

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 2019 году**

**ЕЖЕГОДНИК**

**ОБНИНСК  
2020**

**Утверждено:**

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

**Согласовано:**

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

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

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

**УДК 504.054**

**ББК–20.18**

**Р–15**

В Ежегоднике приводятся в обобщенном виде и анализируются данные наблюдений на территории Российской Федерации и некоторых сопредельных государств за содержанием техногенных радионуклидов в воздухе и атмосферных выпадениях (потоке радиоактивных продуктов из атмосферы на поверхность земли), почвенно-растительном покрове, поверхностных пресных и морских водах, а также данные наблюдений за уровнем гамма-излучения на местности.

Перепечатка и снятие копий с Ежегодника запрещаются.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

## АВТОРЫ

### Раздел 1

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

### Раздел 2

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Каткова М.Н., Богачева Е.Г., Полянская О.Н., Зубачева А.А., Уваров А.Д., Козлова Е.Г., Тарасенко А.О., Епифанов А.О., Степанова К.В., Ромашин Д.В., Храмов М.И.

УГМС Третьяков В.Н., Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Ляшко О.Л., Землякова Н.В., Дубровская О.Г., Григорьев В.Д., Черешинская В.Ю., Башкиров Н.И., Севостьянов П.В., Насыров А.М., Сенкевич Н.В., Трофимова С.В., Таничева И.В., Климашевский А.В., Репникова И.В., Генералова Е.Н., Чаус О.М., Устинова А.А., Павлова Т.В., Криворучко Н.И., Низовская Н.А., Мингазов А.С., Усатова И.А., Сергейчук Е.Е., Кубай Б.В., Скалыга О.Р., Купцов С.С., Захаров С.Д., Девятова Н.Ф., Ульянов Р.Е., Ершов Р.В., Цветкова В.С., Цепелев В.Ю., Хрисанфов Ю.В., Сережкин С.Н., Шлёнская Н.С., Борисенко А.Г., Роговский И.А., Замятина Э.А., Голубцова И.В., Потапов В.В., Дудник О.В., Руднев В.В., Мурашко Л.И., Свешникова М.С., Неустроева А.А., Горохольская В.З., Иванова И.Н., Паршин В.В., Симоненко Н.Т., Полякова В.С., Шульгина М.А., Эмина Л.А., Пилипенко Т.Е., Ширнин А.В., Хазова Е.Ю., Ивкин А.С., Лозовой В.И., Медведева Э.П., Фурсов Н.А., Костогладова Н.Н., Кейлер В.А., Ткаченко Н.В.

АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» Якушкин В.С.

ФГУП «Радон» Лужецкий А.В., Макаров Е.П., Пташкин А.Г., Чистовский Ю.В., Гордеев С.К., Светличный Ю.А.

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., Крышев И.И.

УГМС Замятина Э.А., Голубцова И.В., Роговский И.А., Медведева Э.П., Костогладова Н.Н., Хрисанфов Ю.В., Сергейчук Е.Е., Башкиров Н.И., Руднев В.В. и др.

АО «Концерн «Росэнергоатом» Хлебцевич В.Е.

Балаковская АЭС Ковязин В.Л., Гребнев А.Н., Рязанов С.В.  
Белоярская АЭС Ладейщиков А.В., Кропачев Ю.А., Шонохов А.В.  
Билибинская АЭС Бычков Е.А., Рассказов А.А.  
Калининская АЭС Мамонтов Ю.Д., Соколов П.В., Ткачук В.А.  
Кольская АЭС Никишаев П.И., Чирков А.Ю.  
Курская АЭС Березницкий А.Л., Трубников А.А., Увакин А.В.  
Ленинградская АЭС Шамалов Р.Х., Ткачева А.М., Кудрявцев К.Г.  
Нововоронежская АЭС Росновский С.В., Романова О.Н.  
Ростовская АЭС Макеев В.В., Банников Г.Н., Горская О.И.  
Смоленская АЭС Краснов И.М., Кулеватов А.С., Аксенова С.Г.  
ФГУП «ГХК» Капустин Н.Ф., Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю., Малеваный В.А., Петухова О.Л., Суслов К.Ю., Власов Д.О.

**Раздел 4**

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Вакуловский С.М., Яхрюшин В.Н.,  
Полянская О.Н.

Уральское УГМС Роговский И.А., Банникова О.А., Замятина Э.А., Голубцова И.В.

**Раздел 5**

ФГБУ «НПО «Тайфун» Гниломедов В.Д.

РЦРКМ Республики Беларусь Бакарикова Ж.В., Коваленко М.К., Глинская С.Н.

ГНО «Служба  
по гидрометеорологии  
и активным воздействиям  
на атмосферные явления»  
Министерства по чрезвычайным  
ситуациям Республики Армения  
Дпирян А., Асиян А.

**Приложения**

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» Гниломедов В.Д., Козлова Е.Г., Богачева Е.Г., Артюхова Л.И.,  
Полухина А.М.

ФГУП «НО РАО» Иванова О.И., Старкова М.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	8
Введение.....	12
1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории Российской Федерации .....	16
Список литературы к введению и разделу 1 .....	39
2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов Российской Федерации .....	41
2.1. Центральный федеральный округ .....	41
2.1.1. Радиационная обстановка в Москве и Московской области.....	46
2.1.2. РОО г. Обнинска.....	52
2.2. Северо-Западный федеральный округ .....	60
2.2.1. РОО г. Северодвинска .....	66
2.2.2. РОО на территории Мурманской области .....	76
2.2.3. Мурманское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	82
2.3. Южный федеральный округ.....	82
2.3.1. Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	87
2.3.2. Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	87
2.3.3. Республика Крым .....	88
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ .....	90
2.4.1. Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	92
2.5. Приволжский федеральный округ.....	93
2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровград.....	99
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона .....	103
2.6. Уральский федеральный округ .....	108
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона.....	112
2.6.2. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	115
2.6.3. Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	117
2.6.4. ФГУП «ПСЗ».....	117
2.7. Сибирский федеральный округ. Общая информация по округу .....	118
2.7.1. Новосибирский завод химконцентратов.....	123
2.7.2. Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	131
2.7.3. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	134
2.7.4. Ангарский электролизный химический комбинат.....	142
2.7.5. Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» .....	149
2.8. Дальневосточный федеральный округ .....	151
2.8.1. РОО на территории Камчатской области.....	155
Список литературы к разделу 2 .....	158
3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла.....	160
3.1. Балаковская АЭС .....	160
3.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов.....	170
3.3. Билибинская АЭС .....	184
3.4. Калининская АЭС .....	190
3.5. Кольская АЭС.....	200
3.6. Курская АЭС .....	209
3.7. Ленинградская АЭС.....	221
3.8. Нововоронежская АЭС.....	229
3.9. Ростовская АЭС.....	237

3.10. Смоленская АЭС.....	244
3.11. ФГУП «Производственное объединение «Маяк».....	251
3.12. Горно-химический комбинат.....	270
3.13. Сибирский химический комбинат.....	286
Список литературы к разделу 3 .....	295
4. Радиационная обстановка в районах, загрязненных в результате аварий на ПО «Маяк» и на Чернобыльской АЭС .....	298
4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) .....	298
4.2. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС.....	300
Список литературы к разделу 4 .....	302
5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств .....	303
5.1. Республика Беларусь .....	303
5.2. Республика Армения .....	309
Список литературы к разделу 5 .....	310
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2019 году .....	312
Приложение А .....	315
Приложение В .....	327
Приложение С .....	328
Приложение D .....	339
Приложение Е.....	340
Приложение F.....	342

### Список сокращений

АМБ	–	реактор канального типа на тепловых нейтронах
АМЦ	–	авиационный метеорологический центр
АО	–	автономный округ
АО	–	акционерное общество
АПЛ	–	атомная подводная лодка
АСКРО	–	автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСМРО	–	автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки
АСРК	–	автоматизированная система радиационного контроля
АТР	–	Азиатская территория России
АЭС	–	атомная электростанция
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
БНТ	–	бак низких течек
ВВЭР	–	водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВММ	–	высотная метеорологическая мачта
ВМФ	–	Военно-морской флот
ВНИИ	–	Всероссийский НИИ
ВНИИНМ	–	ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	–	ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	–	ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	–	Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	–	ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	–	Восточно-Уральский радиоактивный след
ВТ	–	вентиляционная труба
ВФУ	–	воздухо-фильтрующая установка
ГМЗ	–	гидрометаллургический завод
ГМК	–	горно-металлургический комбинат
ГНО	–	государственная некоммерческая организация
ГНЦ	–	государственный научный центр
ГО	–	городской округ
ГУ	–	государственное учреждение
ГУП	–	государственное унитарное предприятие
ГХК	–	Горно-химический комбинат
ГЭС	–	гидроэлектростанция
ДВ	–	допустимый выброс
ДВФО	–	Дальневосточный федеральный округ
ДЖН	–	долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 часов)
ДКб	–	допустимая среднегодовая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
ДОА <sub>нас.</sub>	–	допустимая среднегодовая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДПС	–	дорожно-постовая служба
ДС	–	допустимый сброс
ДОУ	–	детское образовательное учреждение
ДУА <sub>нас.</sub>	–	допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ЕТР	–	Европейская территория России
ЖБК	–	железобетонный контейнер



ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗАТО	– закрытое административно-территориальное образование
ЗН	– зона наблюдения
ЗС	– замасленные стоки
ЗПУПД РЭ	– защищенный пункт управления противоаварийными действиями района эвакуации
ИАЦ	– информационно-аналитический центр
ИИИ	– источники ионизирующего излучения
ИПМ	– Институт проблем мониторинга окружающей среды
ИРГ	– инертные радиоактивные газы
ИРМ	– Институт реакторных материалов
ИТЭФ	– Институт теоретической и экспериментальной физики
ИФВЭ	– Институт физики высоких энергий
КлнАЭС	– Калининская АЭС
КЖН	– короткоживущие радионуклиды (период полураспада – менее 24 часов)
КоАЭС	– Кольская АЭС
КП	– контрольный пункт
КПО	– комплекс переработки отходов
КС	– контрольные скважины
КуАЭС	– Курская АЭС
КФО	– Крымский федеральный округ
ЛАСКРО	– лаборатория АСКРО
ЛАЭС	– Ленинградская АЭС
ЛБК	– левобережный обводной канал
ЛВД	– лаборатория внешней дозиметрии
ЛВДК	– лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК	– лаборатория внешнего радиационного контроля
ЛГХП	– ландшафтно-геохимический полигон
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛКРЗ	– лаборатория контроля радиационного загрязнения
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛООС	– лаборатория охраны окружающей среды
МАЭД	– мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего $\gamma$ -излучения
МДА	– минимально детектируемая активность
МЗУА	– минимально значимая удельная активность
МИА	– минимально измеряемая активность
МИФИ	– Московский инженерно-физический институт
МНТЦ	– Международный научно-технический центр
МСЗ	– машиностроительный завод
МЯВ	– мирный ядерный взрыв
НВАЭС	– Нововоронежская АЭС
НЗХК	– Новосибирский завод химконцентратов
НИАЭП	– Нижегородский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект»
НИИ	– научно-исследовательский институт
НИИАР	– НИИ атомных реакторов
НИИП	– НИИ приборов
НИС	– научно-исследовательское судно
НИТИ	– Научно-исследовательский технологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт
НИЦ	– национальный исследовательский центр
НИЯУ	– национальный исследовательский ядерный университет
НПИ	– научно-прикладные исследования
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НС	– наблюдательная скважина
ОГМС	– объединенная гидрометеорологическая станция

ОДЦ	–	опытно-демонстрационный центр
ОИЯИ	–	Объединенный институт ядерных исследований
ОКБМ	–	Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова
ОРБ	–	отдел радиационной безопасности
ОРМ ЦМС	–	отдел радиационного мониторинга центра по мониторингу загрязнения окружающей среды
ОСК	–	объединенный спецкорпус
ОСПОРБ	–	основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОТВС	–	отработавшая тепловыделяющая сборка
ОЯРБ	–	отдел ядерной и радиационной безопасности
ОФХМА	–	отдел физико-химических методов анализа
ОЯТ	–	отработавшее ядерное топливо
ПАТЭС	–	плавучая атомная теплоэлектростанция
ПБК	–	правобережный обводной канал
ПДВ	–	предельно допустимый выброс
ПДС	–	предельно допустимый сброс
ПЗРО	–	пункт захоронения радиоактивных отходов
ПЛК	–	промливневая канализация
ПНЗ	–	пост наблюдения за загрязнением
ПНРЗ	–	пост наблюдения за радиоактивным загрязнением
ПО	–	производственное объединение
ППГХО	–	Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ПРЭЛ	–	передвижная радиэкологическая лаборатория
ПСЗ	–	приборостроительный завод
ПФО	–	Приволжский федеральный округ
ПХРВ	–	полигон хранения радиоактивных веществ
РАН	–	Российская академия наук
РАО	–	радиоактивные отходы
РБМК	–	реактор большой мощности кипящий
РДУ	–	Республиканские допустимые уровни
РИ	–	Радиевый институт
РМЗ	–	ремонтно-механический завод
РОО	–	радиационно опасный объект
РосРАО	–	специализированная организация, профессионально занимающаяся обращением с РАО в масштабах всей страны
РРМЛ	–	региональная радиометрическая лаборатория
РТ	–	Республика Татарстан
РТП	–	ремонтно-технологическое предприятие
РФ	–	Российская Федерация
РФЯЦ	–	Российский федеральный ядерный центр
РЦРКМ	–	Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
РЭМ	–	радиационно-экологический мониторинг
СанПиН	–	санитарные правила и нормы
САЭС	–	Смоленская АЭС
СВО	–	спецводоочистка
СЗЗ	–	санитарно-защитная зона
СЗФО	–	Северо-Западный федеральный округ
СК «Радон»	–	спецкомбинат «Радон»
СКФО	–	Северо-Кавказский федеральный округ
СКЦ	–	серно-кислотный цех
СНЛК	–	станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	–	санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СПЗРО	–	Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»
СПРК	–	стационарный пост радиационного контроля
СРК	–	система радиационного контроля
СРМ	–	система радиационного мониторинга
СУЗ	–	система управления и защиты
СФ НИКИЭТ	–	Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
СФМ	–	станция фонового мониторинга
СФО	–	Сибирский федеральный округ

СХК	–	Сибирский химический комбинат
США	–	Соединенные Штаты Америки
ТВС	–	тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	–	тепловыделяющий элемент
ТиНАО	–	Троицкий и Новомосковский автономные округа
ТЛД	–	термолюминесцентный дозиметр
ТПА	–	телеуправляемый подводный аппарат
ТРО	–	твердые радиоактивные отходы
ТСРК	–	технологический специализированный ремонтный комплекс
ТЭЦ	–	теплоэлектроцентраль
УВ	–	уровень вмешательства при поступлении радионуклидов с водой для населения по НРБ-99 и НРБ-99/2009
УГМС	–	управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
УГРУ	–	Урановое горнорудное управление
УМСЗ	–	Управление мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды
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 ИАЦ
ФМБА	–	Федеральное медико-биологическое агентство
ФПП	–	фильтр Петрянова полихлорвиниловый
ФЭИ	–	Физико-энергетический институт
ХЖО	–	хранилище жидких отходов
ХЖТО	–	хранилище жидких и твердых отходов
ХМЗ	–	химико-металлургический завод
ХОРО	–	хранилище отвержденных радиоактивных отходов
ХОЯТ	–	хранилище отработавшего ядерного топлива
ХСО	–	хранилище слабоактивных отходов
ХССО	–	хранилище сухих слабоактивных отходов
ХТО	–	хранилище твердых отходов
ХТРО	–	хранилище твердых радиоактивных отходов
ХФК	–	хозфекальная канализация
ЦГиЭ	–	Центр гигиены и эпидемиологии
ЦГМС	–	Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЦГМС-Р	–	ЦГМС с региональными функциями
ЦЗЛ	–	центральная заводская лаборатория
ЦЛ КИПиА	–	Центральная лаборатория контрольно-измерительных приборов и автоматики
ЦС	–	центр судоремонта
ЦФО	–	Центральный федеральный округ
ЦЧО	–	Центрально-Черноземные области
ЧАЭС	–	Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	–	Чепецкий механический завод
ЧПЗРО	–	Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»
ЭВЗ	–	экстремально высокое загрязнение
ЭГП	–	электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	–	эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	–	Электрохимический завод
ЭХП	–	комбинат «Электрохимприбор»
ЮФО	–	Южный федеральный округ
ЯТЦ	–	ядерно-топливный цикл

## ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2019 г. данные о содержании техногенных радионуклидов в приземной атмосфере, атмосферных выпадениях, почве, растительности, снежном покрове, атмосферных осадках, пресных и морских водах на территории Российской Федерации, а также на территориях федеральных округов и субъектов Российской Федерации. Приведены данные о радиационной обстановке в районах расположения радиационно опасных объектов (РОО), к которым относятся предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), радиационно опасные объекты Министерства обороны, пункты захоронения радиоактивных отходов, предприятия по ремонту и обслуживанию судов с ядерно-энергетическими установками, а также научные учреждения, при работе которых образуются радиоактивные отходы. В Ежегоднике также приводится анализ радиационной обстановки на ранее загрязненных территориях в результате крупных радиационных аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк».

Данные, включенные в Ежегодник, получены, главным образом, путем анализа и обобщения результатов наблюдений, проводившихся на стационарных пунктах, входящих в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета. В Ежегодник также включены представленные в ФГБУ «НПО «Тайфун» данные радиационного мониторинга на территориях отдельных сопредельных государств, результаты наблюдений служб внешней дозиметрии РОО и материалы научных публикаций.

В Ежегоднике за 2019 г.:

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

в разделе 2 дается 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 ядерно-топливного цикла;

в разделе 4 описана радиационная обстановка в районах, загрязненных 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 объемных активностей некоторых радионуклидов в воздухе и в питьевой воде по старым и новым нормам радиационной безопасности.

Таблица 1

Наименование радионуклида	Воздух, Бк/м <sup>3</sup>			Питьевая вода*, Бк/л			
	НРБ-76/87 [4] ДКБ	НРБ-96 [5] ДОА <sub>НАС.</sub>	НРБ-99 НРБ-99/2009 ДОА <sub>НАС.</sub>	НРБ-76/87 ДКБ	НРБ-96 ДУА <sub>НАС.</sub>	НРБ-99 УВ	НРБ-99/2009 УВ
<sup>3</sup> H	11·10 <sup>3</sup> (пары)	7,6·10 <sup>3</sup>	1,9·10 <sup>3</sup>	15·10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>4</sup>	7,7·10 <sup>3</sup>	7,6·10 <sup>3</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	5,0	4,9
<sup>131</sup> I	5,6	18	7,3	37	57	6,3	6,2
<sup>137</sup> Cs	18	29	27	560	96	11	11
<sup>239+240</sup> Pu	1,1·10 <sup>-3</sup>	2,9·10 <sup>-3</sup>	2,5·10 <sup>-3</sup>	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 <sup>226</sup>Ra, <sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th и техногенных радионуклидов.

В настоящем Ежегоднике изложение результатов измерений ведется в основном в системе единиц СИ. В связи с тем, что приборные шкалы используемых при измерениях дозиметров и радиометров в некоторых случаях отградуированы в старых единицах измерений, а некоторые нормативные документы и справочники пока не полностью переизданы в системе единиц СИ, ниже приведены используемые соотношения между старыми и новыми производными единицами [3]:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Наблюдения за содержанием радионуклидов в объектах природной среды (воздух, поверхностные и морские воды, почва) и мощностью AMBIENTного эквивалента дозы (МАЭД) на территории РФ проводятся стационарными пунктами наблюдения (гидрометеостанциями и постами), входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета.

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет лаборатория «Научно-методическое руководство СРМ Росгидромета» Института проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ «НПО «Тайфун» («НПО «Тайфун», г. Обнинск).

Руководство работой СРМ на федеральном уровне осуществляется Управлением мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды (УМСЗ) Росгидромета (ранее 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 2019 г. количество работающих пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

1269 – по измерению МАЭД и более 30 ПНЗ в крупных городах; кроме этого дополнительно проводились измерения МАЭД с помощью автоматических постов;

362 – по отбору проб радиоактивных выпадений;

53 – по отбору проб радиоактивных аэрозолей;

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

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

44 – по отбору проб воды из пресных водоемов для определения содержания в них <sup>90</sup>Sr;

10 – по отбору проб морской воды для определения содержания в них <sup>90</sup>Sr;

10 – по отбору проб морского грунта на содержание гамма-излучающих радионуклидов.

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

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

Таблица 2

**Виды наблюдений и количество постов СРМ в федеральных округах РФ**

Федеральный округ	МАЭД*	Количество постов наблюдения					
		Радиоактивные аэрозоли в атмосферном воздухе (ВФУ)	Радиоактивные выпадения (планшеты)	Стронций в речной и озерной воде (С)	Стронций в морской воде (М)	Тритий в речной воде (Р)	Тритий в атмосфер. осадках (Т)
Центральный	147	6	46	3	-	1	2
Северо-Западный	166	11	35	9	6	2	4
Северо-Кавказский	44	-	9	-	-	-	-
Южный (с учетом 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	280	14	87	5	-	2	6
Дальневосточный	204**	6	64	8	3	6	12
<b>Всего по РФ</b>	<b>1269</b>	<b>53</b>	<b>362</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>32</b>

*Примечание:* - наблюдения не проводятся;

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

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

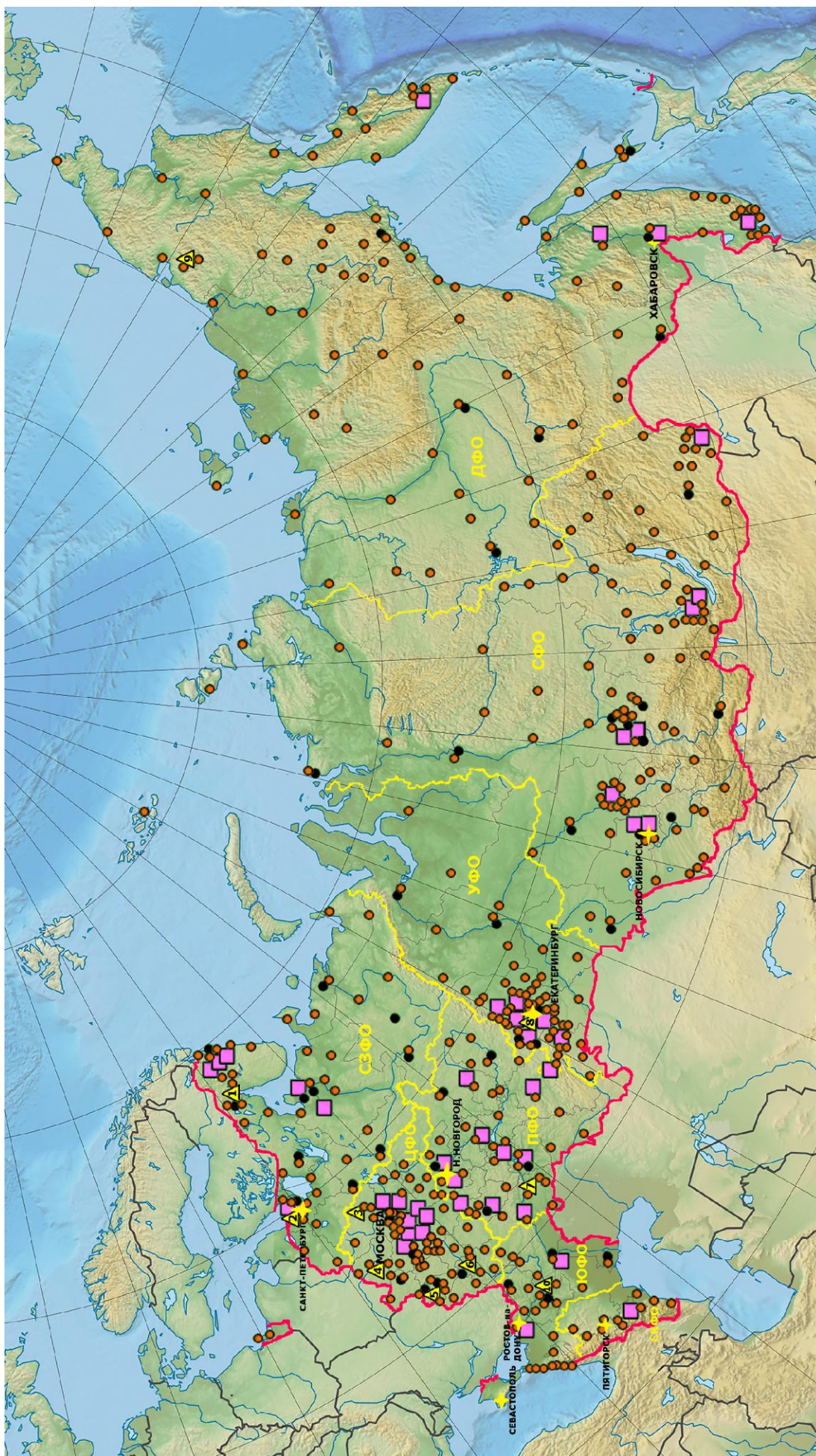


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:

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

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

Наибольшее загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ произошло в 1954–1980 годах, в период испытаний ядерного оружия в атмосфере.

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

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

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

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

### *Приземная атмосфера*

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2019 году, как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем непрерывного отбора проб аэрозолей воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией 1-5 суток. Суммарная  $\beta$ -активность ( $\Sigma\beta$ ) суточных проб аэрозолей определялась дважды, через сутки и через четверо суток после окончания отбора пробы с помощью тонкопленочного сцинтилляционного детектора или торцевого гейгеровского счетчика с эталонировкой по  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . По результатам измерений  $\Sigma\beta$  проб аэрозолей рассчитывалась объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводится объемная  $\Sigma\beta$  радионуклидов с измерением на пятые сутки после отбора. Если среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  по измерению через сутки превышает  $3,7 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup> или по измерению через четверо суток превышает в 5 и более раз фоновый уровень за предыдущий месяц, то определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью  $\gamma$ -спектрометрического анализа. Если значения объемной  $\Sigma\beta$  не превышают вышеуказанных критериев, то пробы из пунктов, расположенных в 100-км зонах РОО, объединяются за месяц, а из пунктов вне 100-км зон РОО – за квартал. Затем проводился  $\gamma$ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения активности техногенных и природных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов и радиохимический анализ для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$ . С помощью радиохимического анализа объединенных проб, отобранных в окрестностях неко-



торых РОО, определялись  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$ . Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6–14].

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

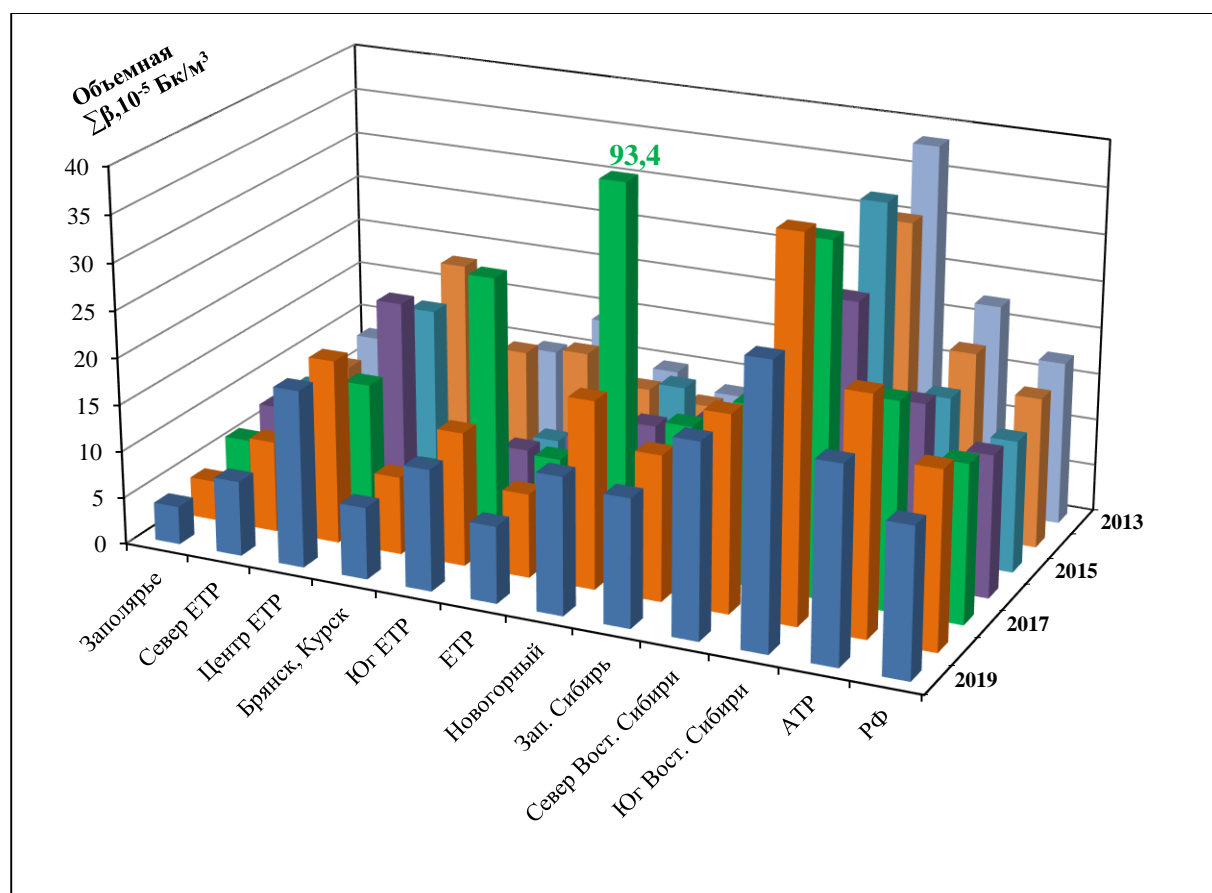


Рис. 1.1. Среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2013–2019 годах

Группировка пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ дана в Приложении А.2. В приложениях А.3–А.5 даны средневзвешенные значения объемной  $\Sigma\beta$ , активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2019 году.

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

В 2019 году наиболее высокие значения объемной  $\Sigma\beta$  наблюдались в центре ЕТР и юге Восточной Сибири  $18,8$  и  $29,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Средневзвешенное по территории РФ значение объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха в 2019 году составляло  $15,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, и было в пределах диапазона за предшествующие 12 лет ( $13,9 \cdot 10^{-5}$  –  $19,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Выраженной временной тен-

денции изменения величины объемной  $\Sigma\beta$  в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации общей радиационной обстановки в приземном слое атмосферы (таблица 1.1).

Таблица 1.1

**Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2007–2019 годах**

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране												Допустимые уровни
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
<b>Воздух</b>													ДОА <sub>нас.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>	
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере														
$\Sigma\beta$	10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>	15,4	17,9	14,5	14,9	15,1	17,4	16	13,9	15,0	19,6	18,7	15,7	-
<sup>137</sup> Cs	10 <sup>-7</sup> Бк/м <sup>3</sup>	2,3	2,4	2,4	54,8	2,5	2,6	2,6	2,4	1,8	1,6	1,6	1,4	27
<sup>90</sup> Sr	10 <sup>-7</sup> Бк/м <sup>3</sup>	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,63	0,85	1,19	1,23	1,07	1,04	2,7
<sup>239+240</sup> Pu (Обнинск)	10 <sup>-9</sup> Бк/м <sup>3</sup>	5	9,9	11	6	3	24,9	7,1	27,0	8,2	9,45	3,5	4,9	2,5·10 <sup>-3</sup>
Радиоактивные атмосферные выпадения														
$\Sigma\beta$	Бк/м <sup>2</sup> сут.	1,4	1,3	1,2	1,1	1,14	1,1	1,13	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	-
<sup>137</sup> Cs	Бк/м <sup>2</sup> год	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82	0,16	0,18	0,14	0,19	0,14	0,17	0,12	0,14	-
<sup>3</sup> H	кБк/ м <sup>2</sup> год	1,34	1,21	1,15	1,21	1,26	1,04	0,8	0,83	0,87	0,87	0,79	0,89	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках														
<sup>3</sup> H	Бк/л	2,6	2,5	2,2	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,7	1,75	1,65	1,78	-
<b>Вода</b>													УВ, Бк/л	
Объемная активность радионуклидов в речной воде														
<sup>90</sup> Sr*	мБк/л	4,5 (6,0)	4,3 (5,6)	4,2 (4,3)	4,1 (4,5)	4,8 (5,0)	4,3 (4,5)	4,9 (5,0)	4,8 (5,0)	4,6 (5,2)	5,5 (5,8)	3,7 (4,1)	3,6 (4,4)	4,9
<sup>3</sup> H	Бк/л	2,1-3,3	1,6-3,1	1,6-2,9	1,6-2,5	1,3-3,4	1,2-2,7	1,2-2,4	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде														
<sup>90</sup> Sr	мБк/л	1,1-6,1	1,4-7,4	0,9-5,0	1,2-5,1	1,1-5,4	1,0-6,7	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1**	1,6-3,9**	1,2-4,8**	1,1-4,5	-

Примечание: ДОА<sub>нас.</sub> – допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009;  
 УВ – уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009;  
 \* – дано осреднение объемной активности <sup>90</sup>Sr в воде без учета проб, отобранных в 2005–2012 годах в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2013-2015 годах – без р. Нева, в 2016-2019 годах без рек Кама, Вишера, Колва, данные в скобках с учетом всех проб;  
 \*\* – без Таганрогского залива Азовского моря;  
 "-" – Допустимые уровни не установлены.

Величина объемной  $\Sigma\beta$  на юге Восточной Сибири значительно выросла в 2013 году – до 38,5·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (с 16,8·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> в 2012 г.). В 2014–2017 годах значения колебались в диапазоне 28,7·10<sup>-5</sup>-37,1·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. В 2018 году зафиксировано наиболее высокое значение за период с 2012 года – 48,9·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. В 2019 году ее значение резко уменьшилось, приблизившись к нижнему пределу диапазона 2014-2017 годов, и составила 29,75·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>.

В зоне загрязнения ЧАЭС (Брянск, Курск) объемная  $\Sigma\beta$  уменьшилась с 8,3·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> в 2018 году до 7,6·10<sup>-5</sup> в 2019 году. В Новогорном объемная  $\Sigma\beta$ , которая резко уменьшилась в 2018 году по сравнению с 2017 годом от 93,4·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> до 19,8·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, а в 2019 году составила 14,5·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Наиболее значительное снижение региональных значений отмечено на юге Восточной Сибири – от 48,9·10<sup>-5</sup> до 29,7·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. В Заполярье, для которого характерны наиболее низкие региональные величины, снижение незначительное – от 4,2·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> до 4,05·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (рис. 1.1).

По оперативным данным сети радиационного мониторинга Росгидромета, в 2019 году, как и в 2018 году, на территории России не было зафиксировано повышения объемной  $\Sigma\beta$  до экстремально

высоких значений. Случаев высоких значений объемной  $\Sigma\beta$  радионуклидов в аэрозолях (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) в 2019 году было 32 (в 2018 г. – 86 случаев).

В 2019 году наиболее высокие значения объемной  $\Sigma\beta$  наблюдались в январе в пунктах Самара ( $426,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при среднемесечном  $49,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), Уяр (Красноярский край) ( $146,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при среднемесечном  $22,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), Вологда ( $70,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при среднемесечном  $3,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), в августе в Северодвинске ( $431,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при среднемесечном  $3,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), в ноябре в Обнинске (Калужская обл.) ( $99,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при среднемесечном  $17,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В других пунктах наблюдения максимальные зафиксированные величины объемной  $\Sigma\beta$  в 2019 году не превышали  $45,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Кратковременное превышение над фоновыми значениями объемной  $\Sigma\beta$  в 2019 году наблюдалось: г. Вологда – 9 случаев, г. Архангельск – 6 случаев, г. Туруханск (Красноярский край) – 5 случаев, г. Северодвинск – 4 случая, г. Красноярск и г. Обнинск (Калужская обл.) – по 2 случая и по 1 случаю в г. Колпашево (Томская обл.), г. Самара, г. Сыктывкар (Республика Коми), г. Уяр (Красноярский край).

В 2019 году на территории России было зафиксирован 21 случай высоких значений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений (более десятикратного превышения над фоновыми уровнями) (в 2018 г. 41 случаев).

В 2017 году максимум объемной  $\Sigma\beta$  наблюдался в сентябре за пределами районов расположения РОО в период прохождения выбросов рутения-106 в Волгограде и Цимлянске –  $2146,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $1478,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. А наибольшие значения в этот же период были в 100-км зоне ПО «Маяк», в пунктах Аргаяш и Новогорный максимальные значения объемной  $\Sigma\beta$  зафиксированы на уровне  $7612,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $5231,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

Максимальные превышения  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновыми значениями в 2019 году наблюдались в Морозовске – в 53 раза и городах Волгограде – в 38 раз, Бор – в 33 раза, Астрахани – в 32 раза, Красноярске – в 24 раза.

Высокие значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 году зафиксированы в пунктах наблюдения: Астрахань – 6 случаев; Волгоград – 2 случая и еще в 10 пунктах по 1 случаю.

Наибольшее число случаев высоких значений в 2018 году на территории России отмечалось в зимние месяцы – в январе – 4, феврале – 3, декабре – 6. На остальные месяцы приходится 8 случаев.

На рис. 1.2 показана динамика среднемесечной объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 2018-2019 годах на территории РФ. Среднемесечные величины объемной  $\Sigma\beta$ , взвешенные по географическим регионам, приведены в Приложении А.3.

Объемная  $\Sigma\beta$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны с 2000 года вышла на уровни, близкие наблюдающимся на незагрязненной территории ЕТР (в 2019 г. –  $15,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднее за 2019 год значение объемной  $\Sigma\beta$  в атмосферном воздухе в г. Брянске составляло  $3,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Курске –  $19,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Наиболее высокие среднемесечные значения объемной  $\Sigma\beta$  в отдельных населенных пунктах наблюдались на территории ЕТР в Самаре в январе ( $55,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в Петрозаводске в июне ( $48,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В Курчатове, Обнинске, Нижнем Новгороде и Подмосковной в течение семи-

девяти месяцев, среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  превышала уровень в  $20 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В отдельные месяцы среднемесячная величина объемной  $\Sigma\beta$  превышала уровень в  $20 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в Кирове, Северодвинске, Курске, Нововоронеже, Балаково, Казани и Астрахани.

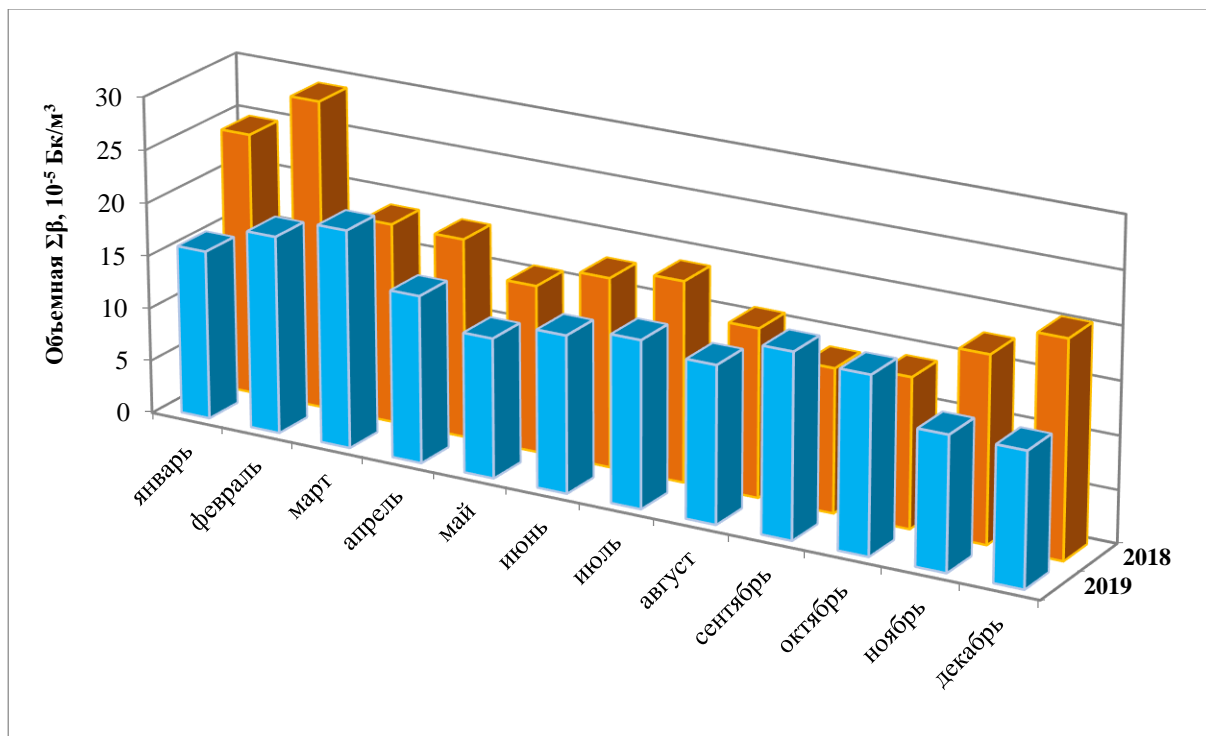


Рис. 1.2. Среднемесячные объемные  $\Sigma\beta$ , средневзвешенные по территории РФ в 2018-2019 годах

На территории АТР наиболее высокие среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  наблюдались в течение всего года в Хабаровске – в интервале от  $28,9 \cdot 10^{-5}$  в июне до  $81,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в январе, в Благовещенске – от  $26,4 \cdot 10^{-5}$  в декабре до  $79,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в январе, во Владивостоке – от  $16,9 \cdot 10^{-5}$  в июле до  $72,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в январе, в Якутске – от  $10,2 \cdot 10^{-5}$  в январе до  $52,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в марте. В отдельные месяцы объемная  $\Sigma\beta$  в диапазоне  $40 \cdot 10^{-5}$  -  $110 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> наблюдалась в Томске, Барнауле, В. Дуброво. Среднегодовая величина объемной  $\Sigma\beta$  по территории АТР в 2019 году была  $20,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> против  $25,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2018 году. Повышение объемной  $\Sigma\beta$ , как правило, происходило за счет природных радионуклидов, в пробах обнаруживались только продукты распада радия и тория и только в Обнинске за счет изотопов йода – <sup>131</sup>I, <sup>132</sup>I и <sup>133</sup>I.

На рис. 1.3 показаны средние объемные активности <sup>137</sup>Cs в воздухе в 2013–2019 годах, взвешенные по территориям отдельных географических районов России, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом.

Наиболее высокие значения объемной активности <sup>137</sup>Cs постоянно фиксируются в загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоне (Брянск, Курск). В разные годы они в 1,5-2 раза превышают средние уровни центра ЕТР. Однако следует отметить, что заметный вклад в увеличение объемной активности <sup>137</sup>Cs в загрязненной зоне вносит Курская АЭС, расположенная в 40 км западнее Курска. Так среднегодовое значение в Курске в 2019 году равно  $6,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а в Брянске –  $3,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что практически равно значению в центральной части ЕТР –  $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В 2019 году средняя объемная активность <sup>137</sup>Cs в целом по РФ составила  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что несколько меньше, чем в 2017-2018 годах –  $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. По регионам изменения были незначи-

тельны, наиболее заметное уменьшение наблюдалось на севере ЕТР от  $3,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и на юге Восточной Сибири от  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Незначительное увеличение наблюдается в Западной Сибири – от  $1,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Такие изменения скорее следует рассматривать как стабилизацию радиационной обстановки на территории России.

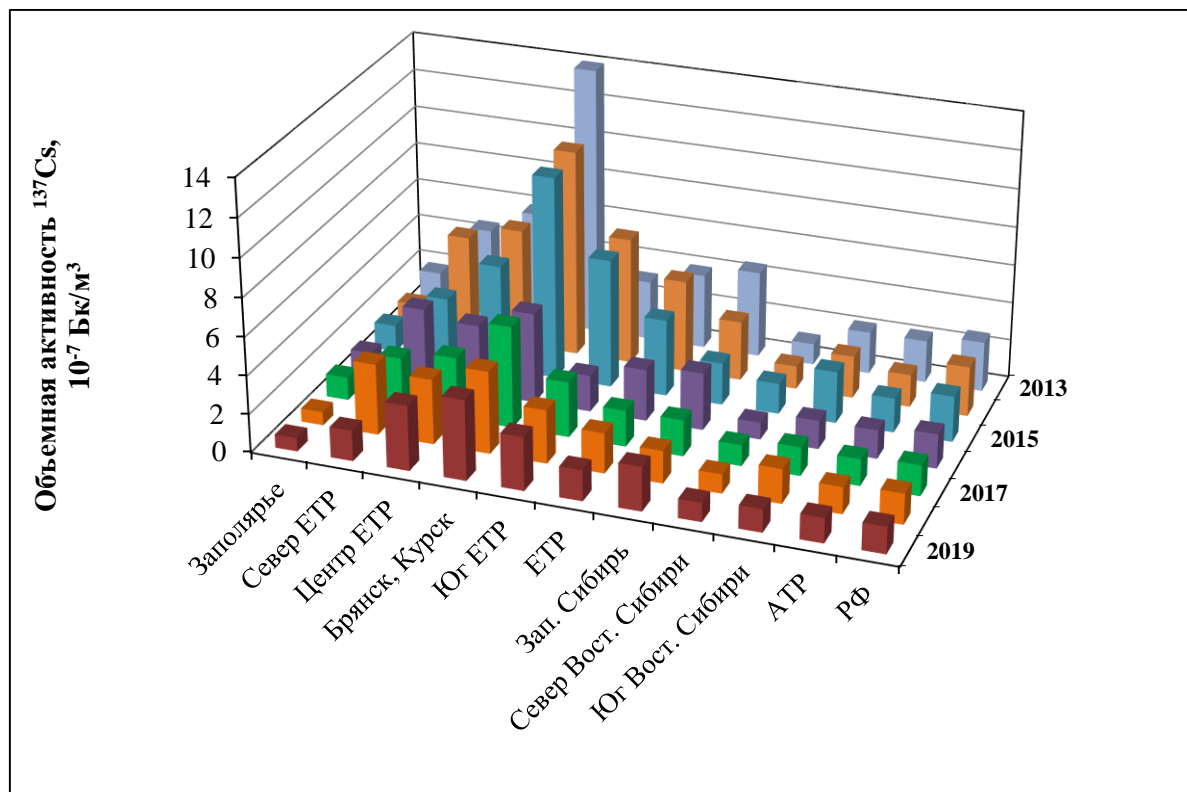


Рис. 1.3. Средние значения объемной активности <sup>137</sup>Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2013–2019 годах

Существенно более высокие значения объемной активности <sup>137</sup>Cs наблюдаются в п. Новогорном (Челябинская обл., ПО «Маяк»), наибольшие значения относятся к 2012 году –  $436,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, 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/м<sup>3</sup>). В последующие годы она постоянно снижалась по 2017 год, в 2018 году несколько увеличилась и составила  $18,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, (в 2015 –  $67,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, в 2016 –  $28,1 \cdot 10^{-7}$ , в 2017 –  $16,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В 2019 году объемная активность <sup>137</sup>Cs здесь составила  $16,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Повышенные значения объемной активности <sup>137</sup>Cs – на порядок – по всем регионам и по РФ в целом наблюдались в 2011 году, что связано с поступлением аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» (табл. 1.1). Наиболее высокие среднегодовые значения объемной активности <sup>137</sup>Cs (не считая п. Новогорный) были на Юге ЕТР и в загрязненной зоне (Брянск, Курск) –  $160 \cdot 10^{-7}$  и  $126,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объемной активности <sup>137</sup>Cs в воздухе в 2018-2019 годах, взвешенные по территории РФ. Наибольшие значения в 2018 году наблюдались в августе-сентябре –  $2,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а наименьшие в октябре-декабре –  $(1-1,2) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В 2019 году сезонная динамика выражена слабо – повышенные значения наблюдались с апреля по октябрь –  $1,5-1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а наименьшие в ноябре и декабре составили  $1,21 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $1,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответ-

ственно. Средневзвешенные по отдельным районам величины среднемесячной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  приведены в Приложении А.4.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались в октябре в Курчатове (Курская АЭС) в третьем квартале –  $(19-24)\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (среднегодовое –  $11,2\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в Нововоронеже –  $(11-12)\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> также в третьем квартале (среднегодовое –  $7,3\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

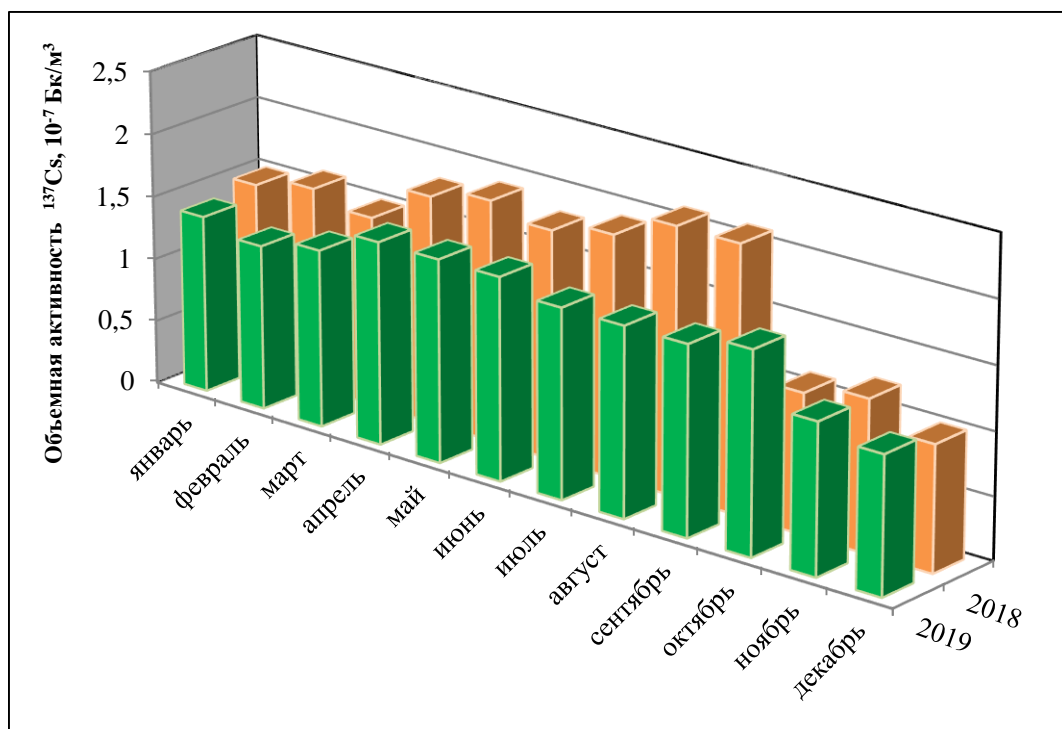


Рис. 1.4. Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  по территории РФ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2018-2019 годах

Несколько повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались вблизи загрязненной в результате чернобыльской аварии зоны России в городах Брянске –  $7,0\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в июле и Курске –  $15,7\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в сентябре (среднегодовое –  $3,5\cdot 10^{-7}$  и  $6,7\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в 100-км зоне ПО «Маяк», в декабре в пунктах Новогорный –  $63,3\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в декабре и Кыштым –  $23,6\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в июле.

Приведенные выше максимальные среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  превышали средневзвешенное значение по территории РФ до 45 раз, однако были на семь-восемь порядков ниже допустимой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе для населения (ДОО<sub>НАС</sub> равна  $27$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1].

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2018-2019 годах представлена на рис. 1.5. Наибольшая среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 2019 году наблюдалась в Западной Сибири и на юге Восточной Сибири ( $1,50\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), наименьшая, – в Заполярье –  $0,24\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. По сравнению с 2018 годом в большинстве районов произошло некоторое уменьшение активности  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе, только в Западной Сибири активность сохранилась на прежнем уровне –  $1,5\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2016-2017 годах заметно увеличилась по сравнению со средними значениями за 2005-2015 годы (от  $0,73 \cdot 10^{-7}$  до  $0,97 \cdot 10^{-7}$  Бк/м $^3$ ) и составила  $1,19 \cdot 10^{-7}$  и  $1,23 \cdot 10^{-7}$  Бк/м $^3$  соответственно. В 2018 году она уменьшилась до  $1,07 \cdot 10^{-7}$  Бк/м $^3$ , в 2019 году до  $1,04 \cdot 10^{-7}$  Бк/м $^3$ , но осталась выше диапазона 2005-2015 годов (рис. 1.6).

