁶
	АО «ГНЦ НИИАР»	8,47·10 ⁸	3,92·10 ⁶	6,43·10 ⁶	+2,51·10 ⁶
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	2,74·10 ⁸	1,28·10 ⁵	1,68·10 ⁵	+4,00·10 ⁴
ЦЕРИЙ-144			2,40·10 ⁸	7,67·10 ⁸	+5,27·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	6,33·10 ⁹	6,55·10 ⁷	3,53·10 ⁷	-3,02·10 ⁷
	ФГУП «ГХК»	2,10·10 ⁸	-	5,40·10 ⁴	+5,40·10 ⁴
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,00·10 ⁹	5,44·10 ⁵	7,09·10 ⁵	+1,65·10 ⁵
	ФГУП «ПО «Маяк»	1,36·10 ¹⁰	1,74·10 ⁸	7,31·10 ⁸	+5,57·10 ⁸
ЦИНК-65			7,44·10 ⁷	4,18·10 ⁷	-3,26·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	3,62·10 ¹¹	1,62·10 ⁷	-	-1,62·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,34·10 ¹¹	5,82·10 ⁷	4,18·10 ⁷	-1,64·10 ⁷
ЦИРКОНИЙ-95			3,19·10 ⁷	2,63·10 ⁷	-5,60·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	3,83·10 ¹¹	9,20·10 ⁶	9,00·10 ⁵	-4,00·10 ⁵

Окончание таблицы С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешённый выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			в 2021 г.	в 2022 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,82 \cdot 10^{11}$	$9,59 \cdot 10^4$	$9,26 \cdot 10^4$	$-2,20 \cdot 10^3$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,28 \cdot 10^{10}$	$1,17 \cdot 10^7$	$2,36 \cdot 10^7$	$-1,50 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,09 \cdot 10^9$	$3,50 \cdot 10^6$	$1,59 \cdot 10^6$	$-3,71 \cdot 10^6$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1,83 \cdot 10^8$	$2,58 \cdot 10^5$	$1,10 \cdot 10^5$	$+7,00 \cdot 10^3$

Таблица С.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2022 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			2021 г.	2022 г.	
ЖЕЛЕЗО-59			3,35·10 ⁷	3,19·10 ⁷	-1,60·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	3,90·10 ¹⁰	6,11·10 ⁵	2,81·10 ⁶	+2,80·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,18·10 ¹¹	3,12·10 ⁷	2,72·10 ⁷	-4,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	2,38·10 ¹⁰	2,28·10 ⁶	1,88·10 ⁶	-4,00·10 ⁵
ЙОД-131			3,33·10 ⁷	3,08·10 ⁷	-2,50·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,82·10 ¹²	3,21·10 ⁷	2,99·10 ⁷	-2,20·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	1,94·10 ⁹	1,24·10 ⁶	9,33·10 ⁵	-3,07·10 ⁵
КОБАЛЬТ-58			4,39·10 ⁷	3,20·10 ⁷	-1,19·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	2,53·10 ¹⁰	7,68·10 ⁶	5,70·10 ⁶	-1,98·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	1,60·10 ⁹	1,58·10 ⁶	4,29·10 ⁵	-1,15·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,42·10 ¹²	3,34·10 ⁷	2,45·10 ⁷	-8,90·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	6,30·10 ¹¹	1,54·10 ⁶	1,35·10 ⁶	-1,90·10 ⁵
КОБАЛЬТ-60			3,91·10 ⁸	4,84·10 ⁸	+9,30·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	1,07·10 ⁹	2,80·10 ⁶	3,07·10 ⁶	+2,70·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	1,67·10 ¹⁰	1,47·10 ⁸	2,05·10 ⁸	+5,80·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	6,00·10 ⁹	8,43·10 ⁶	5,83·10 ⁶	-2,60·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	6,39·10 ¹⁰	1,24·10 ⁷	1,17·10 ⁷	-7,00·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	1,86·10 ⁸	1,77·10 ⁶	5,04·10 ⁵	-1,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,71·10 ¹¹	3,11·10 ⁷	3,06·10 ⁷	-5,00·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	4,38·10 ⁰⁹	1,10·10 ⁸	1,50·10 ⁸	+4,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	4,38·10 ⁰⁹	1,10·10 ⁸	1,50·10 ⁸	-1,70·10 ⁵
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	6,36·10 ⁷	8,59·10 ⁵	2,94·10 ⁶	+2,08·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	1,39·10 ⁶	7,12·10 ⁵	1,12·10 ⁶	+4,08·10 ⁵
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	7,22·10 ¹⁰	4,96·10 ⁴	-	-4,96·10 ⁴
	ФГУП «ГХК»	1,85·10 ¹²	7,25·10 ⁷	7,02·10 ⁷	-2,30·10 ⁶
МАРГАНЕЦ-54			9,40·10 ⁷	1,64·10 ⁸	+7,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	7,06·10 ⁹	1,34·10 ⁷	9,36·10 ⁶	-4,04·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	2,90·10 ⁹	1,82·10 ⁷	3,89·10 ⁷	+2,07·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	2,34·10 ¹⁰	8,44·10 ⁶	6,09·10 ⁶	-2,35·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	5,25·10 ⁸	1,71·10 ⁶	4,44·10 ⁵	-1,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	2,32·10 ¹¹	3,63·10 ⁷	3,93·10 ⁷	+3,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	6,34·10 ⁹	1,38·10 ⁷	1,45·10 ⁷	+7,00·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	5,07·10 ¹⁰	2,20·10 ⁶	2,04·10 ⁶	-1,60·10 ⁵