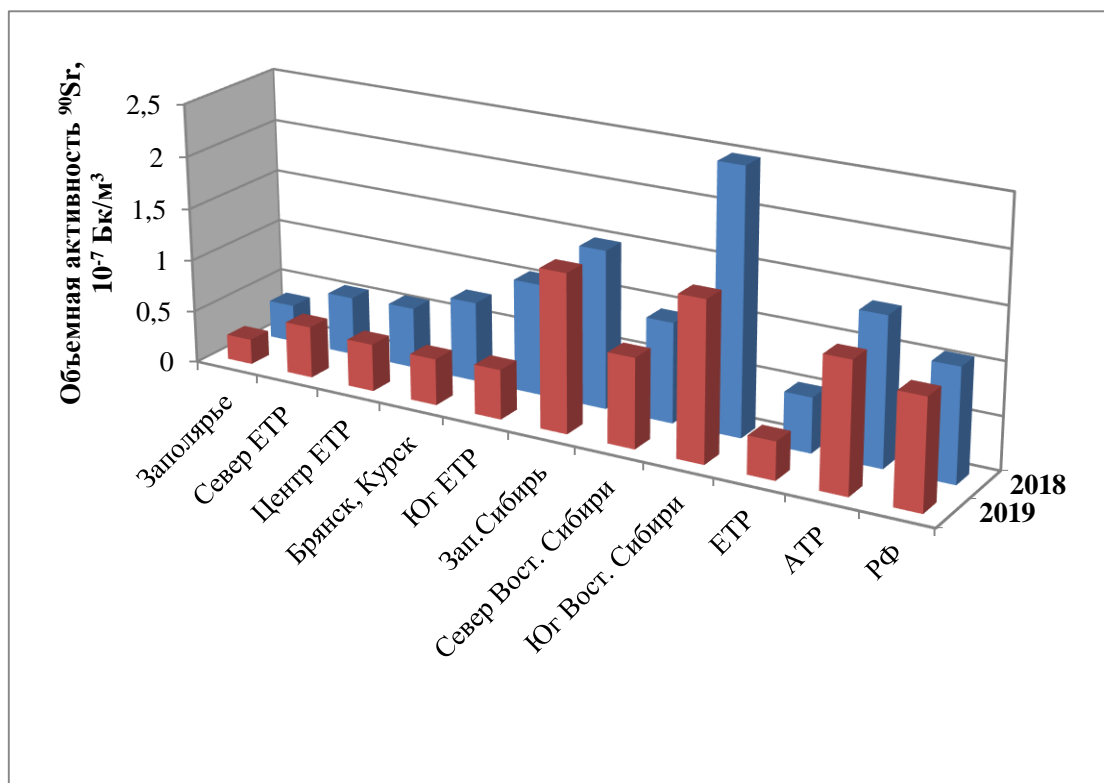


Рис. 1.5. Средневзвешенная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2018-2019 годах

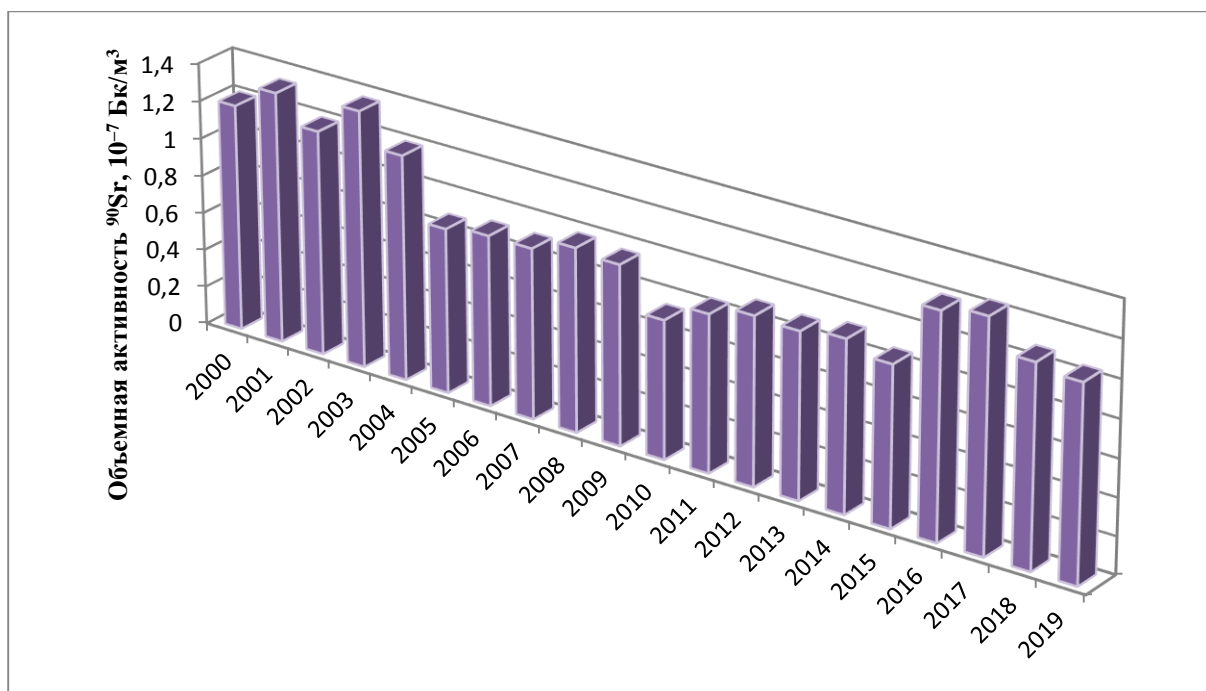


Рис. 1.6. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000–2019 годах

На ЕТР повышенные по сравнению с фоновыми объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 году были зафиксированы в 1-ом полугодии в Астрахани и Санкт-Петербурге –  $1,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и во 2-ом полугодии в Курчатове и Обнинске –  $1,0 \cdot 10^{-7}$  и  $0,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Наиболее высокие полугодичные объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  на АТР в 2019 году наблюдались: в 1-ом полугодии в Благовещенске –  $4,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и в 1-ом и 2-ом полугодии в Иркутске (АЭХК и ФГУП Иркутский СК «Радон» –  $3,9 \cdot 10^{-7}$  и  $3,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, п. Сухобузимское (100-км зона ГХК) –  $3,8 \cdot 10^{-7}$  и  $5,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Ангарске –  $2,3 \cdot 10^{-7}$  и  $2,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Омске –  $3,4 \cdot 10^{-7}$  и  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, п. Уяр –  $2,0 \cdot 10^{-7}$  и  $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, п. В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС) –  $2,9 \cdot 10^{-7}$  и  $3,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Указанные выше объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  до 10 раз превышали средневзвешенную активность по территории РФ, но на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе ( $2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1]. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (Брянск, Курск) с 2010 года не превышала уровней, наблюдавшихся на незагрязненной территории центра ЕТР (в 2019 году –  $0,42 \cdot 10^{-7}$  –  $0,49 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Средние за квартал и по полугодиям объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  даны в Приложении А.5.

Следует отметить, что объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход, наибольшие значения наблюдаются во II и III кварталах (что обусловлено сельскохозяйственными работами, сопровождающимися пылением почвы). На рис. 1.7 показаны средние за квартал значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2000, 2007 и 2014 годах. Поквартальные данные за другие годы приведены в Приложении А.5, табл. 2. Начиная с 2015 года определение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  проводится по полугодиям.

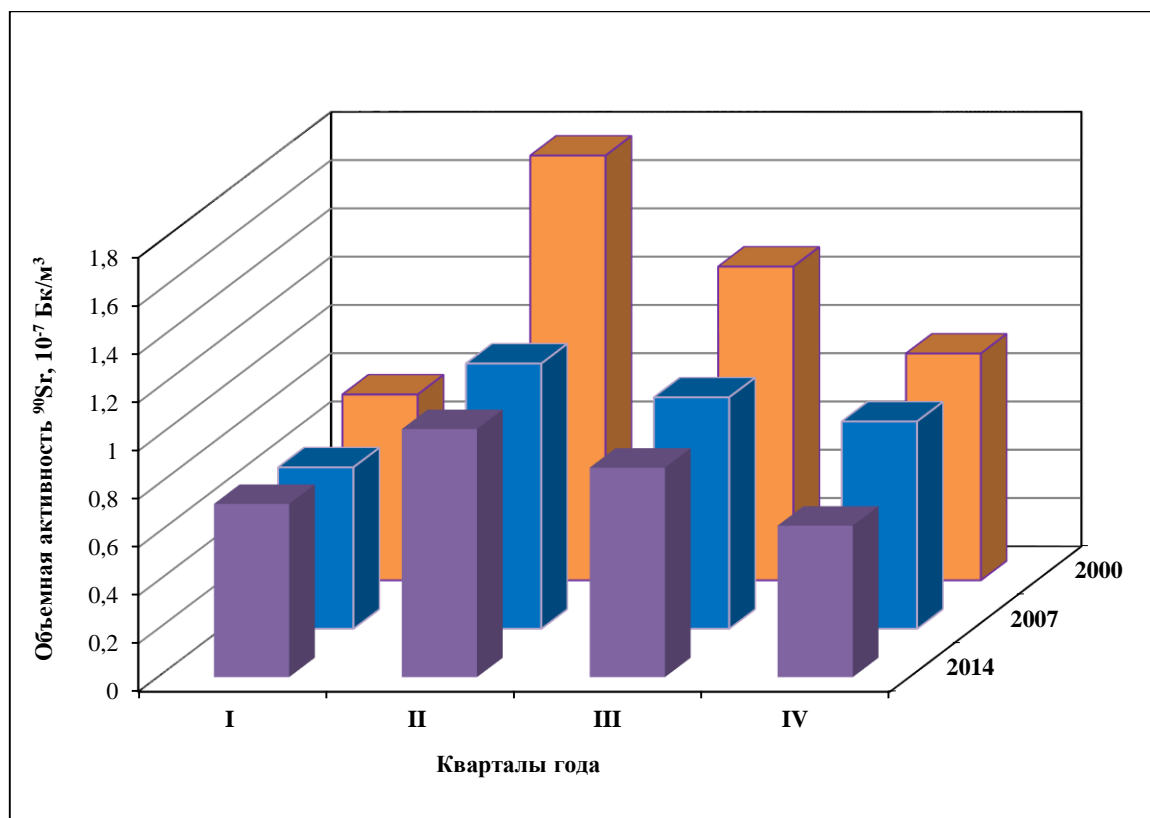


Рис. 1.7. Средняя поквартальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2000, 2007 и 2014 годах



На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 2000–2019 годах. В 2016–2019 годах среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ повысилась до уровней 2000–2004 годов и составила  $1,19 \cdot 10^{-7}$ ,  $1,23 \cdot 10^{-7}$ ,  $1,07 \cdot 10^{-7}$ , и  $1,04 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что несколько выше значений 2005–2015 годов –  $(0,73-0,97) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

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». Объемные активности суммы изотопов плутония  $^{239+240}\text{Pu}$  в приземном слое атмосферы Обнинска и Курска показаны на рис. 1.8.

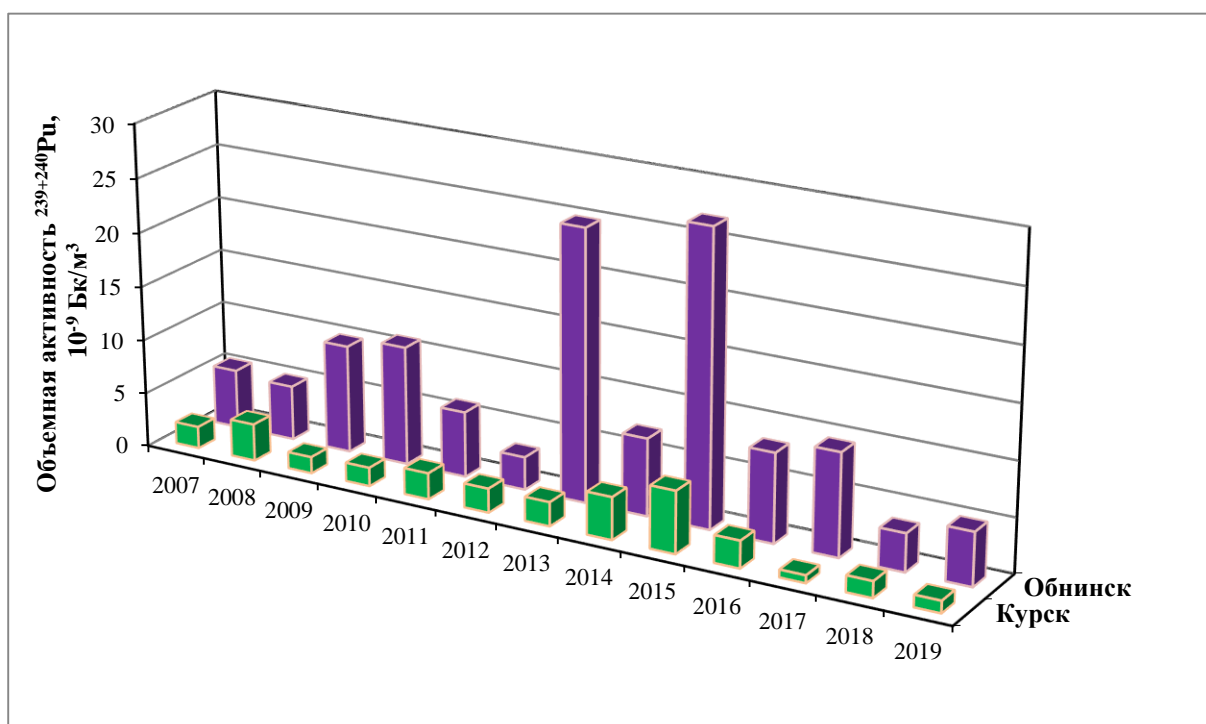


Рис. 1.8. Среднегодовая объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007–2019 годах

Хорошо видно, что в г. Обнинске в 2009 и 2010 годах средняя объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  была почти в 2 раза больше, чем в 2007–2008 годах. В 2011 и 2012 годах наблюдалось уменьшение объемной активности до  $6 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $3 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. В 2013 году среднегодовая объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  резко выросла до  $24,9 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> за счет высокого уровня в октябре –  $247 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. В 2014 году среднегодовая объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  значительно уменьшилась до  $7,1 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, а в 2015 году вновь увеличилось до  $27,0 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, как и в 2013 году, за счет резких кратковременных скачков активности в феврале и октябре –  $123,2 \cdot 10^{-9}$  и  $60,2 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. В 2018 году объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  имеет наименьшее значение с 2013 года, равное  $3,5 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднемесячная объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в г. Обнинске в 2019 году изменялись от  $0,54 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в феврале до  $38,5 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в апреле, при среднегодовом значении  $4,9 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,4 раза больше, чем в 2018 году.

Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – АО «ГНЦ РФ – ФЭИ». Все зафиксированные значения на пять-шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>.  $^{239+240}\text{Pu}$  ( $2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объемные активности изотопов плутония в 2018 году приведены в таблице 3 Приложения А.5.

Среднемесячные объемные активности  $^{238}\text{Pu}$  в 2019 году в г. Обнинске изменялись от  $0,36 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в феврале до  $7,6 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в апреле, при среднегодовом значении  $2,85 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,6 раза меньше, чем в 2018 году –  $10,4 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовая объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха г. Курска в 2019 году, измеряемая по полугодиям, составила  $1,1 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, что заметно меньше значения 2018 года –  $1,5 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание  $^{238}\text{Pu}$  в 2019 году составило  $0,7 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,5 раза больше значения 2018 года, равного  $0,2 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> (Приложение А.5, табл. 3).

В приземном слое атмосферы г. Обнинска  $^{131}\text{I}$  обнаруживается преимущественно в молекулярной форме, в 2019 году, при ежедневных наблюдениях  $^{131}\text{I}$  фиксировался 118 раз, его средняя активность в молекулярной форме составляет  $150,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в 2018 г. –  $535,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В остальные дни года его активность оказывалась меньше порога обнаружения ( $< 0,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В аэрозольной форме в 2019 году активность  $^{131}\text{I}$  составила  $40,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в 2018 г. –  $953,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Причем, из 118 измерений в 49 случаях его активность в аэрозольной форме оказывалась меньше порога обнаружения ( $< 0,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Максимальная величина объемной активности  $^{131}\text{I}$  в приземной атмосфере г. Обнинска в 2019 году наблюдалось в середине февраля, и составила  $5200 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в октябре 2018 г. –  $39000 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{131}\text{I}$  в 2019 году уменьшилась в 3 раза относительно 2017 года и составила  $57,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в 2018 г. –  $175,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Эпизодически в январе-марте в пробах обнаруживались  $^{132}\text{I}$  и  $^{133}\text{I}$  активностью  $(3,5-420) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. 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<sub>НАС</sub>., равного  $7,3$  Бк/м<sup>3</sup>.

На рис. 1.9 показана динамика средневзвешенных по территории РФ среднегодовых объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2019 годах. Их объемные активности в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  с 1991 года уменьшились к 2010 году в 9 и 3 раза соответственно. Величина объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2016-2019 годах несколько повысилась по сравнению с 2010-2015 годами и колебалась в диапазоне от  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2016-2017 годах до  $1,04 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2019 году.

В 2011 году произошло увеличение объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  за счет поступления аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1», в 2012-2018 годах вновь установились значения, близкие уровням 2004–2010 годов, что можно рассматривать как стабилизацию на уровне техногенного фона. Концентрация  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе при прохождении аварийных выбросов по территории России практически не изменилась. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период

были на шесть-семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОНАС.) по НРБ-99/2009 [1].

Среднемесячная величина объемной активности трития в атмосферных осадках по территории РФ в 2019 году колебалась в пределах 1,15–2,4 Бк/л и в среднем за год составила 1,78 Бк/л.

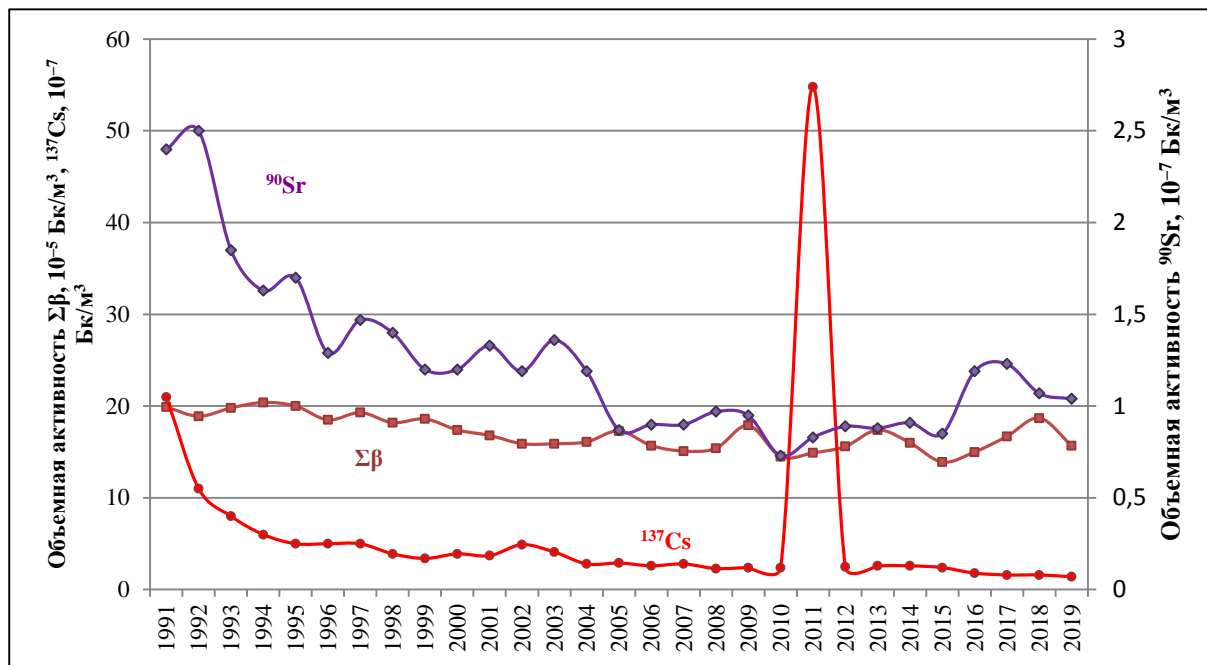


Рис. 1.9. Динамика объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991-2019 годах

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

#### **Атмосферные выпадения**

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2019 году, как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения  $\Sigma\beta$  и радиоизотопного состава проб аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [6–13].

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

Как видно на рисунке 1.10, в 2019 году по сравнению с предыдущим годом средневзвешенные годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений заметно увеличились в центре ЕТР и на юге Восточной Сибири. В центре ЕТР величина  $\Sigma\beta$  выпадений выросла от 0,88 Бк/м<sup>2</sup> в 2018 году до 1,24 Бк/м<sup>2</sup> в 2019 году, на юге ЕТР увеличение было менее значительным – от 0,80 Бк/м<sup>2</sup> до 0,89 Бк/м<sup>2</sup>. В среднем по ЕТР увеличение составило от 0,75 Бк/м<sup>2</sup> в 2018 году до 0,98 Бк/м<sup>2</sup> в 2019 году. На юге Восточной

Сибири увеличение  $\Sigma\beta$  выпадений составило – от 1,18 Бк/м<sup>2</sup> до 1,39 Бк/м<sup>2</sup>. Средние значения по АТР и России в целом не изменились – 1,1 Бк/м<sup>2</sup> 1,0 Бк/м<sup>2</sup> соответственно.

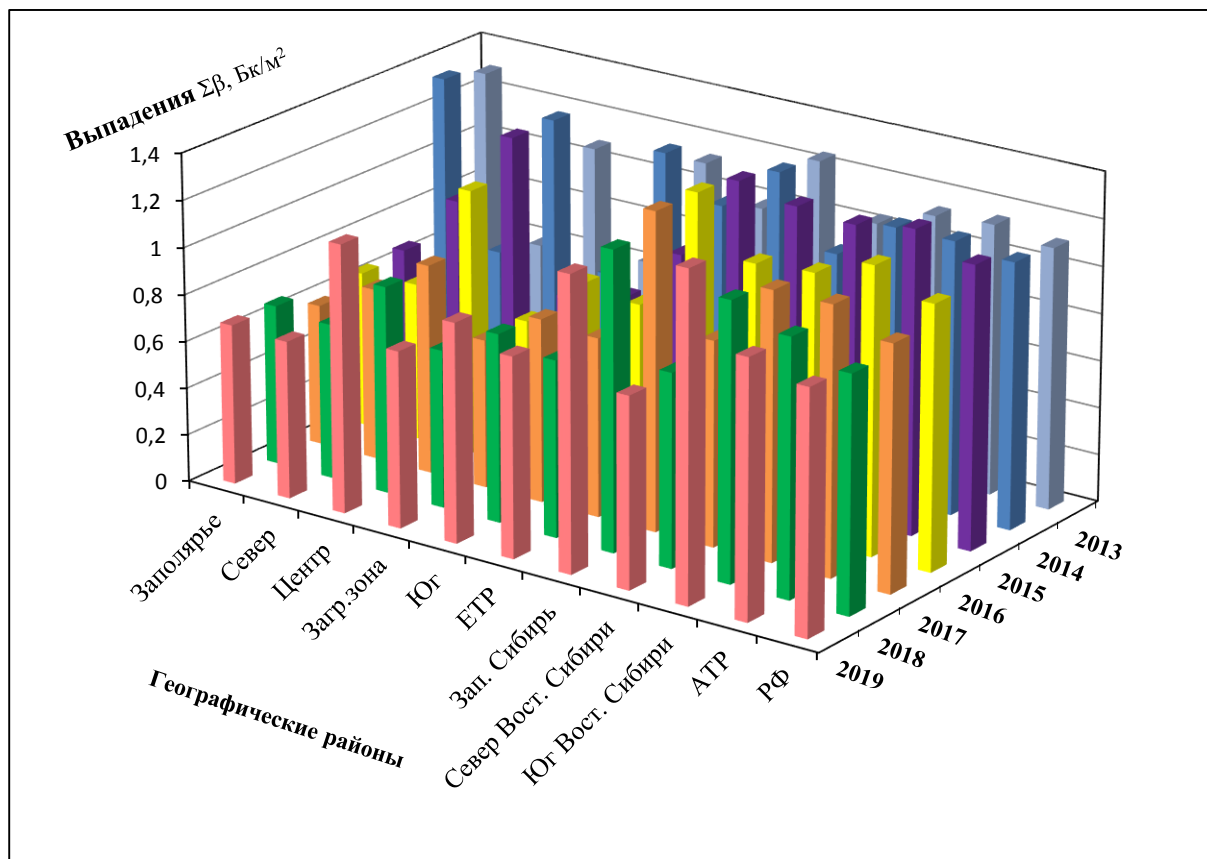


Рис. 1.10. Средневзвешенные годовые значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений по географическим районам РФ в 2013-2019 годах

В 2019 году на территории России было зафиксирован 21 случай высоких значений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений (в 2018 г. – 41 случай). Повышенные среднемесячные величины  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений наблюдались в пунктах: г. Астрахань – 6 случаев, г. Красноярск и г. Волгоград по 2 случая и по одному случаю в 11 пунктах. Случаев экстремально высоких значений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2019 году зарегистрировано не было.

В 2019 году максимальные величины  $\Sigma\beta$  выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения районе Нижнего Поволжья – в Астрахани в феврале (119,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки) и Волгограде в январе (76,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Следует отметить, что среднегодовые величины  $\Sigma\beta$  выпадений в этих пунктах равны 3,8 Бк/м<sup>2</sup>, и 2,0 Бк/м<sup>2</sup> соответственно, что выше средней величины по РФ (1,0 Бк/м<sup>2</sup>).

Значительные максимумы  $\Sigma\beta$  выпадений были зафиксированы в разные месяцы в пунктах наблюдения на территории Северо-Кавказского УГМС – в пунктах Морозовск (38,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки) и Минеральные Воды (19,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), Приволжского УГМС – Балаково (64,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), Пензе (29,4 Бк/м<sup>2</sup>-сутки).

В АТР на территории Среднесибирского УГМС – в пунктах Бор (18,4 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), Кызыл (12,7 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), Норильск (12,0 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). В других пунктах территории в диапазоне от 2,8 до 10,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Среднегодовая величина  $\Sigma\beta$  выпадений по этой территории в 2019 году составила 0,79 Бк/м<sup>2</sup>, в 2018 году – 0,85 Бк/м<sup>2</sup>.

Атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ЕТР в 2013–2019 годах показаны на рисунке 1.11. Средние по кварталам 2018 года значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  средневзвешенные по регионам ЕТР приведены в Приложении А.7, табл. 2.

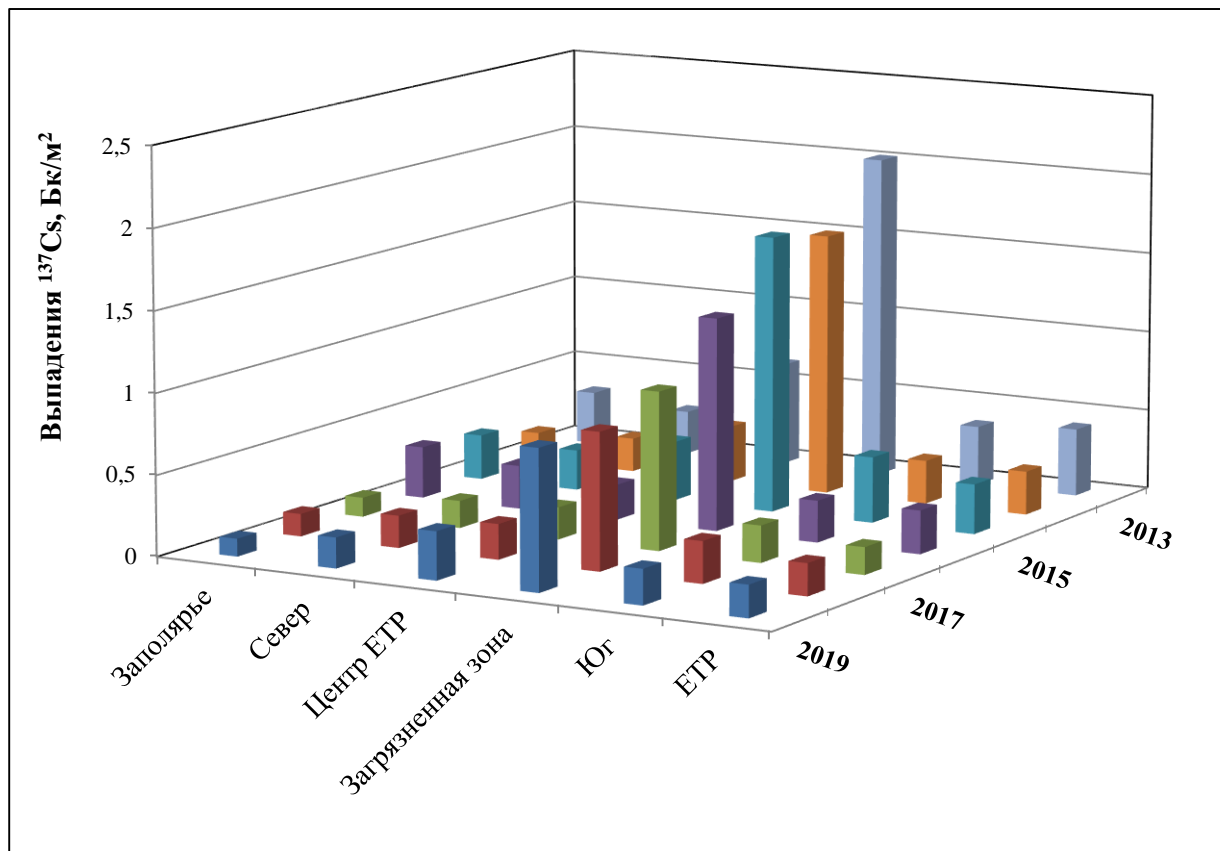


Рис. 1.11. Средневзвешенные годовые значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по регионам ЕТР в 2013-2019 годах

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в центре и на севере ЕТР в 2019 году незначительно увеличились до 0,31 Бк/м<sup>2</sup> и 0,24 Бк/м<sup>2</sup> соответственно, в 2018 году – 0,22 Бк/м<sup>2</sup> и 0,20 Бк/м<sup>2</sup> соответственно. Заметное уменьшение произошло в Заполярье – с 0,14 Бк/м<sup>2</sup> до 0,06 Бк/м<sup>2</sup>. В целом по ЕТР произошло незначительное уменьшение – с 0,20 Бк/м<sup>2</sup> до 0,18 Бк/м<sup>2</sup>.

Величина квартальных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по АТР в основном была ниже предела обнаружения. В Уральском УГМС наблюдались высокие уровни выпадений  $^{137}\text{Cs}$  во II и III кварталах – по 0,28 Бк/м<sup>2</sup>·квартал, в I и IV кварталах выпадение было ниже – 0,18 и 0,11 Бк/м<sup>2</sup>·квартал соответственно, сумма за год составила 0,85 Бк/м<sup>2</sup>·год. Кроме этого значимые величины выпадений  $^{137}\text{Cs}$  фиксировались на территории Приморского УГМС в диапазоне от 0,06 до 0,11 Бк/м<sup>2</sup>·квартал, сумма за год составила 0,0,30 Бк/м<sup>2</sup>·год.

В целом, выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , средневзвешенные по территории РФ, в 2019 году составили 0,13 Бк/м<sup>2</sup>, против 0,12 Бк/м<sup>2</sup> в 2018 году.

На загрязненных после чернобыльской аварии территориях годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (усредненные по 10 пунктам – Брянск; в Тульской обл.: Волово, Ефремов, Тула, Узловая; в Орловской: Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел; в Курской: Фатеж; в Калужской – Жиздра) в 2019 году практически не изменилась по сравнению с 2018 годом – 0,87 и 0,85 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно, что в 4,8 раз превышает средневзвешенное значение по территории ЕТР (0,18 Бк/м<sup>2</sup>·год) (рис. 1.12).

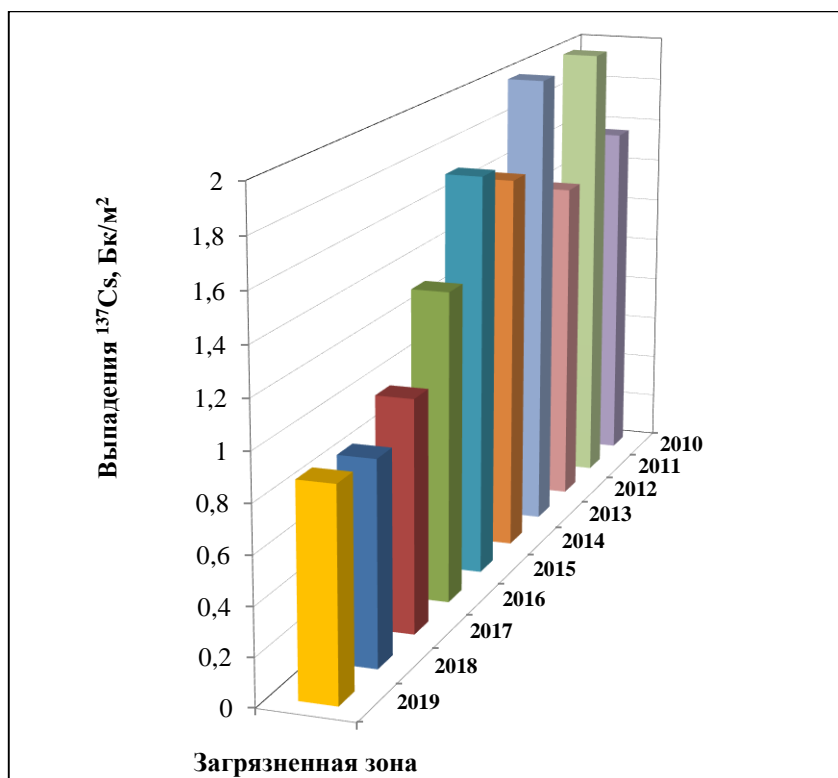


Рис. 1.12. Годовые значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в загрязненной зоне на территории ЕТР в 2011-2019 годах

В некоторых населенных пунктах загрязненной после чернобыльской аварии зоны выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 году были намного выше. Высокая плотность выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской обл. и составили 4,2 Бк/м<sup>2</sup>-год (2018 г. – 4,2 Бк/м<sup>2</sup>-год, 2017 г. – 5,2 Бк/м<sup>2</sup>-год, 2004–2010 годах – от 7,8 до 17,8 Бк/м<sup>2</sup>-год). В 2011 году (авария на АЭС «Фукусима») величина выпадения  $^{137}\text{Cs}$  составила здесь 6,1 Бк/м<sup>2</sup>-год.

Повышенная плотность выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ЕТР в 2019 году наблюдалась в Тверской обл. в п. Максатиха – 1,1 Бк/м<sup>2</sup>, что заметно меньше, чем в 2018 году – 1,4 Бк/м<sup>2</sup>. Высокая радиоактивность в Тверской обл. наблюдается со времени радиационного инцидента в г. Электросталь Московской обл. в апреле 2013 году (подробнее об инциденте сказано в [20]). Квартальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  после инцидента в апреле 2013 года в среднем по Тверской обл. повысились на три порядка – с 0,12 Бк/м<sup>2</sup> в первом квартале до 105 Бк/м<sup>2</sup> во втором. Центральная часть выброса прошла восточнее Твери через п. Максатиха.

На АТР наибольшие годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (53,1 Бк/м<sup>2</sup>-год) наблюдались в 2012 году в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Годовая плотность выпадений в 2019 году здесь составила 10,0 Бк/м<sup>2</sup>-год (в 2018 г. – 13,0 Бк/м<sup>2</sup>-год). Средние месячные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в п. Новогорном были в пределах 0,05–3,0 Бк/м<sup>2</sup>-месяц.

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

Среднемесячные выпадения трития ( $^3\text{H}$ ) с атмосферными осадками в 2014–2019 годы, усредненные по 32 пунктам, показаны на рис. 1.13. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2012–2016 годах и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России, приведены в Приложении А.8, табл. 1.

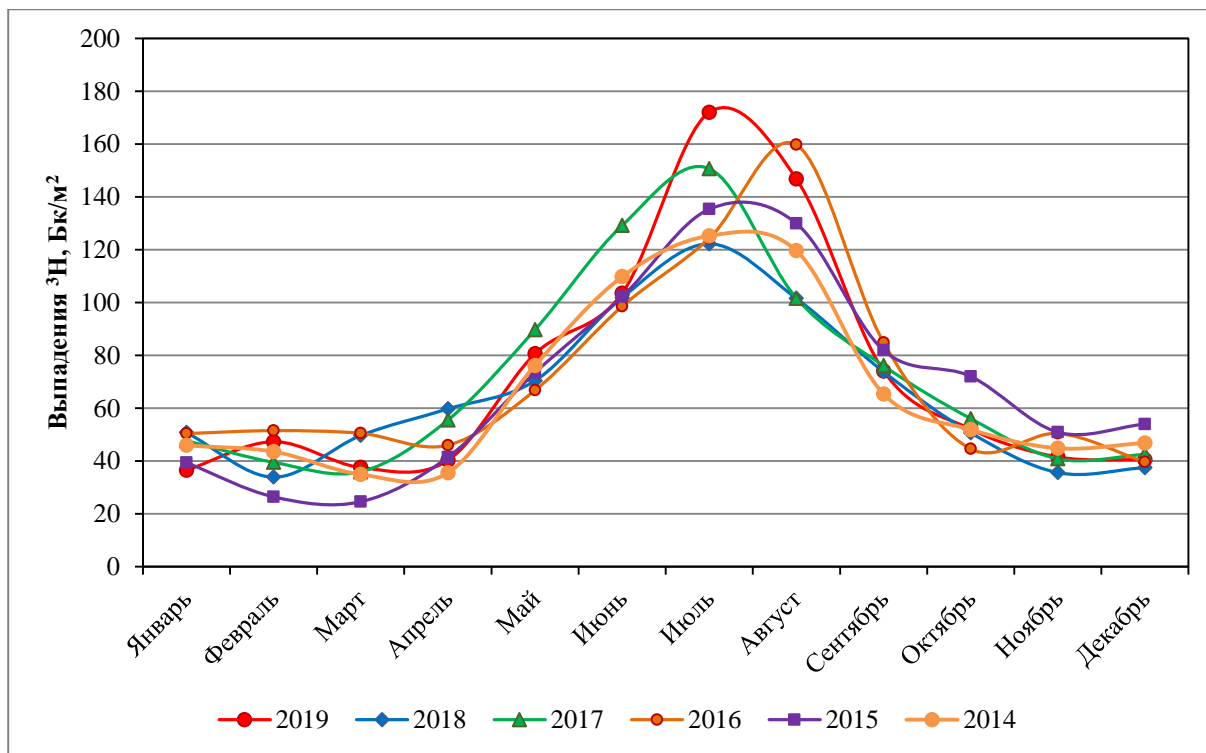


Рис. 1.13. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2014–2019 годах

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2019 году изменялись в диапазоне 1,2–2,4 Бк/л. Среднее за год среднемесячное значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2019 году несколько увеличилось по сравнению с 2018 годом – 1,81 Бк/л и 1,65 Бк/л.

На рис. 1.14 отчетливо выражен годовой ход объемной активности трития в атмосферных осадках с повышенными значениями в теплый период года с мая-июня по сентябрь, устойчиво повторяющийся из года в год. Такое распределение объемной активности трития в течение года объясняется усилением вертикальной циркуляции воздуха в теплый период года, что облегчает поступление трития из верхних слоев атмосферы, где он образуется под влиянием космического излучения, в приземный слой атмосферы. Еще отчетливее выражен годовой ход атмосферных выпадений трития, т.к. в теплый период наблюдается и увеличение количества атмосферных осадков. На рис. 1.13 хорошо выражено повторяющееся из года в год увеличение плотности выпадения трития в мае – сентябре.

На рис. 1.15 показаны среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках, его среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные количества атмосферных осадков, усредненные по 32 пунктам на территории РФ. Сезонный ход величины выпадений трития выражен особенно контрастно из-за синхронного увеличения в теплый период его объемной активности и количества атмосферных осадков. Плотность выпадения трития в 2019 году увеличивается в теплый период года в 3,9 раза, как и сумма атмосферных осадков – в 2,3 раза.

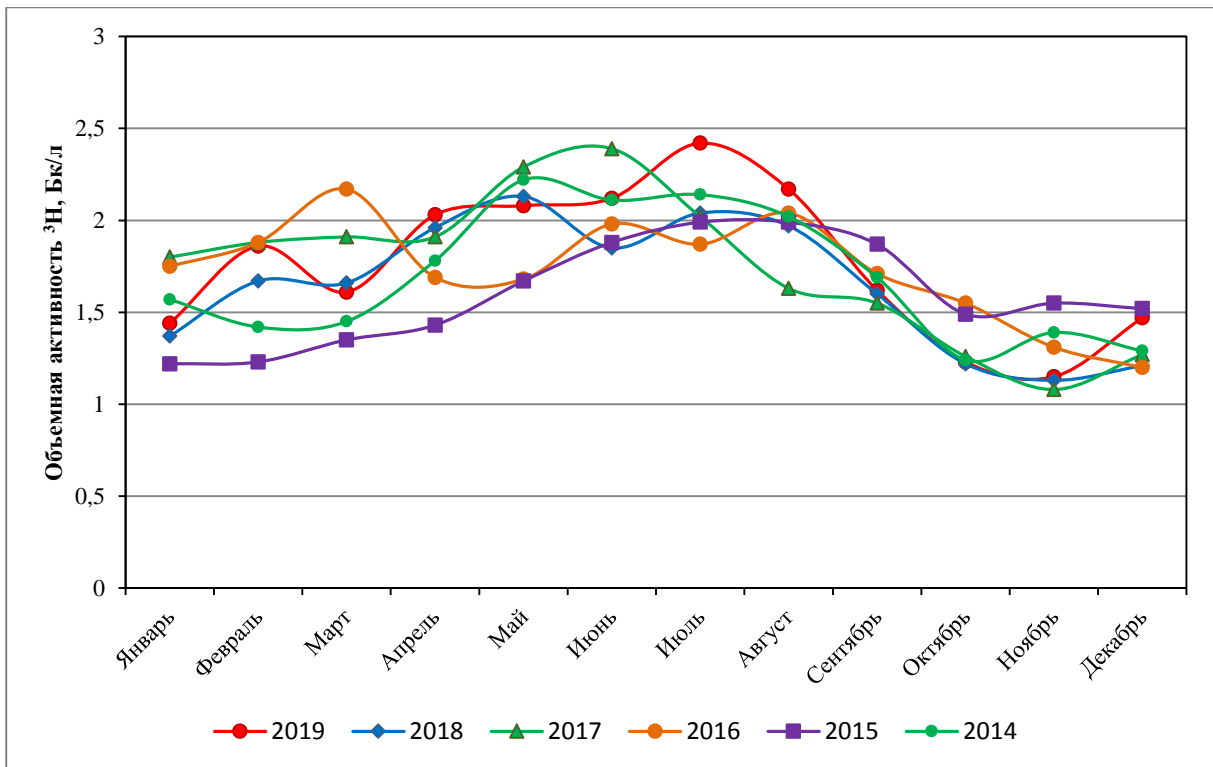


Рис. 1.14. Годовой ход среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках на территории РФ в 2014–2019 годах

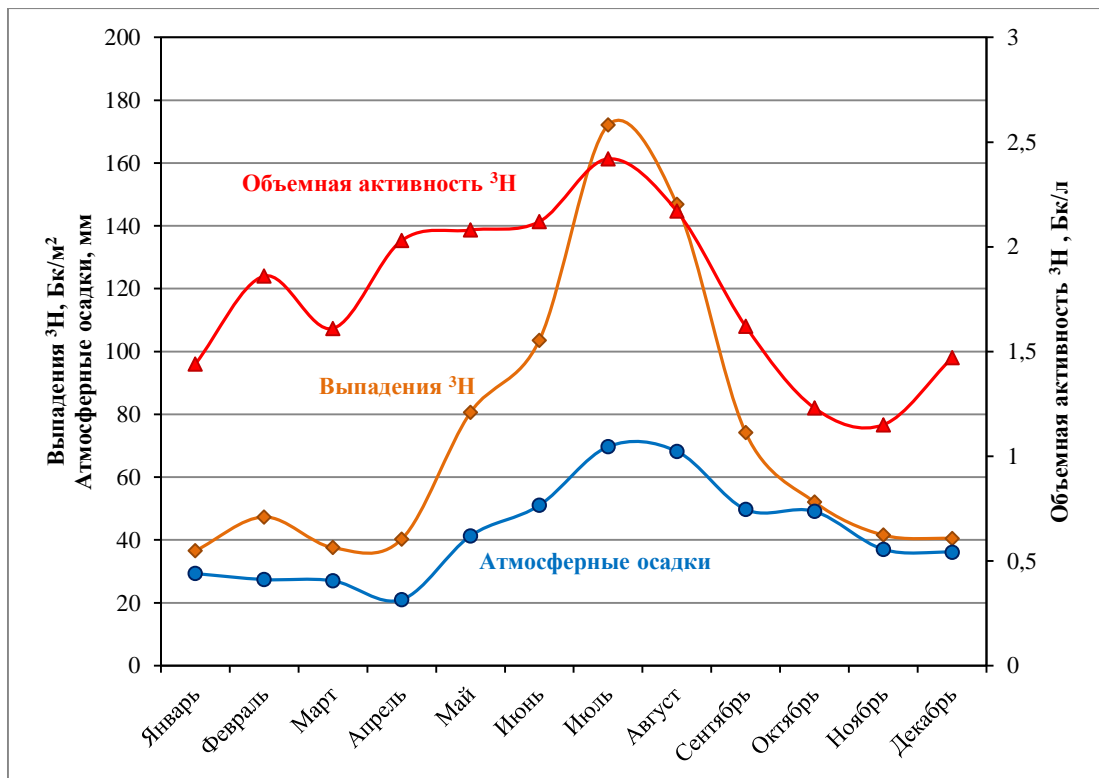


Рис. 1.15. Среднемесячная объемная активность  $^3\text{H}$  в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, осредненные по 32 пунктам на территории РФ в 2019 году

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2019 году колебались в пределах 30,2–170,3 Бк/м<sup>2</sup>, составив в среднем 73,5 Бк/м<sup>2</sup>. Средняя величина среднемесячных выпадений увеличилась по сравнению с 2018 годом (66 Бк/м<sup>2</sup>), как и сумма выпадений по территории РФ в



целом –  $14,95 \cdot 10^{15}$  Бк против  $13,5 \cdot 10^{15}$  Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории России ( $17,125 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2019 году 1,78 Бк/л несколько больше, чем в 2018 году – 1,65 Бк/л, но по-прежнему ближе к нижней границе интервала значений за период 2004–2018 годов – 1,6–2,8 Бк/л (Приложение А.8, табл. 1).

Сравнение приведенных данных о содержании трития в атмосферных осадках с данными за предыдущие годы показывает, что наблюдаемые уровни обусловлены тритием естественного происхождения, термоядерными взрывами, проводившимися до 1980 года в атмосфере, и выбросами трития в окружающую среду предприятиями ядерно-топливного цикла [15, 16]. Снижение содержания трития, происходившее до 2014 года, было связано с постепенным истощением стратосферного резервуара радионуклидов, сформировавшегося в стратосфере в период ядерных испытаний. Относительная стабилизация концентрации трития с 2014 года свидетельствует об истощении этого источника его поступления в приземную атмосферу.

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

На рис. 1.16 показана динамика годовых сумм выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, <sup>137</sup>Cs и значений Σβ на территории РФ в 1991–2019 годах. Выпадения <sup>137</sup>Cs за указанный период уменьшились более чем в 12 раз, выпадения трития – в 2–2,5 раза, а Σβ выпадений – в 1,5 раза. В 2011 году за счет вклада аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» увеличилось выпадение <sup>137</sup>Cs, но в 2012 году значения вернулись к уровню 2010 года. На величинах Σβ выпадений и выпадениях трития аварийные выбросы практически не отразились.

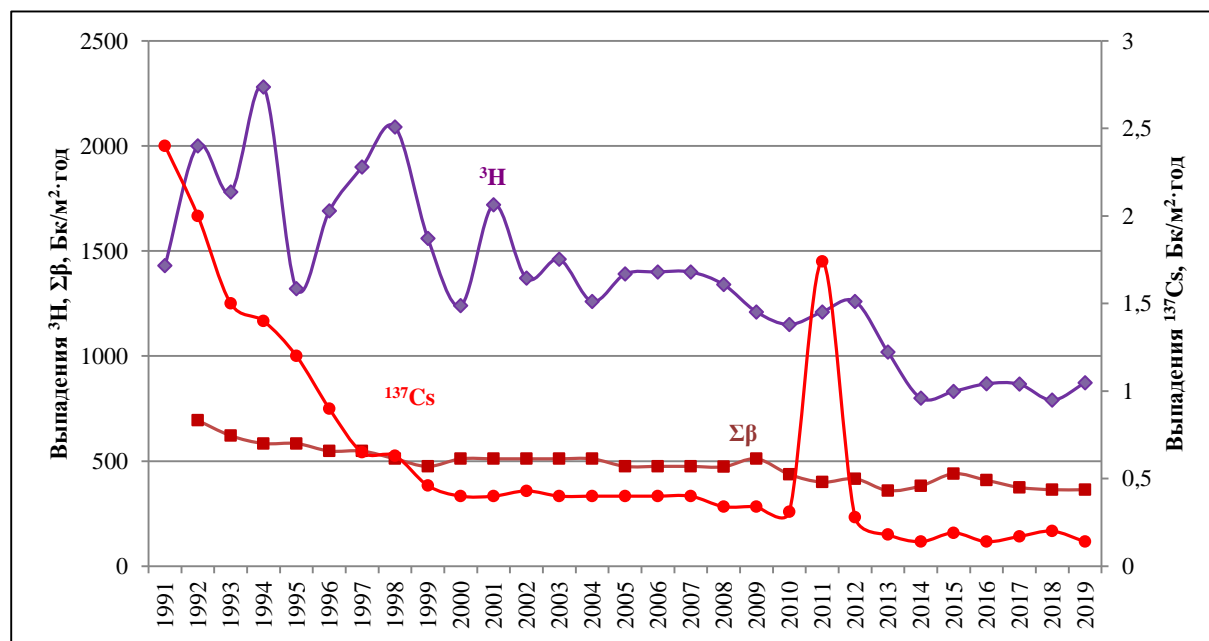


Рис. 1.16. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ в 1991–2019 годах

### Поверхностные воды суши и морей

При мониторинге радиоактивного загрязнения поверхностных вод суши определяется содержание в воде  $^{90}\text{Sr}$  и трития. Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на  $^{90}\text{Sr}$  осуществляются по методике [17] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун», в региональных радиометрических лабораториях Владивостока, Новосибирска, Екатеринбурга и в лаборатории Челябинска. Отбор проб и их анализ на содержание трития проводится по методике [18]. Анализ проб воды на содержание трития, отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполняется в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

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

В 1991–2011 годы в воде рек России объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  постепенно уменьшалась, достигнув в 2011 г. наименьшего значения в 4,0 мБк/л. В 2012–2016 годах она колебалась в диапазоне (4,5–4,8) мБк/л, в 2017 году составила 5,5 мБк/л. В 2018 году зафиксировано самое низкое значение объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  – 3,5 мБк/л, а в 2019 году – несколько выше – 3,6 мБк/л.

Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л).

До 2013 года и в 2016–2019 годах в усреднение по РФ не включались результаты измерений  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде, отобранной в реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино), расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м.

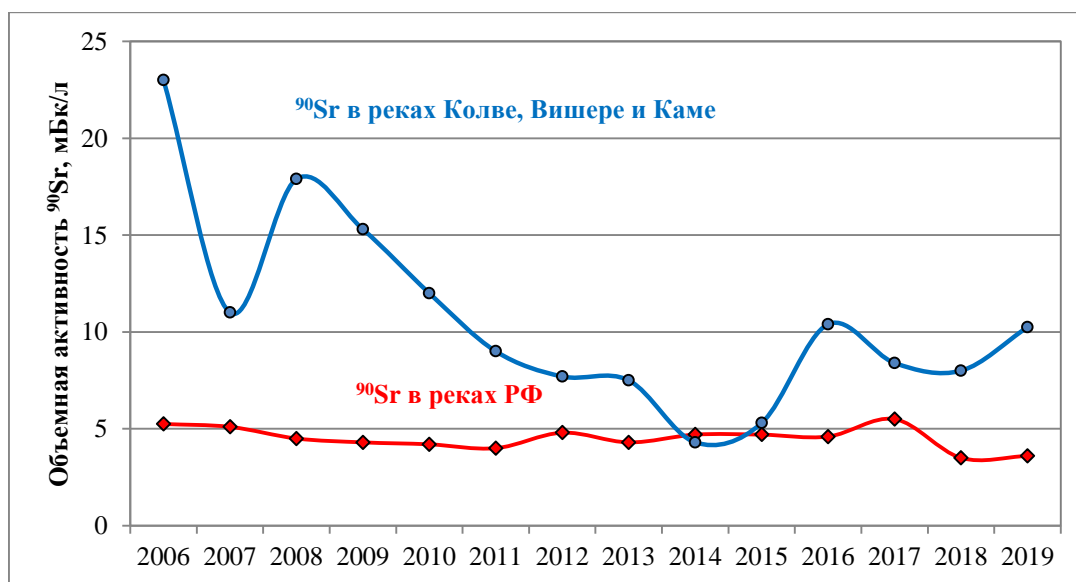


Рис. 1.17. Средние значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек ЕТР и реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино) в 2006–2019 годах

В 2013 – 2015 годах уровни активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде этих рек снизились до значений близких к средним в реках РФ, и целесообразность исключения этих данных из расчета средней активности отпала. В 2013 – 2015 годах заметно увеличивалась активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Невы

(п. Новосаратовка), в эти годы она составила 9,7-11,1 мБк/л (рис. 1.18), что примерно в 2 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (рис. 1.18).

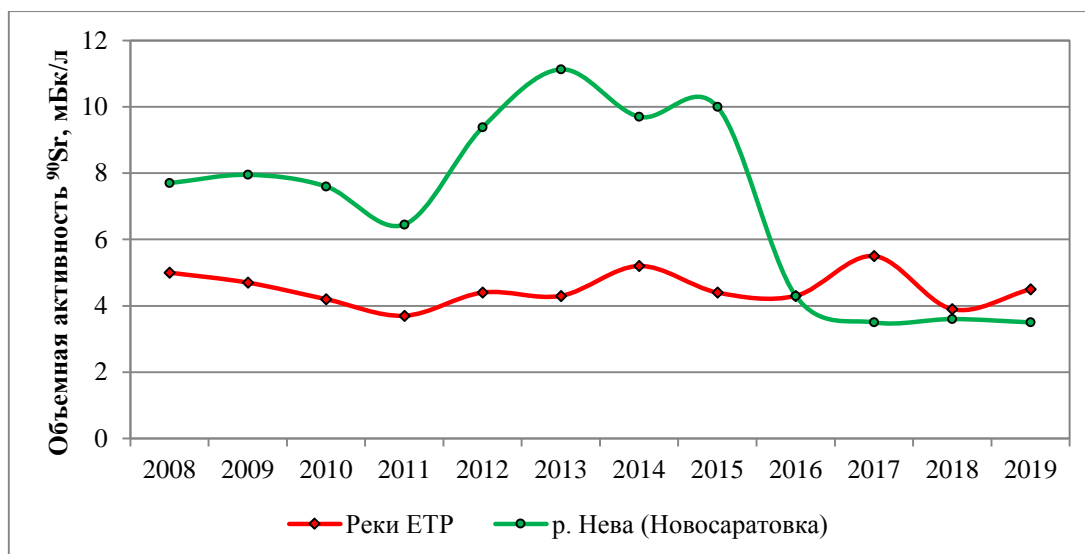


Рис. 1.18. Средние значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек ЕТР и р. Невы (п. Новосаратовка) в 2008–2019 годах

В 2016 году среднее значение активности  $^{90}\text{Sr}$  в Неве сравнялось со средним значением для рек ЕТР – 4,3 мБк/л. Однако в пробах, отобранных в теплый сезон 2016 года, активность  $^{90}\text{Sr}$  осталась высокой – 8,7 мБк/л. В 2017 году среднее значение активности  $^{90}\text{Sr}$  в Неве составило 3,5 мБк/л, при диапазоне для отдельных проб от 0,8 мБк/л до 5,3 мБк/л. В 2018-2019 годах активность  $^{90}\text{Sr}$  составила 3,6 мБк/л и 3,5 мБк/л соответственно.