Продолжение таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			2021 г.	2022 г.	
ПЛУТОНИЙ-238			1,59·10 ¹⁰	1,59·10 ¹⁰	0,00
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	3,29·10 ⁷	7,35·10 ⁵	5,40·10 ⁵	-1,95·10 ⁵
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	1,40·10 ⁷	9,67·10 ⁴	1,40·10 ⁵	+4,33·10 ⁵
	ФГУП «ГХК»	4,11·10 ¹⁰	1,59·10 ¹⁰	1,59·10 ¹⁰	0,00
ПЛУТОНИЙ-239			1,76·10 ⁶	1,82·10 ⁶	+6,00·10 ⁴
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	2,51·10 ⁷	1,48·10 ⁶	7,10·10 ⁵	-7,70·10 ⁵
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	1,30·10 ⁷	2,82·10 ⁵	1,11·10 ⁶	+8,28·10 ⁵
РУТЕНИЙ-106			2,57·10 ⁸	2,50·10 ⁸	-7,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	1,40·10 ¹⁰	1,09·10 ⁶	2,42·10 ⁶	+1,33·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	1,75·10 ¹⁰	7,21·10 ⁷	5,12·10 ⁷	-2,09·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	1,90·10 ⁹	1,61·10 ⁷	4,08·10 ⁶	-1,20·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,88·10 ¹¹	4,83·10 ⁷	6,48·10 ⁷	+1,65·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	2,28·10 ¹⁰	1,15·10 ⁸	1,24·10 ⁸	+9,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	6,27·10 ⁹	4,56·10 ⁶	3,61·10 ⁶	-9,50·10 ⁵
СТРОНЦИЙ-89			1,43·10 ⁹	1,10·10 ⁹	-3,30·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,11·10 ¹³	1,43·10 ⁹	1,10·10 ⁹	-3,30·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	1,66·10 ¹⁰	1,43·10 ⁴	2,05·10 ⁶	+2,04·10 ⁶
СТРОНЦИЙ-90			2,18·10 ¹⁰	2,34·10 ¹⁰	+1,60·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	5,37·10 ⁹	4,90·10 ⁷	5,42·10 ⁷	+5,20·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	4,29·10 ⁹	1,98·10 ⁶	1,40·10 ⁶	-5,80·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	1,67·10 ¹²	7,14·10 ⁸	5,50·10 ⁸	-1,64·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	1,54·10 ⁹	7,14·10 ⁸	1,50·10 ⁶	+1,49·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	1,22·10 ⁹	2,37·10 ⁷	1,17·10 ⁷	-1,20·10 ⁷
	ФГУП «ГХК»	3,40·10 ¹¹	5,62·10 ⁸	7,11·10 ⁸	+1,49·10 ⁸
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,59·10 ¹²	3,14·10 ⁵	6,68·10 ⁴	-2,47·10 ⁵
	ФГУП «ПО «Маяк»	1,95·10 ¹²	2,04·10 ¹⁰	2,20·10 ¹⁰	+1,60·10 ⁹
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	6,74·10 ⁹	4,03·10 ⁷	2,49·10 ⁷	-1,54·10 ⁷
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	4,00·10 ⁷	1,45·10 ⁶	2,56·10 ⁶	+1,11·10 ⁶
ТРИТИЙ			5,51·10 ¹³	3,83·10 ¹³	-1,68·10 ¹³
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	6,27·10 ¹²	3,24·10 ¹¹	1,30·10 ¹¹	-1,94·10 ¹¹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	1,35·10 ¹³	1,35·10 ¹³	1,20·10 ¹¹	-1,34·10 ¹³
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	8,76·10 ¹²	3,21·10 ⁹	1,94·10 ⁹	-1,27·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	5,61·10 ¹³	1,25·10 ¹³	1,27·10 ¹³	+2,00·10 ¹¹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	1,02·10 ¹⁴	6,23·10 ¹⁰	1,28·10 ¹⁰	-4,95·10 ¹⁰
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	4,26·10 ¹⁴	1,95·10 ¹³	1,21·10 ¹³	-7,40·10 ¹²
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	1,18·10 ¹⁵	9,04·10 ¹²	1,29·10 ¹³	+3,86·10 ¹²
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	3,13·10 ¹²	7,92·10 ¹⁰	7,91·10 ¹⁰	-1,00·10 ⁸