В усреднение также не включаются результаты определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и др., загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 года на ПО «Маяк» (подробнее в разд. 3.11). На АТР наиболее загрязненной остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также вследствие строительства в 1951–1964 годах плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу существенно уменьшилось. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в основном  $^{90}\text{Sr}$ , до сих пор остается достаточно высоким. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (п. Першинское) в 2018-2019 годах составила 4,2 Бк/л и 4,4 Бк/л, что меньше, чем в 2015 и 2016 годах – 8,1 Бк/л и 5,6 Бк/л соответственно. В 2017 году концентрация  $^{90}\text{Sr}$  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 2019 году (3,6 мБк/л).

На рис. 1.19 приведены среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1991–2019 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить о стабилизации объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках.

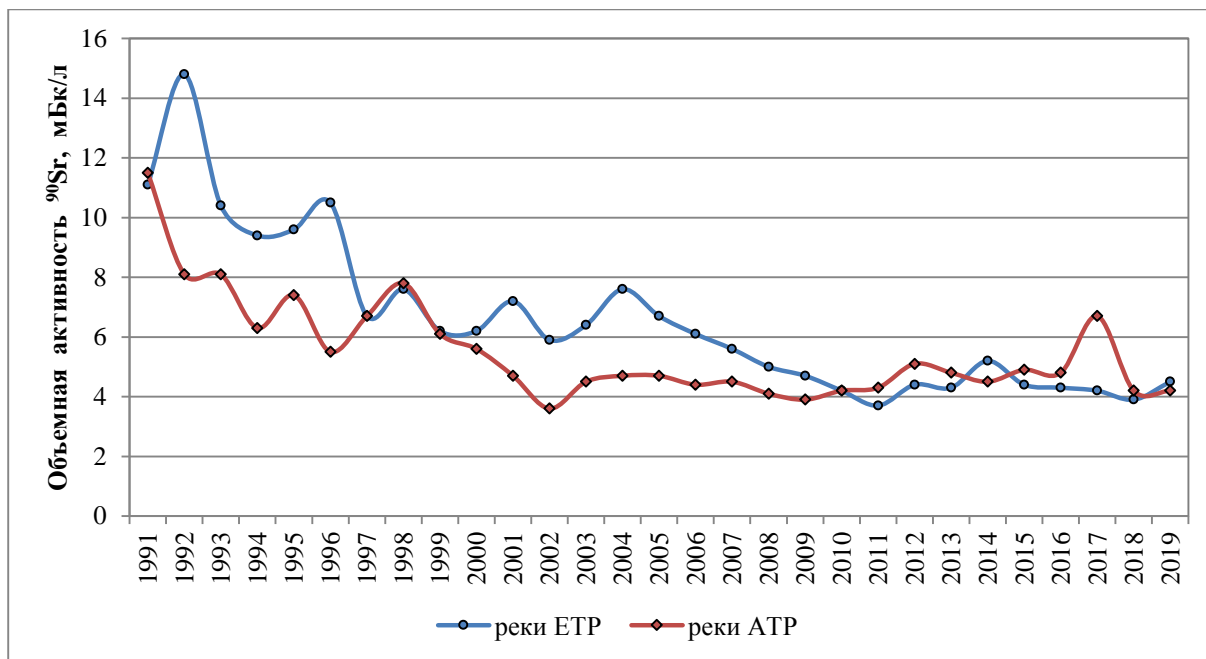


Рис. 1.19. Динамика объемной активности <sup>90</sup>Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1991–2019 годах

Средняя объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде рек на ЕТР увеличилась в 2019 году по сравнению с 2018 годом – 4,5 мБк/л и 3,9 мБк/л. На АТР значительное уменьшение произошло в 2018 году по сравнению с 2017 годом от 6,7 мБк/л до 4,2 мБк/л, которое сохранилось и в 2019 году. Наиболее заметные уменьшения содержаний зафиксированы в 2018 году, по сравнению с 2017 годом, в Енисее (Игарка) от 13,4 мБк/л до 3,7 мБк/л, Ангаре (Иркутск) от 10,9 мБк/л до 3,4 мБк/л, Оби (Салехард) от 10,2 мБк/л до 6,5 мБк/л. В 2019 году изменения в этих реках были наибольшими – в Енисее 3,7 мБк/л, Ангаре 5,0 мБк/л, Оби 7,6 мБк/л.

Приведенные выше значения объемная активность <sup>90</sup>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 содержания <sup>90</sup>Sr определяются в озерах Имандра и Онежское, а на АТР – в оз. Ханка, концентрация <sup>90</sup>Sr в озерной воде составляет 1,6, 2,5 и 5,7 мБк/л соответственно. По озерам Онежское и Ханка имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большому числу водоемов, проводившихся с 1962 года, содержатся в соответствующих ежегодниках. Данные для озер в 2000–2019 годах представлены в Приложении А.8, табл. 2.

В Приложении А.9, табл. 1 приведены среднегодовые (осредненные по 5–6 пробам) объемные активности <sup>3</sup>H в 2000–2019 годах в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Объемная активность трития в водах рек, рассчитанная по 15 пунктам на 11 реках, постепенно уменьшавшаяся в последние годы, сохранилась в 2013–2019 годах на уровне 1,6–1,9 Бк/л (2,6 Бк/л в 2012 г.). Средняя активность трития в обследованных реках РФ в 2019 году колебалась в пределах 0,9–2,2 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Волге (п. Верхне-Лебяжье), а большее – к р. Индигирке (п. Индигирский).

На рис. 1.20 показана динамика объемных активностей <sup>90</sup>Sr и трития в реках на территории РФ в 1991–2019 годах, а также для сравнения – динамика объемной активности трития в атмосферных осадках за тот же период.

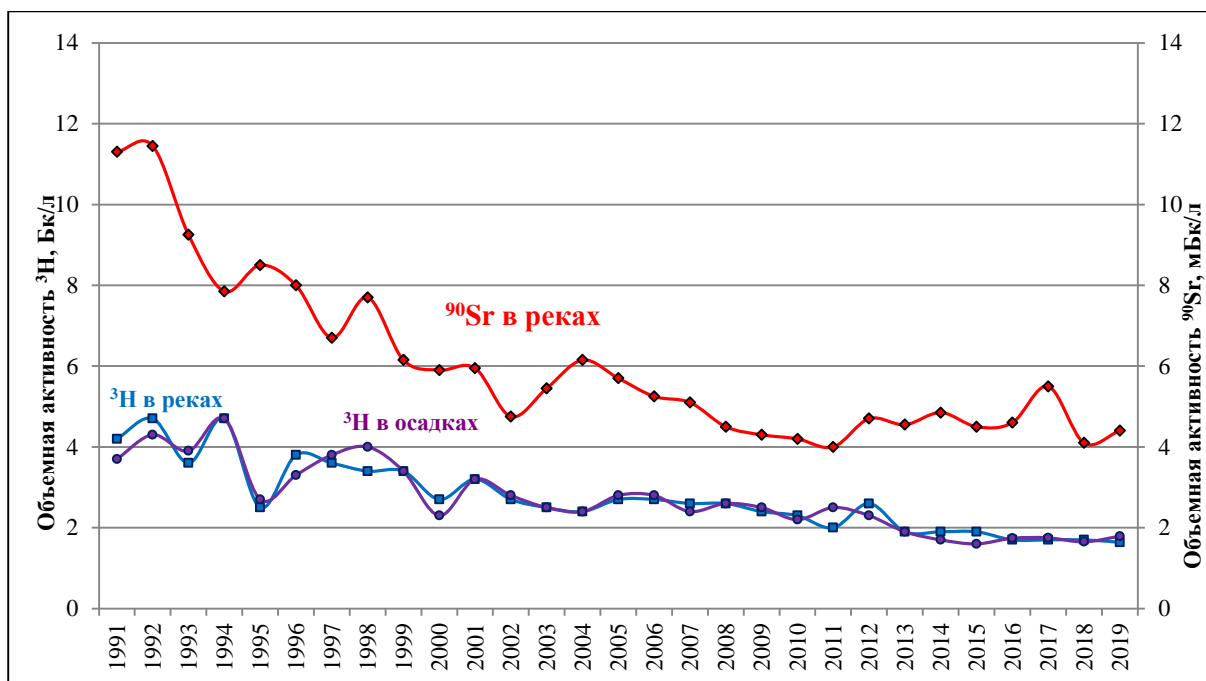


Рис. 1.20. Динамика объемной активности  ${}^3\text{H}$  в реках и атмосферных осадках и  ${}^{90}\text{Sr}$  в реках на территории РФ в 1991-2019 годах

Отчетливо видно, что среднегодовая объемная активность  ${}^{90}\text{Sr}$  в реках РФ постепенно уменьшалась до 2011 г., и за период с 1991 г. она уменьшилась в 2,8 раза. С 2012 г. наблюдаются колебания концентрации в пределах 4,1-5,5 мБк/л, и наибольшее значение зафиксировано в 2017 году, наименьшее в 2018 году, в 2019 году было 4,4 мБк/л.

Содержание трития в водах основных рек России и атмосферных осадках за период 1991–2013 годов заметно уменьшилось, как в осадках, так и в речной воде. Хорошо видно, что объемная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2013-2019 годах содержание трития в осадках и речной воде колебалось в диапазоне 1,6-1,9 Бк/л, что можно рассматривать как стабилизацию концентрации в обоих случаях.

При мониторинге загрязнения  ${}^{90}\text{Sr}$  вод ряда морей, омывающих территорию РФ, пробы в Белом море отбирались на четырех гидрологических станциях, в остальных морях работало по одной станции. Отбор проб морской воды объемом 10 л и их первичная обработка для последующего определения  ${}^{90}\text{Sr}$  осуществлялись морскими гидрометеорологическими обсерваториями. Радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Уровни загрязнения морской воды  ${}^{90}\text{Sr}$  в 2016 году во всех обследованных морях и Тихом океане у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) незначительно увеличилась по сравнению с 2015 годом, за исключением Каспийского моря, где объемная активность увеличилась в 1,8 раза (рис. 1.21). В 2017 году повышенные содержания сохранились в Авачинской губе и Японском море, а в Охотском море даже несколько выросло – от 1,9 мБк/л до 2,2 мБк/л. В Белом, Баренцевом и Каспийском морях произошло снижение объемной активности  ${}^{90}\text{Sr}$ , особенно значительное в Каспийском море – в 1,6 раза до 3,9 мБк/л. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2017 году 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 году заметное снижение объемной активности  ${}^{90}\text{Sr}$  наблюдается: в Охотском море – от 2,2 мБк/л до 1,2 мБк/л, Белом и Ба-

ренцевом изменения были незначительные. Повысилась активность  $^{90}\text{Sr}$  в Японском море – от 1,6 мБк/л до 2,0 мБк/л и, наиболее заметно в Каспийском море – от 3,9 мБк/л до 4,8 мБк/л. В Авачинской губе активность  $^{90}\text{Sr}$  не изменилась (1,6 мБк/л).

В 2019 году в Каспийском море активность  $^{90}\text{Sr}$  несколько уменьшилось по сравнению с 2018 годом – до 4,5 мБк/л (в 2018 г. – 4,8 мБк/л), в Охотском море произошел рост – от 1,2 мБк/л до 1,6 мБк/л. В Белом, Японском морях и Авачинской губе произошло снижение активности на 0,2-0,5 мБк/л. В Баренцевом море активность сохранилось на прежнем уровне (1,9 мБк/л), как и в среднем по морским водам – 2,3 мБк/л.

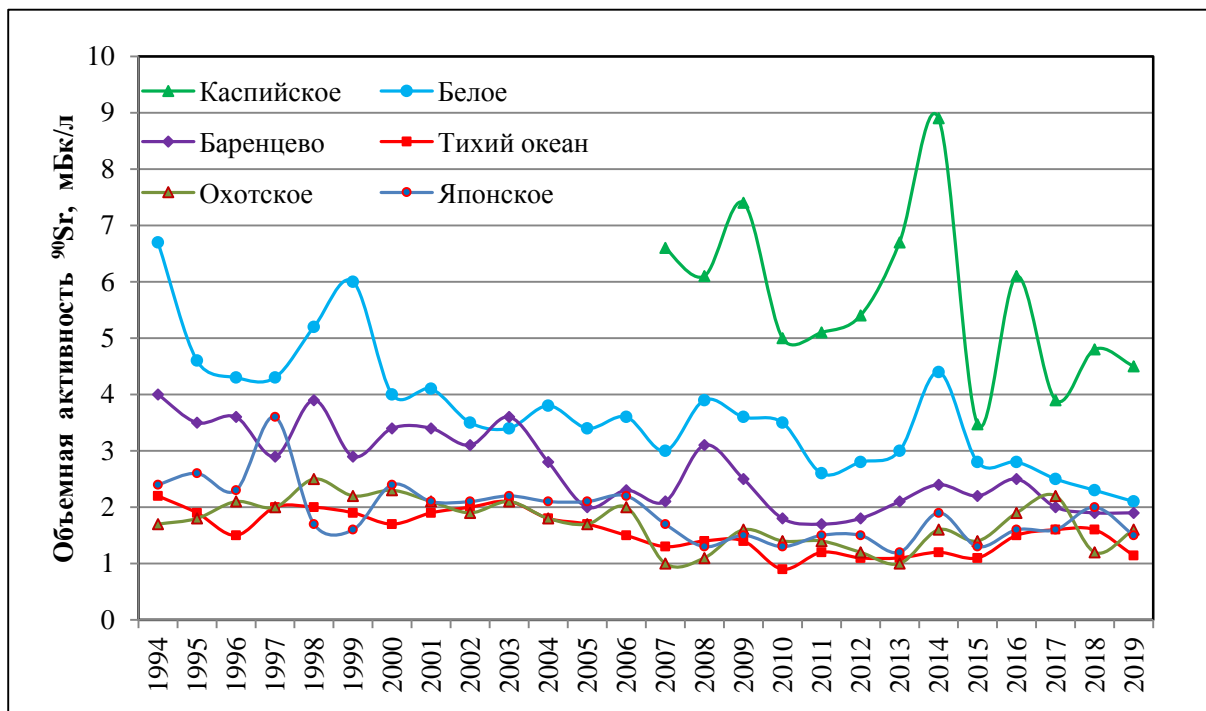


Рис. 1.21. Динамика объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в морях и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 1994–2019 годах

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых, и максимальное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 2017-2018 годах было зарегистрировано в Таганрогском заливе Азовского моря по одной пробе в год – 5,6 мБк/л и 5,5 мБк/л, в 2015-2016 годах здесь также фиксировались максимальные содержания – 16,8 мБк/л и 12,2 мБк/л соответственно, в 2019 году здесь активность  $^{90}\text{Sr}$  заметно уменьшилась до 3,7 мБк/л (Приложение А.9, табл. 2).

#### **Радиационный фон территорий**

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2018 года, повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2018 году не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1305 постоянных пунктах наблюдения, в течение 2018 года на территории РФ величина амбиентного эквивалента мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МАЭД) на местности, кроме загрязненных районов, находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона (0,09–0,16 мкЗв/ч). В 100-км зонах вокруг РОО значения МАЭД в основном не превышали фоновых уровней.

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

Превышения фоновых значений МАЭД зафиксированы на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях ЦФО с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  5–15 Ки/км<sup>2</sup> в Брянской, Калужской, Курской, Орловской и Тульской областях в диапазоне 0,16–0,23 мкЗв/ч. На территориях с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup> значения МАЭД находились в пределах от 0,13 до 0,19 мкЗв/ч. При меньшей плотности загрязнения значения МАЭД не превышают фоновых уровней.

Даже в районах расположения радиоактивных объектов (РОО) среднегодовое значение МАЭД в 2019 году не выходило за пределы колебания фонового уровня, например, в 100-км зоне Ленинградской АЭС изменялось от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,08 до 0,10 мкЗв/ч, Курской АЭС – от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч. На территории субъектов федерации СЗФО средние величины МАЭД изменялись от 0,11 до 0,18 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч.

На АТР имеются несколько зон, загрязненных в результате радиационных аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла. Наиболее значительным является Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), который образовался в результате взрыва емкости с радиоактивными отходами на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. В зоне ВУРС основным дозообразующим изотопом является  $^{90}\text{Sr}$ . Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Этот след частично наложился на зону ВУРС. Среднегодовая МАЭД на этих территориях в 2019 года по данным 10 пунктов наблюдения составила 0,10–0,16 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, обусловленные, главным образом, распространением массивных горных пород. Здесь среднегодовые величины колебались от 0,14 мкЗв/ч в Красноярске до 0,17 мкЗв/ч в Иркутске (исток Ангары), максимальные значения в течение 2019 года здесь достигали 0,22 мкЗв/ч и 0,24 мкЗв/ч соответственно.

Анализ всей совокупности данных 1991–2019 годов показал, что радиационная обстановка на территории РФ за этот период была спокойной и практически по всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

### **Список литературы к введению и разделу 1**

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.

3. СП 2.6.1.2612–10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
4. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила ОСП–72/87. Изд. 3-е. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96): Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
6. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС /Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
7. РД-52.18.826 «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды и выполнение радиометрических работ» – Обнинск, 2015.
8. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
9. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
10. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
11. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды / Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
13. Методика контроля радиоактивного загрязнения приземного воздуха и выпадений на поверхность земли в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВК 6.1.10-15), 2015 г.
14. 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.
15. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и <sup>137</sup>Cs в атмосфере // Атомная энергия. – 1998. – Т. 85, вып. 4. – С. 313–318.
16. Sources and effects of ionizing radiation // United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993. P. 199.
17. Методика контроля радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВК 7.4.8-15), 2015 г.
18. Методика измерений объемной активности трития в пробах природных вод с применением радиометра «Quantulus-1220» в ФГБУ «НПО «Тайфун» (МВИ 7.5.2-15). 2015 г.
19. Израэль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник – Обнинск: НПО «Тайфун», 2014.



## **2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

По состоянию на 2019 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, СХК, ГХК и ПО «Маяк») охарактеризована в разделе 3.

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

### **2.1. Центральный федеральный округ**

#### **Общая информация по округу**

Центральный федеральный округ (ЦФО) расположен в центре ЕТР. В него входят 18 субъектов Федерации, включая г. Москву – административный центр региона: Белгородская, Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Московская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская и Ярославская области. Площадь территории региона составляет 650,2 тыс. км<sup>2</sup>, население – 39378,1 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 27 РОО: 19 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: «Объединенный 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 населенные пункты, территории которых вследствие аварии на Чернобыльской АЭС загрязнены <sup>137</sup>Cs более 1 Ки/км<sup>2</sup> [4] (подробнее см. раздел 4).

#### **Организация радиационного мониторинга**

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Центральным УГМС, УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ

на территории округа действуют (см. рис. 2.1.1): 147 пунктов наблюдения по измерению мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД, ежедневно); 46 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (на трех пунктах экспозиция проб одни сутки, на трех – пять суток); 2 пункта по отбору проб осадков для анализа на содержание трития (п. Балчуг в г. Москве и станция фоновый мониторинга (СФО) в Серпуховском районе); 1 пункт (п. Брейтово, р. Волга) по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий и 3 пункта (Бабьегородская плотина, Звенигород, Южный порт, р. Москва) – по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$ .

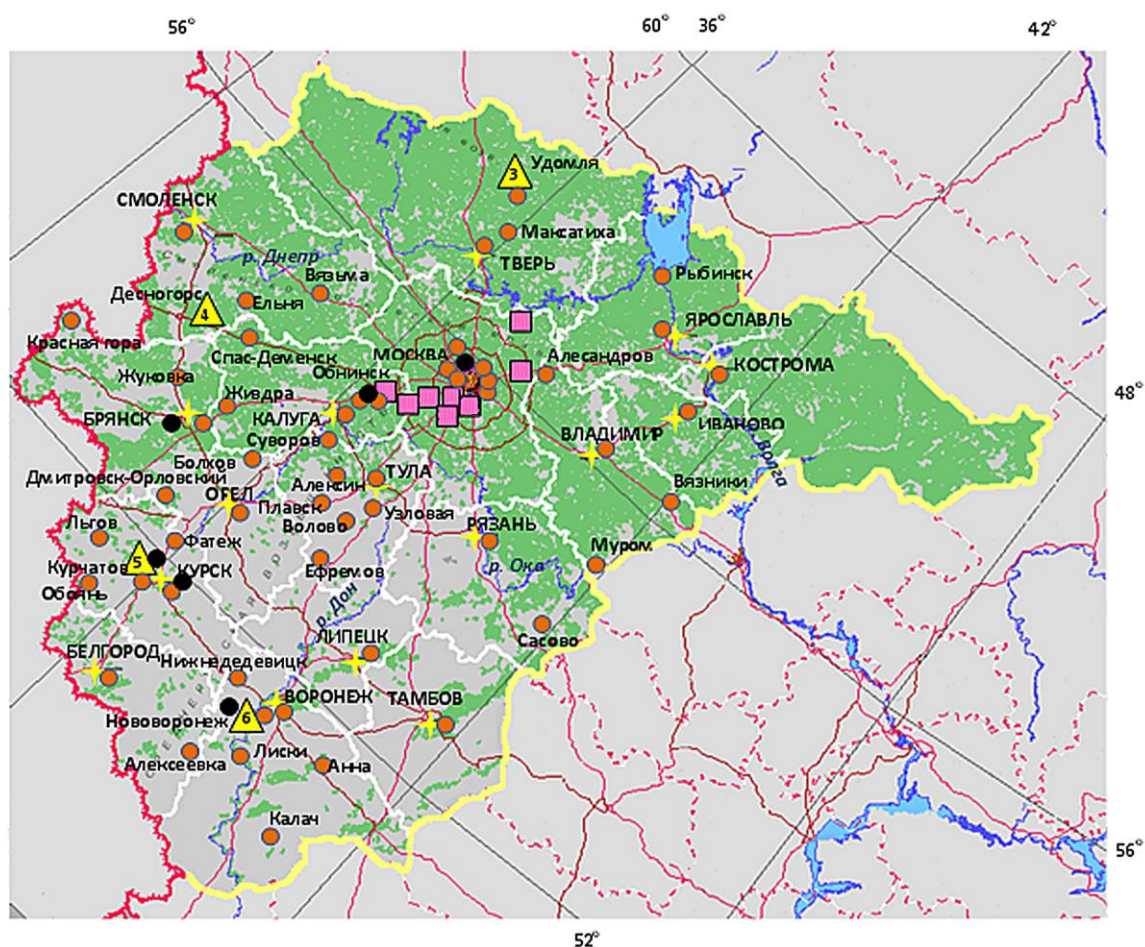


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа

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

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности радионуклидов проводится в 8 радиометрических лабораториях и группах. В трех из них дополнительно проводится анализ проб на содержание гамма-излучающих техногенных

и природных радионуклидов; в одной лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» – дополнительно анализ проб объектов окружающей среды на содержание  $^{90}\text{Sr}$ , 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 населенных пунктах ЦФО изменялись от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ. Максимальное среднегодовое значение МАЭД (0,19 мкЗв/ч) наблюдалось в Красной Горе Брянской области, загрязненной в результате чернобыльской аварии. Максимальные измеренные суточные значения МАЭД наблюдались в основном на территории населенных пунктов, загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС: Болхов (Орловская область) и Узловая (Тульская область) – 0,24 мкЗв/ч.

Таблица 2.1.1

**Среднегодовые и максимальные суточные значения МАЭД в субъектах ЦФО в 2018 г., мкЗв/ч**

<b>Область</b>	<b>Количество пунктов</b>	<b>Среднегодовые</b>	<b>Максимальные измеренные</b>
Белгородская	7	0,11	0,17 (Старый Оскол)
Брянская	8	0,13	0,21 (Красная Гора)
Владимирская	7	0,11	0,18 (Юрьев-Польский)
Воронежская	11	0,11	0,18 (Нижнедевицк)
Ивановская	5	0,10	0,16 (Приволжск, Юрьеvec)
Калужская	7	0,12	0,19 (Калуга)
Костромская	10	0,10	0,16 (Кологрив, Чухлома)
Курская	10	0,12	0,20 (Поныри)
Липецкая	5	0,10	0,15 (Конь-Колодезь, Лев Толстой)
Москва	4	0,12	0,18 (Тушино)
Московская	13	0,12	0,20 (Подмосковная)
Орловская	6	0,14	0,20 (Болхов)
Рязанская	10	0,11	0,19 (Рязск)
Смоленская	8	0,13	0,21 (Смоленск)
Тамбовская	7	0,10	0,14 (Обловка)
Тверская	12	0,11	0,18 (Торжок)
Тульская	8	0,14	0,23 (Узловая)
Ярославская	9	0,10	0,16 (Брейтово)
ЦФО	147	0,12	0,23

По результатам измерений МАЭД, проводимых в августе 2019 г. во время маршрутных обследований в некоторых пунктах на загрязненных территориях Брянской области, значение МАЭД изменялось: п. Мартьяновка (загрязнение почвы  $^{137}\text{Cs}$  в диапазоне 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup>) – от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5 – 15 Ки/км<sup>2</sup>) – от 0,15 до 0,16 мкЗв/ч, п. Творишино (5 – 15 Ки/км<sup>2</sup>) – от 0,18 до 0,27 мкЗв/ч, п. Ущерпье (15 – 40 Ки/км<sup>2</sup>) – от 0,25 до 0,36 мкЗв/ч. Маршрутные обследования в 1995-2018 гг. проводились ежемесячно, начиная с 2019 г. – один раз в год. За весь период наблюдается тенденция снижения среднегодовых значений МАЭД на 10 – 35 % в населенных 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 объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.1.2 [5, 6]. Приведенные в табл. 2.1.2 пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе, кроме

п. Московская, находятся вблизи РОО (Курск, Курчатов, Нововоронеж, Обнинск), которые могут влиять на радиационную обстановку в местах их размещения или вблизи загрязненной территории (Брянск), поэтому данные в табл. 2.1.2 приводятся по каждому пункту отдельно.

Таблица 2.1.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в отдельных населенных пунктах  
Центрального округа,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Пункты наблюдения	<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Московская область</b>						
Подмосковная	3,5	2,7	2,5	0,49	0,32	0,34
<b>Калужская область</b>						
Обнинск (ФЭИ, фил. НИФХИ)	3,7	4,5	3,7	0,69	0,84	0,86
<b>Курская область</b>						
Курск (Курская АЭС)	6,7	6,6	6,7	0,49	0,66	0,90
Курчатов (Курская АЭС)	11,2	13,7	11,7	0,84	1,01	0,33
<b>Воронежская область</b>						
Нововоронеж (НВАЭС)	7,3	9,1	6,6	0,50	0,83	1,12
<b>Брянская область</b>						
Брянск	3,5	3,5	3,2	0,42	0,80	0,49
<b>Средневзвешенное по Центру ЕТР</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>0,45</b>	<b>0,58</b>	<b>0,81</b>

*Примечание:* в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения.

Из табл. 2.1.2 видно, что средневзвешенная по территории Центра ЕТР объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г. осталась на уровне 2018 г. и составляла  $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности <sup>137</sup>Cs по НРБ-99/2009. Как и в предшествующие годы, в пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО (за исключением Обнинска –  $3,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), объемная активность <sup>137</sup>Cs была в 2 – 3 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР. Наибольшее значение, как и в 2018 г., наблюдалось в г. Курчатове.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2019 год. Высокие значения среднегодовой объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. обусловлены трансграничным переносом радионуклидов на территорию РФ вследствие аварии на японской АЭС «Фукусима-1» [7]. Если исключить значение 2011 г., то видно, что объемная активность <sup>137</sup>Cs постепенно уменьшается. За указанный период она уменьшилась в три раза.

Объемная активность <sup>90</sup>Sr в воздухе во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО в 2019 г. приведена в табл. 2.1.2. Средневзвешенная объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. в Центре ЕТР и всех пунктах наблюдения ЦФО (кроме Подмосковной) уменьшилась по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.1.2). В пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО, объемная активность <sup>90</sup>Sr была в 1,1 – 1,9 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>90</sup>Sr в Центре ЕТР. Все наблюдаемые в течение года величины объемной активности <sup>90</sup>Sr в воздухе на территории ЦФО были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности <sup>90</sup>Sr по НРБ-99/2009 [8].

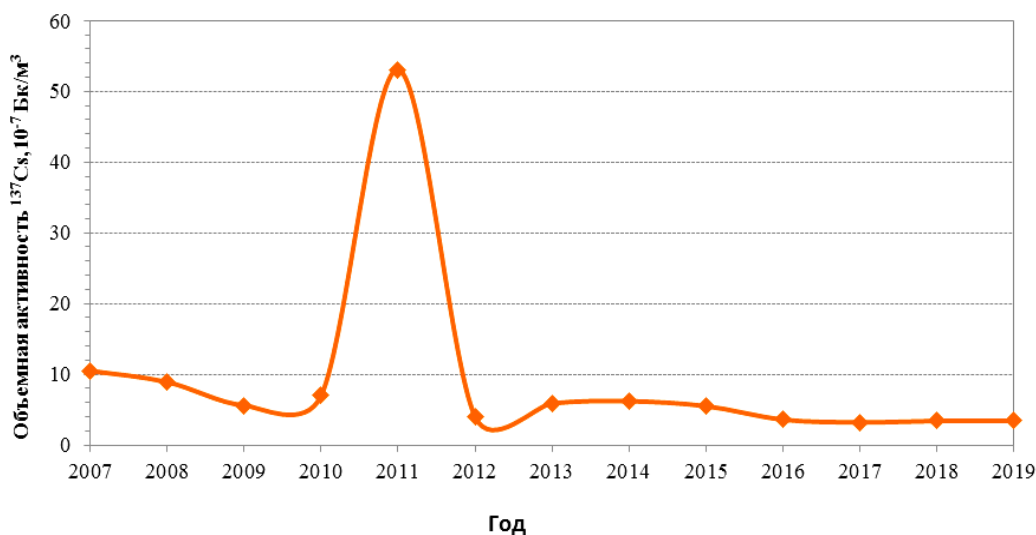


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

### ***Радиоактивные выпадения***

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2019 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в субъектах ЦФО в 2018 и 2019 гг. представлены в табл. 2.1.3. Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения  $^{137}\text{Cs}$  остались примерно на уровне 2018 г. на всей территории ЦФО. Средневзвешенные значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на незагрязненной территории Центра ЕТР увеличились в 1,5 раза. На территории Тверской области в п. Максатиха выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в течение последних трех лет уменьшились в три раза, но остаются самыми высокими на территории ЦФО (1,1 Бк/м<sup>2</sup>·год), и в три раза превышают средневзвешенные выпадения по Центру ЕТР. Через Тверскую область в апреле 2013 г. прошел след аэрозольного выброса  $^{137}\text{Cs}$ , произошедшего на Машиностроительном заводе в г. Электросталь Московской области в результате радиационного инцидента [9]. Высокие выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в Тверской области, начиная с 2013 г., по-видимому, являются следствием указанного события.

На загрязненных после Чернобыльской аварии территориях выпадения  $^{137}\text{Cs}$  были значительно выше средневзвешенного значения для незагрязненных территорий Центра ЕТР. По результатам измерений объединенной пробы (пп. Болхов, Брянск, Волово, Дмитров-Орловский, Ефремов, Орел, Тула, Узловая, Фатеж) выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. составляли 0,87 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 2,6 раза выше средневзвешенного значения для незагрязненных зон Центра ЕТР. Наибольшие значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  за год фиксировались в пункте Красная Гора Брянской области (4,2 Бк/м<sup>2</sup>), повышенные – в пп. Жиздра Калужской области и Дмитров-Орловский (2,9 Бк/м<sup>2</sup>) Орловской области, загрязнённых после Чернобыльской аварии. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на загрязненных территориях постепенно снижаются – с 1995 г. (12,9 Бк/м<sup>2</sup>·год) они уменьшились более чем в 17 раз и находятся на уровне фоновых значений для ЕТР.

Повышенные годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  наблюдаются и вблизи некоторых РОО. В Обнинске годовые выпадения в 2019 г. составляли 1,4 Бк/м<sup>2</sup>, в Нововоронеже – < 1,3 Бк/м<sup>2</sup>.

Характер изменения средневзвешенных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по Центру ЕТР вне загрязненных территорий за период с 2006 по 2019 г. показан на рис. 2.1.3. Повышенные годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2011 г. обусловлены радиоактивными продуктами аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

Таблица 2.1.3

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в субъектах ЦФО, Бк/м<sup>2</sup>-год

Область	Выпадения $^{137}\text{Cs}$	
	2019 г.	2018 г.
Белгородская	0,46	0,42
Брянская	0,27	0,53
Владимирская	0,21	0,20
Воронежская	0,45	0,38
Ивановская	0,21	0,20
Калужская	0,35	0,40
Костромская	0,21	0,20
Курская	0,57	0,54
Липецкая	0,46	0,42
Москва	0,21	0,17
Московская	0,21	0,20
Орловская	0,54	0,51
Рязанская	0,21	0,20
Смоленская	0,50	< 0,2
Тамбовская	0,46	0,42
Тверская (Тверь/Максатиха)	0,8/1,1	0,3/1,4
Тульская	0,87	0,74
Ярославская	0,21	0,20
<b>Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязненных территорий) Центра</b>	<b>0,33</b>	<b>0,22</b>

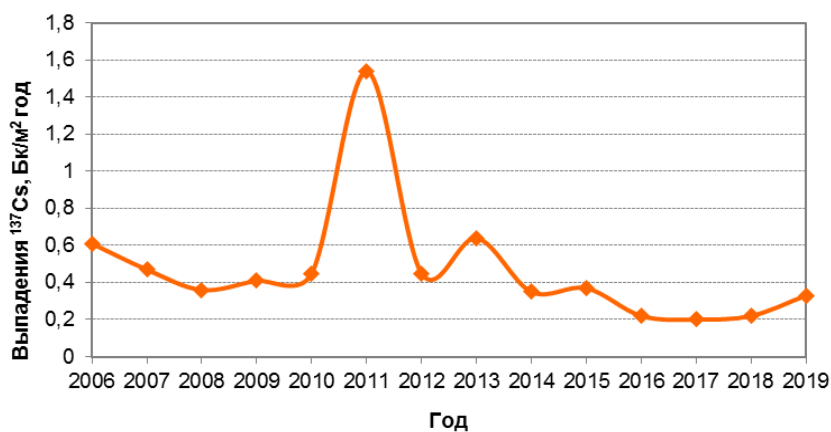


Рис.2.1.3. Изменение выпадений  $^{137}\text{Cs}$  вне загрязненных территорий ЦФО

Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка в Москве и Московской области и в 100-км зоне АО «ГНЦ-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 приведены 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 2019 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в

приземном слое атмосферы проводились непрерывно в п. Подмосковная путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки. Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, два из которых расположены на территории г. Москвы (ВДНХ и Тушино), остальные – на территории области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. 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 трех пунктах (Бабьегородская плотина, Южный порт (Бесединский мост) и Звенигород) отбирались пробы воды из р. Москва для определения содержания в них  $^{90}\text{Sr}$ .

Данные об объемной  $\Sigma\beta$  радионуклидов в приземном слое воздуха и выпадениях на подстилающую поверхность представлены в табл. 2.1.4-2.1.5.

Таблица 2.1.4

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

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	2017 г.	
	Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки															
Алексин	с	0,70	0,90	1,00	0,70	0,60	0,50	0,50	0,90	0,90	1,00	0,80	0,90	0,78	0,67	0,53
	м	1,40	2,20	1,90	2,90	1,90	1,70	1,20	2,20	2,00	2,40	3,20	1,90			
Балчуг	с	0,60	0,70	0,70	0,80	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	1,00	0,60	0,53	0,65
	м	1,70	1,50	1,90	4,20	2,70	2,60	2,10	2,20	2,20	3,10	2,60	3,20			
ВДНХ	с	0,50	0,50	0,60	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,80	0,70	0,70	0,90	0,63	0,52	0,57
	м	1,30	1,10	1,30	1,60	1,50	2,90	1,10	1,70	2,10	2,00	1,90	2,40			
Ново-Иерусалим	с	0,50	0,60	0,60	0,60	0,50	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,90	1,20	0,70	0,46	0,42
	м	1,00	1,20	1,20	2,60	1,80	4,90	1,50	1,70	2,90	1,90	2,00	2,70			
Подмосковная	с	0,60	0,60	0,50	0,70	0,60	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,90	0,64	0,55	0,48
	м	1,10	1,50	1,40	2,00	1,40	2,40	1,30	1,50	1,60	1,60	2,60	1,80			
Тушино	с	0,50	0,60	0,60	0,70	0,60	0,60	0,80	0,60	0,90	0,60	0,70	1,00	0,68	0,53	0,47
	м	1,10	1,40	2,80	2,60	2,10	2,00	1,60	1,40	2,60	1,40	1,50	2,40			
Среднее, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки: - по зоне наблюдения - по Центру ЕТР		0,57	0,65	0,67	0,67	0,62	0,62	0,67	0,70	0,78	0,75	0,80	0,98	0,71	0,54	0,52
		1,14	1,16	1,02	1,01	1,14	0,90	1,00	0,99	1,15	1,38	1,43	1,34	1,14	0,88	0,89
Объемная активность, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>																
Подмосковная	с	30,20	16,30	11,10	23,20	21,60	27,60	16,00	20,20	23,60	17,60	28,60	15,90	21,0	23,03	12,4
	м	78,50	103,70	36,80	51,70	40,40	67,70	38,00	71,80	45,90	82,40	77,10	48,40			

Таблица 2.1.5

**Среднемесячные значения (с) выпадений  $\Sigma\beta$  и объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы г. Москвы (данные ФГУП «Радон»)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	2017 г.
	Выпадения*, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки														
Москва	0,39 0,45 0,46 0,63 0,43 0,52 0,29 0,32 0,25 0,22 0,13 0,13												0,35	0,51	0,26
	Объемная активность, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>														
9,90 7,50 6,80 1,50 19 13 9,30 11 10 7,2 7,2 5,6												10,0	14,0	10,0	

Примечание: \* – «сухие» атмосферные выпадения, отобранные с помощью высокооборотных кювет.

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2019 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила  $21 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что примерно на уровне предыдущего года и средневзвешенной объемной  $\Sigma\beta$  по Центру ЕТР ( $18,79 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальная среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$

( $30,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалась в январе.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2013–2019 гг. приведены в табл. 2.1.6.

Из табл. 2.1.6 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2019 г. была в 1,3 раза ( $3,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) выше, чем в 2018 г. ( $2,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), и была на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в п. Подмосковная в 2019 г. составляла  $0,49 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза выше, чем в 2018 г., и на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наблюдаемые в п. Подмосковная среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr на шесть-семь порядков ниже предельно допустимых среднегодовых объемных активностей этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [8].

Таблица 2.1.6

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в п. Подмосковная, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (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		
<b><sup>137</sup>Cs</b>									
Подмосковная	2013	3,4	7,5	3,1	3,6	4,4	5,9		
	2014	4,3	4,5	3,4	24,0	9,1	6,2		
	2015	4,0	7,3	2,9	4,0	4,6	5,5		
	2016	4,6	2,6	1,9	1,8	2,7	3,6		
	2017	2,6	1,9	2,6	2,8	2,5	3,2		
	2018	2,2	2,8	2,3	3,4	2,7	3,4		
	<b>2019</b>	<b>3,8</b>	<b>4,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>		
<b><sup>90</sup>Sr</b>									
Подмосковная	2013	0,32	0,39	0,33	0,24	0,32	0,47		
	2014	0,34	1,18	1,24	0,91			0,92	0,72
		I полугодие		II полугодие		0,6	1,01		
	2015	0,58		0,62					
	2016	0,61		0,29				0,45	0,82
	2017	0,22		0,45				0,34	0,81
	2018	0,11		0,53				0,32	0,58
	<b>2019</b>	<b>0,51</b>		<b>0,47</b>		<b>0,49</b>	<b>0,45</b>		

Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2019 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,60 – 0,67 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные выпадения (4,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) были зарегистрированы в июле в п. Ново-Иерусалим. Среднегодовое значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. (0,71 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в г. Москве и Московской области было в 1,3 раза выше значения предыдущего года и в 1,6 раза ниже регионального уровня (Центр ЕТР).

Выпадения <sup>137</sup>Cs в объединенной по шести пунктам пробе в 2019 г. (табл. 2.1.3) были на уровне предыдущего года и составили 0,21 Бк/м<sup>2</sup>·год, что ниже уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,33 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг (центр г. Москвы) и на СФМ (Серпуховской район Московской области), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2019 г. составляла 1,59 и 1,37 Бк/л соответственно, что ниже уровня среднегодового значения для всей территории России (1,78 Бк/л).

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде р. Москва (данные ФГБУ «НПО «Тайфун») в



течение 2019 г. колебалась в пределах от 2,9 до 3,7 мБк/л при среднем значении 3,2 мБк/л, что ниже среднего значения для рек ЕТР (4,5 мБк/л). Самая низкая объемная активность <sup>90</sup>Sr наблюдалась в точке Южный порт (Бесединский мост) (1,58 мБк/л), а самая высокая – в пункте отбора Звенигород (5,89 мБк/л) выше по течению реки.

Среднегодовая величина МАЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,10 мкЗв/ч (Немчиновка, Черусти) до 0,14 мкЗв/ч (Клин, Волоколамск, Тушино), что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч (Подмосковная).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП «Радон». В 2019 г. радиационно-экологический мониторинг (РЭМ) территории г. Москвы (рис. 2.1.4, 2.1.5) проводился:

- на 6 стационарных постах радиационного контроля (СПРК);
- на регулярной режимной сети радиационного контроля, состоящей из 159 пунктов (из них 25 пунктов в Троицком и Новомосковском административных округах (ТиНАО));
- на 63 пунктах радиационного контроля на режимных створах водного бассейна г. Москвы;
- на 25 пунктах режимной сети наблюдения за водными объектами ТиНАО;
- на 91 пунктах АСКРО (из них 16 пунктов на территории ТиНАО).

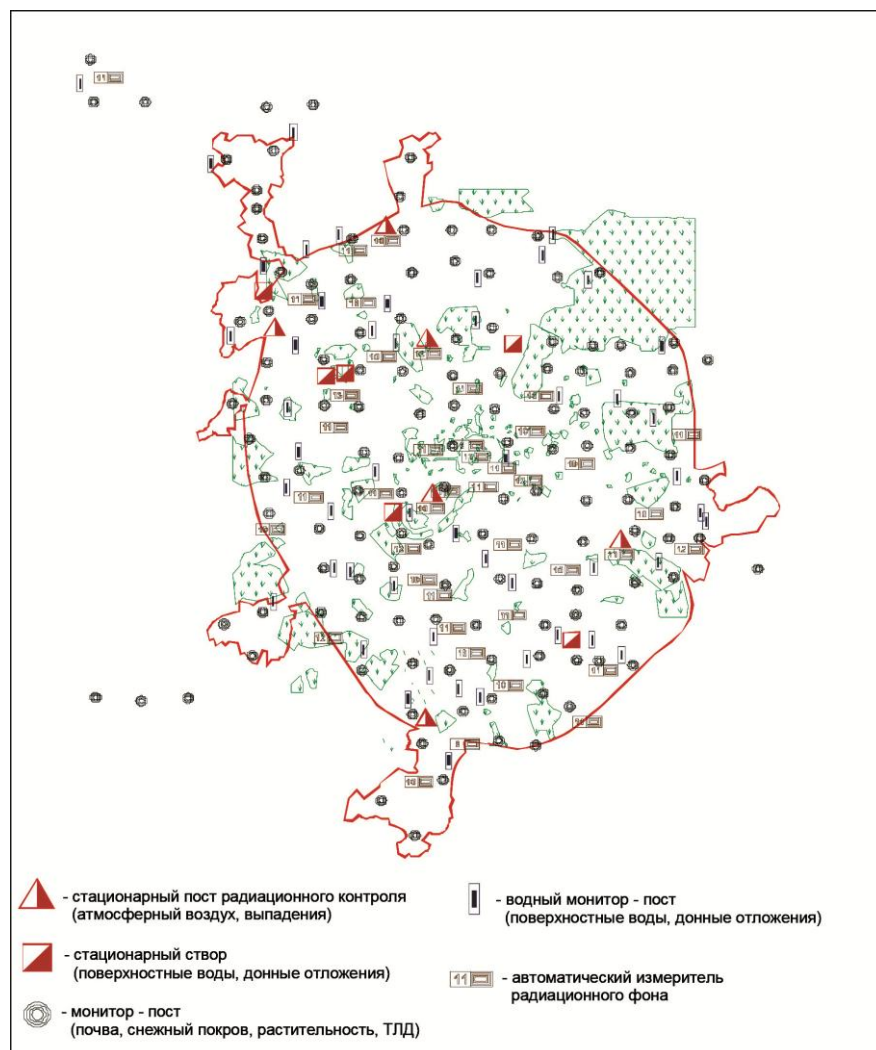


Рис. 2.1.4. Схема размещения элементов системы радиационно-экологического мониторинга города Москвы (в старых границах)

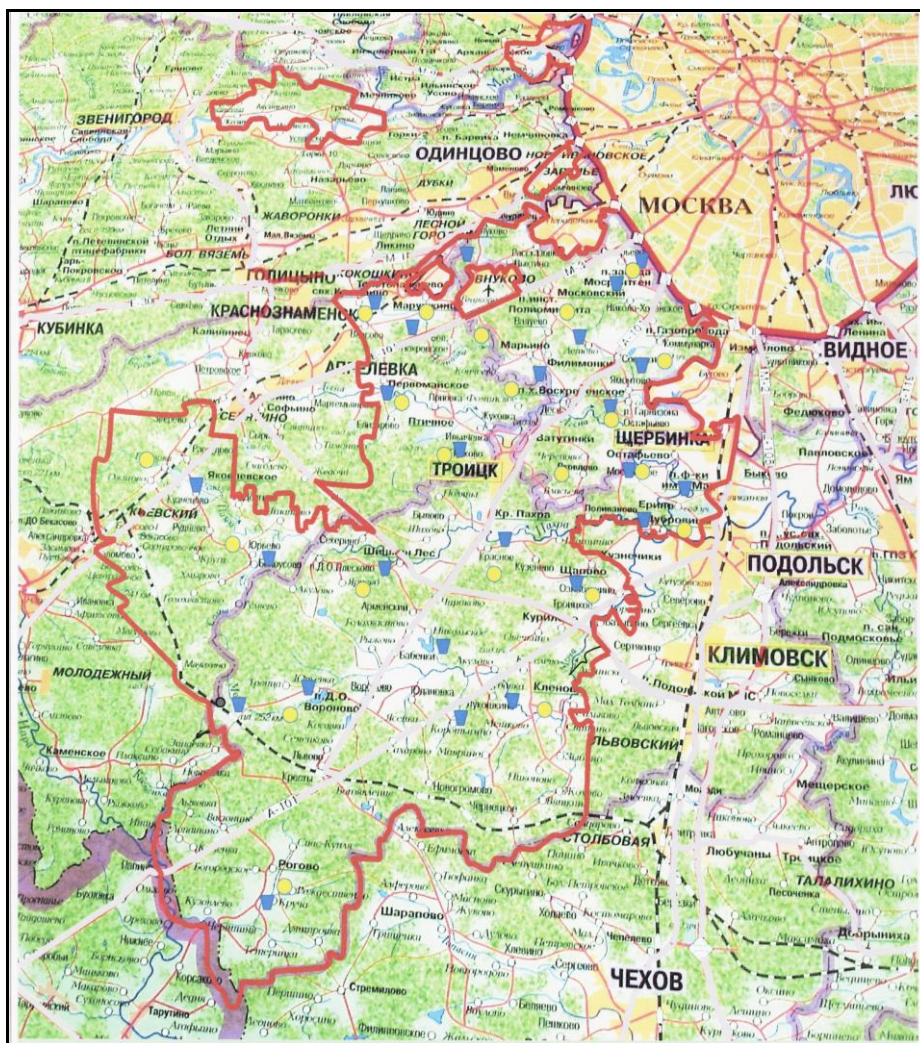


Рис. 2.1.5. Схема расположения пунктов отбора проб в Троицком и Новомосковском административных округах г. Москвы:

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

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (табл. 2.1.7) и выпадений проводились на шести стационарных постах на шести СПРК, расположенных в различных городских зонах четырех административных округов.

Таблица 2.1.7

Среднегодовые значения объемной активности радионуклидов в воздухе г. Москвы, Бк/м<sup>3</sup> (данные ФГУП «Радон»)

Год	<sup>7</sup> Be, ·10 <sup>-5</sup>	<sup>40</sup> K, ·10 <sup>-5</sup>	<sup>226</sup> Ra, ·10 <sup>-7</sup>	<sup>232</sup> Th, ·10 <sup>-7</sup>	<sup>131</sup> I, ·10 <sup>-6</sup>	<sup>137</sup> Cs, ·10 <sup>-7</sup>	<sup>90</sup> Sr, ·10 <sup>-7</sup>	<sup>239+240</sup> Pu, ·10 <sup>-8</sup>	<sup>22</sup> Na, ·10 <sup>-7</sup>
2017	210	1,6	< 13	< 7,6	-	< 4,0	< 0,64	-	-
2018	270	1,9	4,7	8,1	5,7	4,7	2,0	< 10	-
<b>2019</b>	<b>230</b>	<b>1,1</b>	<b>8,1</b>	<b>9,3</b>	<b>6,4</b>	<b>3,8</b>	<b>&lt; 2,2</b>	<b>&lt; 9,2</b>	<b>4,3</b>

Примечание: - – нет данных.

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2019 г. была в 1,2 раза ниже значения 2018 г. и составляла 3,8·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Это значение примерно на уровне средневзвешенного значения для Центра ЕТР (3,4·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>) и объемной активности <sup>137</sup>Cs в п. Подмосковная (3,5·10<sup>-7</sup>) Бк/м<sup>3</sup>, расположенном в 30 км от Москвы.

Пробы атмосферных выпадений и осадков отбирались в шести стационарных пунктах с помощью высокооборотных кювет. Среднегодовое содержание  $^{90}\text{Sr}$  в сухих атмосферных выпадениях за 2019 г. составляло  $\leq 3,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Содержание основных радионуклидов в пробах аэрозолей и выпадений, полученных на СПРК, находится в пределах средних значений многолетних наблюдений, характерных для наблюдаемой территории.

Подробный регламент отбора проб описан в Ежегоднике [6].

Отбор проб почвы (грунта) осуществлялся на режимной сети радиационного контроля. В табл. 2.1.8 приведены средние значения удельной активности основных радионуклидов в почвах (грунтах) г. Москвы в 2017-2019 гг.

Таблица 2.1.8

**Средние значения удельной активности основных радионуклидов в почвах (грунтах) г. Москвы, Бк/кг (данные ФГУП «Радон»)**

Год	$\Sigma\beta$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$A_{\text{эфф}}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{239+240}\text{Pu}$
2017	-	377	19	21		6,0	1,4	-
2018	594	363	17	19	74	4,2	3,5	-
<b>2019</b>	<b>655</b>	<b>442</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>90</b>	<b>4,2</b>	<b><math>\leq 1,5</math></b>	<b><math>\leq 6,0</math></b>

Примечание: -- нет данных.

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы определялись  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$ , содержание которых достаточно низкое и не превышает уровней глобального фона. Содержание естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в почве также не превышало фоновых уровней (табл. 2.1.8).

Объемная активность радионуклидов в воде и удельная активность донных отложений открытых малых водоемов г. Москвы приведена в таблице 2.1.9.

Таблица 2.1.9

**Средние значения объемных активностей поверхностных вод и удельных активностей донных отложений малых открытых водоемов г. Москвы (данные ФГУП «Радон»)**

Год	Объемная активность поверхностных вод, мБк/л		Удельная активность донных отложений, Бк/кг								
	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$^{40}\text{K}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$A_{\text{эфф}}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{239+240}\text{Pu}$
2017			-	399	321	< 5	< 15	< 16	-	-	-
2018	20 –130	60 –300	-	-	200-600	< 4-560	12-100	12-80	-	< 1-4	1-9
<b>2019</b>	<b>60</b>	<b>213</b>	<b>368</b>	<b>512</b>	<b>279</b>	<b>&lt; 4</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>66</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Примечание: -- нет данных.

МАЭД измерялась с помощью носимых дозиметров ДРГ-01Т1 на высоте одного метра 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 на постах АСКРО.

Интегральная поглощенная доза внешнего гамма-излучения измерялась во всех пунктах режимной сети наблюдения окружающей среды, СПРК и в пунктах АСКРО.

Среднегодовая МАЭД на территории г. Москвы, по данным ФГУП «Радон», в 2019 г. составила 0,11 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. Средняя величина интегральной поглощенной дозы по показаниям ТЛД в 2019 г. составила 0,84 мЗв/год.

Анализ радиационно-экологической обстановки в Москве за 2019 г. показал, что значения контролируемых параметров радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды находились в пределах многолетних колебаний техногенного фона столицы.

### 2.1.2. РОО г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (АО «ГНЦ-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-ФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2019 г. приведены в табл. 2.1.10 и 2.1.11.

Таблица 2.1.10

**Выбросы радионуклидов в атмосферу АО «ГНЦ-ФЭИ», Бк/год**

Радионуклид	Предельно допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>41</sup> Ar	1,81·10 <sup>12</sup>	2,1·10 <sup>10</sup>	2,6·10 <sup>10</sup>	-5,0·10 <sup>9</sup>
<sup>88</sup> Kr	2,55·10 <sup>12</sup>	2,0·10 <sup>8</sup>	3,0·10 <sup>8</sup>	-1,0·10 <sup>8</sup>
<sup>57</sup> Co	1,51·10 <sup>10</sup>	1,8·10 <sup>6</sup>	2,0·10 <sup>6</sup>	-2,0·10 <sup>5</sup>
<sup>65</sup> Zn	2,51·10 <sup>8</sup>	2,2·10 <sup>5</sup>	1,1·10 <sup>5</sup>	+1,1·10 <sup>5</sup>
<sup>68</sup> Ge	1,08·10 <sup>9</sup>	3,4·10 <sup>5</sup>	1,2·10 <sup>6</sup>	-8,6·10 <sup>5</sup>
<sup>90</sup> Sr	2,49·10 <sup>8</sup>	8,3·10 <sup>5</sup>		
<sup>109</sup> Cd	7,28·10 <sup>9</sup>	1,6·10 <sup>6</sup>	1,0·10 <sup>6</sup>	+0,6·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,17·10 <sup>10</sup>	5,8·10 <sup>6</sup>	6,3·10 <sup>6</sup>	-0,5·10 <sup>6</sup>

Таблица 2.1.11

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
<sup>131</sup> I	1,5·10 <sup>12</sup>	1,2·10 <sup>12</sup>	2,2·10 <sup>12</sup>	1,6·10 <sup>12</sup>	1,4·10 <sup>12</sup>	8,5·10 <sup>11</sup>
<sup>132</sup> I	1,5·10 <sup>12</sup>	8,4·10 <sup>11</sup>	2,4·10 <sup>12</sup>	1,9·10 <sup>12</sup>	1,0·10 <sup>12</sup>	1,6·10 <sup>12</sup>
<sup>133</sup> I	4,6·10 <sup>11</sup>	1,8·10 <sup>11</sup>	1,6·10 <sup>12</sup>	1,0·10 <sup>12</sup>	8,8·10 <sup>11</sup>	4,4·10 <sup>11</sup>
<sup>135</sup> I	4,3·10 <sup>11</sup>	1,1·10 <sup>10</sup>	2,1·10 <sup>11</sup>	7,1·10 <sup>10</sup>	4,6·10 <sup>10</sup>	4,6·10 <sup>10</sup>
<sup>41</sup> Ar	3,0·10 <sup>14</sup>	1,0·10 <sup>14</sup>	8,3·10 <sup>13</sup>	9,3·10 <sup>13</sup>	1,7·10 <sup>14</sup>	7,8·10 <sup>13</sup>
<sup>85m</sup> Kr	1,0·10 <sup>14</sup>	1,5·10 <sup>13</sup>	2,6·10 <sup>13</sup>	1,3·10 <sup>13</sup>	1,4·10 <sup>13</sup>	2,2·10 <sup>13</sup>
<sup>133</sup> Xe	7,5·10 <sup>14</sup>	7,2·10 <sup>13</sup>	7,2·10 <sup>13</sup>	8,8·10 <sup>13</sup>	1,6·10 <sup>14</sup>	2,5·10 <sup>14</sup>
<sup>135</sup> Xe	8,1·10 <sup>14</sup>	1,0·10 <sup>14</sup>	1,4·10 <sup>14</sup>	1,1·10 <sup>14</sup>	1,7·10 <sup>14</sup>	2,2·10 <sup>14</sup>
<sup>135m</sup> Xe	3,0·10 <sup>14</sup>	1,3·10 <sup>13</sup>	2,6·10 <sup>13</sup>	1,8·10 <sup>13</sup>	-	-

Из табл. 2.1.10 видно, что в АО «ГНЦ-ФЭИ» в 2019 г., по сравнению с 2018 г., выбросы всех радионуклидов, за исключением <sup>65</sup>Zn и <sup>109</sup>Cd, уменьшились: для <sup>41</sup>Ar – в 1,2 раза, для <sup>88</sup>Kr – в 1,5 раза, <sup>57</sup>Co и <sup>137</sup>Cs – в 1,1 раза и <sup>68</sup>Ge – в 3,5 раза. Годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,008 % (<sup>88</sup>Kr) до 1,16 % (<sup>41</sup>Ar) от предельно допустимых выбросов.

Выбросы АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2019 г. (табл. 2.1.11) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 2,6 % (<sup>135</sup>I) до 80 % (<sup>131</sup>I) от допустимых выбросов. Суммарный выброс нуклидов йода АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» в 2019 г. уменьшился в 2,9 раза по сравнению с 2018 г. ( $6,4 \cdot 10^{12}$  Бк) и составил  $2,2 \cdot 10^{12}$  Бк.

В связи с выводом из эксплуатации основных радиационно опасных участков (производств) в АО «ГНЦ-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-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 2019 г. не производилось. Площадь, загрязненная радионуклидами, в зоне наблюдения АО «ГНЦ-ФЭИ» составляет 0,0054 км<sup>2</sup>.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске проводит ФГБУ «НПО «Тайфун» (рис. 2.1.6), в 100-км зоне вокруг Обнинска – Центральное УГМС (рис. 2.1.7).

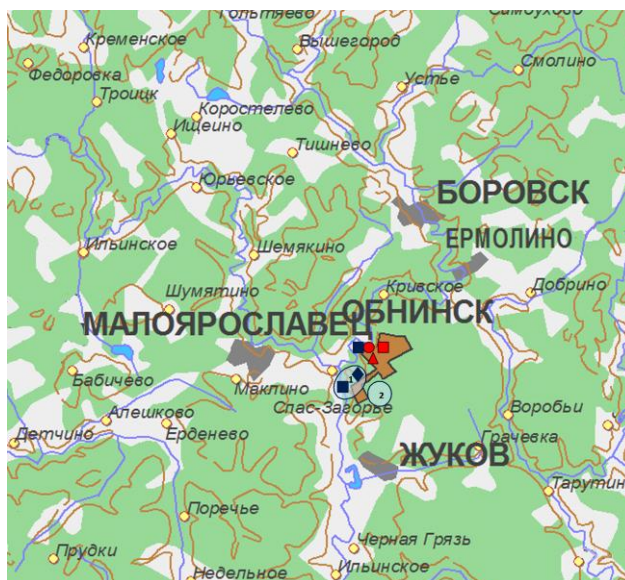


Рис. 2.1.6. Расположение СЗЗ АО «ГНЦ-ФЭИ» (1), СЗЗ АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

- |                     |      |  |
|---------------------|------|--|
| ФГБУ «НПО «Тайфун»: | ФЭИ: |  |
| ●                   |      | – наблюдения за $\gamma$ -фоном;               |
| ▲                   |      | – отбор проб атмосферных выпадений;            |
| ■                   | ■    | – наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ); |
|                     | ◆    | – отбор проб поверхностных вод.                |

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды в СЗЗ АО «ГНЦ-ФЭИ» (совпадает с промплощадкой АО «ГНЦ-ФЭИ»), в ЗН АО «ГНЦ-ФЭИ» (5-км зона вокруг АО «ГНЦ-ФЭИ») и в СЗЗ АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (территории 1 и 2 на рис. 2.1.6 соответственно) проводят службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ-ФЭИ» и АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

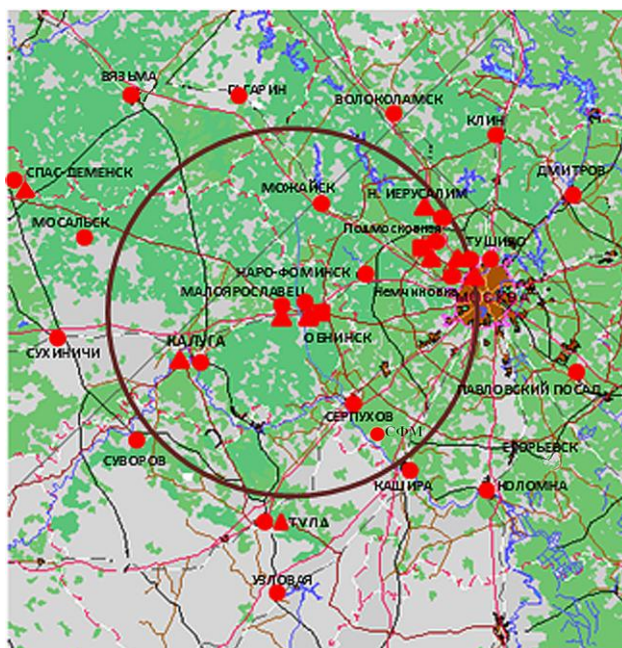


Рис. 2.1.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АО «ГНЦ-ФЭИ» и филиала АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (г. Обнинск):

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями.

В 2019 г. службой внешней дозиметрии АО «ГНЦ-ФЭИ» в СЗЗ и ЗН контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере в двух точках (в СЗЗ и в ЗН).

В 2019 году изменился порядок отбора проб и измерения объемных активностей радионуклидов приземной атмосферы: отбор производился с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м<sup>3</sup>/ч с суточной экспозицией, измерения – один раз в неделю;

- содержание  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в почве, растительности, воде р. Протвы и  $\Sigma\beta$  в снеге и скважинах хранилища РАО;

- значения МАЭД.

Радиационный мониторинг в г. Обнинске организован ФГБУ «НПО «Тайфун» в соответствии с [10] следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определяется путем отбора проб аэрозолей с помощью УВФ-2 производительностью 800 м<sup>3</sup>/ч, установленной на территории ВММ ФГБУ «НПО «Тайфун» (примерно центр города, в 4–5 км от промплощадок АО «ГНЦ-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 путем анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью 0,3 м<sup>2</sup>, 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 2019 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (см. рис. 2.1.7):

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте (Подмосковная);

- за радиоактивными атмосферными выпадениями в 5 пунктах;
- за величиной МАЭД в 7 пунктах наблюдения.

**Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения**

По данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ-ФЭИ», среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе СЗЗ АО «ГНЦ-ФЭИ» в 2019 г. была в 1,8 раза выше, чем в ЗН ( $9,0 \cdot 10^{-5}$  и  $5,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно), при допустимом значении для предприятия 2,7 Бк/м<sup>3</sup>; среднегодовая объемная  $\Sigma\alpha$  в воздухе СЗЗ была в 1,2 раза выше, чем в ЗН, и составляла  $5,1 \cdot 10^{-5}$  и  $4,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно, при допустимом значении 0,04 Бк/м<sup>3</sup>.

Значения объемной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ-ФЭИ» в 2019 г. были ниже предела обнаружения (менее  $4,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно).

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 2019 г. приведены в табл. 2.1.12.

Таблица 2.1.12

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2019 г. (данные Центрального УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н. Иерусалим	Тушино	Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	0,4	0,3	0,8	33,7	0,5	0,5	0,6	30,2	1,1	30,4
	м	1,2	0,7	2,5	84,7	1,0	1,1	1,1	78,5		
Февраль	с	0,5	0,7	1,0	21,1	0,6	0,6	0,6	16,3	1,2	16,7
	м	1,2	1,0	3,4	78,1	1,2	1,4	1,5	103,7		
Март	с	0,5	0,5	0,6	15,0	0,6	0,6	0,5	11,1	1,0	11,4
	м	1,2	1,1	1,9	32,2	1,2	2,8	1,4	36,8		
Апрель	с	0,5	0,5	0,9	24,6	0,6	0,7	0,7	23,2	1,0	19,3
	м	1,3	1,1	4,5	60,2	2,6	2,6	2,0	51,7		
Май	с	0,5	0,5	0,8	27,1	0,5	0,6	0,6	21,6	1,1	20,0
	м	1,2	1,5	3,7	49,2	1,8	2,1	1,4	40,4		
Июнь	с	0,5	0,4	0,7	25,0	0,7	0,6	0,5	27,6	0,9	19,9
	м	1,4	1,0	2,1	45,0	4,9	2,0	2,4	67,7		
Июль	с	0,7	0,4	0,8	17,4	0,7	0,8	0,6	16,0	1,0	15,8
	м	1,5	1,2	2,2	35,4	1,5	1,6	1,3	38,0		
Август	с	0,5	0,5	0,7	19,1	0,7	0,6	0,6	20,2	1,0	16,6
	м	1,5	1,2	2,1	38,9	1,7	1,4	1,5	71,8		
Сентябрь	с	0,5	0,5	0,7	19,7	0,7	0,9	0,6	23,6	1,1	17,3
	м	1,4	1,0	2,7	47,2	2,9	2,6	1,6	45,9		
Октябрь	с	0,7	0,5	0,9	17,3	0,7	0,6	0,7	17,6	1,4	17,4
	м	2,1	1,1	2,6	30,3	1,9	1,4	1,6	82,4		
Ноябрь	с	0,7	0,8	0,8	29,9	0,9	0,7	0,8	28,6	1,4	22,3
	м	1,7	4,4	1,7	99,8	2,0	1,5	2,6	77,1		
Декабрь	с	0,8	0,6	1,0	32,3	1,2	1,0	0,9	15,9	1,3	18,5
	м	1,8	2,2	4,5	72,6	2,7	2,4	1,8	48,4		
Среднее:											
2019 г.		<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>23,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>21</b>	<b>1,1</b>	<b>18,8</b>
2018 г.		0,5	0,4	0,9	29,8	0,5	0,5	0,6	23	0,9	19,6
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:											
2019 г.		<b>208,1</b>	<b>189,8</b>	<b>295,7</b>		<b>255,5</b>	<b>248,2</b>	<b>233,6</b>		<b>416,1</b>	
2018 г.		182,7	151,9	343,2		167,4	194,5	200,9		325,3	

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

Из табл. 2.1.12 видно, что среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,6 до 1,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 1,7 – 4,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Среднее за год значение  $\Sigma\beta$  суточ-

ных атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что на уровне значения 2018 г. и в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2019 г. (1,14 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.12) в 2019 г., по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», колебалась в пределах  $(15 - 33,7) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднее за год значение  $(23,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Наблюдаемая в 2019 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Обнинска была примерно на уровне п. Подмосковная (табл. 2.1.9), расположенном в 100-км зоне РОО г. Обнинска на расстоянии 85 км, и в 1,3 раза выше средневзвешенной объемной активности в Центре ЕТР  $(18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в центре г. Обнинска в 2019 г., как и в предыдущие годы, регулярно регистрировались <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, изотопы плутония и <sup>131</sup>I (см. табл. 2.1.13 [6]). Из таблицы видно, что среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>238</sup>Pu незначительно уменьшились в сравнении с предыдущим годом, объемная активность <sup>239+240</sup>Pu уменьшилась в 2,7 раза, а объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>131</sup>I возросли в 1,2 и в 2,1 раза соответственно.

Таблица 2.1.13

Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска, Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Месяц	<sup>137</sup> Cs, ·10 <sup>-7</sup>			<sup>238</sup> Pu, ·10 <sup>-9</sup>		<sup>239+240</sup> Pu, ·10 <sup>-9</sup>		<sup>90</sup> Sr, ·10 <sup>-7</sup>		<sup>131</sup> I, ·10 <sup>-5</sup>		<sup>7</sup> Be, ·10 <sup>-5</sup>	
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Январь	5,2	6,8	3,7	1,1	3,4	0,6	4,8	} 0,3	} 1	68	285	138	477
Февраль	1,7	3,0	2,4	0,4	1,3	0,5	1,3			247	120	85	197
Март	2,8	3,6	5,2	3,9	1,1	2,6	1,8			13	67	175	248
Апрель	5,3	5,3	4,1	7,6	25,9	38,5	4,3	} 0,6	} 1	29	46	377	313
Май	4,6	5,7	1,1	-	23,4	-	8,7			28	9,3	439	374
Июнь	2,7	4,3	8,7	5,0	33,0	0,8	6,6			25	2,7	390	381
Июль	1,7	2,3	2,5	0,6	4,0	5,1	2,0	} 0,7	} 0,9	11	5,4	224	382
Август	1,7	3,0	2,7	3,5	8,4	3,1	1,0			59	167	244	385
Сентябрь	4,5	4,3	3,1	4,8	8,1	0,8	3,7			5,4	24,5	262	330
Октябрь	4,9	8,3	3,5	0,8	10,1	0,8	3,7	} 1,2	} 0,5	13	295*	194	205
Ноябрь	3,0	3,7	4,0	1,6	4,8	1,2	2,8			123	9,9	175	186
Декабрь	5,7	4,3	3,6	2,1	1,9	нпо	1,3			73	26	153	195
Среднее	3,7	4,5	3,7	2,9	10,4	4,9	3,5	0,69	0,84	58	88	238	306

Примечания: \* – в подсчете среднемесячного значения не учитывались данные измерения за 03 – 04.10.2018;  
- - нет данных (не работал прибор);  
нпо – ниже предела обнаружения.

Средняя за год объемная активность <sup>137</sup>Cs составила  $3,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что примерно на уровне п. Подмосковная ( $3,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для Центра ЕТР в 2019 г. ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr составила  $0,69 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,4 раза выше, чем в п. Подмосковная ( $0,49 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в 1,5 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>90</sup>Sr для Центра ЕТР ( $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>238</sup>Pu и <sup>239+240</sup>Pu в Обнинске в 4,2 и 4,5 раза выше соответственно, чем в Курске, расположенном в 40 км от Курской АЭС.

Все зарегистрированные объемные активности радионуклидов были на пять – семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности (ДОНАС.) этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [8]: для <sup>137</sup>Cs ДОНАС. = 27 Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>239+240</sup>Pu –  $2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>238</sup>Pu –  $2,7 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>90</sup>Sr – 2,7 Бк/м<sup>3</sup>.



В 2019 г. отношение среднегодовых объемных активностей  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  было равно 0,6, что в 12 раз выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [11]. 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-ФЭИ».

Регистрация радиоактивного йода в приземном слое атмосферы г. Обнинска обусловлена местным источником – АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». Необходимо отметить, что количество случаев регистрации  $^{131}\text{I}$  в центре города в 2019 г. – 118, снизилось по сравнению с 2018 г. (130 случаев, когда в приземном слое атмосферы Обнинска было зарегистрировано самое большое количество случаев за последние десять лет наблюдений). Среднегодовая объемная активность  $^{131}\text{I}$  в воздухе Обнинска в 2019 г. составила  $5,8 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза ниже значения предыдущего года и на 4 порядка ниже допустимой среднегодовой активности для  $^{131}\text{I}$ .

Максимальное содержание  $^{131}\text{I}$  в приземном слое атмосферы г. Обнинска в 2019 г. наблюдалось 12 – 13 февраля 2019 г. и составляло  $6,3 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup> (за сутки), что всего на два порядка ниже допустимой среднегодовой активности для  $^{131}\text{I}$  (ДАО<sub>НАС.</sub> = 7,3 Бк/м<sup>3</sup> в соответствии с НРБ-99/2009 [8]). За весь период наблюдений самые высокие зафиксированные среднесуточные объемные активности  $^{131}\text{I}$  в г. Обнинске составляли: в 1992 г. в феврале –  $7,36 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>; в 1994 г. в марте –  $1,4 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>; в 1995 г. в феврале –  $1,95 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>, в 2016 г. в августе –  $3,4 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>, в марте 2017 г. –  $2,8 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>. Все наблюдавшиеся в этот период **среднесуточные** объемные активности были на 2–3 порядка ниже допустимой **среднегодовой** объемной активности  $^{131}\text{I}$  для населения в соответствии с НРБ-99/2009. Исключение составляет случай, зарегистрированный в ноябре 2015 г., когда содержание  $^{131}\text{I}$  составляло 0,11 Бк/м<sup>3</sup>, и в октябре 2018 г. – 0,25 Бк/м<sup>3</sup>, что всего на один порядок ниже норматива [8].

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска регулярно определялись  $^7\text{Be}$  и  $^{40}\text{K}$ . Среднегодовая объемная активность  $^7\text{Be}$  в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2019 г. составляла  $238 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность  $^{40}\text{K}$  в 2019 г. изменялась в диапазоне  $(0,1 – 1,7) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> со среднегодовым значением  $0,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что незначительно ниже уровня 2018 г. ( $1,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

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

Фоновые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в Калужской области (табл. 2.1.14) в 2019 г. остались на уровне прошлого года и составили 0,35 Бк/м<sup>2</sup>·год. В Обнинске сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. увеличилась в 1,4 раза и составила 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 4,3 раза выше региональных фоновых выпадений и в 4,5 раза выше средневзвешенного значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории Центра ЕТР (0,33 Бк/м<sup>2</sup>·год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В табл. 2.1.14 также приводятся данные о выпадениях  $^{137}\text{Cs}$  в п. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненной в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в п. Жиздра в 2019 г. ( $2,9$  Бк/м<sup>2</sup>·год) увеличилась в 1,2 раза, по сравнению с 2018 г., и была в 1,9 раза выше, чем в г. Обнинске.

**Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Обнинске и других районах Калужской области**

Месяц	Обнинск, Бк/м <sup>2</sup> -месяц			Фон*, Бк/м <sup>2</sup> -квартал			Жиздра, Бк/м <sup>2</sup> -месяц		
	2019	2018	2017	2019	2018	2017	2019	2018	2017
Январь	< 0,1	< 0,09	< 0,1	} 0,045	} 0,026	} 0,07	< 0,1	0,29	< 0,1
Февраль	< 0,1	0,27	0,13				< 0,1	0,16	< 0,1
Март	< 0,1	< 0,01	0,07				0,26	0,11	< 0,1
Апрель	< 0,1	0,05	0,12	} 0,14	} 0,14	} 0,18	0,21	0,13	0,08
Май	< 0,1	0,039	0,1				0,41	0,2	0,11
Июнь	0,12	0,11	0,18				< 0,3	0,108	0,25
Июль	0,1	0,068	0,11	} 0,12	} 0,14	} 0,11	0,34	0,32	0,29
Август	0,21	< 0,02	0,12				0,43	0,18	0,27
Сентябрь	< 0,1	0,086	0,054				0,22	0,25	0,25
Октябрь	0,18	< 0,05	< 0,1	} < 0,04	} 0,094	} 0,04	0,25	0,62	0,36
Ноябрь	0,11	< 0,053	0,1				0,14	0,039	0,13
Декабрь	< 0,1	< 0,055	0,056				< 0,09	< 0,1	< 0,1
Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> -год	1,5	0,90	1,24	0,35	0,40	0,40	2,9	2,5	2,1

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

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в г. Обнинске в 2019 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида  $^7\text{Be}$  в 2018 г. изменялись в диапазоне 16 – 88,0 Бк/м<sup>2</sup>-месяц, составив за год 456 Бк/м<sup>2</sup>. Выпадения природного  $^{40}\text{K}$  составили 60 Бк/м<sup>2</sup>, изменяясь от 3,6 до 8,4 Бк/м<sup>2</sup>-месяц.

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

#### **Вода и другие объекты окружающей среды**

Контроль загрязнения подземных вод на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2019 г. показал, что объемная  $\Sigma\beta$  в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,1 до 290 Бк/л, в ЗН – от 0,1 до 1,3 Бк/л. Объемные  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в воде р. Протва составляли < 0,05 и < 0,1 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 твердых РАО АО «ГНЦ-ФЭИ» [12]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населенных пунктов (гг. Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) ФГБУ «НПО «Тайфун» периодически проводит отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Анализ питьевой воды, отобранной на территории ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2019 г., показал, что содержание трития в питьевой воде в течение года варьировало в пределах от 0,99 до 5,9 Бк/л при среднем значении 3,77 Бк/л (табл. 2.1.15), что примерно на три порядка ниже УВ [8] и в 2,2 раза выше среднего содержания трития в пресных водах рек ЕТР (1,7 Бк/л) [6].

Динамика изменения среднегодового содержания трития в питьевой воде на территории ФГБУ «НПО «Тайфун» с 1997 г. представлена на рис. 2.1.8 [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.

Таблица 2.1.15

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

2019 г.		2018 г.	
Месяц	Объемная активность	Месяц	Объемная активность
Январь	-	Январь	-
Февраль	-	Февраль	-
Март	5,27	Март	-
Апрель	6,08	Апрель	-
Май	4,90	Май	-
Июнь	10,87	Июнь	-
Июль	9,97	Июль	0,99
Август	10,09	Август	6,86
Сентябрь	8,28	Сентябрь	2,57
Октябрь	9,63	Октябрь	4,22
Ноябрь	6,26	Ноябрь	2,09
Декабрь	3,96	Декабрь	5,9
Среднее	7,53	Среднее	3,77

Примечание: - – отбор проб не проводился.

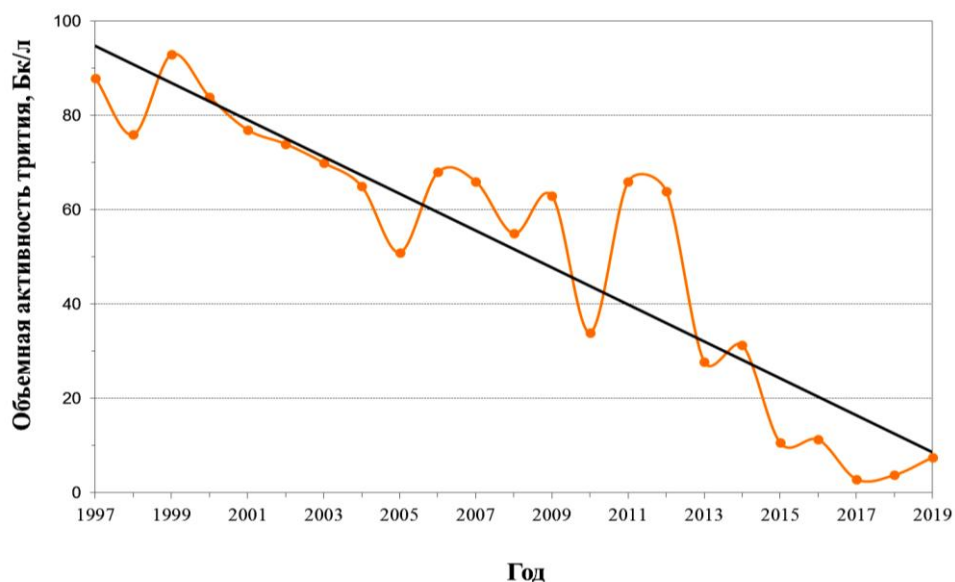


Рис. 2.1.8. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории ФГБУ «НПО «Тайфун»

Содержание  $\Sigma\beta$  в почве в СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ-ФЭИ», по данным службы внешней дозиметрии АО «ГНЦ-ФЭИ», составило 690 и 730 Бк/кг соответственно, а  $\Sigma\alpha$  в СЗЗ и ЗН – 650 и 430 Бк/кг соответственно. Содержание  $\Sigma\beta$  в растительности в СЗЗ составило 450 Бк/кг, а в ЗН – 430 Бк/кг. Содержание  $\Sigma\alpha$  в растительности в СЗЗ составило 170 Бк/кг, а в ЗН – 430 Бк/кг. Плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в СЗЗ и ЗН АО «ГНЦ-ФЭИ» составляла 8,6 и 9,8 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно.

Среднегодовые значения МАЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.7) в 2019 г. не выходили за пределы колебаний естественного  $\gamma$ -фона и составляли: Малоярославец – 0,12 мкЗв/ч, Можайск – 0,12 мкЗв/ч, Наро-Фоминск – 0,12 мкЗв/ч, Немчиновка – 0,10 мкЗв/ч, Москва – 0,12 мкЗв/ч, Новый Иерусалим – 0,11 мкЗв/ч, Подмосковная – 0,12 мкЗв/ч, Калуга – 0,13 мкЗв/ч, Серпухов – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные среднесуточные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

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

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-ФЭИ» [13, 14] требуют организации постоянного радиоэкологического мониторинга (ежегодное обследование) водных объектов, поскольку по результатам исследований, проведенных НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 20 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки АО «ГНЦ-ФЭИ» продолжается.

Наблюдавшиеся в 2019 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  $^{131}\text{I}$ , отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона, на повышенное по сравнению с фоновыми уровнями радиоактивное загрязнение атмосферы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , изотопами плутония и на загрязнение подземных вод тритием, создавая дополнительную техногенную нагрузку на население города.

### **Выводы**

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ЦФО в 2019 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, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР, но на пять – семь порядков ниже допустимых уровней в соответствии с НРБ-99/2009.

## **2.2. Северо-Западный федеральный округ**

### **Общая информация по округу**

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) расположен на севере и северо-западе ЕТР. В него входят 11 субъектов Федерации: Республика Карелия и Республика Коми, Архангельская, Вологодская, Мурманская, Ленинградская, Новгородская, Псковская, Калининградская области и Ненецкий автономный округ. Санкт-Петербург является центром округа. Площадь территории федерального округа составляет 1 686,9 тыс. км<sup>2</sup>, население – 13 952 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 22 РОО, в состав которых входят особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты. Две АЭС на территории СЗФО – Кольская и Ленинградская – находятся в г. Полярные Зори Мурманской области и в г. Сосновый Бор Ленинградской области соответственно. Девять РОО расположены в Санкт-Петербурге. Десять РОО, среди которых преимущественно предприятия МО, обслуживающие ВМФ, расположены на территории г. Мурманска и области и г. Северодвинска Архангельской области. Кроме того, на территории СЗФО находится центральный полигон РФ (о. Новая Земля).

### **Организация радиационного мониторинга**

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

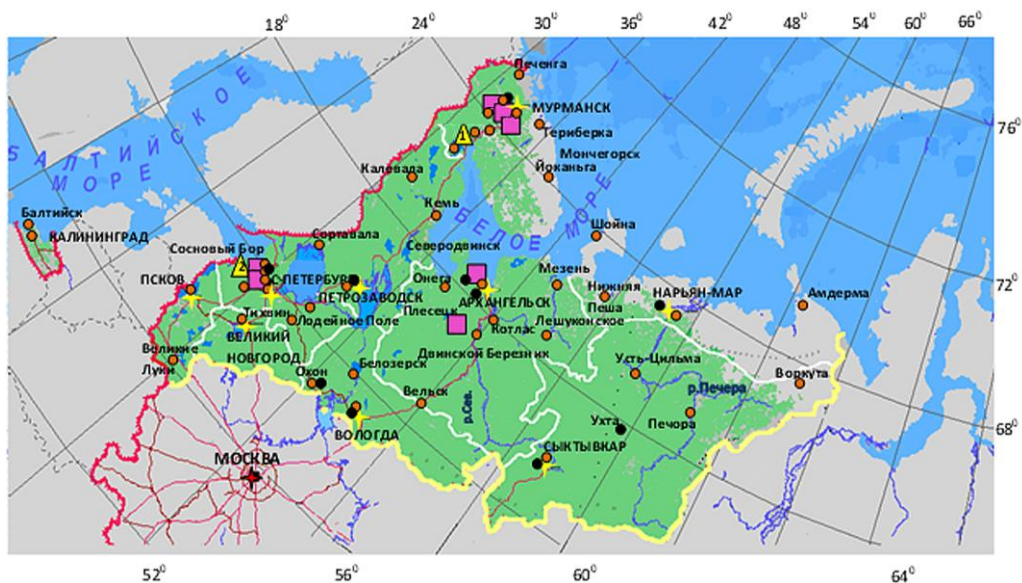


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов РФ;
- (красная линия) – магистральные федеральные автодороги;
- (коричневая линия) – прочие федеральные автодороги;
- (серый) – границы субъектов РФ;
- (желтый) – границы федеральных округов;
- (красная линия) – 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; 12 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (11 работающих); 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 <sup>90</sup>Sr, 6 пунктов по отбору проб морской воды на содержание <sup>90</sup>Sr. Кроме того, в 10 точках Двинского залива Белого моря отбираются пробы морского грунта для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов.

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

#### **Радиационная обстановка**

##### ***Радиационный фон***

По данным ежедневных измерений в течение 2019 г. на территории СЗФО мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от 0,05 до 0,22 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МАЭД в 2019 г. на территории СЗФО варьировали от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные суточные значения МАЭД в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.1.

Таблица 2.2.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах СЗФО в 2019 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Республика Карелия	20	0,09	0,17 (Кондопога)
Республика Коми	18	0,08	0,15 (Усть-Щугор)
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	40	0,09	0,17 (Конево, им.Кренкеля)
Вологодская область	14	0,10	0,14 (Вологда, Чарозеро, Чумевицы, Ньюксеница, Устюжна, Череповец)
Калининградская область	7	0,13	0,18 (Калининград)
Ленинградская область	20	0,11	0,22 (Лесогорский)
Мурманская область	30	0,10	0,22 (Териберка)
Новгородская область	7	0,13	0,21 (Крестцы)
Псковская область	7	0,11	0,15 (Гдов)
Санкт-Петербург	3	0,11	0,16 (Санкт-Петербург)
СЗФО	166	0,11	0,22

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

Среднегодовое значение МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны Ленинградской АЭС изменялись от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МАЭД по СЗФО в 2019 г. составило 0,11 мкЗв/ч.

**Приземная атмосфера**

На территории СЗФО из 11 субъектов только в 8 имеются пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями в атмосферном воздухе с помощью ВФУ. Пункты наблюдения Мурманск, Зашеек, Санкт-Петербург, Архангельск, Северодвинск, Охоны расположены в 100-км зонах РОО, и данные, полученные вокруг этих пунктов, включают влияние источников. Остальные пункты наблюдения за радиоактивными аэрозолями воздуха расположены в фоновых районах. Поэтому данные по объемной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно.

В табл. 2.2.2 приведены среднегодовые значения объемной активности радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пунктах наблюдения СЗФО в 2017 – 2019 гг. [5, 6].

Таблица 2.2.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах СЗФО, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>

Пункты наблюдения	<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Мурманская область</b>						
Мурманск	1,1	1,5	5,4	0,26	0,26	0,45
Кандалакша	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
Зашеек	1,5	1,7	2,8	0,15	0,15	0,11
<b>Республика Коми</b>						
Сыктывкар	0,6	3,3	0,5	0,35	0,35	0,68
Ухта	0,5	3,3	2,2	0,14	0,14	0,15
<b>Ленинградская область и г. Санкт-Петербург</b>						
Санкт-Петербург	3,7	3,9	4,8	0,91	0,53	1,30
Петрозаводск	3,4	5,0	5,2	0,76	1,66	1,70
<b>Вологодская область</b>						
Вологда	0,5	5,9	4,5	0,14	0,14	0,64
<b>Архангельская область</b>						
Архангельск	1,1	0,6	1,1	0,64	0,81	0,85
Северодвинск	1,4	6,7	2,0	0,38	0,37	0,68
Нарьян-Мар	0,6	0,7	2,2	0,21	0,07	0,42
<b>Новгородская область</b>						
Охоны	1,4	1,7	1,6	0,48	0,49	0,98
<b>Среднее по округу</b>	<b>1,4</b>	<b>3,1</b>	<b>2,9</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,72</b>

Примечание: н/р – станция не работала.

В 2019 г. уменьшились, по сравнению с 2018 г., среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах Мурманск – в 1,4 раза, Сыктывкар – в 5,5 раз, Ухта – в 6,6 раза, Петрозаводск – в 1,5 раз, Вологда – в 11,8 раз, Северодвинск – в 4,8 раза, Охоны – в 1,2 раза. Увеличение среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  произошло в Архангельске – в 1,8 раза, в пунктах Зашеек, Санкт-Петербурге и Нарьян-Маре уровень среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  остался таким же, как и в 2018 году. Максимальная среднегодовая объемная активность наблюдалась в г. Санкт-Петербурге, на территории которого расположены РОО (подробнее см. табл. 2.2.2.).

На рис. 2.2.2 представлена динамика среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  на территории СЗФО в 2009 – 2019 гг. Пик (рис. 2.2.2) связан с аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году.

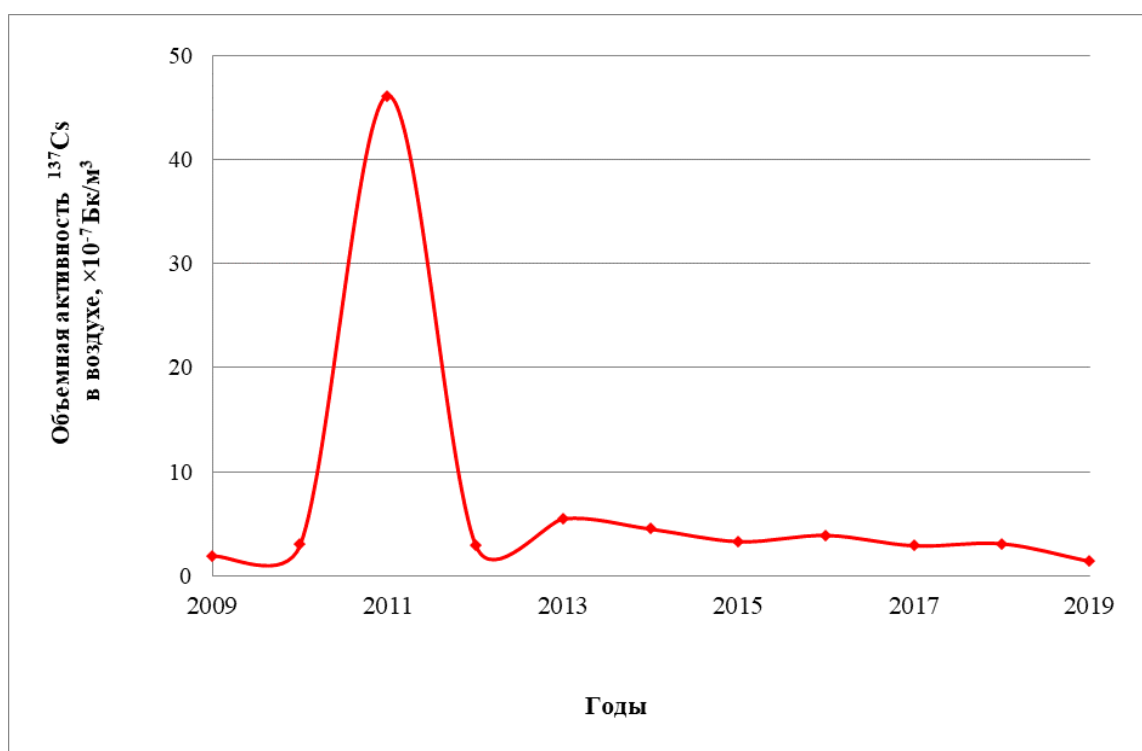


Рис. 2.2.2. Динамика объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  на территории СЗФО в 2009 – 2019 гг.

Среднегодовое значение объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  по всему СЗФО уменьшилось в 2,2 раза и составило  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2018 г. (табл. 2.2.2) в п. Зашеек увеличилась, по сравнению с 2017 г., в 1,4 раза. В Ухте, Архангельске, Петрозаводске среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2018 г. остались на уровне предыдущего года. В остальных пунктах СЗФО объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  уменьшилась в 1,7 – 6,0 раз. Осредненные по всей территории СЗФО объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2018 году уменьшились по сравнению с 2017 г. в 1,6 раз.

#### **Радиоактивные выпадения**

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2019 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения ( $< 0,2$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.3.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, в 2019 г. значения годовых атмосферных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  выше средневзвешенного значения для Заполярья ( $0,11$  Бк/м<sup>2</sup>·год): на территории Мурманской области ( $0,23$  Бк/м<sup>2</sup>·год) – в 2,1 раз, на территории Ненецкого автономного

округа значение на уровне средневзвешенного значения. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  составили 0,11 Бк/м<sup>2</sup>·год, в Республике Карелия, Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г. Санкт-Петербурге – 0,35 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,8 раза выше средневзвешенного значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  для Севера РФ.

Средние выпадения  $^{137}\text{Cs}$  за год на территории СЗФО в 2019 г. (0,26 Бк/м<sup>2</sup>·год) находились на уровне предыдущего года.

Таблица 2.2.3

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы на территории субъектов СЗФО в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·год

Субъекты Федерации	2019 г.	2018 г.	2017 г.
Республика Карелия	0,35	0,48	0,23
Республика Коми	0,11	0,08	0,14
Архангельская область	0,11	0,08	0,14
Ненецкий автономный округ*	0,11	0,08	0,14
Вологодская область	0,11	0,08	0,14
Калининградская область	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Ленинградская область	0,35	0,48	0,23
Мурманская область*	0,23	0,05	0,07
Новгородская область	0,35	0,48	0,23
Псковская область	0,35	0,48	0,23
Санкт-Петербург	0,35	0,48	0,23
<b>Среднее для СЗФО</b>	<b>0,26</b>	<b>0,27</b>	<b>0,18</b>
<b>Средневзвешенное для Севера ЕТР</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>	<b>0,17</b>
<b>Средневзвешенное для Заполярья</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>0,12</b>

Примечание: \* – субъекты, расположенные в Заполярье.

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории округа в период с 2009 по 2019 год.

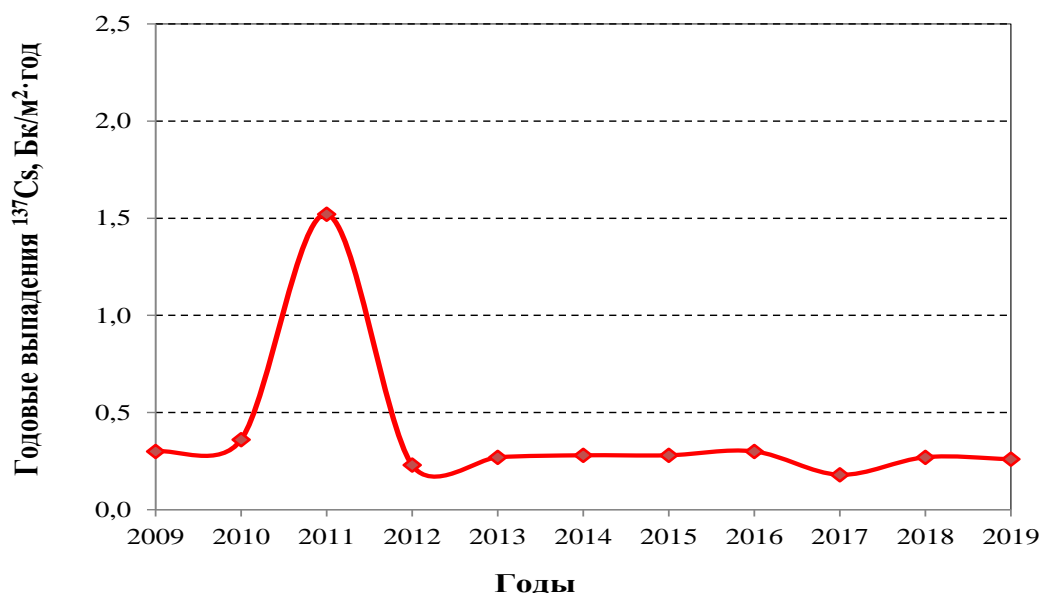


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории СЗФО в 2009 – 2019 гг.

### Поверхностные воды

На территории СЗФО осуществляются наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в речных, озерных и морских водах, содержанием  $^{137}\text{Cs}$  в морских грунтах, а также наблюдения за содержанием трития в атмосферных осадках и в речной воде. Наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  и трития ведутся в следующих субъектах СЗФО: Республика Карелия, Мурманская, Архангельская и Ленинградская обла-



сти, Ненецкий автономный округ. Тритий в осадках и речной воде определяют на территории Мурманской, Архангельской, Калининградской области, а также в Ненецком автономном округе. Наблюдения за  $^{90}\text{Sr}$  в морской воде проводят в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря и в Баренцевом море; за  $^{137}\text{Cs}$  – в морских донных отложениях Двинского залива Белого моря.

В табл. 2.2.4 представлены данные о содержании  $^{90}\text{Sr}$  в реках и озерах, расположенных в субъектах СЗФО в 2017 – 2019 годах.

Таблица 2.2.4

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

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2019	2018	2017
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа (2 точки отбора)	5,0	2,5	2,9
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	1,3	6,9	2,1
	оз. Имандра	Зашеек	1,8	2,0	1,4
Архангельская область	р. Северная Двина	Архангельск (п.Соломбала)	2,7	3,0	8,8
	р. Мезень	Дорогорское	1,7	3,1	3,0
	р. Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	3,0	3,0	3,8
Ненецкий автономный округ	р. Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор.Порт)	2,0	3,3	1,8
Ленинградская область	р. Нева	Новосаратовка	3,5	3,6	3,5
<b>Среднее по рекам СЗФО</b>			<b>2,6</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>
<b>Среднее по рекам ЕТР</b>			<b>4,5</b>	<b>5,2</b>	<b>4,3</b>

Из табл. 2.2.4 видно, что среднегодовые значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Имандра (Зашеек), р. Северная Двина, р. Онега и р. Нева в 2019 г. остались на уровне 2018 года. Уменьшение среднегодовой объемной активности наблюдалось для р. Мезень – в 1,8 раза. Для оз. Онежское, оз.Имандра (Губа Молочная) и р.Печора напротив отмечается увеличение среднегодового значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в 1,7 - 5,3 раза. Среднее значение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  по рекам СЗФО в 2019 г. уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом (2,6 мБк/л).

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Онежское превышала среднее значение по рекам ЕТР (4,5 мБк/л) в 1,1 раза. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2019 г. составила 1,9 и 2,1 мБк/л соответственно. Аналогичный параметр в 2004 – 2018 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  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах Баренцева моря в 2019 г. находилось в пределах колебаний уровней предшествующих лет, а Белого моря ниже уровня 2004-2018 гг.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Печора на территории Ненецкого автономного округа и в р. Северная Двина в Архангельской области в 2019 г. составила 1,44 и 1,15 Бк/л соответственно, что ниже среднего значения за год для основных рек России – 1,62 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по тритию в указанных реках в 2019 г. и в предыдущие годы (2004 – 2018) 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 2019 г. составили 1,4; 1,1; 1,3 и 1,3 Бк/л соответственно и были ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2019 г. (1,78 Бк/л). Суммарные годовые выпадения трития на территорию СЗФО в 2019 г. составили 3298,6 Бк/м<sup>2</sup>.

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях имеются территории, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2020 г. [4] в Ленинградской области 4 пункта имеют плотность загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>. В Новгородской области населенных пунктов с уровнями выше 1 Ки/км<sup>2</sup> на 1 января 2020 г. нет.

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

### **2.2.1. РОО г. Северодвинска**

Радиационно-опасные объекты на территории Архангельской области сосредоточены в основном в г. Северодвинске. Здесь, в Двинском заливе Белого моря, расположены Акционерное общество «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие» (далее – «Севмаш») и Акционерное общество «Центр судоремонта «Звездочка» (далее – ЦС «Звездочка»). На этих РОО осуществляются строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник «Миронова Гора», находящийся в ведении «Севмаш»), проводятся отстой и частичная утилизация атомных подводных лодок.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска осуществляет Северное УГМС (Архангельский ЦГМС-Р), а в СЗЗ и ЗН РОО – службы радиационной безопасности самих объектов.

В 2019 г. Северным УГМС проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды (рис. 2.2.4):

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на 2 станциях (в Архангельске и Северодвинске), пробы отбирались с помощью ВФУ с суточной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях (в Архангельске и Онеге);
- содержания трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (п. Соломбала);
- содержания  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала), а также в Белом море – в 5 точках;
- содержания  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в донных отложениях в заливах Белого моря в районе г. Северодвинска в 10 точках один раз в год;
- содержания радионуклидов в пробах почвы, отобранных на 5 станциях в период с июня по сентябрь;
- мощности дозы гамма-излучения ежедневно на 6 стационарных пунктах;
- ежедневного контроля за радиационной обстановкой с использованием АТ АСКРО.

В 2019 году 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 твердых радиоактивных отходов «Миронова гора». Отобрано и проанализировано 25 проб почвы, 25 проб растительности и 21 проба снега. В 10 точках Двинского залива осуществлялся контроль за содержанием  $^{137}\text{Cs}$  в морских грунтах.



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

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

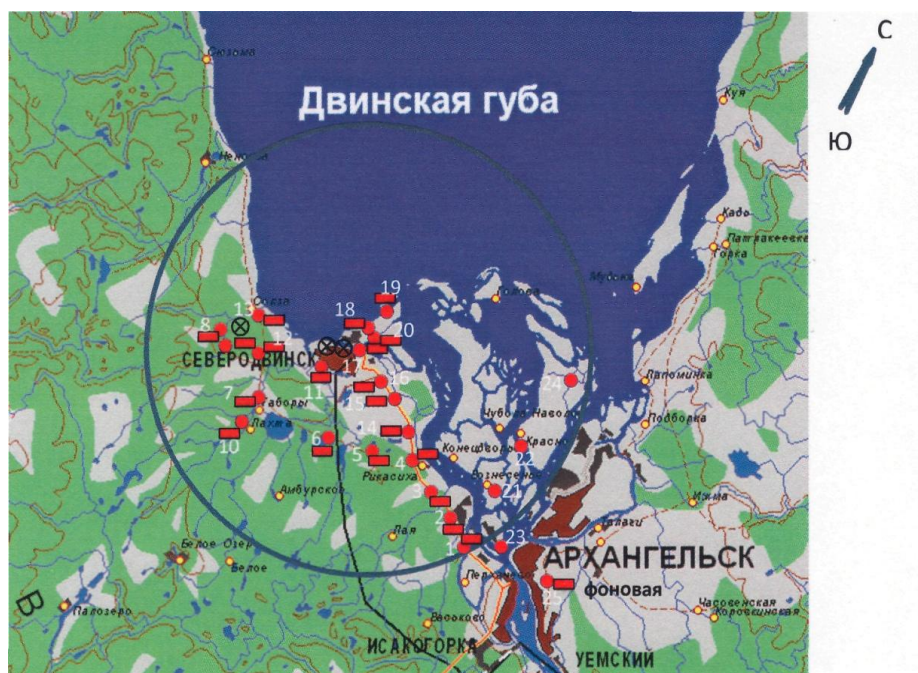


Рис. 2.2.5. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

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

Измерение  $\Sigma\beta$  активности в пробах проводилось Северным УГМС на радиометрах типа РУБ-01П. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном  $\gamma$ -спектрометре в Северном УГМС и на  $\gamma$ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в ФГБУ «НПО «Тайфун». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  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 объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2019 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 2.2.5.

Таблица 2.2.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2019 г. (данные Северного УГМС)**

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	2,1	4,8	1,1	3,7	1,3	4,8
	м	13,3	23,0	7,6	14,3		
Февраль	с	1,0	4,4	1,0	3,1	1,1	3,1
	м	6,3	30,9	4,1	7,7		
Март	с	1,6	5,7	0,7	3,5	0,7	3,3
	м	7,2	17,1	2,3	8,7		
Апрель	с	0,7	3,8	0,7	4,4	0,6	3,2
	м	4,2	10,9	4,2	13,1		
Май	с	0,4	4,8	0,6	5,6	0,6	4,0
	м	3,0	10,3	3,0	18,4		
Июнь	с	0,4	4,1	0,4	4,8	0,5	3,0
	м	1,3	10,1	1,8	18,7		
Июль	с	0,5	3,5	0,8	4,4	1,0	3,0
	м	2,4	9,4	3,5	20,4		
Август	с	0,8	7,7	0,9	23,5	0,8	6,7
	м	4,2	17,1	3,3	431,0		
Сентябрь	с	0,6	5,8	0,8	6,4	0,7	3,5
	м	2,2	18,4	3,5	23,6		
Октябрь	с	0,8	3,1	1,2	3,0	0,6	1,4
	м	4,6	10,6	4,5	7,2		
Ноябрь	с	1,1	3,0	0,8	3,5	0,5	1,4
	м	6,6	10,8	3,1	14,0		
Декабрь	с	0,9	2,0	0,3	2,0	0,4	1,1
	м	4,5	5,5	1,3	9,3		
<b>Среднее:</b>	<b>2019 г.</b>	<b>0,9</b>	<b>4,4</b>	<b>0,8</b>	<b>5,7</b>	<b>0,7</b>	<b>3,2</b>
	2018 г.	0,9	5,2	0,7	5,9	0,7	4,5
	2017 г.	0,9	4,5	0,9	6,7	0,8	5,7

Из табл. 2.2.5 видно, что в 2019 г. среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах  $(2,0 - 7,7) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Северодвинске –  $(2,0 - 23,5) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении в Архангельске  $4,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и в Северодвинске  $5,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В Северодвинске и Архангельске среднегодовая объемная активность превышала среднее значение по Северному УГМС ( $3,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 1,4 и в 1,8 раза соответственно.

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2019 г., а также динамика изменения этих величин за период 2017 – 2019 гг. приведены в табл. 2.2.6.

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске –  $1,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Северодвинске –  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Самая высокая объемная активность <sup>137</sup>Cs наблюдалась в г. Архангельске в

III квартале ( $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г. в г. Северодвинске ниже, чем в 2018 г., в 4,8 раза и ниже средневзвешенного значения по Северу ЕТР в 1,1 раза ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.2.6

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное значение по территории Севера ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Архангельск	2017	1,1	0,5	1,9	0,8	1,1	1,9
	2018	1,0	0,5	0,9	0,2	0,6	2,1
	<b>2019</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	<b>2,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>1,6</b>
Северодвинск	2017	1,5	1,0	нпо	4,4	2,0	1,9
	2018	5,3	4,4	15,9	нпо	6,7	2,1
	<b>2019</b>	<b>0,6</b>	<b>1,4</b>	<b>2,1</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Архангельск	2017	0,7*		1,0*		0,9	0,9
	2018	1,1*		0,6*		0,8	0,6
	<b>2019</b>	<b>0,6*</b>		<b>0,7*</b>		<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
Северодвинск	2017	0,7*		0,7*		0,7	0,9
	2018	0,4*		0,3*		0,4	0,6
	<b>2019</b>	<b>0,2*</b>		<b>0,5*</b>		<b>0,4</b>	<b>0,6</b>

Примечание: \* – данные за полугодие.

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в Архангельске в 2019 г. была на уровне предыдущего года и составляла  $0,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР. В Северодвинске среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 1,8 раза ( $0,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) при средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР равной  $0,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В г. Северодвинске в 2019 г., как и в предшествующие годы, объемная активность <sup>90</sup>Sr была ниже, чем в г. Архангельске.

Указанные значения объемных активностей <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в этих двух пунктах были на шесть–семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009 [8].