Продолжение таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			2021 г.	2022 г.	
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$3,25 \cdot 10^{15}$	$5,38 \cdot 10^9$	$6,51 \cdot 10^9$	$+1,13 \cdot 10^9$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1,22 \cdot 10^{13}$	$8,67 \cdot 10^{10}$	$1,82 \cdot 10^{11}$	$+9,53 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «Атомфлот»	$8,56 \cdot 10^{10}$	$1,14 \cdot 10^{10}$	$5,76 \cdot 10^{10}$	$+4,62 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	$2,00 \cdot 10^{11}$	$2,10 \cdot 10^9$	$1,61 \cdot 10^9$	$-4,90 \cdot 10^8$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$1,70 \cdot 10^{10}$	$1,46 \cdot 10^{10}$	$-2,40 \cdot 10^9$
	ПАО «ППГХО»	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,51 \cdot 10^{10}$	$1,43 \cdot 10^{10}$	$-8,00 \cdot 10^8$
	ПАО «МСЗ»	$1,27 \cdot 10^{10}$	$1,60 \cdot 10^9$	-	$-1,60 \cdot 10^9$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	$12,00 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^6$	$+4,00 \cdot 10^4$
	ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»	$3,16 \cdot 10^8$	$3,16 \cdot 10^8$	$3,16 \cdot 10^8$	0,0
ХРОМ-51			$6,44 \cdot 10^7$	$7,26 \cdot 10^7$	$+8,20 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$1,11 \cdot 10^{14}$	$5,62 \cdot 10^7$	$6,48 \cdot 10^7$	$+8,60 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$1,13 \cdot 10^{12}$	$8,16 \cdot 10^6$	$7,79 \cdot 10^6$	$-3,70 \cdot 10^5$
ЦЕЗИЙ-134			$1,06 \cdot 10^8$	$1,42 \cdot 10^8$	$+3,60 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,73 \cdot 10^9$	$1,64 \cdot 10^6$	$2,99 \cdot 10^6$	$+1,35 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$6,47 \cdot 10^9$	$6,06 \cdot 10^3$	$8,89 \cdot 10^3$	$+2,83 \cdot 10^3$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$6,31 \cdot 10^9$	$9,17 \cdot 10^6$	$3,63 \cdot 10^7$	$+2,71 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$1,18 \cdot 10^{10}$	$8,40 \cdot 10^6$	$1,00 \cdot 10^7$	$+1,60 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$1,73 \cdot 10^8$	$1,83 \cdot 10^6$	$4,47 \cdot 10^5$	$-1,38 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	$7,48 \cdot 10^{10}$	$2,74 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^7$	$-2,20 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$3,51 \cdot 10^9$	$5,65 \cdot 10^7$	$6,60 \cdot 10^7$	$+9,50 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$2,26 \cdot 10^9$	$5,65 \cdot 10^7$	$7,31 \cdot 10^6$	$+6,23 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,45 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^5$	$7,63 \cdot 10^4$	$-2,07 \cdot 10^5$
ЦЕЗИЙ-137			$2,76 \cdot 10^9$	$3,17 \cdot 10^9$	$+4,10 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	$1,60 \cdot 10^9$	$5,16 \cdot 10^7$	$6,58 \cdot 10^7$	$+1,42 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	$9,92 \cdot 10^9$	$9,37 \cdot 10^3$	$1,37 \cdot 10^4$	$+4,33 \cdot 10^3$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	$9,64 \cdot 10^9$	$9,18 \cdot 10^6$	$7,74 \cdot 10^7$	$+6,82 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	$1,27 \cdot 10^{10}$	$1,02 \cdot 10^7$	$1,09 \cdot 10^7$	$+7,00 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	$2,93 \cdot 10^8$	$2,60 \cdot 10^6$	$6,98 \cdot 10^7$	$+6,72 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,19 \cdot 10^{11}$	$4,47 \cdot 10^7$	$2,59 \cdot 10^7$	$-1,88 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Нововоронежская АЭС»	$5,99 \cdot 10^9$	$6,55 \cdot 10^7$	$8,30 \cdot 10^7$	$+1,75 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	$2,99 \cdot 10^9$	$6,05 \cdot 10^6$	$6,07 \cdot 10^6$	$+2,00 \cdot 10^4$
	НПК-Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН»	$1,99 \cdot 10^8$	$1,45 \cdot 10^7$	$1,12 \cdot 10^7$	$-3,30 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,71 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^7$	$5,26 \cdot 10^6$	$-4,84 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$7,54 \cdot 10^{11}$	$2,54 \cdot 10^9$	$2,81 \cdot 10^9$	$+2,70 \cdot 10^8$
	ФГУП «НИТИ имени А.П. Александрова»	$2,72 \cdot 10^{12}$	$3,47 \cdot 10^6$	$4,53 \cdot 10^5$	$-3,02 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени Е.И. Забабахина»	$9,00 \cdot 10^7$	$1,45 \cdot 10^6$	$2,88 \cdot 10^6$	$+1,43 \cdot 10^6$