Среднемесячные значения суточных атмосферных выпадений  $\sum\beta$  в 2018 г. (табл. 2.2.5) изменялись в пределах (0,4 – 2,1) Бк/м<sup>2</sup>·сутки в Архангельске и (0,3 – 1,2) Бк/м<sup>2</sup>·сутки в Онеге при среднегодовых значениях 0,9 и 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно, что находится на уровне среднего значения для территории ответственности Северного УГМС. В 2019 году в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска зарегистрирован один случай высокого загрязнения в атмосферных выпадениях в пункте Архангельск 10 января. В пробе повышенной активности атмосферных выпадений обнаружен космогенный радионуклид <sup>7</sup>Be. Концентрация техногенного радионуклида <sup>137</sup>Cs и природный радионуклид <sup>40</sup>K были ниже предела обнаружения.

В 2019 г. средние годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на территории деятельности Северного УГМС составляли 0,11 Бк/м<sup>2</sup>·год (табл. 2.2.3), что ниже среднего значения по территории СЗФО (0,26 Бк/м<sup>2</sup>·год) и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2019 г. (0,19 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2019 г. составили 1065,9 Бк/м<sup>2</sup>·год при годовом количестве осадков 507,7 мм. Месячные выпадения трития изменялись от

39,2 Бк/м<sup>2</sup>·месяц (декабрь) до 202,6 Бк/м<sup>2</sup>·месяц (август). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2019 г. изменялась в диапазоне от 0,45 до 2,26 Бк/л при среднегодовом значении 1,42 Бк/л, что меньше среднего значения по территории России (1,78 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 – 0,15 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 0,29 мкЗв/ч. Исключение составило кратковременное повышение МАЭД на 6-ти постах в г. Северодвинск 8 августа 2019 года. Восьмого августа 2019 года в 12.00 часов МСК времени на постах Архангельской территориальной АСКРО был зафиксирован уровень: мэрия = 0,63 мкЗв/ч, СЗСМ = 1,09 мкЗв/ч, ПНЗ2 = 1,33 мкЗв/ч, ПНЗ1 = 1,78 мкЗв/ч, МГ-2 = 1,45 мкЗв/ч, АСС = 0,45 мкЗв/ч. Согласно заключению Росгидромета, регистрация повышенных значений МАЭД была связана с прохождением облака радиоактивных инертных газов. Радионуклидный состав проб отобранных в Северодвинске, показал наличие короткоживущих техногенных радионуклидов <sup>91</sup>Sr (T<sub>1/2</sub>=9,3 ч), <sup>139</sup>Ba (T<sub>1/2</sub>=83 мин), <sup>140</sup>Ba (T<sub>1/2</sub>=12,8 дней) и его дочернего радионуклида <sup>140</sup>La (T<sub>1/2</sub>=40ч), продуктами распада которых являются инертные радиоактивные газы (ИРГ). Радиационный фон в г. Северодвинск стабилизировался 8 августа 2019 года в 14.30 МСК времени.

**Вода, донные отложения**

Содержание <sup>90</sup>Sr в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного в ФГБУ «НПО «Тайфун», представлено в табл. 2.2.7.

Таблица 2.2.7

**Объемная активность <sup>90</sup>Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2019 г., мБк/л (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	19.03	3,4
	17.05	2,8
	13.08	2,7
	29.10	1,8
Среднее:	<b>2019</b>	<b>2,7</b>
	2018 г.	3,0
	2017 г.	8,8
р. Онега (п. Порог)	18.02	2,6
	02.05	3,1
	17.08	3,3
	24.10	3,2
Среднее:	<b>2019</b>	<b>3,0</b>
	2018 г.	3,0
	2017 г.	3,8
Среднее по ЕТР:	<b>2019</b>	<b>4,5</b>
	2018 г.	4,1
	2017 г.	5,0

Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности <sup>90</sup>Sr в реках ЕТР. Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в р. Северная Двина в 2019 г. уменьшилась по сравнению с 2018 годом, а в р. Онега находилась на уровне предыдущего года. В Северной Двине и Онеге среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr составила 2,7 и 3,0 мБк/л соответ-

ственно, что в 1,5-1,7 раз ниже среднего значения для рек ЕТР (4,5 мБк/л) и на три порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения ( $^{90}\text{Sr} = 4,9$  Бк/л).

Объемная активность трития в 2019 году в р. Северная Двина составляла 1,2 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,3 раза ниже средней величины для рек России (1,6 Бк/л). Из табл. 2.2.8 видно, что содержание трития в р. Северная Двина в последние 5 лет колеблется от 1,1 Бк/л до 1,4 Бк/л.

Таблица 2.2.8

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

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
$^3\text{H}$	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,6	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2

Мониторинг загрязнения вод Белого моря  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. проводился Северным УГМС на 6 гидрологических станциях. Результаты приведены в табл. 2.2.9.

Из табл. 2.2.9 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. в Белом море составляла 2,1 мБк/л, что ниже значения 2018 года. [6].

Таблица 2.2.9

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водах Белого моря  
(данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Дата отбора	Место отбора	Объемная активность $^{90}\text{Sr}$ , мБк/л
21.07	горло	2,0
19.07	Бассейн, поверхн.	2,1
19.07	Бассейн, дно	2,0
01.08	Двинской залив	2,2
08.08	Онежский залив	2,3
19.07	Кандалакшский залив	2,0
<b>Среднее:</b>	<b>2019 г.</b>	<b>2,1</b>
	<b>2018 г.</b>	<b>2,3</b>

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  $^{137}\text{Cs}$  в различных точках отбора изменяется от 0,4 до 6,5 Бк/кг воздушно-сухой массы проб при среднем значении 2,6 Бк/кг.

Таблица 2.2.10

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

№ п/п	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина отбора, м	$^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг сухого веса
1	64 41 07 сш; 39 38 20 вд	01.08.2019	14	3,3
2	64 39 06 сш; 39 34 97 вд	01.08.2019	13	6,5
3	64 38 14 сш; 39 31 91 вд	01.08.2019	13	0,4
4	64 38 06 сш; 39 28 05 вд	01.08.2019	13,5	1,8
5	64 38 00 сш; 39 24 99 вд	01.08.2019	11,5	0,8
6	64 39 99 сш; 39 28 96 вд	01.08.2019	15	1,5
7	64 40 95 сш; 39 31 04 вд	01.08.2019	15	3,0
8	64 42 06 сш; 39 35 02 вд	01.08.2019	15	1,4
9	64 44 00 сш; 39 37 97 вд	01.08.2019	15	3,8
10	64 44 03 сш; 39 34 99 вд	01.08.2019	15,5	3,1
<b>Среднее</b>				<b>2,6</b>

В табл. 2.2.11 представлены многолетние данные загрязнения морских грунтов в этом районе, из которых следует, что загрязнение морского дна  $^{137}\text{Cs}$  постепенно уменьшается. С 1999 г. оно уменьшилось в 2,5 раза.

Таблица 2.2.11

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

Год	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
$^{137}\text{Cs}$	6,6	8,6	5,9	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4	5,7	4,3	3,9	3,8	3,1	4,9	2,4	2,0	2,0	2,2	2,6

Примечание: - – отбор проб не проводился.

***Почва, растительность***

В 2019 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. В отобранных пробах определялось содержание  $^{137}\text{Cs}$  и природных  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$ . При отборе проб измерялась МАЭД на высоте 1 м и 10 см от поверхности почвы. Точки отбора проб почвы, растительности и снега и данные измерений представлены в табл. 2.2.12.

Из табл. 2.2.12 видно, что значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  как основного радионуклида техногенного происхождения в почве находилось на фоновом уровне и составило 0,02 – 31,61 Бк/кг. Удельная активность природных радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  в пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от предела обнаружения до 15,93 Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$  и от предела обнаружения до 23,20 Бк/кг для  $^{232}\text{Th}$ . Наибольшие значения удельной активности природного радионуклида  $^{40}\text{K}$  наблюдались в т. 1 «Малое Тайнокурье» – 496 Бк/кг. В остальных пробах содержание  $^{40}\text{K}$  было в пределах от 162 Бк/кг до 437 Бк/кг.

Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что удельная активность  $^{226}\text{Ra}$ (60%) и  $^{232}\text{Th}$  (76%) большинства отобранных и измеренных проб растительности была ниже чувствительности прибора. Максимальное значение удельной активности  $^{226}\text{Ra}$  было зафиксировано в точке «Военная часть» и составила 7,74 Бк/кг, в этой же точке максимальное значение удельной активности  $^{232}\text{Th}$  составила 7,80 Бк/кг. Удельная активность  $^{40}\text{K}$  по всей зоне наблюдения изменялась в пределах 357-1018 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности  $^{40}\text{K}$  было зафиксировано в т.4 «Рикасиха» и составила 1018 Бк/кг. Максимальное значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  зафиксировано в пункте «Переезд у д. Солза» и составил 47,78 Бк/кг.

Значения МАЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,07 до 0,11 мкЗв/ч, что соответствует уровням естественного  $\gamma$ -фона.

Отбор проб снежного покрова в 2019 году проводился в зимний период перед началом весеннего снеготаяния, в точках с устойчивым снежным покровом. Было отобрано 21 проба снега. Средние значения МАЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 0,03 до 0,13 мкЗв/ч. Объемная  $\Sigma\beta$  талой воды изменялась от 1,85 Бк/м<sup>3</sup> (т. 16) до 39,17 Бк/м<sup>3</sup> (т. 17). Минимальная плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  наблюдалась также в т. 16 и составила 0,10 Бк/м<sup>2</sup>, максимальная – в точке 17 (1,57 Бк/м<sup>2</sup>). В т.3 «Лайский Док» объемная активность  $\Sigma\beta$  и плотность загрязнения  $\Sigma\beta$  снежного покрова были ниже предела обнаружения.



**Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности  
в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2019 г., Бк/кг  
(данные Северного УГМС)**

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МАЭД, мкЗв/ч на высоте 1 м	Почва							
		<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K
т. 1 – Малое Тайнокурье	0,09	8,30	23,20	15,93	496	2,65	н	н	875
т. 2 – Цигломень	0,07	5,75	3,99	5,44	253	0,07	н	н	388
т. 3 – Лайский Док	0,09	н	5,73	6,84	241	н	н	н	813
т. 4 – Рикасиха	0,09	1,94	17,86	12,46	437	н	0,90	4,80	1018
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,09	3,78	2,68	4,45	218	2,52	н	н	498
т. 6 – база отдыха	0,07	н	4,22	4,95	221	н	н	н	453
т. 7 – Урочище Концебор	0,07	0,33	1,63	2,84	159	9,80	н	н	392
т. 8 – Миронова Гора	0,07	0,70	10,93	7,46	359	н	0,24	н	364
т. 9 – р. Солза	0,10	3,57	1,75	2,39	203	1,29	н	2,15	707
т. 10 – волость	0,08	1,46	7,55	8,37	321	н	н	н	712
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,09	н	7,50	7,30	359	3,04	н	н	608
т. 12 – после Мироновой Горы	0,08	2,17	10,75	4,54	367	1,31	н	0,15	978
т. 13 – переезд у д. Солза	0,11	3,55	12,65	12,41	396	47,78	0,442	н	358
т. 14 – дачи	0,09	31,61	5,77	6,44	176	н	н	н	860
т. 15 – садовые участки	0,09	0,81	2,47	4,49	178	н	н	3,86	364
т. 16 – заправка	0,10	н	8,96	7,24	292	н	н	4,66	635
т. 17 – гаражи	0,11	н	2,93	4,32	218	н	н	1,37	467
т. 18 – обелиск	0,10	0,57	5,70	9,71	167	1,32	н	н	719
т. 19 – военная часть	0,07	0,81	2,35	3,97	162	6,17	7,797	7,744	359
т. 20 – развилка к р. Ягорка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 21 – о. Андрианов	0,09	5,56	10,22	9,78	296	2,64	1,303	н	587
т. 22 – о. Тиноватик	0,10	9,42	13,43	14,74	386	н	н	0,97	637
т. 23 – о. Кего	0,08	3,83	6,23	9,53	241	н	н	3,66	357
т. 24 – о. Никольский	0,09	0,02	6,36	7,62	266	н	н	н	752
т. 25 – фон М2 Архангельск	0,09	н	2,95	4,40	163	н	4,62	3,30	632
т. 26 Аэрологическая станция	0,09	н	4,63	6,85	176	н	н	н	562

В 2019 г. на 6 станциях (Архангельск, Северодвинск, Онега, Холмогоры, Нарьян-Мар, 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 <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K в почве зарегистрированы в МГ-2 Онега. Максимальное значение удельной активности <sup>137</sup>Cs (5,71 Бк/кг) и плотность загрязнения почвы по <sup>137</sup>Cs зафиксировано у МГ-2 Мудьюг.

Среднемесячные значения МАЭД на 6 стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в течение всего 2019 г. соответствовали естественному γ-фону и колебались в пределах 0,09 – 0,12 мкЗв/ч. Максимальные значения МАЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч.

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

В 2019 г. ОЯРБ «Севмаш» проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН. Отбор проб аэрозолей атмосферного воздуха производился с помощью ВФУ. В качестве фильтра использовалась ткань Петрянова марки ФПП-15-1,5;
- радиоактивности атмосферных выпадений. Для сбора выпадений использовались кюветы с площадью сбора 0,25 м<sup>2</sup> высотой стенки 0,1 м с экспозицией проб один месяц;
- объемной  $\Sigma\beta$  в морской воде (по акватории предприятия) и в водорослях;
- удельной  $\Sigma\beta$  в почве. Слой почвы отбирался на глубину 5 см специальным пробоотборником;
- МАЭД.

В СЗЗ контролировались набережные, вахты предприятия, столовые, пути движения работников по территории предприятия, в ЗН – пути движения работников в парке между городом и предприятием. Данные ОЯРБ по содержанию радионуклидов в объектах окружающей среды в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2019 г. приведены в табл. 2.2.13.

Таблица 2.2.13

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения «Севмаш» в 2019 г. (данные ОЯРБ «Севмаш»)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>60</sup> Co
	2018 г.	2019 г.	2019 г.	2019 г.	2019 г.
<b>Атмосферные аэрозоли</b>	<b>10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>		<b>10<sup>-6</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>		
СЗЗ	13	12	нпо	нпо	нпо
ЗН	25	16	нпо	нпо	нпо
<b>Атмосферные выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·год</b>					
СЗЗ	80,8	68,6	-	-	-
ЗН	99,0	77,0	-	-	-
<b>Почва, Бк/кг</b>					
СЗЗ, ЗН	350	390	-	-	-
<b>Донные отложения, Бк/кг</b>					
СЗЗ	405	327	нпо	нпо	нпо
ЗН (реки Солза, Ширшима, Рассоха)	425	388	нпо	нпо	нпо
<b>Морская вода, Бк/л</b>					
СЗЗ	4,6	4,6	нпо	нпо	нпо
ЗН	2,7	1,6	нпо	нпо	нпо
<b>Растительность, Бк/кг</b>					
СЗЗ, ЗН	398	462	-	-	-
<b>Водоросли, Бк/кг</b>					
СЗЗ, акватория Севмаш	706	810	нпо	1,5	нпо
фоновый район жилого массива (р. Параниха)	706	810	нпо	1,5	нпо

Примечание: -- нет данных.

нпо – ниже предела обнаружения

Как видно из табл. 2.2.13, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в СЗЗ «Севмаш» в 2019 г. находится на уровне 2018 г., а также в 2,1 раза выше объемной  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Северодвинска и в 3,8 раза выше среднего значения по Северному УГМС (3,2·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co и <sup>90</sup>Sr в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже предела обнаружения прибора или методики измерения.

Удельная  $\Sigma\beta$  проб почвы и донных отложений в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2019 г. (табл. 2.2.13) была обусловлена природным радионуклидами и колебалась в пределах 197 – 656 Бк/кг и

232 – 434 Бк/кг в СЗЗ и 291 - 559 Бк/кг в ЗН соответственно, что находится на фоновом уровне для территории РФ.

В пробах растительности содержание  $\Sigma\beta$  в 2019 г. находилось практически на уровне ряда предыдущих лет.

$\Sigma\beta$  проб водорослей в районе СЗЗ возросла, по сравнению с 2018 г., в 1,1 раза. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в водорослях было ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, а  $^{90}\text{Sr}$  составила 1,5 Бк/кг.

Среднегодовое значение объемной  $\Sigma\beta$  в морской воде акватории «Севмаш» и в ЗН в 2019 г. составляло 4,6 и 1,6 Бк/л, значение объемной  $\Sigma\beta$  в морской воде в ЗН было ниже в 1,7 раза значения предыдущего года. Содержание техногенных радионуклидов в пробах морской воды по акватории предприятия и в фоновом районе были ниже предела обнаружения и значительно ниже контрольных уровней, установленных для «Севмаш».

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

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

В 2019 г. ОЯРБ ЦС «Звездочка» проводился радиационный контроль окружающей среды в ЗН путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы. Пробы отбирались непрерывно в одной точке с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в одной точке с экспозицией один месяц;
- содержания  $\gamma$ -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;
- содержания радионуклидов в почве в трех точках;
- МАЭД.

В ЗН контролировались пешеходные магистрали.

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

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2019 г. составляла  $35,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что ниже уровня 2018 г. и в 6 раз выше среднегодовой объемной активности в г. Северодвинске (табл. 2.2.5). Из техногенных радионуклидов в воздухе на территории ЗН ЦС «Звездочка» определялись  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ . Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла  $11,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что выше уровня среднегодовой объемной активности в Северодвинске ( $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) по данным Северного УГМС и выше средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 7 раз ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Содержание  $^{90}\text{Sr}$  было менее  $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее  $0,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на четыре порядка ниже контрольного уровня для предприятия.

Таблица 2.2.14

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения  
ЦС «Звездочка» в 2019 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звездочка»)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{60}\text{Co}$
<b>Атмосферные аэрозоли</b>	<b><math>10^{-5}</math> Бк/м<sup>3</sup></b>	<b><math>10^{-5}</math> Бк/м<sup>3</sup></b>		
ЗН	35,4	0,11	< 0,039	< 0,006
<b>Атмосферные выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·год</b>				
ЗН	10,0	0,85/<0,55	< 0,98	< 0,06
<b>Почва, Бк/кг</b>				
пр. Бутомы	430,0	5,10	< 1,00	< 0,12
ул. Макаренко	500,0	17,00	< 0,80	< 0,11
район мемориала	220,0	0,98	< 0,80	< 0,10
<b>Донные отложения, Бк/кг</b>				
ЗН, акватория Никольского устья	330,0	0,64	< 0,83	< 0,10
<b>Морская вода, Бк/кг</b>				
ЗН	3,0	< 0,0072	< 0,0064	< 0,0012
<b>Гидробионты (рыба), Бк/кг</b>				
Акватория Никольского устья	108,0	< 0,19	< 1,50	< 0,089

В выпадениях также определялись  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ , годовые выпадения которых составляли 0,57 Бк/м<sup>2</sup>·год, менее 0,98 Бк/м<sup>2</sup>·год и менее 0,06 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  были выше средневзвешенных выпадений этого радионуклида по территории Севера ЕТР в 3 раза и в 5,2 раза выше выпадений в среднем по территории ответственности Северного УГМС.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в почве не превышало уровней глобального фона, а содержание  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующего в составе глобального фона, было менее 0,1 Бк/кг.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях составляло 0,64 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – менее 0,83 Бк/кг и не превышало уровней глобального фона, а содержание  $^{60}\text{Co}$  было менее 0,1 Бк/кг.

Объемная суммарная бета активность воды в Двинском заливе Белого моря составляла 3,0 Бк/кг, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  была менее 0,0072 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – менее 0,0064 Бк/кг и  $^{60}\text{Co}$  – менее 0,0012 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 108,0 Бк/кг,  $^{137}\text{Cs}$  – менее 0,19 Бк/кг, а  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующего в составе глобального фона, составляло менее 0,09 Бк/кг.

Мощность дозы в ЗН изменялась от 0,10 до 0,13 мкЗв/ч и не превышала естественного гамма-фона.

Из приведенных данных можно сделать вывод, что РОО г. Северодвинска оказывают влияние на загрязнение акватории предприятий техногенными радионуклидами и загрязнение объектов окружающей среды в ЗН отсутствующим в составе глобального фона  $^{60}\text{Co}$ .

### **2.2.2. РОО на территории Мурманской области**

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

- Кольская АЭС (в эксплуатации 4 реактора);
- Мурманское морское пароходство (в эксплуатации 13 реакторов ледокольного флота и суда атомно-технологического обслуживания) осуществляет хранение и перевозку ОЯТ и РАО;
- Ремонтно-технологическое предприятие Федеральное государственное унитарное предприятие атомного флота (далее – РТП «Атомфлот»), обеспечивающее эксплуатацию и технологическое

обслуживание атомных ледоколов и судов вспомогательного флота и имеющее в составе береговой инфраструктуры: хранилище твердых отходов (ХТО), предназначенное для временного хранения ТРО и радиоактивного оборудования; хранилище кондиционированных РАО; хранилище отработавшего ядерного топлива контейнерного типа; береговой пост загрузки отработавшего ядерного топлива;

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

– Северо-Западный центр по обращению с радиоактивными отходами «СевРАО» (ФГУП «СевРАО», Росатом РФ) имеет две береговые базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ: в ЗАТО г. Заозерск (филиал № 1 в губе Андреева) и ЗАТО г. Островной (филиал № 2, п. Гремиха);

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

– ОАО «Мурманский судоремонтный завод Морского флота», осуществляющее ремонт судов с ядерными установками;

– Ловозерский и Ковдорский горно-обогатительные комбинаты, где производят добычу и переработку минерального сырья, обогащенного естественными радиоактивными изотопами;

– судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск), на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации; сбор, временное хранение твердых и жидких РАО.

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

РТП «Атомфлот» является высокотехнологичным предприятием по техобслуживанию и ремонту атомных ледоколов и судов вспомогательного флота, ледокольному обеспечению задач ВМФ и национальных арктических проектов, расположен в 2 км от северной границы г. Мурманска и занимает площадь 0,17 км<sup>2</sup>. Основными задачами технологического специализированного ремонтного комплекса (ТСРК) «Атомфлота» являются ремонт и технологическое обслуживание ядерных энергетических установок (ЯЭУ), в том числе участие в перегрузке ядерного топлива атомных ледоколов, а также прием, хранение, переработка, транспортировка твердых и жидких радиоактивных отходов. Одно из новых направлений ТСРК – временное хранение облученного ядерного топлива. В настоящее время в состав предприятия находятся суда с ЯЭУ: четыре ледокола и один лихтеровоз. Кроме того, в состав предприятия входят другие суда (плавучие доки, плавкран и др.), не имеющие ЯЭУ. В табл. 2.2.15 и 2.2.16 приводится информация о сбросах радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую сеть и атмосферу. В 2019 г. в открытую гидрографиче-

скую сеть сбросы РТП «Атомфлот»  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  увеличились по сравнению с предыдущим годом (см. табл. 2.2.15).

Таблица 2.2.15

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

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2018 г.	2019 г.	
$^{60}\text{Co}$	$3,11 \cdot 10^8$	$3,45 \cdot 10^5$	$7,05 \cdot 10^6$	$+ 6,71 \cdot 10^6$
$^{134}\text{Cs}$	$3,89 \cdot 10^7$	-	$2,33 \cdot 10^5$	-
$^{137}\text{Cs}$	$5,69 \cdot 10^7$	$6,24 \cdot 10^6$	$4,88 \cdot 10^7$	$+ 4,26 \cdot 10^7$
$^{90}\text{Sr}$	$8,82 \cdot 10^8$	$8,82 \cdot 10^5$	$2,96 \cdot 10^7$	$+ 2,87 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr}$	$7,80 \cdot 10^9$	$2,34 \cdot 10^6$	-	-

В 2019 г. выбросы радионуклидов РТП «Атомфлот» в атмосферу уменьшились, но находятся в пределах допустимых выбросов, а суммарный выброс инертных радиоактивных газов увеличился (см. табл. 2.2.16).

Таблица 2.2.16

**Выброс радионуклидов в атмосферу РТП «Атомфлот», Бк  
(данные ФГУП «РосРАО»)**

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2018 г.	2019 г.	
$^{60}\text{Co}$	$2,02 \cdot 10^8$	$1,88 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^7$	$- 1,78 \cdot 10^8$
$^{137}\text{Cs}$	$9,88 \cdot 10^8$	$9,10 \cdot 10^8$	$4,90 \cdot 10^7$	$- 8,61 \cdot 10^8$
$^{90}\text{Sr}$	$1,46 \cdot 10^8$	$1,35 \cdot 10^8$	$7,26 \cdot 10^6$	$- 1,27 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr}$	$9,76 \cdot 10^8$	$2,53 \cdot 10^7$	$6,52 \cdot 10^5$	$- 2,46 \cdot 10^7$
$\Sigma$ нуклидов Eu	$1,35 \cdot 10^8$	$1,25 \cdot 10^8$	$6,73 \cdot 10^6$	$- 1,18 \cdot 10^8$
$^{54}\text{Mn}$	$2,45 \cdot 10^7$	$2,26 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^6$	$- 2,13 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Nb}$	$4,08 \cdot 10^7$	$3,76 \cdot 10^7$	$2,06 \cdot 10^6$	$- 3,55 \cdot 10^7$
$^{58}\text{Co}$	$1,44 \cdot 10^7$	-	$3,01 \cdot 10^4$	-
Сумма ИРГ	$5,73 \cdot 10^{11}$	$1,29 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^{11}$	$+ 0,17 \cdot 10^{11}$

В 2019 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):

- 2 пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью воздухофильтрующих установок с суточной экспозицией фильтров;
- 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  $^{90}\text{Sr}$  в п. Териберка;
- 2 пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зоне Кольской АЭС;
- 29 пунктов измерения МАЭД, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МАЭД контролировалась с помощью 35 дополнительных постов.

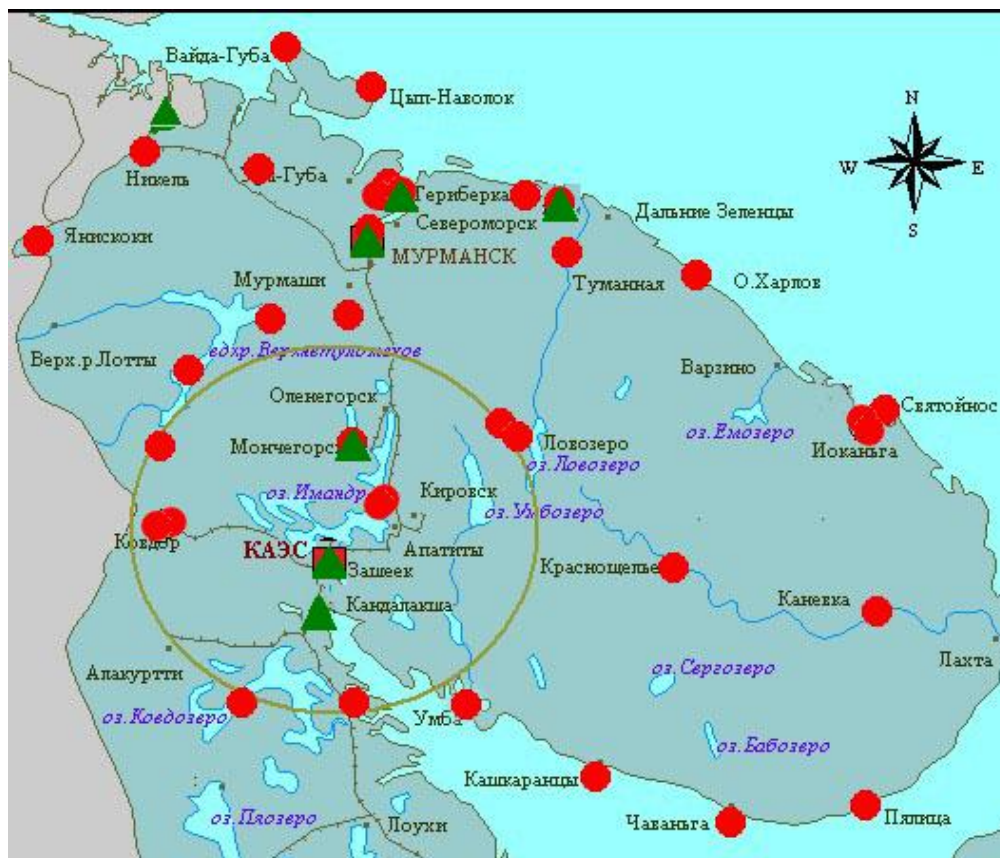


Рис. 2.2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями.

Ежедневные измерения МАЭД на основных пунктах контроля проводились с помощью дозиметров ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т, 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 объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в районе РОО на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова представлены в табл. 2.2.17. Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в Мурманске колебалась от  $5,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $11,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $7,98 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случаев превышения суточных значений объемной  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями в 5 и более раз за время работы станции не наблюдалось.

Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова оставались на уровне 2018 г. (табл. 2.2.17). Выпадения  $\Sigma\beta$  в п. Печенга и Полярное в 2019 г. были на уровне  $\Sigma\beta$  в г. Мурманске и превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья ( $0,68$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 1,6-1,8 раза. Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в этих пунктах находились в пределах от  $0,87$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в январе в г. Мурманске) до  $1,98$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в декабре в п. Печенга). Максимальное среднесуточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений ( $5,24$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 2019 г. наблюдалось в июле в п. Печенга. Случаев повышенных значений  $\Sigma\beta$  выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2019 г. в этих пунктах не отмечалось.

Таблица 2.2.17

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе ( $q$ , 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2019 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	1,02	1,10	0,87	7,60
	м	2,86	4,69	1,30	22,80
Февраль	с	1,02	1,23	0,92	11,10
	м	1,57	3,88	1,28	30,60
Март	с	1,13	0,95	0,88	7,00
	м	2,63	1,33	1,23	13,80
Апрель	с	0,94	1,19	0,88	10,60
	м	2,41	3,02	1,50	27,70
Май	с	1,03	1,07	0,99	8,70
	м	2,18	1,69	1,73	23,80
Июнь	с	1,08	1,10	1,11	8,10
	м	3,11	2,46	2,10	18,90
Июль	с	1,37	1,76	1,55	7,80
	м	5,07	5,24	4,48	20,90
Август	с	0,97	1,05	1,52	9,10
	м	1,79	2,51	2,94	18,90
Сентябрь	с	1,03	1,17	0,95	7,60
	м	2,35	2,13	1,88	19,50
Октябрь	с	1,13	1,13	1,02	5,40
	м	2,24	2,45	2,41	16,10
Ноябрь	с	1,03	1,17	1,03	5,90
	м	1,79	2,66	1,34	14,80
Декабрь	с	1,32	1,98	1,20	6,80
	м	3,63	4,79	2,52	15,10
Среднее: 2019 г.		<b>1,09</b>	<b>1,24</b>	<b>1,08</b>	<b>7,98</b>
2018 г.		1,00	1,16	0,91	8,59
2017 г.		1,08	1,04	0,99	7,2

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2014 – 2018 гг. представлена в табл. 2.2.18.

Таблица 2.2.18

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (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
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Мурманск	2015	н/д	н/д	н/д	1,5*	н/д	1,4
	2016	1,8	0,7	38,4	1,7	10,7	1,2
	2017	1,1	2,6	1,7	16,2	5,4	1,2
	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
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Мурманск	2015	н/д	0,26*	0,27	0,27	0,08	0,21
	2016	1,03		0,19		0,61	0,55
	2017	0,67		0,22		0,45	0,53
	2018	0,29		0,22		0,26	0,36
	2019						

Примечания: н/д – нет данных;

\* – данные за ноябрь и декабрь 2015 г.;

нпо – ниже предела обнаружения.



Как видно из табл. 2.2.18, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха г. Мурманска в 2019 г. колебалась от значения ниже предела обнаружения в четвертом квартале до  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/ $\text{м}^3$  в первом квартале, при среднегодовом значении  $1,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/ $\text{м}^3$ . Это значение в 1,6 раза больше среднеговзвешенного значения по территории Заполярья, но значительно меньше, чем среднегодовое в период с 2016 по 2017 год.

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. в пунктах г. Мурманск, п. Печенга, п. Полярное, п. Териберка составили  $0,11$  Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{год}$ .

#### ***Вода и другие объекты окружающей среды***

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2019 г. производился 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 объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пробах воды Баренцева моря в 2019 г. колебалась от 1,80 до 2,45 Бк/ $\text{м}^3$  при среднем значении 1,93 Бк/ $\text{м}^3$  и ненамного отличается от показателя 2018 года. [6].

Таблица 2.2.19

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

Баренцево море	
Дата отбора	Координаты пункта отбора 68°37' с.ш., 33°03' в.д.
13.03.2019	1,80
23.05.2019	1,80
08.07.2019	1,67
14.11.2019	2,45
Среднее: 2019 г.	<b>1,93</b>
2018 г.	1,95

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2019 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,75 Бк/л (в октябре) до 2,36 Бк/л (в июле). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2019 г. увеличилось, по сравнению с 2018 г., и составило 1,25 Бк/л, что в 1,4 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2019 г. (1,78 Бк/л).

#### ***Радиационный фон на местности***

По сравнению с предыдущим годом в 2018 г. МАЭД на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МАЭД в районах расположения РОО в пп. Полярное, Мурманск и Ура-Губа не отличались от уровней естественного  $\gamma$ -фона и изменялись от 0,08 мкЗв/ч (Ура-Губа) до 0,12 мкЗв/ч (в г. Мурманск). Максимальные значения МАЭД не превышали 0,14 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2019 г. практически не изменилась по сравнению с 2018 годом.

### **2.2.3. Мурманское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»**

В 33 км на северо-запад от г. Мурманска по Печенгскому шоссе расположен ПЗРО Мурманское отделение филиала (бывший Мурманский СК «Радон»). ПЗРО расположен в пересеченной холмистой местности с перепадом высот до 300 м среди густой сети мелких озер. Крупнейшее из них – оз. Тугъявр – находится в 1 км от ПЗРО. Грунт скальный, высота территории над уровнем моря – 300 м.

С начала 1960-х гг. на ПЗРО осуществлялись прием, транспортировка и хранение твердых радиоактивных отходов (ТРО) от 70 компаний и организаций Мурманской и Архангельской областей, а также Республики Карелия. Для хранения ТРО на ПЗРО имеются 4 траншеи емкостью по 200 м<sup>3</sup> каждая и 2 емкости для жидких радиоактивных отходов объемом также по 200 м<sup>3</sup> каждая. В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский ПЗРО был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994 г.  $1,7 \cdot 10^{14}$  Бк. Активность отходов определялась в основном радионуклидами <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов 320 м<sup>3</sup>.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в районах г. Мурманска, пп. Полярное и Печенга (см. рис. 2.2.6). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были рассмотрены выше (см. раздел 2.2.2). Среднемесячные значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2018 г. изменялись от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч, что не превышало пределов естественного  $\gamma$ -фона в этом регионе. Максимальные значения МАЭД не превышали 0,14 мкЗв/ч.

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

#### **Выводы**

Радиационная обстановка на территории СЗФО в 2019 г. была стабильной. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов [8] и не представляют опасности для здоровья населения. В окрестностях РОО г. Северодвинска наблюдается загрязнение объектов окружающей среды отсутствующим в составе глобального фона <sup>60</sup>Co.

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 и Ростовская обла-

сти и Республика Крым (данные по Крыму см. раздел 2.3.3). Площадь территории региона составляет 447,8 тыс. км<sup>2</sup>, население – 16 441,9 тыс. человек [1, 2].

Согласно [3], на территории округа расположено три РОО: Ростовская АЭС и два ПЗРО: отделения филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (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 <sup>137</sup>Cs в результате чернобыльской аварии более 1 Ки/км<sup>2</sup> [4].

### Организация радиационного мониторинга

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

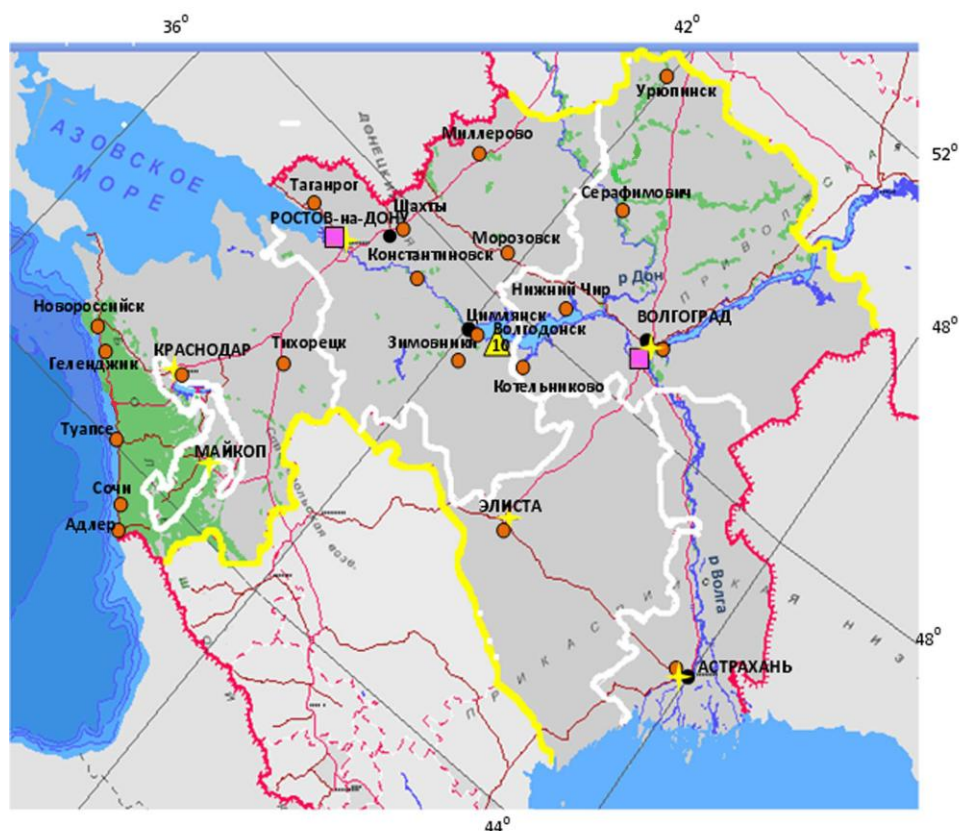


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

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

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 – одни сутки); 2 пункта в Астрахани и Цимлянске по отбору проб осадков для анализа на содержание трития (экспозиция – месяц); 2 пункта (п. Верхнее Лебяжье, р. Волга, Астраханская 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  $^{90}\text{Sr}$  и 2 пункта (3 точки отбора, Каспийское море, разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, Астраханская область и Азовское море, Таганрогский залив) по отбору проб морской воды для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$ .

Анализ отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности 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  $^{90}\text{Sr}$  и трития.

### **Радиационная обстановка**

#### ***Радиационный фон***

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МАЭД на территории ЮФО в 2019 г. изменялись от 0,07 (Геленджик) до 0,16 мкЗв/ч (Староминская и др.). Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах округа приведены в табл. 2.3.1. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2019 г. составлял 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ЮФО в предыдущие годы.

Таблица 2.3.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах ЮФО в 2019 г., мкЗв/ч (данные Северо-Кавказского УГМС)**

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Ростовская область*	26	0,13	0,24 (Ремонтное)
Астраханская область	7	0,13	0,20 (Чёрный Яр)
Волгоградская область	17	0,11	0,22 (Камышин)
Краснодарский край	28	0,12	0,20 (Горный)
Сочи и Красная Поляна	3	0,12	0,17 (Сочи)
Республика Адыгея	2	0,15	0,22 (Майкоп)
Республика Калмыкия	10	0,13	0,20 (Малые Дербеты)
ЮФО	93	0,12	0,24

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

\* – включая 4 ПНЗ в Ростове-на-Дону.

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 – 0,15 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение МАЭД 0,24 мкЗв/ч наблюдалось в п. Ремонтное.

#### ***Приземная атмосфера***

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

Таблица 2.3.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ЮФО,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**  
(данные Северо-Кавказского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Ростовская область</b>						
Ростов-на-Дону	2,7	3,4	3,3	0,34	1,4	1,1
Цимлянск	2,3	2,5	1,5	0,37	0,69	1,5
<b>Волгоградская область</b>						
Волгоград	2,3	2,3	3,0	0,26	0,99	0,58
<b>Астраханская область</b>						
Астрахань	3,9	3,3	3,6	0,90	1,2	0,55
<b>Средневзвешенное по Югу ЕТР</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>0,47</b>	<b>1,1</b>	<b>0,87</b>
<b>Средневзвешенное по ЕТР</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0,36</b>	<b>0,51</b>	<b>0,75</b>

По данным табл. 2.3.2, в 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs во всех пунктах наблюдения (кроме Астрахани) была ниже или соответствовала величинам, наблюдавшимся в 2018 г., и в 1,5-2 раза превышала средневзвешенную объемную активность <sup>137</sup>Cs по ЕТР ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. на территории ЮФО во всех пунктах наблюдения была ниже уровней 2018 г. и незначительно превышала средневзвешенное значение по ЕТР ( $0,36 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наблюдавшиеся объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [8].

На рис. 2.3.2 представлена динамика изменения средневзвешенного значения объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО с 2006 года. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в рассматриваемый период (без учета данных 2011 г.) находится примерно на одном уровне.

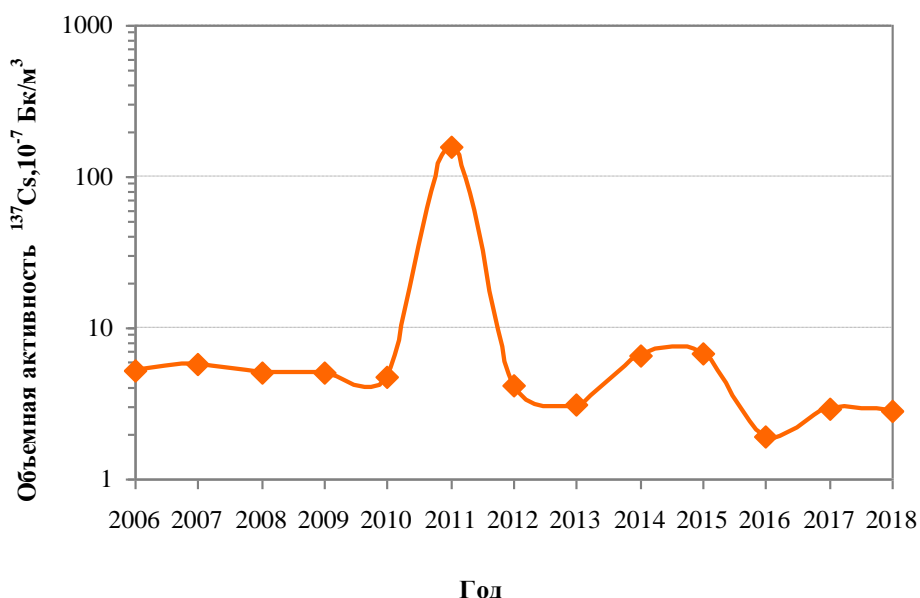


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

**Радиоактивные выпадения**

В 2019 г. среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов на территориях ЮФО сохранились на уровне 2018 г., изменяясь от 0,59 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в Элисте до 3,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в Астрахани

(при среднем значении для территории округа (0,89 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в 2019 г. в Астрахани в феврале (15,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на территории ЮФО составляли в 2019 г. 0,17 Бк/м<sup>2</sup>·год, что соответствует значениям пяти предыдущих лет (0,2 – 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·год). Динамика изменения годовых выпадений <sup>137</sup>Cs представлена на рис. 2.3.3. Если исключить данные 2011 г., обусловленные аварией на АЭС «Фукусима-1», то из рис. 2.3.3 видно, что выпадения <sup>137</sup>Cs на территории ЮФО имеют тенденцию к уменьшению.

Выпадения <sup>90</sup>Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2019 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

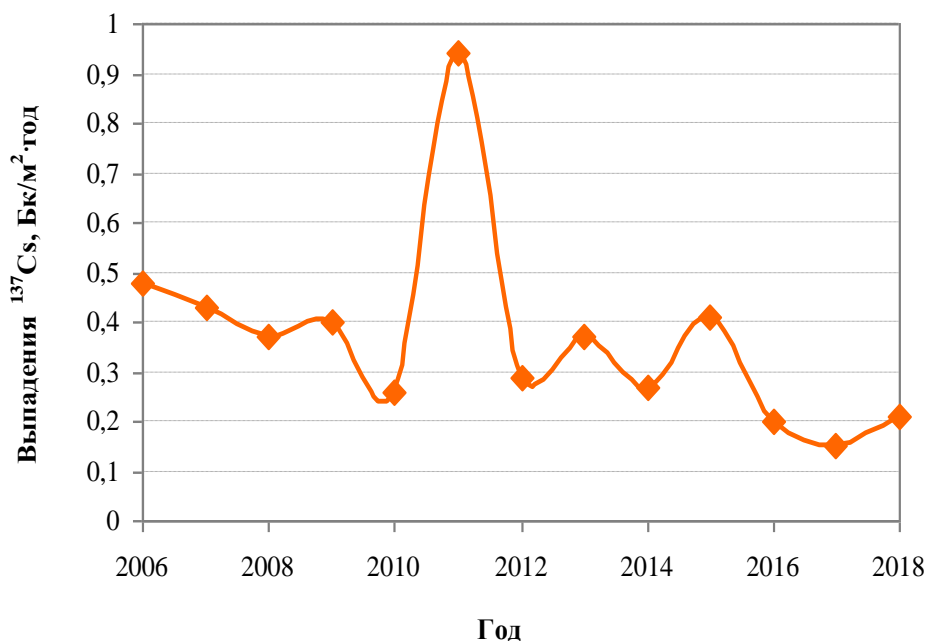


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

В 2019 г. на территории ЮФО в отобранных пробах было зарегистрировано 9 случаев высоких значений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений (от 20 до 120 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), по результатам измерений техногенные радионуклиды в суточных пробах не обнаружены. Повышенные величины  $\Sigma\beta$  наблюдались в Краснодаре, Астрахани, Морозовске и Волгограде.

#### ***Поверхностные и морские воды***

На территории ЮФО наблюдения за содержанием трития в осадках проводятся в Астраханской и Ростовской областях, за содержанием трития и <sup>90</sup>Sr – в реках Астраханской, Ростовской областей и Краснодарского края. В Астраханской области проводятся многолетние наблюдения за содержанием <sup>90</sup>Sr в Каспийском море, а с 2014 г. отбираются пробы в Таганрогском заливе Азовского моря (Ростовская область).

Объемная активность трития в осадках в 2019 г. в Астрахани и в Цимлянске составляла 1,5 Бк/л, что ниже среднего значения по территории РФ (1,78 Бк/л).

Объемная активность трития в р. Волге (п. В. Лебяжье) и в р. Дон (п. Аксай) в 2019 г. составляла 0,9 и 1,8 Бк/л соответственно, что незначительно отличается от среднего значения по территории РФ (1,6 Бк/л).

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  составляла: 2,6 мБк/л в воде р. Кубань (Краснодарский край), 2,4 мБк/л в р. Волга (Астраханская область), 3,2 мБк/л в р. Дон (Ростовская область), что соответствует среднему значению для рек ЕТР (3,0 мБк/л).

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в Каспийском море (3 пробы) составляла в среднем 3,3 мБк/л, что соответствует значениям, наблюдавшимся в 2007 – 2018 гг. (3,5 – 8,9 мБк/л). Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в Таганрогском заливе Азовского моря (1 проба) составляла 3,7 мБк/л, что соответствует уровням трёх предыдущих лет (4 – 6 мБк/л) и ниже значений всего наблюдаемого периода (12 – 18 мБк/л).

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

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

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

По данным табл. 2.3.2, в 2019 г. в г. Волгограде объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и  $^{90}\text{Sr}$  ( $0,26 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) не превышала соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  и  $0,47 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Волгограде в 2019 г. были ниже предела обнаружения (менее 0,1 Бк/м<sup>2</sup>·год) и не превышали уровня выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по всей территории ЮФО.

Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от 0,08 до 0,15 мкЗв/ч (максимальная суточная 0,20 мкЗв/ч), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

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

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

В 100-км зоне ПЗРО действуют 1 пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей в г. Ростов-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 объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в г. Ростов-на-Дону приведены в табл. 2.3.2.

В соответствии с табл. 2.3.2, в 2019 г. объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  ( $2,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и  $^{90}\text{Sr}$  ( $0,34 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) не превышала соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  и  $0,47 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  по 4 пунктам наблюдений в 2019 г. были ниже предела обнаружения (менее 0,1 Бк/м<sup>2</sup>·год) и не превышали выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по всей территории ЮФО.

В 2019 г. среднемесячные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от 0,4 до 1,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов – от 0,7 до 1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (при среднем значении 0,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Среднемесячная мощность дозы варьировалась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от 0,09 до 0,16 мкЗв/ч (максимальная суточная 0,23 мкЗв/ч), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зоне Ростовской АЭС приведен в разд. 3.

### 2.3.3 Республика Крым

#### Общая информация

Республика Крым (до июля 2016 г. административно существовала как Крымский федеральный округ – КФО). Указом Президента РФ [16] КФО объединен с Южным федеральным округом. Республика Крым расположена на Крымском полуострове (рис. 2.3.4). Площадь территории региона составляет 26,1 тыс. км<sup>2</sup>, население – 1 913,7 тыс. человек [1, 2].

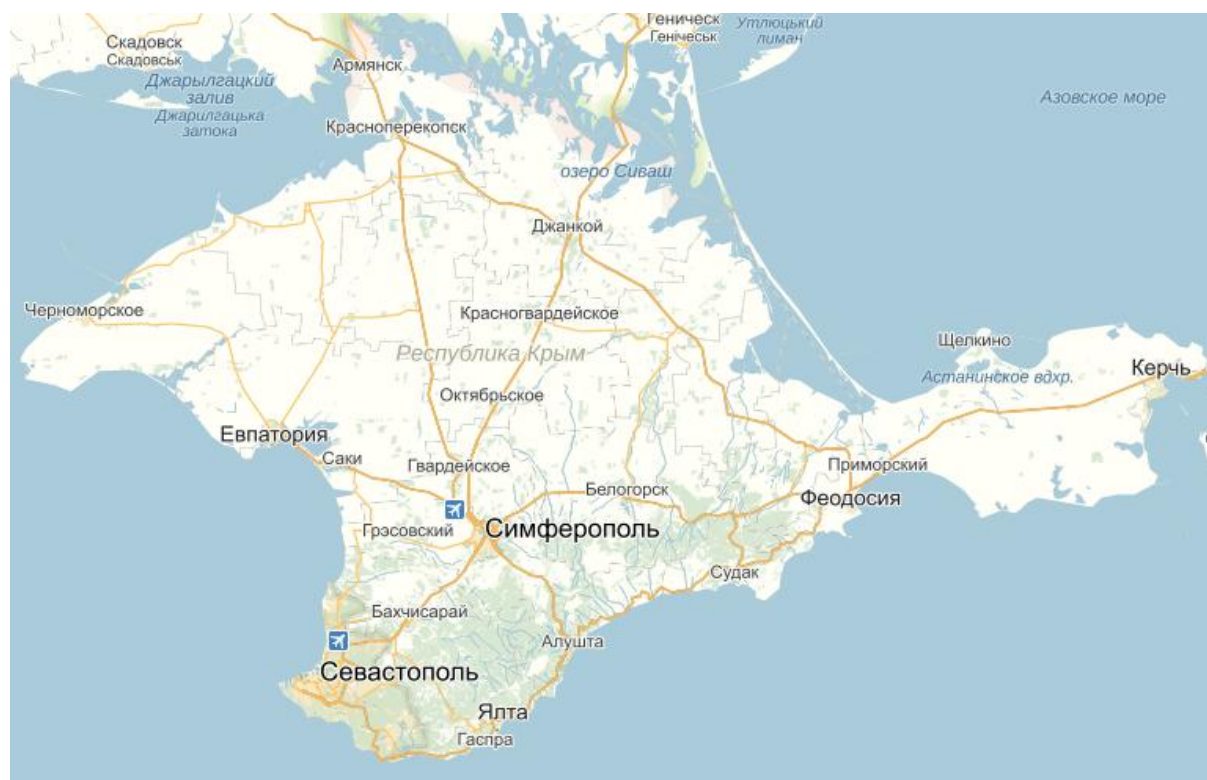


Рис. 2.3.4. Карта Республики Крым



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

### Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории Республики Крым в 2019 г. проводило Крымское УГМС. Наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями осуществлялись в 5 пунктах (Керчь, Севастополь, Симферополь (2 точки отбора), Феодосия, Черноморское) и в 16 пунктах проводились наблюдения за мощностью амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения. Отбор проб аэрозолей не проводился.

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

### Радиационная обстановка

#### Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МАЭД на территории Республики Крым в 2019 г. изменялись от 0,05 (Алушта) до 0,13 (Ялта, Феодосия) мкЗв/ч, среднегодовые – от 0,07 до 0,12 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение значения МАЭД (0,16 мкЗв/ч) наблюдалось в п.п. Ялта и Владиславовка. Усредненное по всей территории Крыма значение МАЭД в 2019 г. составляло 0,10 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на остальной территории РФ.

#### Радиоактивные выпадения

В 2019 г. среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов на территории Республики Крым (табл. 2.3.3) остались на уровне пяти предыдущих лет (0,37 – 0,63 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и составили 0,47 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные за 9 месяцев), что в 2 раза ниже уровня средневзвешенного значения по Югу ЕТР (0,93 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в 2019 г. в Симферополе в мае (1,03 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Таблица 2.3.3

Среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  на территории Республики Крым в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные ФГБУ «НПО «Гайфун», измерялись объединенные месячные пробы)

	Месяц												Среднее 9 мес. 2019 г.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Керчь	0,31	0,29	0,16	0,37	0,38	0,70	0,87	0,40	0,78					0,47
Феодосия	0,50	0,38	0,40	0,51	0,49	0,89	0,55	0,30	0,38					0,50
Симферополь АМЦ	0,47	0,32	0,31	0,62	1,03	1,00	0,89	0,86	0,76					0,70
Симферополь М	0,27	0,37	0,44	0,34	0,42	0,86	0,42	0,54	0,47					0,46
Севастополь	0,41	0,43	0,21	0,27	0,24	0,44	0,34	0,45	0,37					0,35
Черноморское	0,23	0,27	0,30	0,38	0,23	0,42	0,36	0,26	0,34					0,31
Среднее, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки:														
- по Республике Крым	<b>0,37</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	<b>0,42</b>	<b>0,47</b>	<b>0,72</b>	<b>0,57</b>	<b>0,48</b>	<b>0,52</b>					<b>0,47</b>
- по Югу ЕТР	1,33	1,26	0,80	0,91	0,87	0,83	0,83	0,74	0,80	0,84	0,95	1,01		0,93

Динамика изменения годовых выпадений <sup>137</sup>Cs (данные 2008 – 2014 гг. по [17]) представлена на рис. 2.3.5.

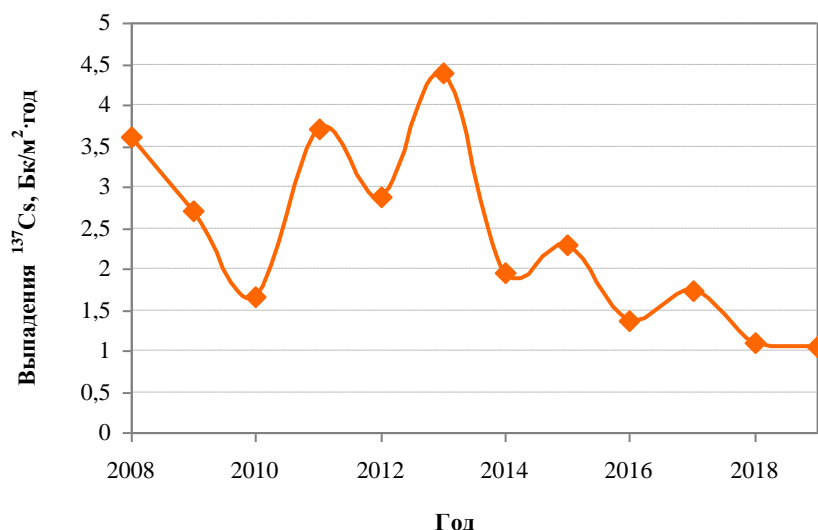


Рис. 2.3.5. Динамика изменения выпадений <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы на территории Крыма

Выпадения <sup>137</sup>Cs на территории Республики Крым за 9 месяцев 2019 г. незначительно увеличились (по сравнению с тем же периодом предыдущего года) и составили 1,04 Бк/м<sup>2</sup>, что почти в 8 раз превышает выпадения этого радионуклида по остальной территории ЮФО за тот же период (0,13 Бк/м<sup>2</sup>, за весь год – 0,17 Бк/м<sup>2</sup>·год). Повышенные по сравнению с Югом ЕТР выпадения <sup>137</sup>Cs на территории Крыма, по-видимому, связаны с более ранним вторичным ветровым переносом этого радионуклида из загрязненных после Чернобыльской аварии зон.

Выпадения <sup>90</sup>Sr на подстилающую поверхность на территории Республики Крым в 2019 г. были ниже предела обнаружения.

#### **Выводы**

Радиационная обстановка на территории ЮФО в 2019 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 <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>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. км<sup>2</sup>, население – 9 823,5 тыс. человек [1, 2].

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

## Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.4.1): 44 пункта наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 9 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки) и отбираются пробы морской воды для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$  (3 точки отбора, разрез п-ова Мангышлак – о. Чечень, данные по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  в Каспийском море приведены в разделе 2.3). Анализ отобранных проб выпадений на содержание суммарной бета-активности и гамма-излучающих радионуклидов проводится в радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС и в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун»).

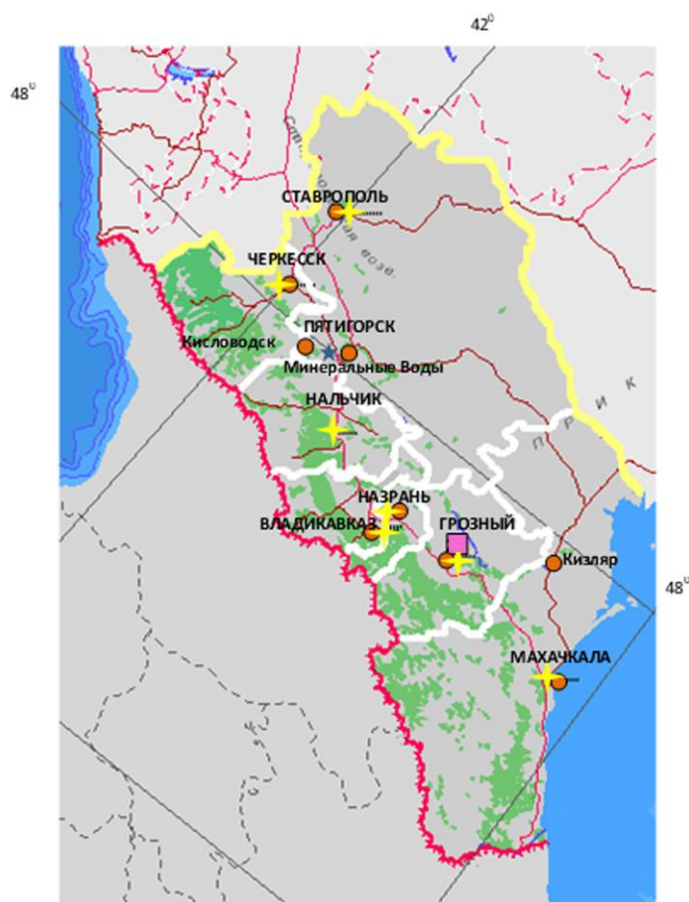


Рис. 2.4.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

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

## Радиационная обстановка

### Радиационный фон

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

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД (мкЗв/ч) в субъектах СКФО в 2018 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)**

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Дагестан	14	0,11	0,20 (Кизляр)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,15	0,21 (Моздок)
Республика Ингушетия	1	0,13	0,16 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,13	0,17 (Нальчик)
Карачаево-Черкесская Республика	3	0,17	0,22 (Черкесск)
Чеченская Республика	5	0,12	0,17 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,12	0,19 (Минводы)
СКФО	44	0,12	0,22

*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 2019 г. изменялись от 0,08 (Махачкала и др.) до 0,18 (Теберда) мкЗв/ч. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2019 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 2019 г. среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2018 г., изменяясь от 0,55 в Кисловодске до 1,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в Владикавказе (при среднем значении для территории округа 0,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в 2019 г. в г. Мин.Воды в феврале (2,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Динамика изменения годовых выпадений <sup>137</sup>Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на территории СКФО составляли в 2019 г. 0,17 Бк/м<sup>2</sup>·год, что соответствует значениям пяти предыдущих лет (0,2 – 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Выпадения <sup>90</sup>Sr на подстилающую поверхность на территории СКФО в 2019 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2019 г. на территории СКФО в феврале был зарегистрирован один случай 10-кратного превышения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений над фоновыми уровнями (в г. Мин.Воды – 19,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

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

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

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

В 2019 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  по 3 пунктам наблюдений в 100-км зоне ПЗРО были ниже предела обнаружения (менее 0,1 Бк/м<sup>2</sup>-год). Среднемесячные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от 0,4 до 1,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, среднегодовые – от 0,7 до 1,0 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (при среднем значении 0,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), что соответствует уровню 2018 г.

Среднемесячная мощность дозы в 100-км зоне ПЗРО в течение года изменялась от 0,09 до 0,16 мкЗв/ч (максимальная суточная 0,20 мкЗв/ч), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

### **Выводы**

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2019 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  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на шесть–семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 [8] нормативов и не представляют опасности для здоровья населения.

## **2.5. Приволжский федеральный округ**

### **Общая информация по округу**

Приволжский федеральный округ (ПФО) расположен на юго-востоке европейской части Российской Федерации (занимает часть Восточно-Европейской равнины и Приволжской возвышенности) и в южном Предуралье. Часть территории округа (Республика Башкортостан, Оренбургская область) расположена на рубеже Европы и Азии на Южном Урале и прилегающих к нему равнинах Предуралья и Зауралья. В состав округа входят 14 субъектов Федерации: Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, а также Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская области и Пермский край. Центром округа является город Нижний Новгород. Площадь федерального округа составляет 1 035,9 тыс. км<sup>2</sup>, население – 29 542,7 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 «РосРАО», 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 2019 г. на территории ПФО в 6 населенных пунктах Пензенской области, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, наблюдаются уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup> [4]. В населенных пунктах остальных субъектов ПФО загрязнение почвы  $^{137}\text{Cs}$  снизилось до уровней менее 1 Ки/км<sup>2</sup>.

### **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 из-

мерению 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  $^{90}\text{Sr}$ .

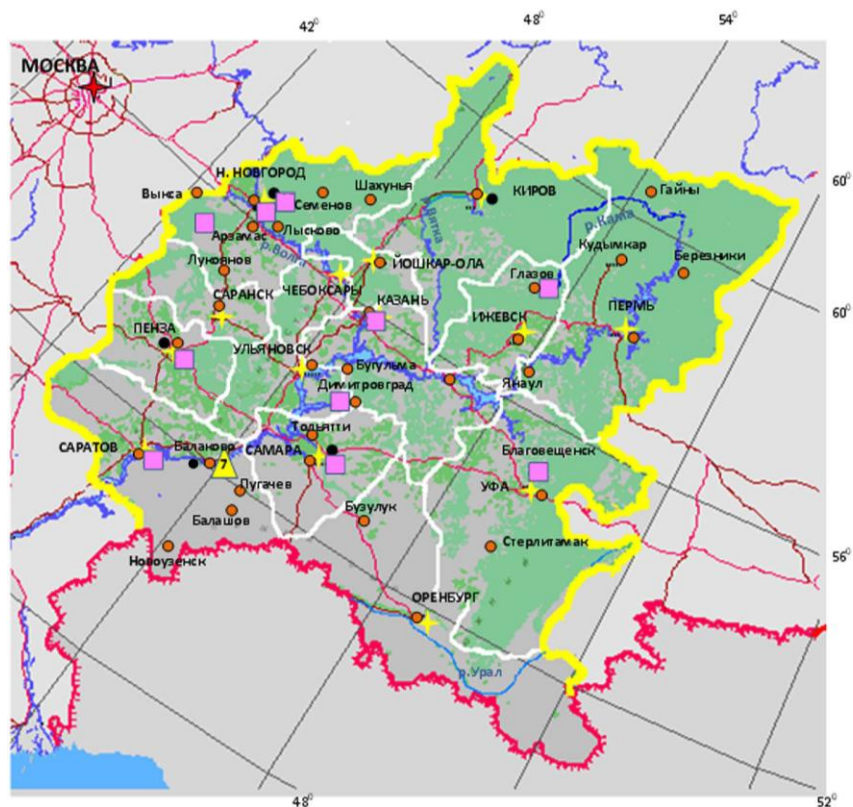


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

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

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

### Радиационная обстановка

#### *Радиационный фон*

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

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД (мкЗв/ч) в субъектах ПФО в 2019 г. (данные УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Башкортостан	34	0,11	0,23 (Сибай)
Республика Марий Эл	4	0,11	0,17 (Козьмодемьянск)
Республика Мордовия	6	0,10	0,15 (Б.Березняки)
Республика Удмуртская	8	0,10	0,18 (Игра)
Республика Чувашская	5	0,11	0,17 (Чебоксары)
Кировская область	20	0,10	0,15 (Кильмезь, Нагорское)
Нижегородская область	18	0,11	0,18 (Семенов)
Республика Татарстан	17	0,11	0,16 (Дрожжаное, Чистополь)
Оренбургская область	16	0,12	0,21 (Энергетик)
Пензенская область	8	0,13	0,19 (Пенза, Земетчино)
Самарская область	12	0,11	0,16 (з/с Авангард, Безенчук и др.)
Саратовская область	19	0,12	0,20 (Сплавнуха)
Ульяновская область	7	0,12	0,17 (Канадей, Ульяновск)
Пермский край	15	0,11	0,19 (Бисер, Чернушка)
ПФО	189	0,11	0,23

По данным ежедневных измерений на 189 пункте в течение 2019 г. на территории ПФО мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы  $\gamma$ -излучения (МАЭД) на местности находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона. Значения МАЭД изменялись в диапазоне от 0,06 до 0,23 мкЗв/ч. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2019 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 объемной активности радионуклидов в воздухе приводятся по каждому пункту наблюдения отдельно.

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

В 2019 г. средняя объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  (по 6 пунктам наблюдения) была на уровне предыдущих лет (без учета данных 2011 г.) и составила  $2,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  во всех пунктах наблюдения ПФО была ниже средневзвешенного значения по центру ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Динамика усредненных по территории округа объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 – 2019 гг. представлена на рис. 2.5.2.

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  на территории ПФО в 2019 г. составила  $0,42 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза ниже среднегодовой объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  предыдущего года и находится на уровне средневзвешенного значения по Центру ЕТР ( $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Однако в гг. Киров и Нижний Новгород объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 1,8 и 1,4 раза соответственно превышала средневзвешенное значение по Центру ЕТР.

Таблица 2.5.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ПФО,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**  
(данные УГМС и ФГБУ «НПО «Гайфун»)

Пункты наблюдения	<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Республика Татарстан</b>						
Казань	0,4	0,5	0,3	0,11	0,23	0,24
<b>Нижегородская область</b>						
Нижний Новгород	3,1	2,9	3,0	0,65	0,77	2,87
<b>Кировская область</b>						
Киров	2,2	2,5	2,0	0,80	0,86	1,01
<b>Пензенская область</b>						
Пенза	2,2	1,1	0,8	0,15	0,37	0,16
<b>Самарская область</b>						
Самара	2,5	1,7	1,0	0,28	0,45	0,25
Балаково	2,3	2,5	1,9	0,55	0,51	0,56
<b>Среднее по ПФО</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>1,5</b>	<b>0,42</b>	<b>0,53</b>	<b>0,85</b>
<b>Средневзвешенное по Центру ЕТР</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>0,45</b>	<b>0,58</b>	<b>0,81</b>

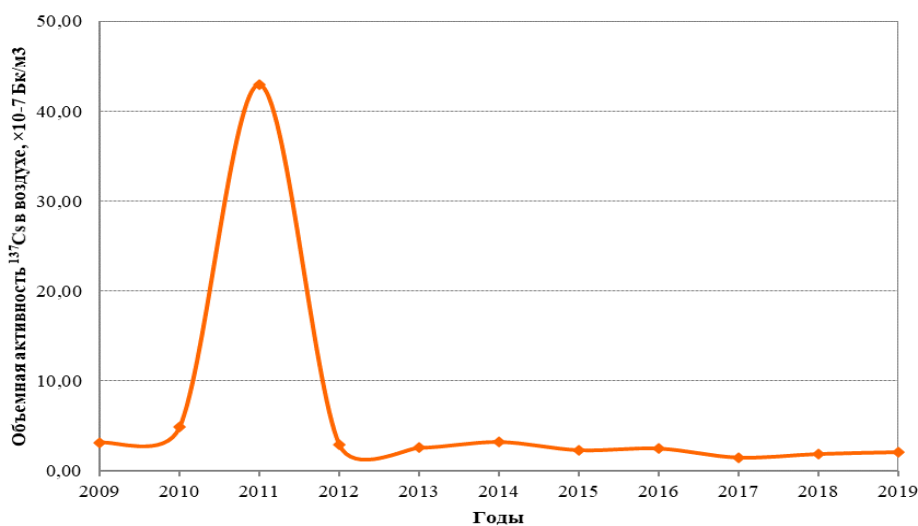


Рис. 2.5.2. Динамика средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы на территории ПФО

**Радиоактивные выпадения**

В табл. 2.5.3 представлены данные годовых выпадений <sup>137</sup>Cs на территории ПФО в 2012 – 2019 гг.

В 2019 г. уровень выпадений <sup>137</sup>Cs, усредненный по территории округа, составил 0,39 Бк/м<sup>2</sup>·год, что выше значений двух последних лет наблюдений (0,13 – 0,24 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы, усредненные по субъектам ПФО в 2009 – 2019 гг., представлены на рис. 2.5.3. На рис. 2.5.3 видно, что максимальные уровни выпадений <sup>137</sup>Cs на территории ПФО наблюдались в 2011 г., что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1». Без учета данных 2011 г. годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на территории ПФО последние 10 лет находятся примерно на одном уровне.



Таблица 2.5.3

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы на территории субъектов ПФО в 2011 – 2018 гг., Бк/м<sup>2</sup>-год

Субъекты Федерации	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Республика Башкортостан	0,85	0,72	0,11	0,20	0,30	0,11	0,14	0,3
Республика Марий Эл	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Республика Мордовия	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Удмуртская Республика	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Чувашская Республика	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Кировская область	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Нижегородская область	0,13	0,18	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3
Республика Татарстан	0,28	0,15	0,08	0,22	0,33	0,19	0,25	0,3
Оренбургская область	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4
Пензенская область	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4
Самарская область	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4
Саратовская область	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4
Ульяновская область	0,55	0,15	0,17	0,14	0,36	0,55	1,01	0,4
Пермский край	0,85	0,72	0,11	0,20	0,54	0,11	0,14	0,3
<b>Среднее по округу</b>	<b>0,39</b>	<b>0,24</b>	<b>0,13</b>	<b>0,16</b>	<b>0,30</b>	<b>0,24</b>	<b>0,42</b>	<b>0,34</b>

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на подстилающую поверхность на территории ПФО в 2019 г., как и в предшествующие годы, были ниже предела обнаружения.

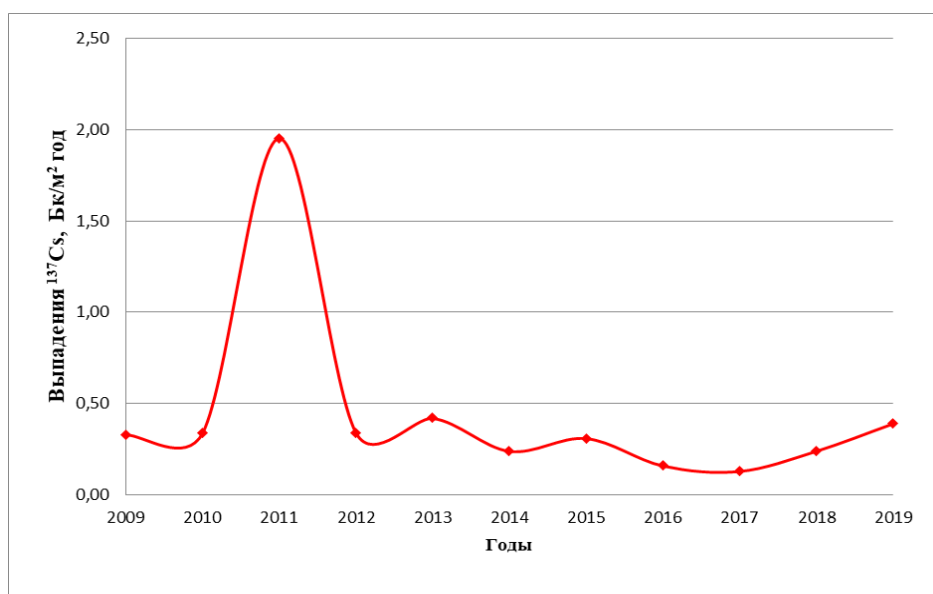


Рис. 2.5.3. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы на территории ПФО

### **Поверхностные воды**

На территории ПФО осуществляются наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в речных водах, а также наблюдения за содержанием трития в атмосферных осадках и речной воде. Наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах ПФО ведутся на реках Урал, Вишера, Кама и Колва. Наблюдения за содержанием трития в осадках ведутся в следующих субъектах ПФО: Чувашская Республика, Пермский край, Нижегородская область и Республика Татарстан. Тритий в речной воде на территории округа определяют в одном месте – в р. Волга, г. Балаково Саратовской области.

В табл. 2.5.4 представлены данные о содержании  $^{90}\text{Sr}$  в реках, расположенных в субъектах ПФО, в 2019 году.

Таблица 2.5.4

Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках ПФО в 2019 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2015	2016	2017	2018	2019
Оренбургская область	р. Урал	Оренбург	4,1	4,5	3,8	3,2	5,4
Пермский край	р. Вишера	Рябинино	6,0*	8,5*	6,3	6,0	9,0
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	4,0*	14,0*	12,5	7,0	7,5
Пермский край	р. Колва	Чердынь	6,0*	9,0*	6,3	11,0	14,3
<b>Среднее по рекам ЕТР</b>			<b>5,2</b>	<b>5,1</b>	<b>5,1</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>

Примечание: \* – за 2015 г. отобрано по одной пробе; за 2016 г. отобрано по две пробы.

Наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в реках Вишера, Колва и Кама вызвано необходимостью мониторинга влияния выноса радиоактивных продуктов с территории проведенного в 1971 г. взрыва трех ядерных зарядов на выброс почвы «Тайга» (каждый мощностью 15 кт на глубине 128 м) в Чердынском районе Пермского края в 100 км севернее г. Красновишерска для предполагаемого строительства канала, соединяющего р. Печора с р. Колва. Из табл. 2.5.4 видно, что в 2019 г. объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках Вишера, Колва и Кама в 1,7 – 3,2 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (4,5 мБк/л).

Среднегодовая объемная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2019 г. варьировала от 1,3 до 1,4 Бк/л и в среднем составила 1,3 Бк/л, что ниже среднего значения за год для основных рек России (1,6 Бк/л).

Среднегодовые значения объемной активности трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Чебоксарах (Чувашская Республика), Городце (Нижегородская область), Казани и Тетюшах (Республика Татарстан), Перми (Пермский край), в 2019 г. составили 1,64; 1,49; 1,67; 1,82; 1,88 Бк/л соответственно, что либо равно, либо незначительно превышает среднегодовое значение объемной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2019 г. (1,78 Бк/л).

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

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

### 2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровград

Акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (далее – НИИАР), филиал АО «Концерн Росэнергоатом» – расположен в 13 км к западу от г. Димитровграда Ульяновской области, в 4 – 5 км от Куйбышевского водохранилища, на равнине, покрытой смешанным лесом.

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

- 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 2019 г. на территории НИИАР представлены в табл. 2.5.5.

Таблица 2.5.5

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории НИИАР, Бк**

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>51</sup> Cr	9,02·10 <sup>8</sup>	4,86·10 <sup>7</sup>	2,62·10 <sup>7</sup>	+2,24·10 <sup>7</sup>
<sup>54</sup> Mn	5,71·10 <sup>8</sup>	1,32·10 <sup>8</sup>	9,08·10 <sup>7</sup>	+4,12·10 <sup>7</sup>
<sup>95</sup> Nb	6,51·10 <sup>8</sup>	4,82·10 <sup>8</sup>	5,83·10 <sup>7</sup>	+4,24·10 <sup>8</sup>
<sup>58</sup> Co	3,00·10 <sup>8</sup>	7,05·10 <sup>7</sup>	4,66·10 <sup>7</sup>	+2,39·10 <sup>7</sup>
<sup>60</sup> Co	8,37·10 <sup>8</sup>	1,04·10 <sup>8</sup>	7,56·10 <sup>7</sup>	+2,86·10 <sup>7</sup>
<sup>59</sup> Fe	3,28·10 <sup>8</sup>	2,00·10 <sup>7</sup>	-	-
<sup>238</sup> Pu	2,73·10 <sup>7</sup>	6,89·10 <sup>7</sup>	2,97·10 <sup>7</sup>	+3,92·10 <sup>7</sup>
<sup>239</sup> Pu	7,38·10 <sup>7</sup>	8,30·10 <sup>7</sup>	2,69·10 <sup>7</sup>	+5,61·10 <sup>7</sup>
<sup>103</sup> Ru	2,02·10 <sup>7</sup>	8,01·10 <sup>7</sup>	1,13·10 <sup>7</sup>	+6,88·10 <sup>7</sup>
<sup>106</sup> Ru	1,09·10 <sup>8</sup>	-	7,91·10 <sup>7</sup>	-
<sup>88</sup> Rb	6,28·10 <sup>11</sup>	4,57·10 <sup>10</sup>	2,90·10 <sup>10</sup>	+1,67·10 <sup>10</sup>
<sup>89</sup> Rb	4,66·10 <sup>9</sup>	5,92·10 <sup>8</sup>	1,46·10 <sup>8</sup>	+4,46·10 <sup>8</sup>
<sup>89</sup> Sr	3,35·10 <sup>8</sup>	1,63·10 <sup>8</sup>	4,02·10 <sup>7</sup>	+1,23·10 <sup>8</sup>
<sup>90</sup> Sr	4,52·10 <sup>8</sup>	1,26·10 <sup>8</sup>	3,78·10 <sup>7</sup>	+8,82·10 <sup>7</sup>
<sup>75</sup> Se	1,13·10 <sup>11</sup>	1,10·10 <sup>7</sup>	9,97·10 <sup>7</sup>	-8,87·10 <sup>7</sup>
<sup>76</sup> As	1,21·10 <sup>8</sup>	4,61·10 <sup>7</sup>	2,21·10 <sup>7</sup>	+2,40·10 <sup>7</sup>
<sup>125</sup> Sb	2,20·10 <sup>9</sup>	7,02·10 <sup>8</sup>	6,75·10 <sup>7</sup>	+6,35·10 <sup>8</sup>
<sup>124</sup> Sb	2,08·10 <sup>8</sup>	-	2,05·10 <sup>6</sup>	-
<sup>99m</sup> Tc	1,24·10 <sup>9</sup>	2,69·10 <sup>9</sup>	5,06·10 <sup>8</sup>	+2,18·10 <sup>9</sup>
<sup>65</sup> Zn	6,06·10 <sup>8</sup>	7,23·10 <sup>7</sup>	2,66·10 <sup>7</sup>	+4,57·10 <sup>7</sup>
<sup>95</sup> Zr	1,04·10 <sup>8</sup>	6,64·10 <sup>7</sup>	2,89·10 <sup>7</sup>	+3,75·10 <sup>7</sup>
<sup>141</sup> Ce	1,57·10 <sup>7</sup>	5,24·10 <sup>7</sup>	5,08·10 <sup>6</sup>	+4,73·10 <sup>7</sup>
<sup>144</sup> Ce	4,30·10 <sup>7</sup>	7,32·10 <sup>8</sup>	3,00·10 <sup>7</sup>	+7,02·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Cs	4,80·10 <sup>8</sup>	1,19·10 <sup>8</sup>	5,40·10 <sup>7</sup>	+6,50·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	7,60·10 <sup>9</sup>	5,43·10 <sup>8</sup>	4,82·10 <sup>8</sup>	+0,61·10 <sup>8</sup>
<sup>138</sup> Cs	2,10·10 <sup>11</sup>	2,00·10 <sup>10</sup>	4,68·10 <sup>9</sup>	+1,53·10 <sup>10</sup>
<sup>139</sup> Ba	3,88·10 <sup>9</sup>	2,95·10 <sup>8</sup>	6,33·10 <sup>7</sup>	+2,32·10 <sup>8</sup>
<sup>140</sup> Ba	2,60·10 <sup>6</sup>	-	1,98·10 <sup>6</sup>	-
<sup>242</sup> Cm	1,09·10 <sup>6</sup>	9,47·10 <sup>6</sup>	1,98·10 <sup>5</sup>	+9,27·10 <sup>6</sup>
<sup>244</sup> Cm	1,50·10 <sup>7</sup>	1,39·10 <sup>7</sup>	1,68·10 <sup>7</sup>	-0,29·10 <sup>7</sup>
Сумма нуклидов U	2,37·10 <sup>7</sup>	8,37·10 <sup>7</sup>	6,12·10 <sup>7</sup>	+2,25·10 <sup>7</sup>
Сумма нуклидов Eu	4,36·10 <sup>8</sup>	3,25·10 <sup>6</sup>	1,39·10 <sup>6</sup>	+1,86·10 <sup>6</sup>
<sup>3</sup> H	1,32·10 <sup>13</sup>	7,91·10 <sup>12</sup>	4,11·10 <sup>12</sup>	+3,80·10 <sup>12</sup>
<sup>131</sup> I	2,98·10 <sup>10</sup>	6,07·10 <sup>10</sup>	2,91·10 <sup>10</sup>	+3,16·10 <sup>10</sup>
<sup>132</sup> I	1,82·10 <sup>10</sup>	4,86·10 <sup>9</sup>	8,99·10 <sup>9</sup>	-4,13·10 <sup>9</sup>
<sup>134</sup> I	8,32·10 <sup>8</sup>	-	4,75·10 <sup>7</sup>	-
<sup>135</sup> I	3,96·10 <sup>9</sup>	1,13·10 <sup>10</sup>	8,88·10 <sup>8</sup>	+1,04·10 <sup>10</sup>
Сумма ИРГ	4,12·10 <sup>15</sup>	3,49·10 <sup>15</sup>	3,33·10 <sup>15</sup>	+0,16·10 <sup>15</sup>
<sup>203</sup> Hg	3,76·10 <sup>9</sup>	-	-	-

Примечание: - - нет данных.

Основными источниками поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду на территории НИИАР являются газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу из производственных помещений института и жидкие сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть.

В 2019 г. выбросы  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{88}\text{Rb}$ ,  $^{89}\text{Rb}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{125}\text{Sb}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{138}\text{Cs}$ ,  $^{139}\text{Ba}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{135}\text{I}$ ,  $^3\text{H}$  суммы нуклидов европия и суммы нуклидов урана увеличились, по сравнению с 2018, г. в 1,1 – 47,8 раза, выбросы  $^{75}\text{Se}$ ,  $^{244}\text{Cm}$ ,  $^{132}\text{I}$  уменьшились в 1,2 – 9,1 раза, выбросы суммы инертных радиоактивных газов остались на уровне предыдущего года. Выбросы перечисленных выше радионуклидов не превышали допустимых значений и составляли от 0,75 % для суммы нуклидов европия до 84,7 % для суммы инертных радиоактивных газов от них. Выбросы радионуклидов  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{242}\text{Cm}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{135}\text{I}$ , суммы нуклидов урана увеличились, по сравнению с 2018 г., в 1,4 – 47,8 раза. При безусловном выполнении критерия не превышения выделенной предприятию квоты эффективной дозы облучения населения от выбросов радионуклидов выбросы этих радионуклидов в 1,1 – 17,0 раза превышали допустимые.

Стоки с промплощадки НИИАР сбрасываются в бывшие торфяные карьеры и через р. Большой Черемшан в границах города (в 10 – 13 км от НИИАР) могут поступать в Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища р. Волги. В 2019 г. данных о сбросах  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  не поступало. Жидкие радиоактивные отходы захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (ЦМС и Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2019 г. в 100-км зоне НИИАР проводились следующие систематические наблюдения (рис. 2.5.4):

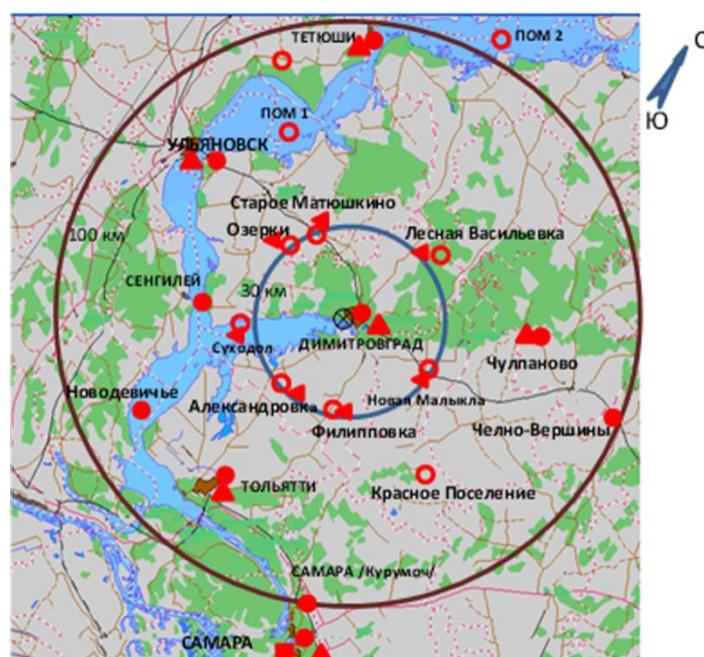


Рис. 2.5.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

- за объемной 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 объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Тетюши;
- за МАЭД  $\gamma$ -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;
- за содержанием радионуклидов в воде и донных отложениях Черемшанского залива.

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  $\gamma$ -спектрометре «Прогресс 2000» в Приволжском УГМС и на  $\gamma$ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220».

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

Из табл. 2.5.6 видно, что среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Самаре в 2019 г. составляла  $18,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что было на уровне предыдущего года и была на одном уровне со значением средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ( $18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  колебалась в пределах от  $9,1 \cdot 10^{-5}$  до  $55,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное среднесуточное значение объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе наблюдалось в январе и составило  $426,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 23 раза превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР. В 2019 году был зафиксирован единственный случай превышения суточного значения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым значением более чем в 5 раз в г. Самара в январе.

Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения Приволжского УГМС, в 100-км зоне НИИАР (табл. 2.5.6) в 2019 г. колебались от 0,34 до 3,26 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, а среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений остались примерно на уровне 2015 – 2018 гг. и изменялись от 0,45 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (Ульяновск) до 2,12 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (Тольятти). Максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. наблюдалась в январе в г. Тольятти – 17,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым значением в 10 и более раз в 2019 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы г. Самары за 2015 – 2019 годы представлены в табл. 2.5.7. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. составила  $2,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  для Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  составила  $0,28 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и была в 1,6 раза ниже средневзвешенной объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  по территории Центра ЕТР ( $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.5.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>-сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2019 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	2,28	55,9	0,50	2,85	0,39
	м	7,67	426,0	1,05	17,52	0,71
Февраль	с	2,08	17,2	0,44	2,70	0,67
	м	6,67	53,0	0,88	10,95	1,21
Март	с	1,95	9,1	0,53	1,26	0,48
	м	5,00	24,7	1,21	3,10	0,95
Апрель	с	1,54	13,0	0,43	1,63	0,48
	м	6,48	28,4	1,22	4,52	0,92
Май	с	2,24	18,6	0,70	3,26	0,64
	м	7,08	47,1	1,65	10,09	1,43
Июнь	с	1,74	14,5	0,42	1,28	0,35
	м	6,93	27,6	1,53	3,33	0,99
Июль	с	1,88	12,5	0,41	2,12	0,38
	м	5,33	22,4	1,80	6,31	0,88
Август	с	1,39	14,6	0,77	1,81	0,45
	м	3,41	33,6	3,95	5,05	1,06
Сентябрь	с	2,02	13,1	0,55	2,21	0,46
	м	5,50	29,1	1,50	7,41	0,99
Октябрь	с	2,35	16,5	0,69	1,86	0,44
	м	6,34	56,8	3,63	6,56	1,26
Ноябрь	с	1,75	21,6	0,37	2,24	0,30
	м	4,05	62,1	1,09	6,86	0,66
Декабрь	с	2,18	17,2	0,52	2,18	0,34
	м	8,80	60,3	1,12	12,10	0,62
Среднее: 2019 г.		<b>1,95</b>	<b>18,7</b>	<b>0,53</b>	<b>2,12</b>	<b>0,45</b>
2018 г.		2,10	19,0	0,56	1,51	0,33
2017 г.		2,07	12,3	0,57	1,31	0,35
2016 г.		1,63	11,4	0,46	1,14	0,52
2015 г.		1,82	14,5	0,58	1,38	0,52
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год: 2019 г.		<b>712</b>		<b>194</b>	<b>774</b>	<b>164</b>
2018 г.		763		203	551	119
2017 г.		758		208	477	128
2016 г.		597		168	417	190
2015 г.		664		210	505	224

Таблица 2.5.7

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НИИАР, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
г. Самара	2015	1,9	2,5	3,1	0,7	2,1	5,5
	2016	1,6	0,7	1,6	1,8	1,4	3,6
	2017	1,0	0,6	1,6	0,8	1,0	1,9
	2018	1,6	1,3	1,7	2,3	1,7	3,4
	<b>2019</b>	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>	<b>3,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	<b>3,4</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
г. Самара	2015	0,56		1,00		0,78	1,01
	2016	0,66		0,65		0,66	0,82
	2017	0,20		0,30		0,25	0,81
	2018	0,40		0,50		0,45	0,58
	<b>2019</b>	<b>0,21</b>		<b>0,34</b>		<b>0,28</b>	<b>0,45</b>

Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2019 г. изменялась в диапазоне от 0,99 Бк/л в декабре до 3,13 Бк/л в мае, при среднегодовом значении 1,82 Бк/л, что было на одном уровне со средним значением для всей территории РФ (1,78 Бк/л).

Специалистами Ульяновского ЦГМС в 2019 г. был произведен отбор шести проб воды и двух пробы донных отложений из Черемшанского залива, куда могут поступать стоки с промплощадки НИИАР. Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа показали, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды находилось в диапазоне от менее 0,01 до 0,07 Бк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [8], содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях составляло от менее 0,17 до 0,29 Бк/кг.

По данным ежедневных измерений МАЭД на пунктах стационарной сети в 100-км зоне НИИАР, в 2019 г. среднегодовые значения МАЭД находились в пределах от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч (Сенгилей – июль, ноябрь).

В целом анализ ежедневных наблюдений и результатов радиационного мониторинга в 100-км зоне позволяет сделать вывод, что выбросы и сбросы радионуклидов НИИАР значительного влияния на радиационную обстановку вокруг предприятия не оказывали.

### **2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского региона**

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО:

– Акционерное общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова» (ОКБМ) образовано в 1947 г. в г. Нижний Новгород для создания оборудования для атомной промышленности. С конца 1940-х годов ОКБМ активно участвует в создании первых промышленных ядерных реакторов, а с 1954 г. – в разработке и изготовлении опытных образцов реакторов для военно-морского и гражданского морского флота;

– Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» Федерального государственного унитарного предприятия «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон», Нижегородская область) – пункт захоронения радиоактивных отходов. Осуществляет прием радиоактивных отходов от предприятий и учреждений ряда областей (Нижегородской, Ивановской, Кировской), а также из Республики Мордовия и Республики Коми;

– 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;

– Акционерное общество «Чепецкий механический завод» (ЧМЗ) образован в 1946 г. в г. Глазове Удмуртской Республики. Это предприятие атомной промышленности по производству обогащенного урана и переработке всех видов природного уранового сырья, металлического циркония, металлического кальция, редких и редкоземельных металлов, сплавов, изделий и химических соединений на их основе. Предприятие также выпускает технологические каналы для российских АЭС с реакторами РБМК.

Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2019 г. на территории РФЯЦ – ВНИИЭФ и ЧМЗ представлены в табл. 2.5.9. В 2019 году выбросы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» не превышали допустимых значений. Выбросы радионуклидов  $^{210}\text{Po}$ ,  $^3\text{H}$ , сумма нуклидов U увеличились в 1,2 – 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом, радионуклида  $^{239}\text{Pu}$  остались на уровне предыдущего года. Выбросы АО «ЧМЗ» в 2019 году были на пять-шесть порядков ниже допустимых значений.

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

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2018 г. по сравнению с 2017 г.
		2019 г.	2018 г.	
<b>ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»</b>				
<sup>210</sup> Po	2,40·10 <sup>5</sup>	2,49·10 <sup>3</sup>	2,07·10 <sup>3</sup>	<b>+0,42·10<sup>3</sup></b>
<sup>239</sup> Pu	5,63·10 <sup>6</sup>	9,93·10 <sup>4</sup>	9,69·10 <sup>4</sup>	<b>+0,24·10<sup>4</sup></b>
<sup>3</sup> H	1,11·10 <sup>15</sup>	1,54·10 <sup>14</sup>	1,16·10 <sup>14</sup>	<b>+0,38·10<sup>14</sup></b>
Сумма нуклидов U	6,70·10 <sup>10</sup>	3,74·10 <sup>9</sup>	2,72·10 <sup>9</sup>	<b>+1,02·10<sup>9</sup></b>
<b>АО «ЧМЗ»</b>				
<sup>226</sup> Ra	4,83·10 <sup>12</sup>	2,20·10 <sup>7</sup>	1,02·10 <sup>7</sup>	<b>+1,18·10<sup>6</sup></b>
<sup>230</sup> Th	5,23·10 <sup>12</sup>	6,76·10 <sup>6</sup>	3,13·10 <sup>6</sup>	<b>+3,63·10<sup>6</sup></b>
<sup>232</sup> Th	9,68·10 <sup>12</sup>	2,20·10 <sup>7</sup>	1,02·10 <sup>7</sup>	<b>+1,18·10<sup>6</sup></b>
Сумма нуклидов U	4,66·10 <sup>14</sup>	1,65·10 <sup>8</sup>	8,38·10 <sup>8</sup>	<b>-6,73·10<sup>8</sup></b>

Сбросы РФЯЦ-ВНИИЭФ и ЧМЗ в 2019 г не регистрировались.

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

В 2019 г. радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского УГМС осуществлялся на 20 станциях, из них на 19 станциях сети Верхне-Волжского УГМС и одной станции АМЦ Нижний Новгород) «Авиаметтелеком Росгидромета» проводились измерения МАЭД. 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 3 пунктах (Лысково, Семенов, Нижний Новгород); за МАЭД в девяти пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Ройка, Лысково, Павлово, Семенов, Нижний Новгород, АМЦ Нижний Новгород); за содержанием трития в осадках в одном пункте (Городец). В 2019 г. маршрутные обследования в 100-км зоне РОО ОКБ машиностроения не проводились.

В 100-км зоне ПЗРО проводились наблюдения (рис. 2.5.5): за атмосферными радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Нижний Новгород), за радиоактивными выпадениями в трех пунктах (Лысково, Семенов, Нижний Новгород), за МАЭД на девяти станциях (Лысково, Семенов, 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 ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и ОКБМ совпадают.

В 100-км зоне РОО г. Сарова действуют 5 станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), на которых в течение всего 2019 г. велись наблюдения за МАЭД, на 3 из них (Арзамас, Выкса, Лукоянов) – за радиоактивными выпадениями.

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

Результаты наблюдений за радиоактивными аэрозолями и выпадениями в 100-км зонах всех РОО Верхне-Волжского региона представлены в табл. 2.5.10.



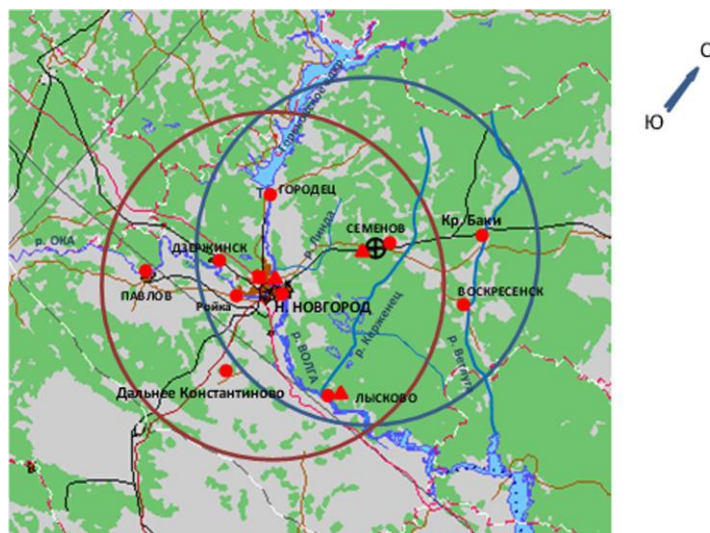


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

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

Таблица 2.5.10

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе ( $q$ , 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2019 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,6	20,7	1,8	2,3	1,6	1,9	1,2	1,6
	м	4,8	57,9	3,3	7,9	2,9	4,8	2,8	2,7
Февраль	с	1,4	21,3	1,6	1,8	1,6	1,7	1,7	1,6
	м	4,0	81,9	2,7	2,8	2,5	7,5	3,3	2,9
Март	с	0,9	14,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3
	м	4,9	29,3	2,2	2,4	3,1	3,8	3,2	3,3
Апрель	с	1,2	26,1	1,5	1,3	1,5	1,4	1,6	1,1
	м	2,5	72,4	4,4	3,8	3,1	5,1	3,8	2,6
Май	с	1,4	21,3	1,2	1,4	1,7	1,1	1,6	1,0
	м	4,2	46,4	5,1	3,4	5,8	2,9	4,5	2,5
Июнь	с	0,8	24,5	1,0	1,0	0,8	1,2	0,9	1,0
	м	1,8	40,3	3,5	3,4	3,1	4,0	3,1	2,0
Июль	с	0,7	20,5	1,4	1,2	1,3	1,3	0,9	1,2
	м	1,8	57,6	3,2	2,3	2,8	10,0	2,0	5,3
Август	с	1,0	16,8	1,2	1,3	1,3	1,7	1,1	1,2
	м	2,9	37,7	3,0	2,7	3,2	5,8	3,8	3,8
Сентябрь	с	1,2	22,1	1,6	1,3	1,3	1,7	1,0	1,0
	м	4,7	47,4	3,2	2,6	3,4	6,9	4,1	4,0
Октябрь	с	2,1	21,5	2,0	1,6	2,0	1,8	1,7	1,5
	м	6,1	61,3	4,0	3,8	6,2	7,8	4,7	3,4
Ноябрь	с	2,1	28,5	2,6	1,6	1,4	2,4	2,0	1,6
	м	10,3	86,8	7,6	5,2	3,6	5,3	5,0	3,0
Декабрь	с	1,6	16,9	2,0	2,6	2,0	1,5	2,8	1,7
	м	5,1	59,4	4,8	6,6	4,9	5,2	10,4	3,4
Среднее:	<b>2019 г.</b>	<b>1,3</b>	<b>21,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>
	2018 г.	0,9	18,6	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
	2017 г.	1,1	18,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	<b>2019 г.</b>	<b>475</b>		<b>584</b>	<b>584</b>	<b>548</b>	<b>584</b>	<b>548</b>	<b>475</b>
	2018 г.	319		467	428	390	409	396	383
	2017 г.	401		451	448	452	420	407	411

**ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова**

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Нижний Новгород в 2019 г. (табл. 2.5.10) изменялась от  $14,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в марте) до  $28,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в ноябре) при среднегодовом значении  $21,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, и была выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 1,1 раза. В 2019 г. в г. Нижний Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым уровнем в 5 и более раз.

Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы Нижнего Новгорода в 2015 – 2019 гг. представлены в табл. 2.5.11.

Таблица 2.5.11

**Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Н. Новгород, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Нижний Новгород	2015	1,1	0,7	нпо	1,8	1,2	5,5
	2016	6,0	3,0	5,6	2,1	4,2	3,6
	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
	<b>2019</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>2,2</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,4</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
	2015	0,41		0,58		0,50	1,01
	2016	1,61		0,87		1,24	0,82
	2017	1,32		4,43		2,87	0,81
	2018	0,94		0,60		0,77	0,58
	<b>2019</b>	<b>0,67</b>		<b>0,63</b>		<b>0,65</b>	<b>0,45</b>

Из табл. 2.5.11 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе Н. Новгорода в 2019 г. была на уровне значения 2018 г. и составляла  $3,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. составляла  $0,65 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза ниже, чем в 2018 г., и в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2019 г. (табл. 2.5.10) варьировали в диапазоне от 0,7 до 2,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений составили 1,3 – 1,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по региону.

Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2019 г. не наблюдалось.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2019 г. составляла 1,49 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 0,63 Бк/л (декабрь) до 2,98 Бк/л (июль). В 2019 г. содержание трития в осадках незначительно увеличилось по сравнению с 2018 г. (табл. 2.5.12), но было ниже среднего значения по стране (1,78 Бк/л).

Таблица 2.5.12

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

Год	2015	2016	2017	2018	<b>2019</b>
<sup>3</sup> H	1,4	1,6	1,5	1,4	<b>1,5</b>

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОКБМ в 2018 г. колебались в диапазоне от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

***Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (ПЗРО)***

Отходы, поступающие на захоронение в ПЗРО, представляют собой отработавшие источники ионизирующего излучения (ИИИ), радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. В 2018 г., по данным ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», на хранение были приняты 491,618 м<sup>3</sup>, кондиционированных РАО массой 372,74 т и общей активностью 2,44·10<sup>13</sup> Бк; отработавшие ИИИ – 125 шт. общей активностью 4,47·10<sup>14</sup> Бк с определяющими радионуклидами: <sup>137</sup>Cs, <sup>239</sup>Pu, <sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y, <sup>60</sup>Co, <sup>3</sup>H, <sup>238</sup>U, <sup>147</sup>Pm, <sup>63</sup>Ni.

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

Среднемесячные значения МЭД в пунктах наблюдения в 100-км зоне ПЗРО составили 0,09-0,14 мкЗв/ч, среднегодовые – 0,09-0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного радиационного фона региона. Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МАЭД в ЗН предприятия в 2019 г. составила 0,12 мкЗв/ч, удельная суммарная  $\beta$ -активность радионуклидов в воде из наблюдательных скважин и трубчатых колодцев не превышала 0,53 Бк/кг.

Данные о содержании <sup>90</sup>Sr в воде и почве не предоставлены.

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

***РОО г. Сарова***

Среднемесячные значения  $\sum\beta$  выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова изменялись в пределах 0,8 – 2,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Среднегодовые суточные значения  $\sum\beta$  выпадений в 2019 г. составили 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение за 2019 г. составило 10,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в декабре (Выкса).

Случаев превышения суточных значений  $\sum\beta$  выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2018 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2019 г. составляли 0,09 – 0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,09 – 0,12 мкЗв/ч., что соответствует колебаниям природного  $\gamma$ -фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,14 мкЗв/ч.

### ***АО «Чепецкий механический завод»***

Среднемесячная  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2019 г. изменялась в диапазоне 1,0–1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки при среднегодовом значении 1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение суммарной  $\beta$ -активности выпадений составило 5,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в июле. Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2019 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МАЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны АО «ЧМЗ» в 2019 г. составляли 0,10–0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,09–0,13 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного  $\gamma$ -фона региона. Максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,15 мкЗв/ч.

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2019 г. составляли 0,13 Бк/м<sup>2</sup>·год, что ниже уровня 2018 г. (0,18 Бк/м<sup>2</sup>·год) и в 2,5 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,33 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Содержание в приземной атмосфере  $\Sigma\beta$ , <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и трития в осадках в 2019 г. в 100-км зонах РОО (табл. 2.5.10–2.5.12) было на уровне фоновых значений для Центра ЕТР или незначительно выше. Можно сделать вывод, что влияния РОО, расположенных в Верхне-Волжском регионе, на окружающую среду не выявлено.

### **Выводы**

Радиационная обстановка на территории ПФО в 2019 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 <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения.

## **2.6. Уральский федеральный округ**

### **Общая информация по округу**

Уральский федеральный округ (УФО) занимает центральное положение на территории РФ на стыке между европейской и азиатскими частями. В него входят шесть субъектов Федерации: Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа, Свердловская, Челябинская, Курганская и Тюменская области. Площадь территории региона составляет 1818,5 тыс. км<sup>2</sup>, население – более 12356,2 тыс. человек [1]. Административный центр региона – г. Екатеринбург.

Согласно [2], на территории округа расположено 10 РОО: 4 из них, включая крупнейший химкомбинат ПО «Маяк», расположены на территории Челябинской области, 6 – на территории Свердловской области. На территории УФО в Челябинской, Свердловской и Курганской областях есть территории, загрязненные в результате двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк», произошедших в 1957 г. с образованием Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа (ВУРС) и в 1967 г. с образованием Карачайского «цезиевого» следа, который частично наложился на ВУРС.

### **Организация радиационного мониторинга**

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Уральским, Обь-Иртышским, Западно-Сибирским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (рис. 2.6.1).

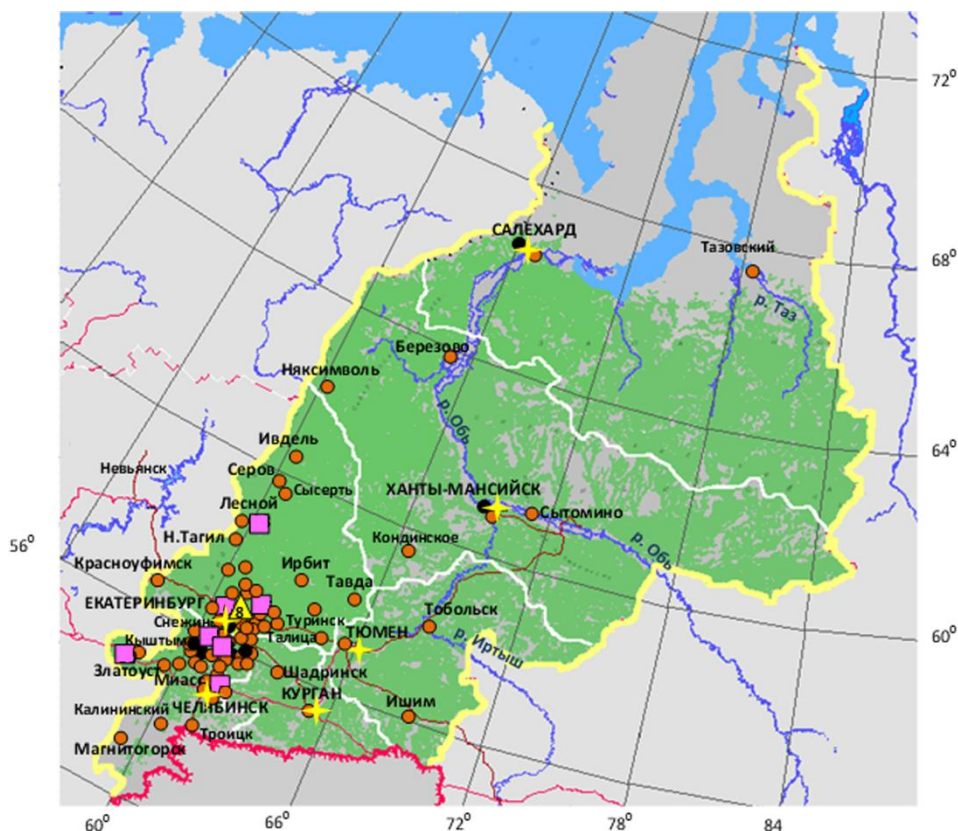


Рис. 2.6.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ★ – центры субъектов Федерации;
- (красная линия) – магистральные федеральные автодороги;
- (коричневая линия) – прочие федеральные автодороги;
- (белый) – границы субъектов Федерации;
- (желтый) – границы федеральных округов;
- (красная линия) – 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); 6 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 (9 рек и 1 водохранилище) на содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводится в трех радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС, Челябинского ЦГМС и в радиометрической группе Обь-Иртышского УГМС. В радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС и Челябинского ЦГМС дополнительно проводится гамма-спектрический и радиохимический анализы проб ( $^{90}\text{Sr}$ ). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды 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 0,07 до 0,21 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязненные территории. Среднегодовые значения МАЭД на территории УФО в 2019 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,09 – 0,12 мкЗв/ч при среднем значении 0,10 мкЗв/ч. Эти значения не отличаются от многолетних уровней, наблюдаемых на территории Уральского региона.