Окончание таблицы С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешённый сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2022 г. по сравнению с 2021 г.
			2021 г.	2022 г.	
ЦЕРИЙ-144			1,33·10 ⁸	1,15·10 ⁸	-1,80·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	1,22·10 ¹⁰	3,36·10 ⁶	4,67·10 ⁶	+1,31·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	9,81·10 ¹⁰	8,67·10 ⁴	1,26·10 ⁵	+3,93·10 ⁴
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	2,28·10 ¹⁰	6,19·10 ⁷	4,40·10 ⁷	-1,79·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	1,48·10 ¹⁰	9,38·10 ⁶	2,50·10 ⁶	-6,88·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	2,98·10 ¹¹	5,27·10 ⁷	5,82·10 ⁷	+5,50·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ имени А.П. Александрова»	8,14·10 ⁹	7,32·10 ⁴	-	-7,32·10 ⁴
ЦИНК-65			7,77·10 ⁷	6,70·10 ⁷	-1,07·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Белоярская АЭС»	1,91·10 ¹⁰	3,84·10 ⁶	5,29·10 ⁶	+1,45·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Билибинская АЭС»	2,37·10 ¹⁰	1,36·10 ⁴	1,98·10 ⁴	+6,20·10 ³
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Калининская АЭС»	1,52·10 ¹⁰	1,81·10 ⁷	1,29·10 ⁷	-5,20·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Кольская АЭС»	6,70·10 ¹⁰	8,72·10 ⁶	1,64·10 ⁷	+7,68·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Курская АЭС»	7,68·10 ⁸	3,39·10 ⁶	8,87·10 ⁵	-2,50·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	2,58·10 ¹¹	3,34·10 ⁷	2,85·10 ⁷	-4,90·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	1,10·10 ¹⁰	3,25·10 ⁶	2,95·10 ⁶	-3,00·10 ⁵
ЦИРКОНИЙ-95			3,71·10 ⁷	3,16·10 ⁷	-5,50·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Ленинградская АЭС»	4,40·10 ¹¹	3,39·10 ⁷	2,87·10 ⁷	-5,20·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал «Смоленская АЭС»	5,88·10 ¹¹	3,20·10 ⁶	2,93·10 ⁶	-2,70·10 ⁵