Таблица 2.6.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах УФО в 2019 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	57	0,10	0,19 (Североуральск, Екатеринбург)
Челябинская область	32	0,12	0,20 (Метлино, Челябинск)
Курганская область	16	0,10	0,17 (Курган)
Тюменская область*	13	0,10	0,17 (Ишим)
Ямало-Ненецкий АО	5	0,09	0,17 (Тарко-Сале)
Ханты-Мансийский АО	11	0,09	0,21 (Юильск)
УФО	134	0,10	0,21

Примечания: \* – включая два пункта Северного УГМС.

### Приземная атмосфера

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

Таблица 2.6.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах УФО,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского, Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)

Пункты наблюдения	$^{137}\text{Cs}$			$^{90}\text{Sr}$		
		2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Свердловская область</b>						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	4,0	3,1*	4,2*	3,2	2,3	5,3
<b>Челябинская область</b>						
Новогорный (ПО «Маяк»)	16,2	18,4	16,9	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	3,9	7,5	3,3	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	12,8	8,3	7,4	-	-	-
<b>Средневзвешенное по Западной Сибири</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9**</b>	<b>1,5**</b>	<b>2,7**</b>
<b>Ямало-Ненецкий АО</b>						
Салехард	нпо	нпо	0,9	0,2	0,2	0,7
<b>Ханты-Мансийский АО</b>						
Ханты-Мансийск	нпо	0,7	нпо	0,4	0,5	0,8
<b>Средневзвешенное по Заполярью</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>0,24</b>	<b>0,36</b>	<b>0,53</b>

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

- – измерения не проводились;

\* – данные ФГБУ «НПО «Тайфун»;

\*\* – с учетом данных в Верхнем Дуброво;

нпо – ниже предела обнаружения ( $1,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Из табл. 2.6.2 видно, что выбросы радионуклидов на ПО «Маяк» оказывают существенное влияние на содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг предприятия. В меньшей степени на загрязнение воздуха в 100-км зоне оказывает влияние Белоярская АЭС. Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зонах этих предприятий представлен в разделе 3.

В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. была на уровне предыдущих лет и не превышала уровень средневзвешенного значения по Заполярью. В Свердловской области объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2018 годом. В Челябинской области объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в Новогорном находилась на уровне 2018 г., в Кыштыме и Аргаяше увеличилась в 1,5 и 1,9 раз соответственно. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах Свердловской и Челябинской областей превышает средневзвешенное значение по Западной Сибири в 1,7 – 7 раз.

В Свердловской области в Верхнем Дуброво объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. увеличилась в 1,4 раза по сравнению с 2018 годом. В Ханты-Мансийском АО объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  уменьшилась в 1,3 раза, а в Ямало-Ненецком АО осталась на уровне 2018 г. Наблюдаемые активности радионуклидов на семь порядков ниже нормативных уровней по НРБ-99/2009 [8].

#### **Радиоактивные выпадения**

На территории УФО наблюдаются выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в отличие от других территорий РФ, на которых эта величина ниже предела обнаружения. Это объясняется влиянием ветрового выноса радионуклидов с территории ВУРС. На территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей вне загрязненных зон и вне 100-км зон РОО (фоновые территории) выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. остались на уровне 2018 г. и составляли 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на этих территориях (0,85 Бк/м<sup>2</sup>·год) были в 1,2 раза выше значений 2018 г. и в 4 раза выше средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири (0,21 Бк/м<sup>2</sup>·год). На рис. 2.6.2 приведена динамика фоновых уровней выпадений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в период с 2006 по 2019 год. Из рисунка видно, что фоновые уровни выпадений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  значительно колеблются от года к году, выпадения  $^{137}\text{Cs}$  имеют тенденцию к уменьшению, а годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2017 – 2019 гг. были наибольшими за последние 10 лет.

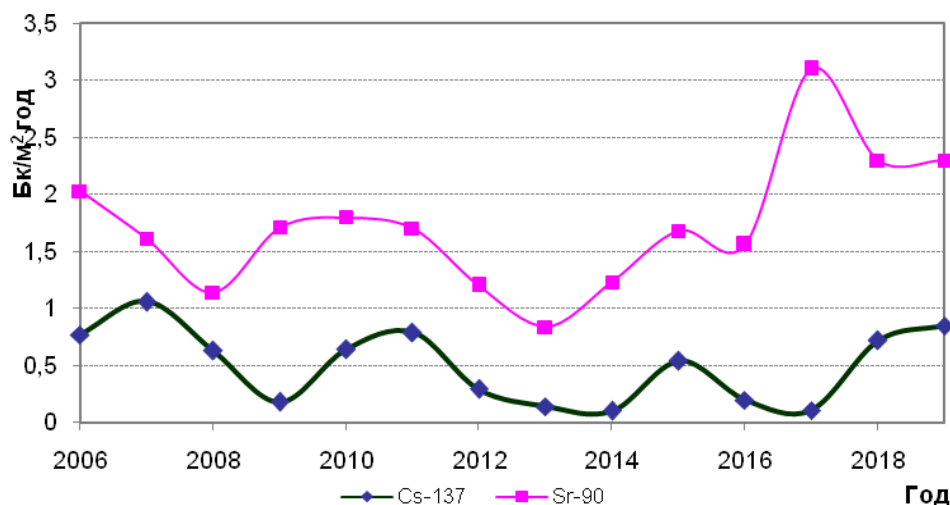


Рис. 2.6.2. Динамика фоновых уровней выпадений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. были менее  $0,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ . Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  за 2019 г. были на уровне 2018 г. ( $0,8 \text{ Бк/м}^2$ ) и составили  $0,72 \text{ Бк/м}^2$ .

### ***Поверхностные воды***

На территории УФО наблюдения за содержанием трития в осадках и поверхностных водах проводятся в Ямало-Ненецком АО в Салехарде, где объемная активность трития в осадках в 2019 г. была на уровне среднего значения для территории РФ ( $1,8 \text{ Бк/л}$ ) и составила  $2,0 \text{ Бк/л}$ . Объемная активность трития в 2019 г. в р. Обь (Салехард) колебалась от  $1,4$  до  $2,0 \text{ Бк/л}$ , составив в среднем  $1,7 \text{ Бк/л}$ , что находится на уровне предыдущих лет и среднего значения содержания трития в реках РФ ( $1,6 \text{ Бк/л}$ ).

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в реках определяется в 12 пунктах, 10 из этих пунктов находятся на территории ВУРС и в 100-км зоне Белоярской АЭС и будут рассмотрены в соответствующих разделах (см. раздел 3 и 4). Два оставшихся пункта находятся на р. Обь (Салехард) и на р. Пур (Уренгой) в Ямало-Ненецком АО. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. в р. Обь увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2018 г. и составила  $7,6 \text{ мБк/л}$  ( $6,5 \text{ мБк/л}$  в 2018 г.). Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Пур также увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2018 г. и составила  $4,8 \text{ мБк/л}$  ( $3,8 \text{ мБк/л}$  в 2018 г.). В р. Обь (Салехард) постоянно регистрируются повышенные по сравнению со средним значением для рек АТР ( $4,2 \text{ мБк/л}$  в 2019 г.) величины объемной активности  $^{90}\text{Sr}$ , что объясняется влиянием стоков ПО «Маяк» на загрязнение рек Обь-Иртышского региона.

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

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

### ***2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона***

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

- пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен 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).

#### **Поселок Двуреченск**

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в пос. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится захоронение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. За 69 лет работы КЗФ накопил более 2 млн тонн отвальных шлаков. Захоронение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землей и с последующим одерновыванием поверхности кургана. Источником загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид  $^{232}\text{Th}$  и



его дочерние продукты распада. Пункт захоронения 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 возведен защитный комплекс длиной по периметру 2,5 км, который включает бетонный забор, дамбу, технологическую дорогу. Подходы к объекту просматриваются сотрудниками службы безопасности предприятия. Кроме того, 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 2019 г., а также, для сравнения, данные 2015 – 2019 гг. представлены в табл. 2.6.3.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов показал, что годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в Двуреченске не превысили уровень значений 2018 г. и региональные фоновые значения по Уральскому региону. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. было зарегистрировано в августе и составило 5,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в Двуреченске составили 1,2 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,8 раза ниже уровня значений 2018 г. и в 1,5 раза выше регионального фона (0,8 Бк/м<sup>2</sup>·год). Годовые выпадения <sup>90</sup>Sr в 2019 г. были незначительно выше значений 2018 г. и составляли 5,8 Бк/м<sup>2</sup>·год в 2,5 раза превысили уровень регионального фона (2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год). Среднегодовое значение МАЭД в Двуреченске в 2019 г. составило 0,10 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч).

Загрязнение приземной атмосферы (Двуреченска) <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и Ключевской обогатительной фабрики. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

### **Город Новоуральск**

Новоуральск – один из первых центров атомной промышленности на Среднем Урале. В 1946 г. в Новоуральске началось строительство первого в стране газодиффузионного завода для производства высокообогащенного урана, позже на заводе был получен материал для первой советской урановой атомной бомбы. На сегодняшний день здесь расположено и действует одно из крупнейших предприятий Урала – Уральский электрохимический комбинат (введен в эксплуатацию в 1949 г.), который производит обогащенный гексафторид урана и ведет переработку оружейного урана с демонтированных боеголовок в топливо для атомных электростанций. Также 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 2019 г. приведены в табл. 2.6.3.

Годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в Новоуральске в 2019 г. были на уровне 2018 года (263 Бк/м<sup>2</sup>·год) и составляли 252 Бк/м<sup>2</sup>·год, что находится на уровне региональных фоновых значений по Уральскому региону (248 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. были зарегистрированы в августе и составили 4,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 2019 г. годовые выпадения

$^{137}\text{Cs}$  в Новоуральске (0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год) были ниже значений 2018 г. (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·год), и ниже регионального фонового уровня (0,8 Бк/м<sup>2</sup>·год). Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в Новоуральске в 2019 г. уменьшились в 1,5 раза, по сравнению с уровнем 2018 г., и были в 1,7 раза выше фонового уровня Уральского региона. Среднее за год значение МАЭД в Новоуральске составило 0,11 мкЗв/ч, что соответствует уровню радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч).

Таблица 2.6.3

**Выпадения из атмосферы  $\Sigma\beta$  (Бк/м<sup>2</sup>·сутки),  $^{137}\text{Cs}$  (Бк/м<sup>2</sup>·месяц) и  $^{90}\text{Sr}$  (Бк/м<sup>2</sup>·квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2019 г. (данные Уральского УГМС)**

Месяц	пос. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Январь	0,5	нпо	} 0,29	0,7	нпо	} 0,27	0,9	нпо	} 0,53
Февраль	0,5	нпо		1,0	нпо		0,7	нпо	
Март	0,5	0,12	} 0,34	0,6	нпо	} 0,28	0,4	нпо	} 0,24
Апрель	0,8	нпо		0,8	нпо		0,5	нпо	
Май	1,2	0,10	} 0,73	0,6	нпо	} 0,30	0,5	0,40	} 0,41
Июнь	0,6	0,15		0,5	нпо		0,3	0,24	
Июль	0,7	нпо	} 0,55	0,7	нпо	} 0,44	0,9	нпо	} 0,64
Август	0,6	0,09		0,9	0,10		0,9	0,20	
Сентябрь	0,5	0,12	} 0,64	0,8	0,08	} 0,44	0,7	0,13	} 0,64
Октябрь	0,8	0,23		0,5	нпо		0,6	нпо	
Ноябрь	0,6	0,13	} 0,64	0,8	нпо	} 0,44	0,5	нпо	} 0,64
Декабрь	0,6	0,24		0,3	0,13		0,5	0,17	
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:									
<b>2019 г.</b>	<b>245</b>	<b>1,2</b>	<b>5,8</b>	<b>252</b>	<b>0,3</b>	<b>3,8</b>	<b>223</b>	<b>1,1</b>	<b>5,5</b>
2018 г.	281	2,1	5,2	263	1,4	5,6	277	3,0	4,4
2017 г.	266	1,8	7,4	266	1,7	4,7	212	3,9	4,0
2016 г.	179	1,4	1,6	203	1,6	2,8	177	0,9	2,8
2015 г.	102	3,6	3,4	172	3,2	4,4	153	3,6	5,0
Фон для Уральского региона, Бк/м <sup>2</sup> ·год:									
<b>2019 г.</b>	<b>248</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>	<b>248</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>	<b>248</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>
2018 г.	248	0,7	2,3	248	0,7	2,3	248	0,7	2,3
2017 г.	240	0,1	3,1	240	0,1	3,1	240	0,1	3,1
2016 г.	207	0,2	1,6	207	0,2	1,6	207	0,2	1,6
2015 г.	172	0,5	1,7	172	0,5	1,7	172	0,5	1,7

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup>·месяц).

Как и в случае с Двуреченском, источником загрязнения приземной атмосферы города  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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.

ЭХП осуществляется контроль следующих параметров радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН: мощность эквивалентной дозы гамма излучения; содержание радионуклидов в аэрозолях приземного слоя атмосферы; содержание радионуклидов в воде открытых водоемов; содержание радионуклидов в подземных водах [9].

Контроль объемной активности воды поверхностных водных объектов проводится в следующих объектах: Нижнетурунское водохранилище, водохранилище на реке Тура, река Большая

Именная, река Березовка, река Выя в районе деревни Бушуевка. Измеряется объемная активность питьевой воды, ливневых и очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод.

В 2019 г. по данным ЭХП поступление радионуклидов в атмосферный воздух находилось в пределах установленных нормативов [9].

В 2019 г. среднегодовая суммарная активность урана в атмосферном воздухе составила  $2,04 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> в СЗЗ и  $0,95 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> в ЗН. Максимальное разовое содержание урана в атмосферном воздухе было на порядок ниже ДОАнас ( $4,0 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>) в обеих контролируемых зонах:  $4,03 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $2,0 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Среднегодовая объемная активность трития в СЗЗ и ЗН не превышала  $10^2$  Бк/м<sup>3</sup>, что на порядок и более ниже ДОАнас ( $1,9 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая суммарная активность урана в водных объектах СЗЗ и ЗН была на два порядка ниже УВ<sup>вода</sup> (3,0 Бк/кг) [8] и составила 0,06 Бк/кг и 0,07 Бк/кг соответственно. Среднее содержание трития в водных объектах контролируемых зон в 2019 г. было 37,5 Бк/кг в СЗЗ и 37,0 Бк/кг в ЗН, что также на два порядка ниже УВ<sup>вода</sup> ( $7,6 \cdot 10^3$  Бк/кг).

В 2019 г. мощность дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ находилась в пределах 0,06-0,10 мкЗв/ч, а в ЗН 0,05-0,10 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО [9].

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 2019 г. не превысили фоновых значений для Уральского региона (248 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. было зарегистрировано в феврале и составило 3,87 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в Лесном в 2019 г. составляли 1,1 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 2,7 раза ниже, чем в 2018 г., и в 1,4 раза выше фоновых выпадений по Уральскому региону.

Годовые выпадения <sup>90</sup>Sr в 2019 г в 1,3 раза превысили уровень 2018 г. и в 2,4 раза уровень регионального фона.

Среднегодовое значение МАЭД в Лесном в 2019 г. составляло 0,12 мкЗв/ч, что незначительно выше уровня среднего по УФО значения (0,11 мкЗв/ч). Поскольку <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, загрязнение приземной атмосферы, как и в предыдущих случаях, происходит за счет ветрового выноса этих радионуклидов с загрязненных территорий.

Таким образом, из приведенных данных радиационного мониторинга  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в пунктах расположения трех РОО Свердловской области следует, что в 2019 г. выпадения из атмосферы <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr за год в трех рассматриваемых населенных пунктах превышали уровень фоновых выпадений по Уральскому региону. Исключение составили годовые выпадения из атмосферы <sup>137</sup>Cs в Новоуральске, они ниже региональных фоновых значений.

### **2.6.2. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»**

Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (СПЗРО) расположен в 20 км к северу от г. Екатеринбурга на территории ГО Верхняя Пышма вблизи п. Крутой. Предприятие было создано в 1961 г. для утилизации средне- и низкоактивных РАО, обра-

зующихся в народном хозяйстве (в промышленности, науке, медицине и других отраслях), и относится к III категории потенциальной опасности как малоопасное в соответствии с ОСПОРБ-99 [15], так как переработка РАО не производится. Технология эксплуатации объекта такая, что даже при максимальной аварии загрязнение окружающей среды не выйдет за пределы СЗЗ предприятия, совпадающей с границей рабочей площадки. СПЗРО обслуживает Свердловскую, Тюменскую области и Пермский край. На территории СПЗРО имеются хранилища для твердых, жидких радиоактивных отходов и источников ионизирующих излучений. Однако за длительный период эксплуатации СПЗРО случаев поступления на хранение жидких радиоактивных отходов не было.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне СПЗРО осуществляется Уральским УГМС. Поскольку 100-км зона СПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС, сеть радиационного мониторинга Росгидромета является общей для этих двух объектов. Результаты контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в этой зоне будут подробно рассмотрены в разделе 4.2, посвященном Белоярской АЭС, где на рис. 4.2.2 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне СПЗРО. Здесь рассматриваются данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10- и 30-км зонах вокруг СПЗРО.

В 30-км зоне СПЗРО 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 СПЗРО в 2019 г. (табл. 2.6.4) составляли 0,59 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что несколько ниже уровня ряда предыдущих лет и фоновых значений, характерных для Уральского региона (0,68 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальные суточные выпадения наблюдались: в Екатеринбурге – в мае (4,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), в Сарапулке – в июле (4,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

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 «РосРАО», Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Екатеринбург	с	0,68	0,47	0,43	0,52	0,61	0,51	0,63	0,66	0,67	0,72	0,69	0,49	0,59	0,73
	м	3,0	3,5	1,4	1,7	4,1	1,9	3,0	1,7	1,6	1,6	1,5	2,0	4,1	
Сарапулка	с	0,88	0,51	0,30	0,45	0,57	0,51	0,94	1,04	0,79	0,56	0,75	0,61	0,66	0,74
	м	1,9	1,6	1,5	1,1	3,7	1,9	4,6	4,0	3,9	1,8	2,3	1,5	4,6	
<b>Среднее:</b>	<b>2019 г.</b>	0,78	0,49	0,37	0,49	0,59	0,51	0,79	0,85	0,73	0,64	0,72	0,55	<b>0,63</b>	
	<b>2018 г.</b>	1,2	0,88	0,65	0,73	0,60	0,84	0,73	0,67	0,60	0,69	0,67	0,60	<b>0,74</b>	
Фон для Уральского региона:	<b>2019 г.</b>	<b>0,62</b>	<b>0,56</b>	<b>0,66</b>	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>	<b>0,56</b>	<b>0,76</b>	<b>0,82</b>	<b>0,67</b>	<b>0,81</b>	<b>0,69</b>	<b>0,62</b>	<b>0,68</b>	
	2018 г.	0,72	0,73	0,61	0,75	0,72	0,57	0,67	0,73	0,67	0,73	0,65	0,61		0,68

МАЭД в 5 пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Новоберезовский, Монетный) в 2019 г. колебалась в диапазоне 0,09 – 0,12 мкЗв/ч при среднем значении 0,10 мкЗв/ч, что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону (0,11 мкЗв/ч).

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

Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГБУ «РосРАО» (ЧПЗРО) расположено в 55 км на север от г. Челябинска и в 6 км от деревни Чижма. ЧПЗРО производит захоронение твердых РАО и отработавших ИИИ. Выбросов и сбросов в окружающую среду ЧПЗРО не производит.

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

Значения выпадений суммарной бета-активности в пункте наблюдения, характеризующем радиационную обстановку в зоне ЧПЗРО, отражены в табл. 2.6.5. Там же приведены среднемесячные и среднегодовые значения по 30-км зоне наблюдения вокруг ЧПЗРО 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 «РосРАО», Бк/м<sup>2</sup> сутки (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Аргаяш	с	0,55	0,60	0,70	0,74	0,84	0,65	0,92	0,85	0,68	0,62	0,60	0,62	<b>0,70</b>	<b>0,67</b>
	м	1,2	1,0	1,6	1,4	2,0	1,2	3,9	2,3	1,7	1,8	1,2	1,3		
Фон для Уральского региона:	2019 г.	<b>0,62</b>	<b>0,56</b>	<b>0,66</b>	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>	<b>0,56</b>	<b>0,76</b>	<b>0,82</b>	<b>0,67</b>	<b>0,81</b>	<b>0,69</b>	<b>0,62</b>	<b>0,68</b>	
	2018 г.	0,72	0,73	0,61	0,75	0,72	0,57	0,67	0,73	0,67	0,73	0,65	0,61		<b>0,68</b>

В 2019 г. среднегодовое значение  $\Sigma\beta$  выпадений в зоне влияния ЧПЗРО (0,70 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) находится на уровне 2018 г. и на уровне регионального фона (0,68 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

### 2.6.4. ФГУП «ПСЗ»

ФГУП «Приборостроительный завод» (ПСЗ) – одно из ведущих предприятий атомной промышленности России, градообразующее предприятие города Трехгорный, основная деятельность которого заключается в производстве ядерных боеприпасов.

На предприятии осуществляется контроль следующих параметров радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН: мощность эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения; объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы; содержание радионуклидов в донных отложениях, снежном покрове, верхнем почвенном слое, растительности, воде открытых водоемов, подземных водах, сточных водах, источниках выбросов [19].

Выброс радиоактивных веществ в виде аэрозолей, содержащих природные изотопы урана, осуществляется на одной промышленной площадке. В 2019 году превышений фактических выбросов радионуклидов над величинами допустимых выбросов не зафиксировано. Суммарный выброс радиоактивных веществ составил  $6,7 \cdot 10^4$  Бк при предельном допустимом выбросе  $3,69 \cdot 10^5$  Бк.

Результаты измерений проб окружающей среды показывают, что их активность, в основном, обусловлена естественными радионуклидами природного происхождения, удельная активность которых в районе расположения предприятия не превышает фоновых значений УФО.

В 2019 году случаев аварийных выбросов радиоактивных веществ не зарегистрировано [19].

Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения в 2019 году в СЗЗ и ЗН находилась в пределах 0,07-0,17 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям по Уральскому региону.

### **Выводы**

Радиационная обстановка на территории УФО вне 100-км зон ПО «Маяк» и Белоярской АЭС и загрязненных вследствие радиационных аварий территорий в 2019 г. была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  вне указанных территорий было на шесть-семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов. Влияние ветрового выноса радионуклидов с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа и сбросов ПО «Маяк» прослеживается на большие расстояния и в воздушной, и водной средах. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях в отличие от других территорий РФ наблюдаются выпадения  $^{90}\text{Sr}$ . На фоне влияния ВУРС выделить влияние РОО второй и третьей категории практически невозможно, поэтому радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

### **2.7. Сибирский федеральный округ. Общая информация по округу**

Сибирский федеральный округ (СФО) расположен в пределах трех экономико-природных районов: Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского и Забайкальского. Для наглядности, организация радиационного мониторинга, результаты наблюдений за 2019 г. и общая информация по округу будут приведены, в том числе и с данными по Республике Бурятия и Забайкальскому краю (данные территории были переданы в Дальневосточный федеральный округ в соответствии с [18]).

В состав СФО входят 12 субъектов РФ: 4 республики (Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия), 3 края (Алтайский, Красноярский, Забайкальский), 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Административный центр округа – г. Новосибирск. Общая территория округа – 5 145 тыс. км<sup>2</sup> (30 % территории России). Протяженность территории с севера на юг – 3 566 км, а с запада на восток – 3 420 км. СФО граничит: на севере – с Ямало-Ненецким автономным округом; на западе – с Тюменской областью, Ямало-Ненецким автономным округом, Ханты-Мансийским автономным округом; на востоке – с Республикой Саха (Якутия), Амурской областью; на юге – с Республикой Казахстан, Республикой Монголия, Китайской Народной Республикой. Протяженность государственной границы составляет 7 269,6 км. Согласно [2], на 01.01.2019, в СФО проживают 18 239,8 тыс. человек. Плотность населения – 3,95 человека на 1 км<sup>2</sup>.

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), АО «Хиагда» (с. Багдарин, Баунтовский эвенкийский муниципальный район, Республика Бурятия), ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (г. Новосибирск), ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (г. Краснокаменск Забайкальского края), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследователь-

ский Томский политехнический университет» (г. Томск), ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск Красноярского края), ФГУП «Производственное объединение «Север» (г. Новосибирск). Также работают ПХРВ (г. Иркутск) и ПЗРО (г. Новосибирск) Иркутское и Новосибирское отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».

### Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории СФО осуществляют Северное (Диксон), Западно-Сибирское, Обь-Иртышское (по Омской обл.), Среднесибирское, Иркутское, Забайкальское, Приморское УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». В составе СРМ на территории округа действуют: 280 пунктов по измерению МАЭД; 87 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 14 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ, 6 пунктов по отбору проб осадков и 2 пункта по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития, 5 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$  (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.

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводятся в 3 радиометрических группах и 4 радиометрических лабораториях. В радиометрических лабораториях дополнительно проводится гамма-спектрометрический анализ проб. В лабораториях Западно-Сибирского и Приморского УГМС дополнительно проводится радиохимический анализ проб ( $^{90}\text{Sr}$ ). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пресных и морских водах, трития и изотопов плутония.

### **Радиационная обстановка**

#### ***Радиационный фон***

Среднегодовые и максимальные суточные величины МАЭД, измеренные СРМ в 2019 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1.

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах СФО в 2019 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Забайкальский край	34	0,14	0,23
Алтайский край	27	0,10	0,15
Красноярский край	50	0,11	0,28
Республика Бурятия	24	0,16	0,27
Республика Алтай	9	0,13	0,21
Республика Тува	11	0,14	0,23
Республика Хакасия	5	0,12	0,21
Иркутская область	45	0,15	0,33
Кемеровская область	14	0,10	0,16
Омская область	19	0,11	0,20
Томская область	13	0,09	0,30
Новосибирская область	28	0,11	0,24
Диксон	1	0,08	0,10
СФО	280	0,12	0,33

Анализ измеренных МАЭД в целом показывает, что максимальные измеренные значения МАЭД в большинстве пунктов наблюдений на территории округа не превышали 0,3 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МАЭД изменялись от 0,08 до 0,16 мкЗв/ч и не превышали средних многолетних значений. Среднегодовое значение МАЭД на территории СФО составляло в 2019 г. 0,12 мкЗв/ч, а максимальное измеренное значение МАЭД составило 0,33 мкЗв/ч, и соответствовали аналогичным уровням МАЭД на территории СФО за 2018 г.

#### ***Приземная атмосфера***

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводятся в 7 из 12 субъектов Федерации округа на 14 пунктах наблюдения (рис. 2.7.1). В табл. 2.7.2 приведены данные СРМ о среднегодовой объемной активности радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в населенных пунктах СФО [4,5].

Из табл. 2.7.2 видно, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. уменьшилась, в основном, во всех пунктах наблюдения СФО. Среднее по округу содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха уменьшилось, по сравнению с 2018 г., в 1,5 раза и было выше средневзвешенного значения по АТР ( $1,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Повышенная, по сравнению со средними значениями по округу, объемная актив-



ность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. наблюдалась в Барнауле ( $9,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) за II квартал, а также в Омске в IV квартале ( $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в III квартале ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.7.2

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в отдельных населенных пунктах СФО,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Пункты наблюдения	$^{137}\text{Cs}$			$^{90}\text{Sr}$		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Красноярский край</b>						
Большая Мурта	1,5	1,8	1,6	1,1	1,4	0,8
Красноярск	нпо	нпо	1,0	0,5	0,9	1,3
Сухобузимское	1,7	2,3	1,8	4,4	3,8	4,8
Уяр	1,8	1,9	2,1	2,2	0,7	0,6
Туруханск	нпо	нпо	1,0	0,4	0,6	0,3
Диксон	0,1	0,1	1,1	0,1	0,2	0,3
<b>Забайкальский край</b>						
Чита	нпо	нпо	0,7	0,6	0,6	1,0
<b>Алтайский край</b>						
Барнаул	3,6	1,1	1,1	0,4	0,5	1,0
<b>Томская область</b>						
Колпашево	1,3	нпо	1,0	0,4	0,2	1,0
Томск	нпо	нпо	1,0	1,9	2,1	3,7
<b>Омская область</b>						
Омск	2,2	1,2	1,5	2,7	2,4	5,2
<b>Иркутская область</b>						
Иркутск	1,2	8,2	3,4	3,6	7,3	5,9
Ангарск	1,0	1,0	1,1	2,5	2,6	1,4
<b>Республика Тыва</b>						
Кзыл	нпо	нпо	1,1	1,1	0,7	0,4
<b>Среднее по СФО</b>	<b>1,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>

Примечание: \* – уточненные данные;

нпо – консервативная оценка нижнего предела обнаружения для соответствующего пункта принята равной  $1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в атмосферном воздухе на территории СФО в 2019 г. варьировала в пределах от  $0,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в п. Диксон и до  $4,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в с. Сухобузимское. (см. табл. 2.7.2). В большинстве населенных пунктов, в которых проводятся наблюдения, среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  отличалась от значений, зафиксированных в 2018 г., незначительно. В 2019 г., по сравнению с другими пунктами наблюдения СФО в с. Сухобузимское и г. Иркутск, наблюдаются повышенные значения среднегодовой объемной активности по  $^{90}\text{Sr}$ : в с. Сухобузимское –  $3,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $5,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> за I и II полугодие соответственно, в г.Иркутск –  $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $3,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> за I и II полугодие соответственно. Средняя по округу объемная активность  $^{90}\text{Sr}$ , по сравнению с 2018 г. осталась на том же уровне, а её средневзвешенное значение оказалось на уровне средневзвешенного значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  для АТР в 2019 г. -  $1,23 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В целом наблюдаемые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на территории СФО на шесть-семь порядков ниже пределов, установленных НРБ-99/2009 [8].

**Радиоактивные выпадения**

Суммарная плотность выпадений  $^{137}\text{Cs}$  за год по территории СФО в 2019 г. составила не более  $0,34$  Бк/м<sup>2</sup>·год и находилась на уровне 2018 г (не более  $0,35$  Бк/ м<sup>2</sup>·год).

Среднегодовые значения по суммарной плотности выпадений бета-активных радионуклидов в сутки на территории СФО за год в 2019 г. находились в диапазоне от 0,54 Бк/ м<sup>2</sup>·сутки в пункте Диксонский до 3,40 Бк/ м<sup>2</sup>·сутки в Иркутской области и были аналогичны, зафиксированным в 2018г.

**Поверхностные воды и атмосферные осадки**

Объемные активности трития в водах рек Енисей (пункт отбора Игарка) и Нижняя Тунгуска (пункт отбора Тура) в 2019 г. находились на уровне от 1,72 Бк/л и 1,89 Бк/л соответственно и в целом были на уровне 2018 г.

Объемная активность трития в осадках на территории СФО в 2019 г. определялась в 6 пунктах (табл. 2.7.3). Из табл. 2.7.3 видно, что среднегодовая объемная активность трития в осадках в субъектах Федерации на территории СФО изменялась в пределах от 1,7 Бк/л на о. Диксон до 2,7 Бк/л в г. Иркутск. Среднее содержание трития в осадках на территории СФО - 2,3 Бк/л было в 1,3 раза выше среднего значения для всей территории России (1,8 Бк/л).

Таблица 2.7.3

**Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2019 г. (данные Западно - Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

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

Примечание: В скобках приведены данные за 2018 год.

Усредненная объемная активность <sup>90</sup>Sr в реках на территории СФО (табл. 2.7.3) в целом находилась на уровне 2018 г. и составила 4,5 мБк/л, что примерно соответствует среднему значению для рек АТР - 4,2 мБк/л. Содержание <sup>90</sup>Sr в реках СФО изменялась от 3,7 мБк/л в р. Енисей до 5,0 мБк/л – в р.Ангара, что на три порядка ниже норматива для питьевой воды по НРБ-99/2009 (для <sup>90</sup>Sr УВ = 5 Бк/л).

Ниже приводятся результаты мониторинга радиационной обстановки в 100-км зонах основных РОО, расположенных на территории СФО. Анализ радиационной обстановки вокруг РОО первой категории – АО «Сибирский химический комбинат» (г. Северск Томской области) и ФГУП «Горно-химический комбинат» (г. Железногорск Красноярского края) – приведен в разделе 3.

### **2.7.1. Новосибирский завод химконцентратов**

Предприятие ядерного топливного цикла ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» (НЗХК) расположено в Калининском районе г. Новосибирска (северная часть города). На НЗХК перерабатывается природный и обогащенный уран и изготавливаются тепловыделяющие элементы для атомной энергетики. В 5,3 км к северо-востоку от НЗХК расположено хранилище РАО (хвостохранилище), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 года. Объем хвостохранилища составляет 384000 м<sup>3</sup>. Ежегодное количество образующихся РАО в НЗХК составляет примерно 380 т. Отходы в основном в виде низкоактивной суспензии (пульпы) гидротранспортом доставляются по пульпопроводу на хвостохранилище непосредственно с территории НЗХК. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, граница которой проходит на расстоянии до 1000 м от границы территории промплощадки. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1000 м, в пределах которой проходят железная дорога и автомагистраль. С территории и хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т. д.)). Поступление <sup>222</sup>Rn в атмосферу происходит в основном с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) НЗХК охватывает более половины территории Калининского района, на которой проживают около 80 % населения района. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4.

Источником технической и хозяйственной воды на НЗХК является р. Обь. До 01.02.2006 г. р. Обь являлась также и приемником сточных вод НЗХК. В настоящее время сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производится. Однако на хвостохранилище имеются три водоема-отстойника (секции), где под слоем воды хранятся радиоактивные отходы. Водоемы-отстойники предназначены для разделения РАО на твердую и жидкую фазы и являются частью технологического процесса обезвреживания и дезактивации РАО.

Первая секция хвостохранилища заполнена (сброс в нее не производится с 1963 г.), вторая (эксплуатируется с 1964 г.) – близка к заполнению, третья – строящаяся. Поступление радионуклидов в окружающую среду происходит в основном в период весеннего паводка, когда идет стихийный сброс на рельеф местности радиоактивной воды через дамбу второй секции. К тому же в период между паводками наблюдается просачивание относительно небольшого количества воды через дамбы секций. Существует также потенциальная возможность попадания радионуклидов из секций-отстойников в грунтовые воды.

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). Также необходимо отметить, что 100 км зоны наблюдения НЗХК и предприятия «Новосибирское отделение филиала ФГУП «РосРАО» перекрываются (см.рис. 2.7.6).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2019 г. силами Западно-Сибирского УГМС был организован следующим образом:

- на метеостанциях Огурцово (15 км от НЗХК, рис. 2.7.2) и М-2 Болотное (100-км зона наблюдения АО «Сибирский химический комбинат») проводились наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений путем ежесуточного отбора проб с помощью марлевого горизонтального планшета без бортиков;
- на 10 станциях наземного наблюдения в 100-км зоне НЗХК;
- в 8 районах г.Новосибирска на пунктах наземного наблюдения;
- производится отбор уровня МАЭД в рабочие дни с использованием дозиметрического оборудования автомобильной лаборатории радиационной разведки (АЛРР);
- на 5 станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Колывань, Коченево, Чулым, Огурцово) и дополнительно на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки) измерялась мощность амбиентного эквивалента дозы  $\gamma$ -излучения (МАЭД);
- в мае, июле и сентябре проводились обследования радиоактивного загрязнения оз. Круглое и ручья Пашенский: измерение МАЭД, отбор проб воды и донных отложений (рис. 2.7.3);
- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.7.3) для анализа на содержание суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов;
- в контрольных точках ближней 5 – 7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК ежемесячно проводились маршрутные гамма-съемки (рис. 2.7.3);
- в двух точках в марте были отобраны пробы снега;
- один раз в год проводилась маршрутная  $\gamma$ -съемка с интервалом 50 м вдоль пульпопровода на расстоянии 3-5 м от трубы с обеих сторон пульпопровода (рис. 2.7.4).

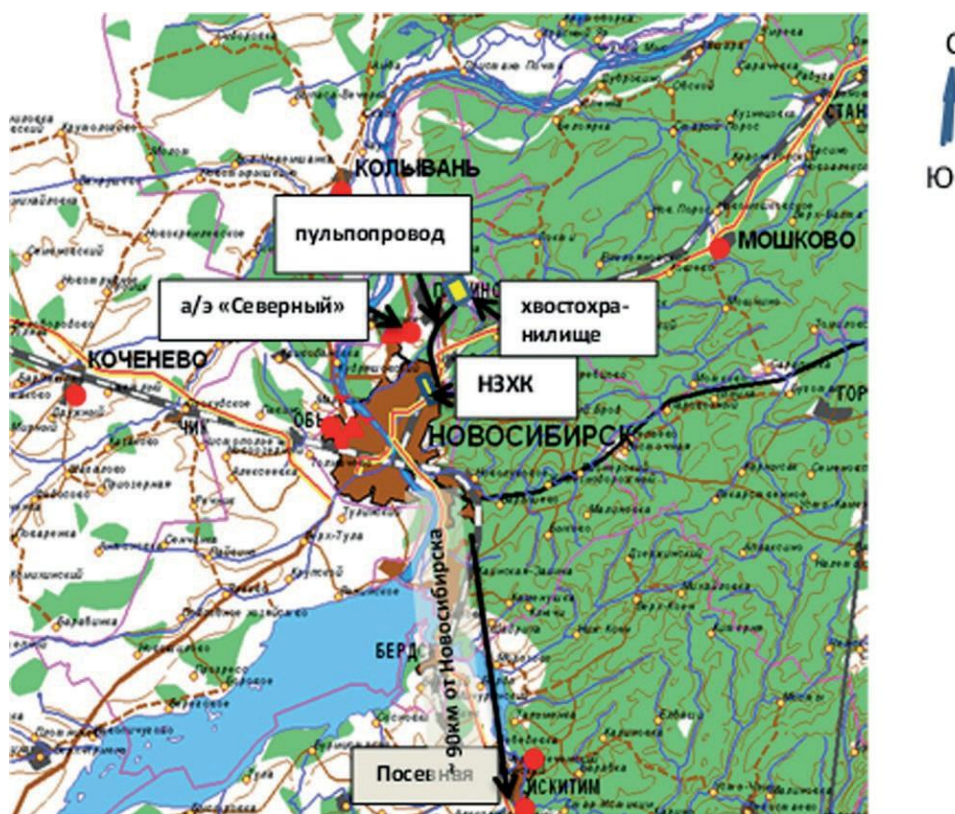


Рис. 2.7.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

- наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ отбор проб атмосферных выпадений.

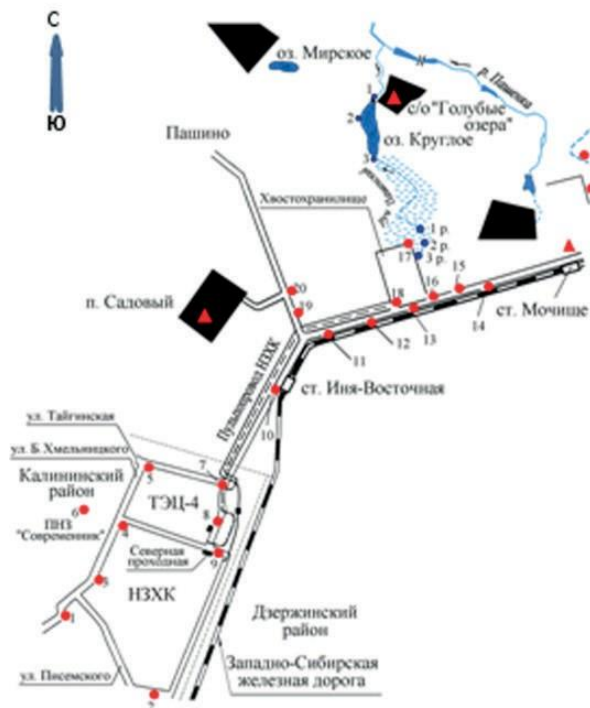


Рис. 2.7.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

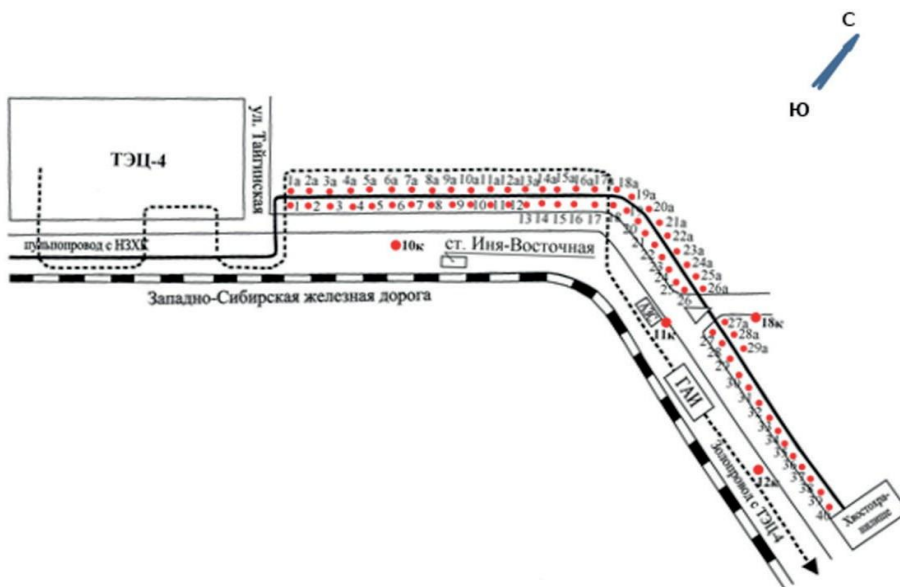


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- – дорога с асфальтовым покрытием; (КОРРЕКТИРОВКА РИСУНКА)
- 10к; 11к; 12к; 18к – точки отбора проб почвы, и ежемесячного контроля МАЭД в контролируемой зоне НЗХК;
- 1-40, 1а – 40а – точки измерения  $\gamma$ -фона вдоль пульпопровода НЗХК (корректировка рис.).

### Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за радиоактивностью атмосферных выпадений проводились путем ежесуточного отбора проб с помощью марлевого горизонтального планшета без бортиков: в 15-км

от НЗКХ в п. Огурцово (рис. 2.7.2) и п. Болотное (100-км зона НЗКХ). Результаты наблюдений в п.Огурцово за 2019 г. и 2018 г. приведены в табл. 2.7.4.

Таблица 2.7.4

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения суммарной  $\beta$ -активности выпадений (Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в приземном слое атмосферы в п.Огурцово (данные Западно-Сибирского УГМС)**

Месяц		2019	2018
Январь	с	0,9	0,9
	м	3,0	2,1
Февраль	с	0,7	0,9
	м	1,6	2,3
Март	с	1,1	1,1
	м	2,2	2,2
Апрель	с	1,0	0,7
	м	2,0	1,5
Май	с	1,2	1,2
	м	2,2	2,4
Июнь	с	1,0	1,2
	м	2,7	3,0
Июль	с	0,9	1,3
	м	2,1	5,1
Август	с	0,8	1,3
	м	2,2	3,5
Сентябрь	с	0,9	1,4
	м	2,0	9,4
Октябрь	с	0,8	1,4
	м	4,0	4,1
Ноябрь	с	0,7	0,5
	м	2,3	2,3
Декабрь	с	0,8	0,8
	м	1,8	2,8
Усредненное за год, (Бк/м <sup>2</sup> ·сутки)		0,9	4,0
Среднегодовое, (Бк/м <sup>2</sup> ·год)		328	401
Среднегодовое по Западной Сибири, (Бк/м <sup>2</sup> ·год)		336	474

Из табл. 2.7.4 видно, что среднегодовые значения выпадений  $\beta$ -активности в п. Огурцово в 2019 г. оказались в 1,2 раза ниже уровня 2018 г. и не превышали среднегодовые значения по Западной Сибири (336 Бк/м<sup>2</sup>·год). Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2019 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. Относительно большие различия наблюдались только для максимальных суточных значений суммарной  $\beta$ -активности выпадений зафиксированных в п.Болотное: в апреле - 3,7 (Бк/м<sup>2</sup>·сутки), июне - 4,7 (Бк/м<sup>2</sup>·сутки), октябре - 2,5 (Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и декабре - 4,2 (Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

***Снег, радиационный фон на местности***

В 5-км зоне вокруг НЗКХ в конце марта был проведен отбор проб снега в 2 контрольных точках т. 4 и т. 6 (см. рис. 2.7.3, табл. 2.7.5).

Результаты анализа проб снежного покрова, отобранного весной 2019 г. вокруг НЗКХ в точках № 4 и № 6 показали, что максимальное значение суммарной бета-активности проб снега в ближней зоне НЗКХ составило 0,097 Бк/м<sup>3</sup>. По итогам измерений проб снега, проведенных в контрольных точках № 4 и № 6, превышений суммарной бета-активности не выявлено.

**Значения радиоактивного загрязнения снега в ближней зоне наблюдения НЗХК в 2018–2019 гг.**

Точка отбора пробы	Суммарная бета-активность снега, Бк/м <sup>3</sup> 2018 г.		
	Осадок	Фильтрат	Сумма: осадок и фильтрат
1	0,007	0,074	0,081
4	0,008	0,014	0,022
	Суммарная бета-активность снега, Бк/м <sup>3</sup> 2019 г.		
4	0,018	0,033	0,051
6	0,078	0,019	0,097

В пробах снега техногенные радионуклиды не выявлены. Значения МАЭД в точках отбора № 4 и № 6 на высоте 3 – 4 см и 1 м изменялись от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч.

МАЭД в 5 – 7-км зоне вокруг НЗХК в 2019 г. измерялась во время маршрутных обследований каждый месяц на высоте 1 м от поверхности земли. В течение года значения МАЭД вокруг предприятия НЗХК (т. 1 ÷ 20, за исключением т.16 и т.17, рис. 2.7.3) изменялись в пределах от 0,06 до 0,29 мкЗв/ч (максимальное значение, как и в предыдущие годы, отмечалось в т. 8), вдоль пульпопровода (т. 10 – 12, рис. 2.7.3) – от 0,06 до 0,20 мкЗв/ч, вокруг хвостохранилища (т. 13 – 15; 18 – 20, рис. 2.7.3) – от 0,07 до 0,23 мкЗв/ч.

В целом среднегодовые значения уровня МАЭД в 2019 г. вокруг территории НЗХК остались на уровне предыдущих лет. Максимальное значение МАЭД было зафиксировано в июле 2019 г. в контрольной точке №8 (рядом с домиком работников железнодорожной ветки) и составило 0,29 мкЗв/ч.

В 2018 г. было срезано защитное ограждение пульпопровода от точки 30а до точки 40а и в результате доступ к точкам стал открытым. Признаков протекания радиоактивных отходов из труб пульпопровода при визуальном осмотре не обнаружено, но на некоторых участках трубы были выявлены дефекты теплоизоляции. В 2016-2019 гг. на протяжении всего пульпопровода производилась замена фрагментов старой изоляции на новую. В ходе обследования территории пульпопровода в 2019 г. наблюдался обширный ремонт теплоизоляции. Во время маршрутной γ-съемки вдоль пульпопровода (точки 1 – 40 и 1а – 40а с обеих сторон пульпопровода, рис. 2.7.4) в 2019 г. измерения МАЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 50 м на расстоянии 3 – 5 м от пульпопровода. Признаков протекания радиоактивных отходов из труб пульпопровода при визуальном осмотре обнаружено не было, но на некоторых участках трубы были выявлены дефекты изоляции. В целом мощность амбиентного эквивалента дозы γ-излучения вдоль пульпопровода изменялась в пределах от 0,10 и до 0,33 мкЗв/ч, зафиксированных в т. 13а, 14а, 15а (рис. 2.7.4). Максимальное значение МАЭД практически не изменилось и было зафиксировано как и в 2018 г. в т. 5а пульпопровода – 0,62 мкЗв/ч. В результате радиационного обследования территории пульпопровода НЗХК в 2019 г., левая сторона (между золопроводом и пульпопроводом) имеет по-прежнему несколько более высокий гамма-фон, чем правая. [ссылка на ежегодник по Новосибирской области]

Среднемесячные значения МАЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2019 г. изменялись от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч и находились в пределах колебаний естественного γ-фона. В п. Колывань и в п. Коченёво, максимальные значения МАЭД были стабильно выше относительно изме-

ренных в других пунктах, но не превышали 0,17 мкЗв/ч и в целом соответствовали максимальным значениям МАЭД, наблюдаемым в 2018 г. в этих пунктах. В 2019 г. в г. Новосибирске среднегодовое значение МАЭД, наблюдавшееся по 8 районам города, было равно 0,11 мкЗв/ч, а максимально зафиксированные среднемесячные значения МАЭД были равны 0,22 мкЗв/ч (в апреле и мае) на пункте наземного наблюдения в Первомайском районе.

**Вода, донные отложения и почва**

Как указывалось ранее, в период весеннего паводка на хвостохранилище НЗХК возможен стихийный сброс загрязненных радионуклидами вод из водоема-отстойника на рельеф местности. Кроме того, возможно просачивание этих вод сквозь дамбу. Через ручей Пашенский эти воды попадают в оз. Круглое (рис. 2.7.3). Поскольку озеро доступно жителям Новосибирска, оно находится под постоянным радиационным контролем Западно-Сибирского УГМС.

В 2019 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (т. т. 2р и 3р, рис. 2.7.3) и в озере (т. т. 1 – 3, рис. 2.7.3) проводился в мае, июле и сентябре. В местах отбора проб воды в сентябре производился отбор проб донных отложений. Результаты измерения содержания радионуклидов в воде и донных отложениях в озере и ручье в 2019 г. представлены в табл. 2.7.6.

Таблица 2.7.6

**Объемная β-активность радионуклидов в пробах воды (V<sub>β</sub>, Бк/л) и удельная активность донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое и ручье Пашенский, а также МАЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб (данные Западно-Сибирского УГМС)**

Точки отбора проб	МАЭД на высоте		Вода*	Удельная активность в донных отложениях**, Бк/кг			
	3-4 см	1 м	V <sub>β</sub> , Бк/л	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K
<b>оз. Круглое, 2019 г.</b>							
т. 1	0,09	0,10	1,93	30,1	80,1	20,0	379,0
т. 2	0,10	0,10	0,42	17,0	35,2	5,5	165,2
т. 3	0,11	0,10	1,21	40,7	39,1	5,1	610,0
Среднее / максимальное:							
<b>2019 г.</b>			<b>1,90 / 3,34</b>	<b>29,3</b>	<b>51,5</b>	<b>10,2</b>	<b>384,8</b>
2018 г.			0,85 / 2,41	23,1	35,6	7,6	348,3
<b>ручей Пашенский, 2019 г.</b>							
т. 2р	0,32	0,27	0,69	7,2	18,1	миа (0,1)	399,0
т. 3р	0,12	0,10	2,04	24,4	50,3	миа (0,1)	473,6
Среднее / максимальное:							
<b>2019 г.</b>			<b>1,37 / 2,57</b>	<b>15,8</b>	<b>59,2</b>	<b>миа (0,1)</b>	<b>436,2</b>
2018 г.			0,71 / 1,04	15,8	34,2	миа (0,1)	436,3

*Примечания:* \* – проведен только радиометрический анализ жидкой и твердой фракции проб воды, представлены усреднённые результаты - по 3-м месяцам для оз. Круглое, и по 2-м месяцам для ручья Пашенский; \*\* - данные по результатам отбора в сентябре 2019 г.

Из табл. 2.7.6 видно, что средние значения (см. *Примечания* в Таблице 2.7.6) объемной β-активности за 2019 г. в оз. Круглое и ручье Пашенский в точках измерения, кроме т. 2 и 2р, превышали контрольную величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [8] для питьевой воды. Средние значения объемной бета-активности в исследуемых водоемах в 2019 г. повысились относительно уровня 2018 г. и превысили контрольную величину для питьевой воды (1,0 Бк/л).

Радионуклидный анализ проб донных отложений в оз. Круглое в 2019 г. показал, что имеет место высокое содержание радионуклида <sup>226</sup>Ra (80,1 Бк/кг - проба №1 устье ручья Пашенского в оз. Круглое). <sup>226</sup>Ra является продуктом переработки урановых руд. Поступление радионуклидов в воду





В таблицах 2.7.7 – 2.7.9 представлена информация из отчёта по экологической безопасности НЗКХ за 2019 г. [20]. Для оценки вклада предприятия в загрязнение воздушного бассейна на территории санитарно-защитной зоны осуществляется суточный контроль объёмной альфа-активности атмосферного воздуха. Для оперативного контроля воздействия выбросов НЗКХ на состояние воздушного бассейна проводится отбор подфакельных разовых проб на границе СЗЗ, с наветренной и подветренной стороны по оси факела основного источника выбросов.

Таблица 2.7.7

**Суммарная альфа-активность в точках контроля за 2019 г. по данным ЛЯРБООС и ПС НЗКХ**

Место контроля	Суммарная альфа-активность	Допустимый уровень
Стационарные посты (среднесуточные пробы): - на селитебной зоне - на территории промплощадки	0,012 Бк/м <sup>3</sup> 0,007 Бк/м <sup>3</sup>	0,033 Бк/м <sup>3</sup> 0,033 Бк/м <sup>3</sup>
На границе СЗЗ (разовые подфакельные пробы)	0,008 Бк/м <sup>3</sup>	0,033 Бк/м <sup>3</sup>
На территории хвостохранилища (разовые пробы)	0,016 Бк/м <sup>3</sup>	0,033 Бк/м <sup>3</sup>

В таблице 2.7.8 представлены значения контрольных замеров уровней мощности дозы гамма-излучения на селитебной территории, в СЗЗ промплощадки и хвостохранилища. Все измерения осуществляются в фиксированных точках в летний период времени.