Приложение D

Таблица 1

Среднемесячные объёмные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2022 г., 10^{-5} Бк/м³

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилёв		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs
Январь	4,5	-	4,5	-	9	-	13	-	11	-	27	-	13,7	-
Февраль	4,8	-	4,5	-	8,2	-	14,5	-	12,4	-	28,5	-	7,6	-
Март	5,1	-	4	-	14	-	22	-	16,6	-	28	-	14	-
Апрель	7	-	5,1	-	11	-	22,5	-	12,2	-	35	-	11	-
Май	6	-	4,2	-	13,7	-	16,5	-	17	-	13,8	-	13,5	-
Июнь	7	-	5	-	14	-	11	-	17	-	11,2	-	13,8	-
Июль	6	-	4	-	12	-	13,2	-	18,4	-	13	-	12	-
Август	10,1	-	3,3	-	17	-	29,5	-	21,5	-	20,5	-	17	-
Сентябрь	6,5	-	5	-	12	-	17,5	-	14,5	-	23,3	-	11,9	-
Октябрь	6,8	-	4	-	14,5	-	21,5	-	16	-	18	-	14,5	-
Ноябрь	6,9	-	6	-	16	-	11,2	-	16	-	22,5	-	16	-
Декабрь	7	-	6,3	-	17	-	24,5	-	15	-	29,8	-	17,2	-
Среднее														
2022 г.	6,5	0,13	4,7	0,8	13,2	0,13	18,1	0,49	15,6	1,7	22,6	0,15	13,5	0,8
2021 г.	7,2	0,13	22,6	0,73	13,5	0,19	20,4	0,75	14,6	1,28	20,7	0,24	14,8	0,97
2020 г.	6,7	0,13	18,8	1,0	13,3	0,15	21,7	0,75	15,9	1,36	16,1	0,36	15,1	0,94
2019 г.	11,4	0,2	19	0,8	18,4	0,3	17,5	0,64	15,7	1,26	12,6	0,35	15,8	1,1
2018 г.	8,8	0,16	30	1,4	24	0,35	24	1,1	20,4	1,1	12	0,5	16	1,1
2017 г.	5,9	0,11	19,9	1,33	15,2	0,36	17,4	0,99	16,1	1,44	10,4	0,35	12,4	0,84
2016 г.	6,8	0,10	21,3	1,46	21	0,25	19,6	1,05	25	2,69	12,7	0,32	13,3	1,03
2015 г.	7,8	0,19	22	2,36	24,2	1,65	19,4	0,97	25,8	4,06	10,2	0,49	13,6	1,35
2014 г.	10,6	0,2	27,2	1,9	27	1,7	22,6	0,7	22,2	2,8	15,3	0,6	16	1,5
2013 г.	10,7	0,35	12,8	1,04	21,2	1,47	19,8	0,48	18,9	1,97	13,8	0,39	13,2	0,91
2012 г.	12,1	0,08	17,6	1,52	21,7	1,62	21,3	0,55	19,2	1,81	14,8	0,49	12,7	1,02
2011 г.	15,3	0,91	14,5	1,56	19,8	4,18	25,0	1,37	15,3	1,80	17,6	1,03	13,7	1,50

Таблица 2

Средняя, максимальная и минимальная суточная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в Армении на станции «Аэрологическая», г. Ереван в 2022 году, Бк/м²·сут

Месяц	Макс.	Мин.	Сред.	Сумма
январь	3,51	0,03	0,66	20,34
февраль	2,89	0,05	0,89	25,94
март	1,07	0,05	0,31	9,46
апрель	2,26	0,05	0,49	14,67
май	2,32	0,02	0,36	11,01
июнь	2,49	0,05	0,72	21,7
июль	2,6	0,06	0,73	22,56
август	1,3	0,02	0,4	12,29
сентябрь	2,49	0,02	0,4	11,89
октябрь	2,04	0,05	0,57	17,57
ноябрь	2,77	0,05	0,77	23,22
декабрь	3,17	0,05	0,56	17,47
среднее			0,57	17,34
год				208,12
макс.	3,51		0,89	25,94
мин.		0,02	0,31	9,46

Приложение Е

Объёмные активности $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2022 г.

Код	Субъект РФ	^{137}Cs , 10^{-6} Бк/м ³ среднее/макс.	^{90}Sr , 10^{-6} Бк/м ³ среднее/макс.	$\Sigma\beta$, 10^{-6} Бк/м ³ среднее/макс.
01	Республика Адыгея	0,3**	0,06**	93**
02	Республика Алтай	0,3**	0,07**	186**
03	Республика Башкортостан	0,3**	0,07**	186**
04	Республика Бурятия	<0,1**	0,08**	356**
05	Республика Дагестан	0,3**	0,06**	93**
06	Республика Ингушетия	0,3**	0,06**	93**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,3**	0,06**	93**
08	Республика Калмыкия	0,3**	0,06**	93**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,3**	0,06**	93**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,2/0,4*	0,04*	154/587*
11	Республика Коми (Сыктывкар)	0,3/1,0*	0,03*	31/136*
12	Республика Марий Эл	0,3**	0,04**	202**
13	Республика Мордовия	0,3**	0,04**	202**
14	Республика Саха (Якутия, Якутск)	<0,1/0,1*	0,18*	306/1280*
15	Республика Северная Осетия	0,3**	0,06**	93**
16	Республика Татарстан (Казань)	0,08/0,1*	0,02*	233/964*
17	Республика Тыва (Кызыл)	<0,1/0,1*	0,04*	47/962*
18	Удмуртская Республика	0,3**	0,04**	202**
19	Республика Хакасия	0,3**	0,07**	186**
20	Чеченская Республика	0,3**	0,06**	93**
21	Чувашская Республика	0,3**	0,04**	202**
22	Алтайский край (Барнаул)	<0,2/0,6*	0,04* ¹	85/477*
23	Камчатский край	<0,1**	0,13**	210**
24	Краснодарский край	0,3**	0,06**	93**
25	Красноярский край (Красноярск) 100-км зона ГХК: Уяр	<0,1/0,1* 0,14/0,7*	0,09* 0,05*	98/852* /1796*
26	Приморский край (Владивосток)	<0,1/0,1*	0,09*	258/782*
27	Ставропольский край	0,3**	0,06**	93**
28	Хабаровский край (Хабаровск)	<0,1/0,1*	0,07*	753/1732*
29	Амурская область (Благовещенск)	<0,1/0,1*	0,21*	488/1304*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	<0,2/0,3* 1,2/1,9*	0,05* 0,04*	42/200* 67/379*
31	Астраханская область (Астрахань)	0,4/0,5*	0,06*	113/538*
32	Белгородская область	0,3**	0,04**	202**
33	Брянская область (Брянск)	0,4/1,4*	0,05*	60/173*
34	Владимирская область	0,3**	0,04**	202**
35	Волгоградская область (Волгоград)	0,2/0,5*	0,05*	50/176*
36	Вологодская область (Вологда)	0,6/0,8*	0,02*	34/200*
37	Воронежская область Нововоронеж	0,3** 0,6/1,1*	0,04** 0,03	202**
38	Ивановская область	0,3**	0,04**	202**
39	Иркутская область (Иркутск) (Ангарск)	<0,1/0,1* <0,1/0,1*	0,03* 0,05*	401/1498* 266/1406*
40	Калининградская область	0,3**	0,04**	66**
41	Калужская область (Обнинск)	0,3** 0,3/1,0*	0,04** 0,05*	202** 243/1190*
42	Кемеровская область	0,3**	0,07**	186**
43	Кировская область (Киров)	0,2/0,3*	0,08*	168/552*
44	Костромская область	0,3**	0,04**	202**
45	Курганская область	0,3**	0,07**	186**
46	Курская область (Курск)	0,6/1,2*	0,04*	248/703*
47	Ленинградская область	0,3**	0,04**	66**
48	Санкт-Петербург	0,3/0,5*	0,06*	88/240*
49	Липецкая область	0,3**	0,04**	202**
50	Магаданская область (Магадан)	<0,1/0,1*	0,06*	73/166*
51	Московская область (Подмосковная)	0,2/0,3*	0,03*	108/296*
52	Москва	0,3**	0,04**	202**
53	Мурманская область (Мурманск) (Зашеек) (Кандалакша)	0,1/0,2* 0,1/0,2* 0,1/0,2*	0,02* 0,01* 0,01*	82/298* 67/313* 71/225*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,3/0,5*	0,05*	259/900*
55	Новгородская область	0,3**	0,04**	66**

Код	Субъект РФ	$^{137}\text{Cs}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$^{90}\text{Sr}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$\Sigma\beta, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.
56	Новосибирская область	0,3**	0,07**	186**
57	Омская область (Омск)	0,3/0,6*	0,04*	238/1173*
58	Оренбургская область	0,3**	0,04**	202**
59	Орловская область	0,3**	0,04**	202**
60	Пензенская область (Пенза)	0,1 /0,1*	0,02*	35/99*
61	Пермский край	0,3**	0,07**	186**
62	Псковская область	0,3 **	0,04**	66**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	0,3/0,5* 0,4/0,6*	0,08* 0,05*	81/271* 79/213*
64	Рязанская область	0,3**	0,04**	202**
65	Самарская область (Самара)	0,2/0,4*	0,04*	168/895*
66	Саратовская область	0,3**	0,04**	202**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	<0,1/0,1*	0,08*	63/264*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,7/0,97*	0,24*	470/1740*
69	Смоленская область	0,3**	0,04**	202**
70	Тамбовская область	0,3**	0,04**	202**
71	Тверская область	0,3**	0,04**	202**
72	Томская область (Томск) (Колпашево)	<0,1/0,1* <0,1/0,1*	0,06* 0,07*	77/544* 15/85*
73	Тульская область	0,3**	0,04**	202**
74	Тюменская область	0,3**	0,07**	186**
75	Ульяновская область	0,3**	0,04**	202**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,3** 0,7/1,3* 0,9/2,5* 4,0/15,7*	0,07**	186** 172/486* 164/475* 196/555*
77	Забайкальский край (Чита)	<0,1/0,1*	0,05*	63/264*
78	Ярославская область	0,3**	0,04**	202**
79	Еврейский АО	<0,1**	0,08**	356**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	<0,4/0,8*	0,01*	32/170*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	<0,1/0,1*	0,06*	95/250*
82	Чукотский АО	<0,1**	0,13**	210**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	<0,1/0,1*	0,02*	63/251*

Примечания: среднее/макс. – среднегодовое значение/максимальное значение (месячное или квартальное для ^{137}Cs , суточное – для $\Sigma\beta$);

* – 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);

¹ – данные за I полугодие.

Приложение F

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

³ H	тритий	12,35 (лет)	¹³¹ I	йод-131	8,04 (сут)
⁷ Be	бериллий-7	53,3 (сут)	¹³² I	йод-132	2,30 (час)
¹⁴ C	углерод-14	5,73·10 ³ (лет)	¹³² Te	теллур-132	78,2 (час)
²² Na	натрий-22	2,60 (лет)	¹³³ I	йод-133	20,8 (час)
²⁴ Na	натрий-24	15,0 (час)	¹³⁵ I	йод-135	6,61 (час)
³² P	фосфор-32	14,3 (сут)	¹³³ Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
⁴⁰ K	калий-40	1,28·10 ⁹ (лет)	¹³⁵ Xe	ксенон-135	9,083 (час)
⁴¹ Ar	аргон-41	1,83 (час)	^{135m} Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
⁴⁴ Ti	титан-44	47,3 (лет)	¹³⁸ Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
⁴⁶ Sc	скандий-46	83,8 (сут)	¹³⁴ Cs	цезий-134	2,062 (лет)
⁵¹ Cr	хром-51	27,7 (сут)	¹³⁷ Cs	цезий-137	30,174 (лет)
⁵⁴ Mn	марганец-54	312,5 (сут)	¹³³ Ba	барий-133	10,5 (лет)
⁵⁶ Mn	марганец-56	2,6 (час)	¹⁴⁰ Ba	барий-140	12,74 (сут)
⁵⁵ Fe	железо-55	2,72 (лет)	¹⁴⁰ La	лантан-140	1,68 (сут)
⁵⁹ Fe	железо-59	45 (сут)	¹³⁹ Ce	церий-139	139,3 (сут)
⁵⁷ Co	кобальт-57	270,9 (сут)	¹⁴¹ Ce	церий-141	32,5 (сут)
⁵⁸ Co	кобальт-58	70,8 (сут)	¹⁴⁴ Ce	церий-144	284,3 (сут)
⁶⁰ Co	кобальт-60	5,27 (лет)	¹⁴⁴ Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
⁵⁹ Ni	никель-59	7,50·10 ⁴ (лет)	¹⁴⁵ Sm	самарий-145	340 (сут)
⁶³ Ni	никель-63	100,1 (лет)	¹⁴⁷ Pm	прометий-147	2,62 (лет)
⁶⁴ Cu	медь-64	12,7 (час)	¹⁵² Eu	европий-152	13,33 (лет)
⁶⁵ Zn	цинк-65	243,9 (сут)	¹⁵⁴ Eu	европий-154	8,80 (лет)
⁶⁸ Ge	германий-68	288 (сут)	¹⁵³ Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
⁶⁸ Ga	галлий-68	68,0 (мин)	¹⁶⁹ Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
⁷⁵ Se	селен-75	118,45 (сут)	¹⁷⁰ Tm	тулий-170	128,6 (сут)
⁷⁶ As	мышьяк-76	26,32 (час)	¹⁸² Ta	тантал-182	115,0 (сут)
⁸⁵ Kr	криптон-85	10,71 (лет)	¹⁹² Ir	иридий-192	74,02 (сут)
^{85m} Kr	криптон-85m	4,48 (час)	²⁰³ Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
⁸⁷ Kr	криптон-87	76,31 (мин)	²⁰⁴ Tl	таллий-204	3,78 (лет)
⁸⁸ Kr	криптон-88	2,84 (час)	²⁰⁹ Po	полоний-209	102 (лет)
⁸⁹ Sr	стронций-89	50,5 (сут)	²¹⁰ Pb	свинец-210	22,3 (лет)
⁹⁰ Sr	стронций-90	29,12 (лет)	²¹⁰ Po	полоний-210	138,4 (сут)
⁸⁸ Y	иттрий-88	107,15 (сут)	²¹² Pb	свинец-212	10,64 (час)
⁹⁰ Y	иттрий-90	2,67 (сут)	²²⁰ Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
⁹¹ Y	иттрий-91	58,5 (сут)	²²² Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
^{91m} Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	²²⁶ Ra	радий-226	1,6·10 ³ (лет)
⁹⁵ Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	²²⁸ Ra	радий-228	5,75 (лет)
⁹⁵ Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	²²⁸ Ac	актиний-228	6,13 (час)
⁹⁹ Mo	молибден-99	2,75 (сут)	²³² Th	торий-232	1,405·10 ¹⁰ (лет)
^{99m} Tc	технеций-99m	6,006 (час)	²³⁴ U	уран-234	2,445·10 ⁵ (лет)
¹⁰³ Ru	рутений-103	39,28 (сут)	²³⁵ U	уран-235	7,04·10 ⁸ (лет)
¹⁰⁶ Ru	рутений-106	368,2 (сут)	²³⁸ U	уран-238	4,47·10 ⁹ (лет)
¹⁰⁶ Rh	родий-106	29,9 (с)	²³⁹ U	уран-239	23,40 (мин)
^{110m} Ag	серебро-110m	250 (сут)	²³⁹ Np	нептуний-239	2,355 (сут)
¹⁰⁹ Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	²³⁸ Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
¹¹⁵ Cd	кадмий-115	53,46 (час)	²³⁹ Pu	плутоний-239	2,41·10 ⁴ (лет)
¹¹³ Sn	олово-113	115,2 (сут)	²⁴⁰ Pu	плутоний-240	6,54·10 ³ (лет)
^{119m} Sn	олово-119m	250 (сут)	²⁴¹ Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
¹²² Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	²⁴¹ Am	америций-241	432 (лет)
¹²⁴ Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	²⁴³ Am	америций-243	7380 (лет)
¹²⁵ Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	²⁵² Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

**Радиационная обстановка на территории России
и сопредельных государств в 2022 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., Игнатенко О.В.*

Утверждено и подписано к печати 18.10.2023. Формат издания 60×84/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 40,5. Тираж 330 экз. Заказ № 23.

**Оригинал-макет подготовлен ФГБУ «НПО «Тайфун»,
249038, г. Обнинск, Калужская область, ул. Победы, 4.**

Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 249035, г. Обнинск, ул. Королёва, 6.