Таблица 2.7.8

**Результаты контроля МАЭД за 2019 г. по данным ЛЯРБООС и ПС НЗКХ**

Место измерения	Среднее значение контрольных замеров МАЭД
СЗЗ основной промплощадки	0,08 мкЗв/ч
Селитебная территория	0,09 мкЗв/ч
Территория хвостохранилища (2-секция)	2,43 мкЗв/ч

По данным, представленным в таблице 2.7.8 можно отметить более высокие (относительно СЗЗ и селитебной территории) средние значения контрольных замеров МАЭД на территории 2-секции хвостохранилища НЗКХ – 2,43 мкЗв/ч. Этот уровень МАЭД в соответствии с НРБ-99/2009 превышает допустимый уровень эффективной дозы в год для населения, но в целом соответствует допустимому уровню эффективной дозы в год для персонала группы А (20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год). С учётом ограничения доступа населения на территорию 2-секции хвостохранилища НЗКХ, уровень МАЭД на ней не должен оказывать негативного влияния на население.

В таблице 2.7.9 представлены значения по выбросу радиоактивных веществ в атмосферный воздух за период с 2015 г. по 2019 г.

**Выброс радиоактивных веществ в атмосферный воздух по данным ЛЯРБООС и ПС НЗХК**

Год	2015	2016	2017	2018	2019
Допустимый выброс, Бк	3,364·10 <sup>9</sup>			40,4·10 <sup>9</sup>	
Фактический выброс, Бк	0,437·10 <sup>9</sup>	0,426·10 <sup>9</sup>	0,521·10 <sup>9</sup>	0,212·10 <sup>9</sup>	2,450·10 <sup>9</sup>

Выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух в 2019 г. не превысили установленную разрешённую норму, а увеличение величины выброса относительно прошлых лет обусловлено увеличением количества часов работы оборудования.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2019 г. деятельность НЗХК не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения окружающей среды в окрестностях РОО и на всей территории Новосибирской области.

**2.7.2. Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»**

Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»), далее – ПЗРО, является пунктом захоронения радиоактивных веществ и расположен в Коченевском районе Новосибирской области в 25 км к западу от г. Новосибирска на правом берегу р. Чик на расстоянии 850 – 1000 м на восток от ее русла. Ближайшие населенные пункты: с. Буньково – 1,5 км, с. Прокудское – 3 км, ст. Чик Западно-Сибирской железной дороги – 6 км. Основная деятельность ПЗРО – транспортировка, прием, хранение и захоронение РАО, образующихся в медицинских, научно-исследовательских учреждениях и на промышленных предприятиях (за исключением отходов предприятий ядерно-топливного цикла). Новосибирский ПЗРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО на ПЗРО не производится. Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, сбросы и сливы их в окружающую среду отсутствуют. Принципиально возможна лишь утечка радиоактивных веществ из емкостей хранилищ либо при загрузке хранилищ, дезактивации транспорта и других технологических операциях. Активность захороненных РАО определяют в основном радионуклиды <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co.

Радиационный мониторинг вокруг ПЗРО осуществляется подразделениями Западно-Сибирского УГМС. Выше было отмечено, что 100-км зона наблюдения вокруг НЗХК и ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения НЗХК, результаты наблюдений в которой приводятся в разделе 2.7.1. 30-км зона наблюдения вокруг ПЗРО представлена на рис. 2.7.6.

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

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в феврале и марте) в двух контрольных точках (рис. 2.7.7);
- содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПЗРО (рис. 2.7.8), а также в питьевой воде в трех населенных пунктах;

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



Рис. 2.7.6 Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО:

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

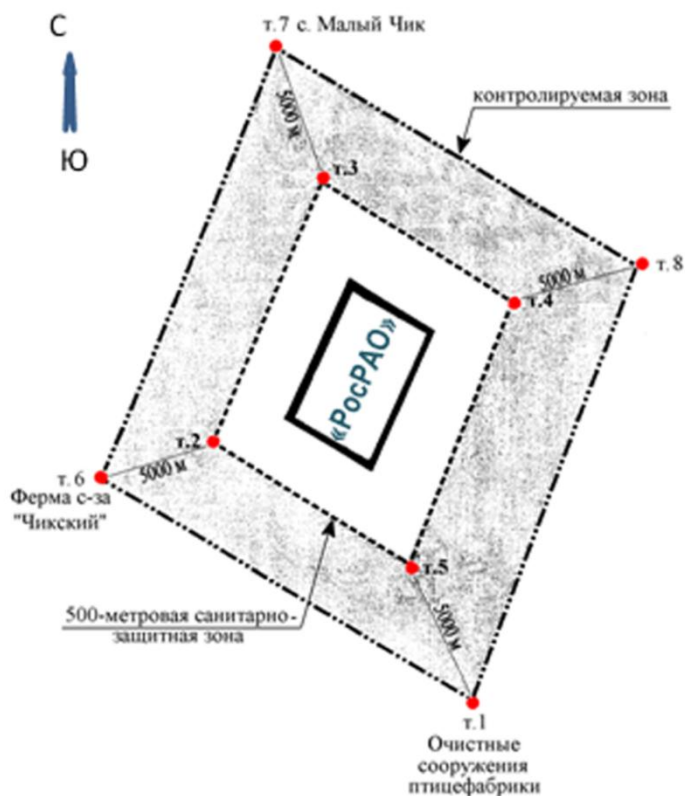


Рис. 2.7.7. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО

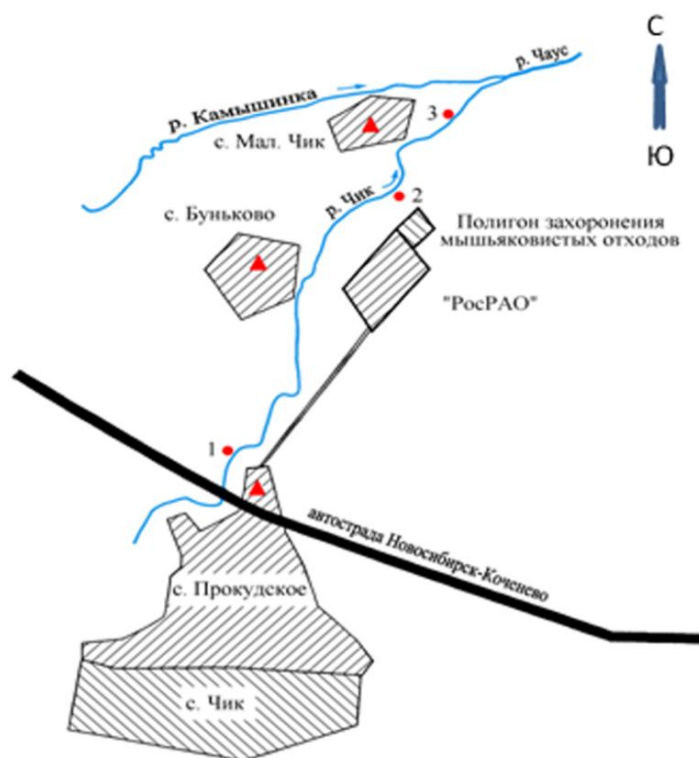


Рис. 2.7.8. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО:

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

В 2019 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МАЭД в 4 контрольных точках – 1,6,7,8 (см. Рис. 2.7.7). Среднегодовое значение МАЭД, измеренные на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг ПЗРО, в 2019 г. составило 0,11 мкЗв/ч и незначительно отличалось от среднегодового значения 2019 г. (0,10 мкЗв/ч) что находится на уровне естественного  $\gamma$ -фона. Максимальное значение МАЭД в течение 2019 г. наблюдалось в ноябре в т. №7 и составило 0,20 мкЗв/ч.

В середине марта 2019 г. перед началом снеготаяния, одновременно с маршрутным обследованием мощности дозы гамма-излучения в контрольных точках вокруг ПЗРО – т. 6 и т. 7 (Рис. 2.7.7), Западно-Сибирским УГМС были отобраны пробы снега на всю глубину снежного покрова.

Анализ проб снега вокруг ПЗРО в 2019 г. показал, что суммарная бета-активность снега в т.6 составила 0,12 Бк/м<sup>3</sup>, а в т.7 - 0,04 Бк/м<sup>3</sup>. В 2018 г. суммарная бета-активность снега в т.7 также составила 0,04 Бк/м<sup>3</sup>, а второй точкой отбора являлась т.5 для которой значение суммарной бета-активности было зафиксировано на уровне 0,05 Бк/м<sup>3</sup>. При этом значения МАЭД, измеряемые в 2019 г. на уровне 3-4 см и 1 м в местах отбора снега, соответствовали уровням, зафиксированным при отборе снега в 2018 г., и составили 0,09 - 0,12 мкЗв/ч.

Для оценки влияния деятельности ПЗРО в 2019 г. также был выполнен отбор пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 2.7.8) - выше и ниже по течению от ПЗРО. Отбор проб воды и донных отложений проводился напротив пунктов Прокудское, Буньково и Малый Чик. Пробы воды отбирались в мае, июле и сентябре, пробы донных отложений – в сентябре. Данные 2019 г. о содержании объемной бета-активности радионуклидов в воде, а также удельные активности <sup>137</sup>Cs, <sup>226</sup>Ra,

$^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  в донных отложениях в 5-км зоне вокруг ПЗРО, а также значения МАЭД, измеренные на высоте 1 м и 3 – 4 см от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 2.7.10.

Таблица 2.7.10

**Объемная бета-активность радионуклидов в пробах воды ( $V_{\beta}$ , Бк/л) и удельная активность донных отложений (Бк/кг) а также МАЭД (мкЗв/ч) в точках отбора проб в зоне контроля вокруг ПЗРО в 2019 г.**

(данные Западно-Сибирского УГМС)

Место отбора проб	Вода	Удельная активность в донных отложениях**, Бк/кг				МАЭД, мкЗв/ч		
		$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	3-4 см	1 м	
Пункты по течению р. Чик (рис. 2.7.9):	<b><math>V_{\beta}</math>, Бк/л</b>							
– выше ПЗРО: т. 1	0,45*	мда***	12,4	7,3	197	0,11*	0,11*	
– ниже ПЗРО: т. 2	1,19*	мда	12,3	12,1	484	0,10*	0,08*	
– ниже ПЗРО: т. 3	0,81*	мда	5,5	4,8	229	0,12*	0,09*	
<b>Среднегодовая:</b>	<b>2019 г.</b>	<b>0,82</b>	<b>мда</b>	<b>10,1</b>	<b>8,0</b>	<b>304</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>
	2018 г.	0,95	мда	<b>14,4</b>	<b>13,0</b>	<b>442</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>
	2017 г.	1,06	мда	13,3	9,7	468	0,11	0,11

Примечания: н – ниже предела обнаружения.

\* – представлены усреднённые результаты - по 3-м месяцам

\*\* – данные по результатам отбора в сентябре 2019 г.

\*\*\* – не более 0,2 Бк/кг

По данным Западно-Сибирского УГМС в 2019 г., средняя и максимальная МАЭД в 5-ти километровой зоне р. Чик на уровне 1 м составила от 0,09-0,15 мкЗв/ч. По итогам измерений, гамма-фон на поверхности р. Чик в пунктах с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик не превышал установленную норму естественных значений.

Техногенные радионуклиды в донных отложениях в 2019 г. в р. Чик не зарегистрированы, а содержание природных радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  находилось в пределах колебаний фоновых уровней. Гамма-спектрометрический анализ донных отложений за 2019 г. показал отсутствие техногенного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ . Следов радиоактивного загрязнения р. Чик не выявлено.

Среднегодовая объемная бета-активность в воде р. Чик в 2019 г. составила 0,82 Бк/л и была на уровне 2018 г. (0,95 Бк/л). Гамма-спектрометрический анализ проб воды показал отсутствие в ней техногенного радионуклида Cs-137, следов радиоактивного загрязнения р. Чик не выявлено.

Объемная бета-активность в питьевой воде из скважин в трех населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик (см. рис. 2.7.8) в 2019 г. не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [7]. Среднегодовая объемная бета-активность проб питьевой воды в 2019 г. составила 0,73 Бк/л, при этом среднемесячное максимальное значение в пробах питьевой воды (4,22 Бк/л) было зарегистрировано в с. Прокудское в июле 2019 г.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что свежих продуктов радиоактивного загрязнения в ближней зоне наблюдения вокруг ПЗРО в 2019 г. не обнаружено. Деятельность предприятия ПЗРО существенного влияния на радиационную обстановку на территории Новосибирской области не оказала.

### 2.7.3. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО) – российское уранодобывающее предприятие, входящее в Урановый холдинг АРМЗ. ППГХО являет-

ся 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 ведется 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  $U_3O_8$ .

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

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

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

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

Основными объектами ППГХО, оказывающими воздействие на окружающую среду, являются ТЭЦ мощностью 250 МВт, гидрометаллургический завод (ГМЗ) с сернокислотным цехом (СКЦ) и урановые рудники (№ 1, № 8, «Глубокий»).

#### ***Выбросы радионуклидов в атмосферный воздух***

ППГХО расположено в юго-восточной части Забайкальского края в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. Поселок Октябрьский, ранее располагавшийся в районе основной площадки ППГХО, ликвидирован, население поселка переселено в г. Краснокаменск. Город 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 2019 г. (и для сравнения в 2018 г.) представлены в табл. 2.7.11 (данные ППГХО).

Таблица 2.7.11

Выбросы радионуклидов от ППГХО в атмосферу в 2018 г и 2019 г.

Наименование радионуклида	Допустимый выброс, Бк/год	Фактический выброс, Бк/год		% от норматива
		2019 г.	2018 г.	
ДЖН	$2,67 \cdot 10^{10}$	$1,527 \cdot 10^{10}$	$7,452 \cdot 10^9$	57,19
$^{222}\text{Rn}$	$1,24 \cdot 10^{15}$	$4,13 \cdot 10^{14}$	$1,456 \cdot 10^{13}$	33,31
$^{218}\text{Po}$	$2,19 \cdot 10^{14}$	$1,473 \cdot 10^{13}$	$7,570 \cdot 10^{13}$	6,73
$^{214}\text{Pb}$	$2,68 \cdot 10^{14}$	$7,471 \cdot 10^{13}$	$5,532 \cdot 10^{13}$	27,88
$^{214}\text{Bi}$	$1,75 \cdot 10^{14}$	$5,459 \cdot 10^{13}$	$3,939 \cdot 10^{14}$	31,19
$^{232}\text{Th}$	$1,65 \cdot 10^9$	$1,74 \cdot 10^9$	$1,621 \cdot 10^9$	105,45
$^{40}\text{K}$	$7,47 \cdot 10^9$	$7,321 \cdot 10^9$	$1,739 \cdot 10^{10}$	98,01
Сумма	$1,902 \cdot 10^{15}$	$5,571 \cdot 10^{14}$	$5,395 \cdot 10^{14}$	29,29

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

Смесь радионуклидов урана,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Po}$  выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов урановых рудников, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  выбрасываются из стволов и вентиляционных шурфов ПУР-1,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  – только из труб ТЭЦ.

Из табл. 2.7.11 видно, что в 2019 г. выбросы на ППГХО для нормируемых радионуклидов, по сравнению с уровнями 2018 г., увеличились для  $^{222}\text{Rn}$ , ДЖН, а для остальных остались в целом на уровне 2018 г., либо снизились –  $^{214}\text{Bi}$ . Отмечается некоторое превышение допустимого выброса природного  $^{232}\text{Th}$ , что связано с увеличением его содержания в части добытого угля в контурах угольных блоков 2-А, 6-В при их отработке в зимний период. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2019 г. составила  $5,57 \cdot 10^{14}$  Бк, что соответствует уровню суммарной активности в 2018 году. Это составляет 29,3 % от разрешенного норматива.

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

- закладка отработанных горных выработок твердеющей закладкой для снижения эманирования;
- подводное складирование твердых отходов ГМЗ, ТЭЦ;
- контроль содержания радионуклидов в добываемом угле разрезоуправления «Уртуйский».

**Состояние водных объектов, расположенных вблизи ППГХО**

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в полном объеме поступают на ГМЗ, перерабатывающий урановые руды. Избыток шахтной воды сбрасывается в одно из двух хвостохранилищ радиоактивных отходов ГМЗ, имеющих специальный противofiltrационный экран. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях, смешиваются с промышленными стоками ТЭЦ круглогодично и сбрасываются в озера-накопители – в систему Умыкейских озер. Взаимное проникновение шахтных вод и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объем сбросных вод в систему Умыкейских озер в 2019 г. составил  $10,145 \cdot 10^6$  тыс.м<sup>3</sup>/год. Активность годовых сбросов радионуклидов со смесью хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в 2018 – 2019 гг. представлена в табл. 2.7.12.



Таблица 2.7.12

**Сбросы радионуклидов со смесью хозяйственно-бытовых и промышленных стоков в систему Умыкеейских озер и средняя за год объемная активность радионуклидов ( $A_v$ ) в сбросных водах**

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк/год		$A_v$ в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ в питьевой воде, Бк/л
		2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
U ест.	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,82 \cdot 10^{10}$	$1,48 \cdot 10^{10}$	1,341	1,376	3,0
$^{226}\text{Ra}$	нн	$2,03 \cdot 10^8$	$2,80 \cdot 10^8$	0,020	0,026	0,49
$^{230}\text{Th}$	нн	$3,52 \cdot 10^9$	$4,03 \cdot 10^9$	0,347	0,375	0,65
$^{210}\text{Po}$	нн	$0,95 \cdot 10^9$	$1,19 \cdot 10^9$	0,094	0,111	0,11
$^{210}\text{Pb}$	нн	$1,94 \cdot 10^9$	$1,86 \cdot 10^9$	0,191	0,173	0,20

Примечание: нн – без утвержденных нормативов допустимых сбросов

По данным табл. 2.7.12, в 2019 г. фактическая активность  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  находящихся в сбросах ППГХО в систему Умыкеейских озер, в целом осталась на уровне 2018 г. Радионуклиды  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{230}\text{Th}$  сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов допустимых сбросов, а суммарная активность от естественных изотопов урана («U ест.») не превысила величину разрешенного сброса. Объемная активность всех нуклидов в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО, в 2019 г. была ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [8].

В табл. 2.7.13 приводятся данные ППГХО по среднегодовой сумме отношений объемной 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 2018–2019 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуи 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. 2.7.13 водоемы предназначены для технологических целей, не связаны с основными уранодобывающими и перерабатывающими объектами ППГХО, однако имеют опосредованную связь через систему канализации и через грунтовые воды.

Таблица 2.7.13

**Среднегодовая сумма отношений объемной активности радионуклида в воде открытых водоемов ( $A_i$ ) в районе ППГХО к соответствующему уровню вмешательства ( $УВ_i$ ) для данного радионуклида (данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\sum (A_i/УВ_i)$	
	2019 г.	2018 г.
Система Умыкеейских озер Резервное водохранилище	4,28	3,57
Карьер ПГС-2	3,37	2,92
	2,65	2,90

Примечания:  $A_i$  – объемная активность для контролируемых в воде открытых водоемов радионуклидов: U-ест.,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ .

$УВ_i$  – соответствующие указанным радионуклидам уровни вмешательства для питьевой воды.

Из табл. 2.7.13 видно, что в 2019 г.  $\sum (A_i/УВ_i)$  для всех водоемов больше 1, но меньше 10. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено. Так как вода из этих водоемов используется исключительно для технических целей и классифицируется как техническая, то в проведении мероприятий по снижению содержания радионуклидов в воде нет необходимости.

$\Sigma (A_i/U_{Vi})$  в 2019 г., по сравнению с 2018 г., согласно приведенным в табл. 2.7.12 данным, увеличились: в системе Умыкейских озер – в 1,2 раза, в резервном хранилище – в 1,2 раза, а в карьере ПГС-2 в целом осталась на том же уровне.

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 объемная активность  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{230}\text{Th}$  в ней не превышает уровней вмешательства в соответствии с Приложением 2а НРБ-99/2009, а объемная активность  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{210}\text{Po}$  превышает соответствующие УВ. При этом  $\Sigma (A_i/U_{Vi})$  больше 1, т. е. норматив для питьевой воды не выполняется. Поэтому поступления природного урана и радионуклидов ряда природного урана в систему Умыкейских озер обусловлены не только сбросами от ППГХО, но и поступлениями из подземных вод, характеризующимися повышенным природным содержанием урана.

В 2019 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находились скважины, расположенные в районах огаркохранилища сернокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО, в скважине № 2, расположенной на промплощадке в непосредственной близости от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного урана ( $^{238}\text{U}$ ), объемная активность которого составила 30,2 Бк/л и для  $^{210}\text{Pb}$ , объемная активность которого составила 0,25 Бк/л. Это связано с локальным техногенным загрязнением подземных вод в результате производственной деятельности ГМЗ. Ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет. Содержание естественного урана в остальных скважинах было ниже уровня вмешательства для питьевой воды (меньше 3,0 Бк/л по НРБ-99/2009). Наличие повышенной активности  $^{210}\text{Pb}$  (от 0,22 до 0,36 Бк/л) и  $^{210}\text{Po}$  (от 0,13 до 0,26 Бк/л) в других обследуемых скважинах связано как с повышенным фоновым содержанием данных радионуклидов природного урана в подземной воде, характерным для данной местности, так и с влиянием хвостохранилищ ГМЗ на подземные воды пади Широндукуй.

#### ***Характеристика радиоактивных отходов ПАО «ППГХО»***

Хранение радиоактивных отходов, таких как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах. Имеются искусственные защитные дамбы, в чаше хвостохранилища имеется противофильтрационный экран из двух слоев специальной полиэтиленовой пленки, суглинка и каменной наброски. Контроль утечек дамбовых вод из хвостохранилищ ГМЗ осуществляется посредством периодического отбора проб из наблюдательных скважин. Перехват загрязненных грунтовых вод производится сетью скважин, расположенных в нижнем створе пади Широндукуй. Загрязненная вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств. Перечень, количество, данные по  $\alpha$  и  $\beta$ -активности, образовавшихся в 2019 г. радиоактивных отходов приведены в табл. 2.7.14. Относительно 2018 г. наблюдается повышение объема отходов радиоактивного лома черных и нержавеющей металлов (в 1,6 раза) и радиоактивных строительных отходов (в 1,5 раза). При этом  $\alpha$  и  $\beta$ -активности для радиоактивного лома была в целом незначительно выше 2018 г., а для радиоактивных строительных отходов примерно в 3,5 раза ниже показателей 2018 г.

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпы рудной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды.

Таблица 2.7.14

Обращение и характеристики РАО на ППГХО в 2019 г. (данные ППГХО)

Перечень образуемых РАО	Место складирования РАО	Транспортирование РАО	Объем образования и размещения РАО		
			Количество	α-активность, Бк	β-активность, Бк
«Хвосты» гидromеталлургической переработки урановых руд, низкоактивные РАО	В хвостохранилищах ГМЗ «Верхнее» и «Среднее»	Принудительно, насосом по пульпопроводу	$7,1 \cdot 10^5 \text{ м}^3$	$5,3 \cdot 10^{13}$	$1,2 \cdot 10^{13}$
Радиоактивный лом черных и нержавеющей сталей	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$71,5 \text{ м}^3$	$2,0 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$
Радиоактивные строительные отходы	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$412,2 \text{ м}^3$	$1,7 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^9$

### **Контроль радиационной обстановки ППГХО**

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

- объединенная СЗЗ промплощадки (контрольные точки) – МАЭД составляет  $0,14 - 0,35 \text{ мкЗв/ч}$  при среднем значении  $0,27 \text{ мкЗв/ч}$ , ЭРОА  $R_n - < 15,0 \text{ Бк/м}^3$ ;
- хвостохранилища (верхний, средний створ) ГМЗ – МАЭД составляет  $0,15 - 0,52 \text{ мкЗв/ч}$  при среднем значении  $0,28 \text{ мкЗв/ч}$ ; α-активное загрязнение, α -част./см<sup>2</sup>·мин -  $0,6 - 2,3$ , среднее значение  $1,0$ ; ЭРОА  $R_n - < 25,0 \text{ Бк/м}^3$ ;
- огаркохранилище СКЦ – МАЭД составляет  $0,15 - 0,23 \text{ мкЗв/ч}$  при среднем значении  $0,19 \text{ мкЗв/ч}$ ; α-активное загрязнение, α -част./см<sup>2</sup>·мин -  $0,6 - 1,1$ , среднее значение  $0,8$ ; ЭРОА  $R_n < 15,0 \text{ Бк/м}^3$ ;
- золоотвал ТЭЦ – МАЭД составляет  $0,27 - 0,40 \text{ мкЗв/ч}$  при среднем значении  $0,33 \text{ мкЗв/ч}$ ; α-активное загрязнение, α -част./см<sup>2</sup>·мин -  $0,3 - 1,2$ , среднее значение  $0,5$ ; ЭРОА  $R_n < 15,0 \text{ Бк/м}^3$ ;
- озера-накопители (Умыкейская система озер) – МАЭД составляет  $0,09 - 0,19 \text{ мкЗв/ч}$  при среднем значении  $0,13 \text{ мкЗв/ч}$ ; α-активное загрязнение, α -част./см<sup>2</sup>·мин -  $0,2 - 0,6$ , среднее значение  $0,4$ ; ЭРОА  $< 10,0 \text{ Бк/м}^3$ .

В г. Краснокаменске по результатам регулярного измерения на 19 пикетах в среднем по городу величина МАЭД составляла  $0,18 \text{ мкЗв/ч}$ , ЭРОА  $< 10,0 \text{ Бк/м}^3$ , запыленность -  $0,28 \text{ мг/м}^3$ .

### **Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО**

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

активными выпадениями, расположение которых показано на рис. 2.7.9. Данные по суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) в выпадениях, а также среднегодовые и максимальные значения МАЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.7.15 (см. ниже).

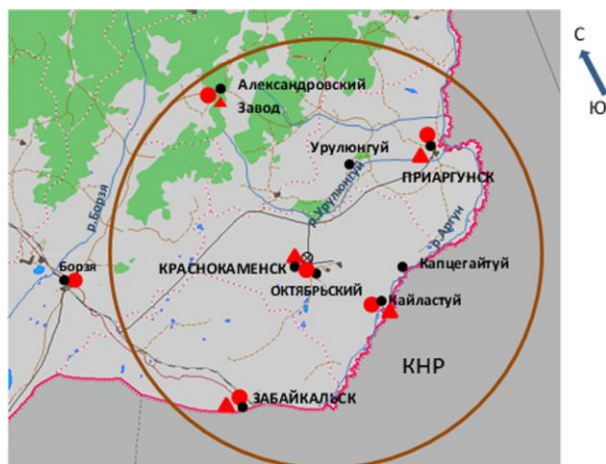


Рис. 2.7.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – ППГХО.

Таблица 2.7.15

Среднемесячные (с) и максимальные среднесуточные (м) значения  $\Sigma\beta$ -активности выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки (данные Забайкальского УГМС)

Месяц		Пункт наблюдений и соответствующие $\Sigma\beta$ в выпадениях, Бк/м <sup>2</sup> -сутки					Среднее по 100-км зоне вокруг ППГХО	
		п. Ал. Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2019 г.	2018 г.
Январь	с	1,1	1,4	1,8	1,2	1,1	1,3	1,2
	м	2,3	2,9	3,0	2,8	2,6		
Февраль	с	1,1	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,0
	м	2,2	3,4	3,5	2,7	2,7		
Март	с	1,1	0,9	1,1	1,4	1,0	1,1	1,0
	м	2,2	2,4	2,4	2,5	2,0		
Апрель	с	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,3	0,8
	м	3,5	2,8	3,9	2,7	2,8		
Май	с	1,9	1,9	1,4	1,8	1,3	1,7	1,2
	м	5,7	4,3	3,1	3,6	4,2		
Июнь	с	1,1	1,6	1,6	2,1	1,1	1,5	1,0
	м	2,3	3,2	3,4	4,8	2,0		
Июль	с	1,0	1,6	1,3	1,5	1,0	1,3	1,2
	м	3,7	3,7	3,9	3,7	2,6		
Август	с	1,3	0,8	1,2	1,0	1,1	1,1	1,1
	м	4,0	2,0	2,6	2,0	3,1		
Сентябрь	с	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1
	м	3,0	2,8	2,5	2,4	2,5		
Октябрь	с	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1
	м	3,2	2,7	2,3	3,3	3,2		
Ноябрь	с	1,1	1,1	1,1	0,8	1,1	1,0	1,0
	м	2,3	3,2	2,4	2,2	2,2		
Декабрь	с	1,0	1,2	1,0	1,0	0,8	1,0	1,5
	м	2,3	2,4	2,0	2,7	1,6		
Средняя $\Sigma\beta$ , Бк/м <sup>2</sup> -сутки		1,2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,1
Σβ за год, Бк/м <sup>2</sup> -год:								
2019 г.		438	438	438	474	401	438	
2018 г.		438	401	365	401	401	401	
МАЭД за 2019 г., мкЗв/ч:	с	0,14	0,15	0,14	0,17	0,13	0,15	
	м	0,20	0,19	0,18	0,23	0,17	0,23	

Усредненная по 100-км зоне ППГХО  $\Sigma\beta$ -активность выпадений за 2019 г. (1,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) была на уровне средних значений по Забайкальскому краю (1,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и не превышала средневзвешенное значение по территории Юго-Восточной Сибири (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МАЭД в 6 пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2019 г. колебались в диапазоне 0,13 – 0,17 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МАЭД – 0,23 мкЗв/ч – были отмечены в г. Краснокаменск 3 декабря. Среднегодовое значение МАЭД в 100-км зоне ППГХО в 2019 г. составило 0,15 мкЗв/ч, и в целом соответствует среднему значению 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 2019 г. среднегодовая объемная  $\beta$ -активность в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.7.16) составила  $8,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юго-Восточной Сибири, и в целом сохраняется на уровне 2018 г. ( $10,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе г. Читы в 2014 – 2019 гг. также приведены в табл. 2.7.16 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС).

Таблица 2.7.16

**Объемная  $\beta$ -активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите, Бк/м<sup>3</sup>**  
(данные Забайкальского УГМС, Приморского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
<b>объемная активность <sup>137</sup>Cs, <math>10^{-7} \cdot</math> Бк/м<sup>3</sup></b>							
Чита	2015	1,3	7,5	3,6	0,7	3,3	2,7
	2016	0,8	1,2	0,7	0,5	0,8	1,5
	2017	0,6	1,0	0,7	0,6	0,7	1,5
	2018	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8
	<b>2019</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
<b>объемная активность <sup>90</sup>Sr, <math>10^{-7} \cdot</math> Бк/м<sup>3</sup></b>							
Чита	2015	1,6		0,6		1,1	1,8
	2016	0,7		0,8		0,8	2,5
	2017	1,0		0,9		0,95	2,8
	2018	0,5		0,7		0,6	2,5
	<b>2019</b>	<b>0,8</b>		<b>0,4</b>		<b>0,6</b>	<b>1,5</b>
<b>объемная <math>\beta</math>-активность, <math>10^{-5} \cdot</math> Бк/м<sup>3</sup></b>							
Чита	2015	5,1	7,6	9,7	10,5	12,3	36,7
	2016	4,5	9,6	10,7	8,3	8,3	28,7
	2017	6,9	9,3	6,1	10,6	8,2	37,1
	2018	5,6	11,3	10,0	13,0	10,0	49,0
	<b>2019</b>	<b>9,9</b>	<b>8,6</b>	<b>7,1</b>	<b>7,2</b>	<b>8,2</b>	<b>28,0</b>

Примечание: н – ниже предела обнаружения ( $1 \cdot 10^{-7}$ , Бк/м<sup>3</sup>).

В 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs ( $1,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) осталась на уровне 2018 г., и была в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юго-Восточной Сибири ( $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Чите также осталась на уровне 2018 г. и составила  $0,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,5 раза ниже средневзвешенного значения для Юго-Восточной Сибири ( $1,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Специалистами ФГБУ «Забайкальское УГМС» 12 – 14 августа 2019 года было проведено экспедиционное обследование радиационной обстановки в 20-километровой зоне в районе ППГХО. Обследование (измерение МАЭД, отбор почв для проведения радиоизотопного анализа) осуществлялось в пяти пунктах: с. Соктуй – Милозан, пос. Целинный – ст. Урулюнгуй, водохранилище – г. Краснокаменск, хвостохранилище – Октябрьский, ст. Маргучек. Анализ результатов измерений МАЭД показал, что наибольшее значение (0,86 мкЗв/ч) зарегистрировано в точке обследования хвостохранилища – Октябрьский. Октябрьский возник в 1960-е годы как поселок при урановом месторождении. При строительстве поселка не был учтен выход радиоактивного газа радона из тектонических разломов, в результате чего радиационный фон в поселке был превышен. В 1999 г. было принято решение о расселении Октябрьского. В начале 2010-х годов поселок полностью расселен (жители переселены в близлежащий г. Краснокаменск). В 2014 г. пос. Октябрьский официально упразднен. Показатели МАЭД в других точка обследования (в населенных пунктах) находятся в пределах фонового значения (0,15–0,23 мкЗв/ч).

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО остается стабильной. Необходимо отметить, что производственная деятельность предприятия сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоемы в районе ППГХО, вода из которых из-за превышения нормативов по НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

#### ***2.7.4. Ангарский электролизный химический комбинат***

АО «Ангарский электролизный химический комбинат» (АЭХК) является составной частью ЯТЦ Госкорпорации «Росатом» и представляет собой комплекс технологически связанных производств. Основными направлениями деятельности комбината являются обогащение урана, производство природного и обогащенного гексафторида урана, химическое производство (производство газообразного фтора, безводного фтористого водорода, а также озонобезопасных хладонов, трифлатов и других фторсодержащих продуктов). Одновременно на АЭХК развивается ядерное приборостроение. В структуру комбината входят ремонтно-механический завод (РМЗ) для обеспечения ремонта и изготовления технологического оборудования, специализированное конструкторско-технологическое бюро «Ядерное приборостроение», другие вспомогательные цеха и подразделения.

АЭХК расположен в Юго-Восточной Сибири на р. Ангаре в 100 км западнее оз. Байкал, на расстоянии 40 км от г. Иркутска вниз по течению р. Ангары и в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживают около 225 тыс. человек.

По данным Иркутского УГМС, в 2019 г. в годовой розе ветров г. Ангарска (Рис. 2.7.9.) преобладающими направлениями ветра являлись: восточное – 22 %, западные – 16 %.

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу. Относительно 2018 г. выбросы суммарной  $\alpha$ -активности в атмосферу на АЭХК в 2019 г. выросли в 1,8 раза и составили  $4,28 \cdot 10^7$  Бк/год, при этом уровень допустимого выброса  $9,64 \cdot 10^8$  Бк/год превышен не был.

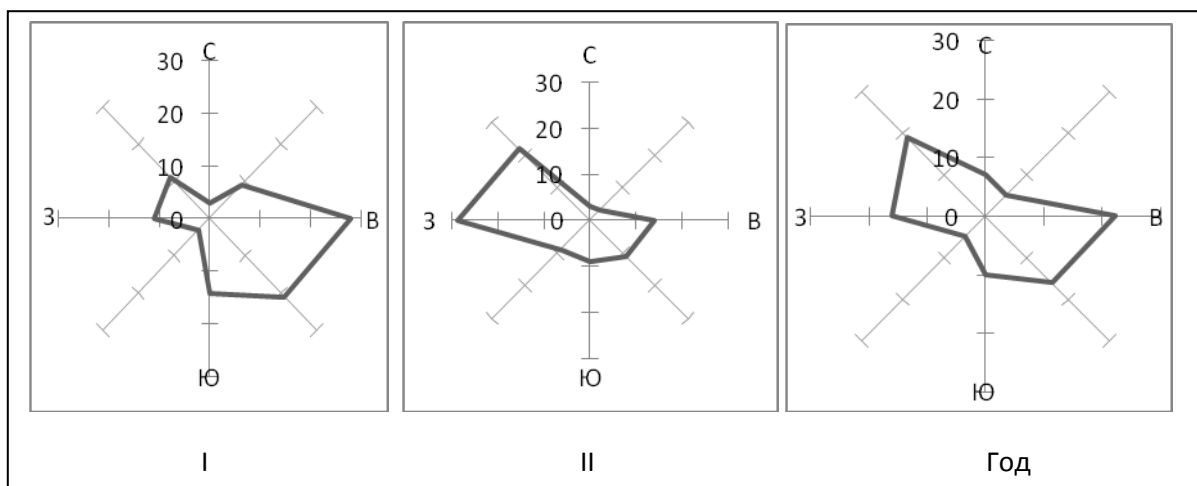


Рис. 2.7.9. Роза ветров г. Ангарска в 2019 г.

В отчёте АЭХК по экологической безопасности за 2019 г. [21] отмечается, что случаев нарушения технологического процесса и возникновения нештатных ситуаций, которые могли привести к поступлению в окружающую среду незапланированных количеств радионуклидов и загрязнению территорий, а также залповых и аварийных выбросов радионуклидов в отчётном году не было.

**Характеристика радиоактивных отходов АЭХК**

В отчёте АЭХК по экологической безопасности за 2019 г. говорится, что на предприятии радиоактивные отходы (РАО) образуются в виде твёрдых средне-, низко- и очень низкоактивных радиоактивных отходов (САО, НАО, ОНАО), а также РАО в виде отработавших назначенный срок службы закрытых радионуклидных источников (ОЗРИ). Жидких радиоактивных отходов на предприятии не образуется.

РАО образуются в результате переработки сырья природного происхождения, в состав которого входят только естественные радионуклиды урана ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ). За отчетный период в результате основной деятельности предприятия образовались следующие твердые отходы с радиоактивным загрязнением:

- резинотехнические изделия, бывшие в употреблении (перчатки, рукава, прокладки), пластик, сальниковая набивка и пр.;
- СИЗ из натуральных волокон, ветошь, обтирочный материал и пр.;
- отработавшие закрытые радионуклидные источники.

Сведения об образовании твердых РАО по категориям за 2019 год [21] представлены в таблице 2.7.17.

Таблица 2.7.17

**Данные АЭХК по образованию твердых РАО по категориям за 2019 г.**

Объём, м <sup>3</sup>	Активность, 10 <sup>5</sup> Бк	Категория
0,05	0,033	ОЗРИ
2,31	903	ОНАО
1,47	4610	НАО
-	-	САО

Приемником нетехнологических вод (промливневой канализации) служит р. Ангара. Сточные воды на АЭХК в основном образуются после использования свежей технической воды для охлаждения оборудования. Эта вода забирается из Ангары и проходит через производство, не вступая в контакт ни с ураном, ни с вредными химическими веществами. Основной объем сточных вод комбината формируется за счет промышленных нормативно-чистых вод, отводимых после охлаждения теплообменных установок разделительного завода в реки Малая Еловка и Ангара. В отчете АЭХК по экологической безопасности за 2019 г. приведены диаграммы распределения объемов технической воды на АЭХК в 2018-2019 гг. (см. рис.2.7.10):

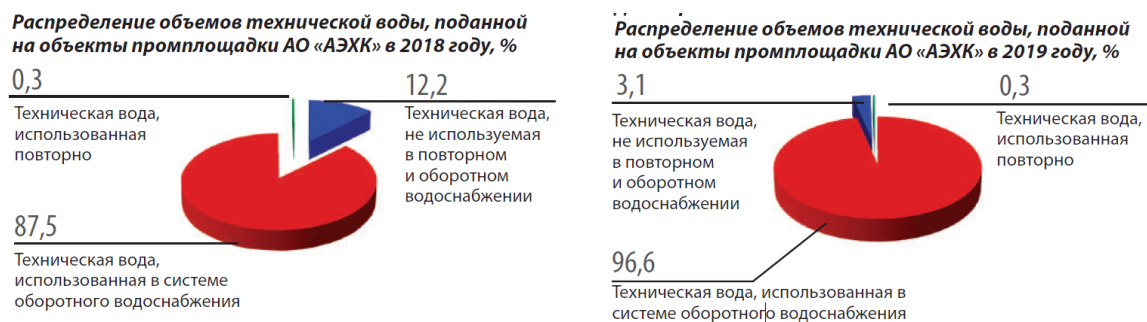


Рис.2.7.10. Распределение объемов технической воды, поданной на объекты промплощадки АЭХК, за 2018-2019 годы.

Отмечается, что доля технической воды, использованной в системе оборотного водоснабжения, в 2019 году увеличилась по сравнению с 2018 годом почти на 10%.

#### **Радиационный мониторинг в 100-км зоне АЭХК**

Радиационный контроль на территории АЭХК проводится отделом радиационной безопасности комбината. На АЭХК контролируются выбросы радионуклидов в атмосферу, содержание радиоактивных веществ в приземном слое атмосферы, в сточных и грунтовых водах, а также радиационный фон в районе размещения комбината. Контроль МАЭД на АЭХК осуществляется на шести, входящих в систему АСКРО. По данным АЭХК мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на территории санитарно-защитной зоны и в районе г. Ангарска не превышает фоновых значений, характерных для Иркутской области, и составляет 0,10-0,18 мкЗв/ч.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС (рис. 2.7.11). Необходимо отметить, что 100-км зона вокруг АЭХК практически совпадает с 100-км зоной Иркутского отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»), далее – ИПХРВ. В 2019 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения:

- за объемной  $\beta$ -активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ-2 на фильтр ФПП-15-1,5 на двух станциях: в гг. Иркутск и Ангарск. Определение качественного и количественного гамма-излучающего радионуклидного состава проб атмосферных аэрозолей проводилось на полупроводниковом детекторе с использованием программы обработки спектров «SpectraLineGP»;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией на 6 пунктах;



- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в Иркутске;
- за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в Иркутском водохранилище на одной станции (Исток Ангары);
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;
- за МАЭД на 13 метеостанциях ежедневно, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

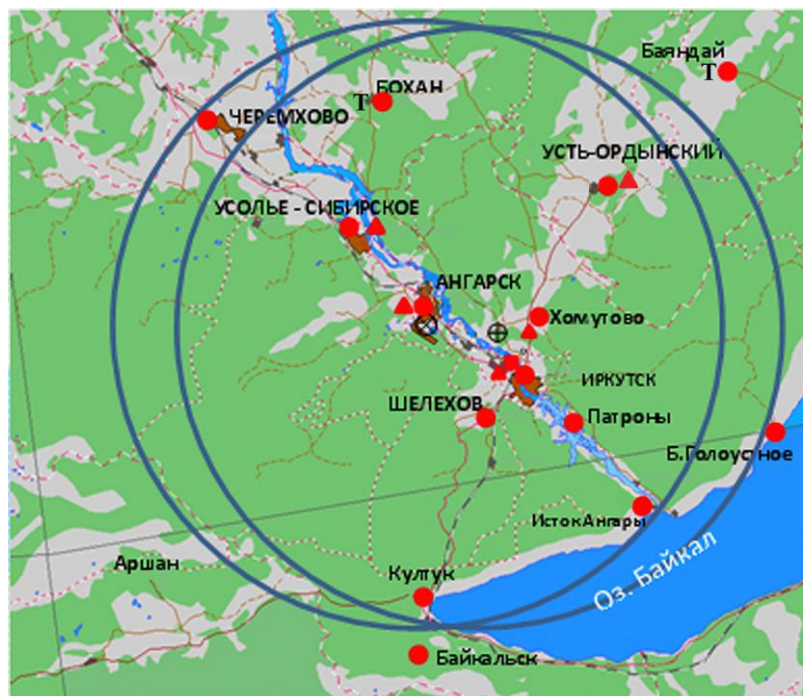


Рис. 2.7.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ИПХРВ:

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

Измерение суммарной  $\beta$ -активности в пробах выпадений проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П1, УМФ-2000. Анализ проб на содержание трития проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МАЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т1, ДРБП-03.

Данные Иркутского УГМС по суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов в выпадениях (далее  $\Sigma\beta$ ), а также среднемесячной объемной  $\beta$ -активности аэрозолей в воздухе (далее Q), в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2019 г приведены в табл. 2.7.18 (см. ниже).

Усредненная по 100-км зоне АЭХК  $\Sigma\beta$  за 2019 г. ( $3,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ) была на уровне средних значений по Иркутской области ( $3,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ). Значения  $\Sigma\beta$  находились в пределах от 1,3 до  $5,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ . Максимальное среднесуточное значение  $\Sigma\beta$  наблюдалось 14 сентября на станции Хомутово и составило  $16,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ .

Таблица 2.7.18

Среднемесячные (с) и максимальные среднесуточные (м) значения суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов в выпадениях ( $\Sigma\beta$ ), Бк/м<sup>2</sup>·сутки и среднемесячная объемная/максимальная среднесуточная  $\beta$ -активность аэрозолей в воздухе (Q), [Бк/м<sup>3</sup>] в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2019 г

Месяц		Ангарск		Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		$\Sigma\beta$	Q·10 <sup>-5</sup>	$\Sigma\beta$	Q·10 <sup>-5</sup>	$\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$
Январь	с	4,8	34,6	4,0	38,6	2,8	4,8	3,6	4,2
	м	9,7	91,5	9,0	92,0	8,6	10,4	6,7	7,9
Февраль	с	4,4	33,0	4,4	39,9	4,5	4,1	3,7	5,1
	м	11,9	90,4	9,4	82,2	9,8	8,5	7,6	10,6
Март	с	5,2	24,1	4,9	33,8	3,9	2,8	4,0	3,8
	м	10,3	62,3	10,6	64,4	7,8	6,7	10,2	13,0
Апрель	с	2,7	15,8	2,4	33,2	3,4	3,1	1,3	2,7
	м	8,2	27,0	5,8	93,8	9,6	8,5	5,3	9,3
Май	с	2,7	21,6	3,1	31,5	3,1	3,5	3,0	2,9
	м	11,8	45,2	11,7	120,4	6,5	10,0	9,4	8,3
Июнь	с	1,7	16,9	1,6	22,3	3,1	2,0	3,5	3,1
	м	5,4	43,3	3,2	43,3	6,3	7,8	9,4	9,5
Июль	с	2,5	19,8	2,4	31,5	3,0	4,8	3,8	2,9
	м	6,8	64,7	7,1	109,1	7,3	10,5	9,7	5,9
Август	с	2,2	22,5	2,4	31,0	4,1	4,6	5,0	3,8
	м	6,5	42,1	4,9	59,4	13,0	9,4	13,0	9,8
Сентябрь	с	3,1	21,5	2,3	33,1	3,8	4,1	5,4	4,4
	м	9,2	47,3	6,1	85,9	11,2	10,9	16,7	14,3
Октябрь	с	2,7	24,0	2,7	31,5	3,9	4,1	1,8	3,9
	м	8,8	56,7	7,1	82,7	10,3	16,5	4,9	15,3
Ноябрь	с	1,4	-	1,7	-	3,1	2,8	2,2	3,5
	м	4,8	-	4,0	-	8,9	10,4	7,7	9,5
Декабрь	с	1,4	-	1,7	-	3,3	4,3	3,7	3,5
	м	4,5	-	4,1	-	6,9	8,8	8,2	8,8
Средние за 2019 г									
Σβ, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки и Q, Бк/м <sup>3</sup>									
<b>2019 г</b>		<b>2,9</b>	<b>23,4</b>	<b>2,8</b>	<b>32,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>
2018 г.		2,9	23,0	2,9	35,0	3,2	3,4	3,6	3,6

Примечание: - – нет данных.

Контроль за объемной  $\beta$ -активностью аэрозолей в воздухе приземного слоя атмосферы в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2019 г. осуществлялся на ст. Иркутск и Ангарск. Среднемесячные значения Q на ст. Иркутск колебались в диапазоне (от 22,3 до 39,9)·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное суточное значение Q, отмеченное 2 мая, составило 120,4·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> и превысило среднемесячное значение за предыдущий месяц в 3,6 раза. На ст. Ангарск среднемесячные значения Q находились в пределах (от 15,8 до 34,6)·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Максимальная среднесуточная Q отмечена 17 января и составила 91,5·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, превысив среднемесячное значение за предыдущий месяц в 2,9 раза.

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr, наблюдаемые в приземной атмосфере Иркутска и Ангарска в 2015 – 2019 гг., представлены в табл. 2.7.19. В 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске составила 1,0·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>, и оказалась в 8,2 раза ниже уровня 2018 г. и в целом была на уровне средневзвешенного значения для территории Юго-Восточной Сибири (1,2·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 2019 г. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в г. Ангарске в 2019 г. составила 1,0·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> и соответствовала на уровню 2018 г. Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в г. Иркутске в 2019 г. составляла 3,6·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что в 2 раза ниже уровня 2018 г. и в 2,4 раза выше средневзвешенного значения для территории Юго-Восточной Сибири

( $1,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в г. Ангарске в 2019 г. составила  $2,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в целом соответствовало уровню 2018 г., и была в 1,7 раза выше средневзвешенного значения для территории Юго-Восточной Сибири.

Таблица 2.7.19

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске и в г. Ангарске,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	Квартал				Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
		I	II	III	IV		
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Иркутск	2015	1,5	н	н	1,2	1,2	2,7
	2016	н	5,1	3,2	н	2,6	1,5
	2017	н	4,8	н	6,7	3,4	1,5
	2018	1,5	22,5	7,9	н	8,2	1,8
	<b>2019</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
Ангарск	2015	1,7	1,6	1,6	2,1	1,8	2,7
	2016	н	1,0	2,3	0,8	1,3	1,5
	2017	0,8	н	0,8	1,6	0,7	1,5
	2018	1,1	1,0	1,0	0,7	1,0	1,8
	<b>2019</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Иркутск	2015	1,3		1,3		1,3	1,8
	2016	2,8		7,7		5,3	2,5
	2017	7,2		4,6		5,9	2,6
	2018	7,3		7,3		7,3	2,5
	<b>2019</b>	<b>3,9</b>		<b>3,3</b>		<b>3,6</b>	<b>1,5</b>
Ангарск	2015	3,0		1,8		2,4	1,8
	2016	1,3		5,2		3,3	2,5
	2017	0,7		2,0		1,4	2,6
	2018	3,0		2,2		2,6	2,5
	<b>2019</b>	<b>2,3</b>		<b>2,6</b>		<b>2,5</b>	<b>1,5</b>

Примечания: н – ниже предела обнаружения ( $1 \cdot 10^{-7}$ ) Бк/м<sup>3</sup>;  
- – нет данных.

Можно констатировать, что в 2019 г. Ангарске и Иркутске (расположенном на расстоянии около 40 км от Ангарска), объемные активности <sup>137</sup>Cs были на одном уровне, а объемные активности <sup>90</sup>Sr в 1,4 раза выше в Иркутске. Наблюдаемые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе на семь-восемь порядков ниже ДОАНАС по НРБ-99/2009 [8].

Среднегодовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2019 г. составили 141 Бк/м<sup>2</sup> и в целом были на уровне 2018 г. (104 Бк/м<sup>2</sup>). Наибольшее среднемесячное значение наблюдалось в июле – 487 Бк/м<sup>2</sup>. Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,4 Бк/л (в ноябре) до 4,4 Бк/л (в августе) при среднегодовом значении 2,7 Бк/л (табл. 2.7.20), что находится на уровне предыдущих пяти лет и превышает среднее значение для территории РФ в 2019 г. (1,8 Бк/л) в 1,5 раза.

Таблица 2.7.20

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

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Бк/л	2,4	2,3	2,5	2,6	2,4	2,7

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде в 2019 г. составила 5,0 мБк/л, что выше в 1,5 раза показателя 2018 г. и в целом на уровне среднего значения для рек АТР в 2019 г. (4,2 мБк/л).

В 2019 г. группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МАЭД в 20-км зоне АЭХК проводились в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3 – 4 см над поверхностью почвы. Средние значения МАЭД по результатам маршрутного обследования варьировались в пределах 0,19 – 0,21 мкЗв/ч и в целом соответствовали уровням МАЭД, фиксируемым в этих же точках измерения в 2018 г. Максимально зафиксированное значение МАЭД (0,24 мкЗв/ч) незначительно отличалось от средних значений и было зарегистрировано 18 февраля в одной из точек на маршруте по дороге г. Ангарск - д. Савватеевка.

Для определения плотности загрязнения по суммарной бета-активности в 2019 г. в 10 точках был выполнен отбор: проб снега - 1 марта, а 20 мая и 9 августа – пробы почвы и растительности соответственно. Результаты измерений приведены в табл. 2.7.21.

Таблица 2.7.21

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

Пункт отбора проб	Снег	Почва	Трава
	01.03.2019	20.05.2019	09.08.2019
8 км дороги на д. Б. Елань	2,5	16,9	23,5
д. Б. Елань	5,4	17,1	15,6
1 км дороги на г. Усолье-Сибирское	3,2	168,1	56,9
1 км дороги на д. Савватеевка	6,3	292,4	34,1
д. Савватеевка	2,1	258,0	12,8
1 км дороги на д. Одинск	2,5	233,0	5,9
2 км Московского тракта	11,9	288,2	37,3
4 км дор. на г. Иркутск, ТЭЦ-10	5,3	218,0	18,5
п. Мегет	12,7	490,0	36,0
г. Ангарск, 4 пост ГМО (Фон)	2,8	114,3	17,7
<b>Среднее значение 2019 г.</b>	<b>5,8</b>	<b>220,2</b>	<b>26,7</b>
Среднее значение 2018 г.	3,9	182,7	25,8

Усреднённое за 2019 г. значение загрязнения по суммарной бета-активности радионуклидов снежного покрова в районе АЭХК увеличилось в 1,5 раза по сравнению с 2018 годом. Максимальный уровень загрязнения снежного покрова (12,7 Бк/м<sup>2</sup>) был отмечен в п. Мегет, что в 4,5 раза выше уровня в фоновой точке (2,8 Бк/м<sup>2</sup>).

Усреднённое за 2019 г. значение загрязнения по суммарной бета-активности радионуклидов в растительности в целом соответствовало уровню 2018 г. и составило 26,7 Бк/м<sup>2</sup>. Максимальный уровень загрязнения травяного покрова (56,9 Бк/м<sup>2</sup>) был отмечен на 2 км дороги в сторону д. Б.Елань, что в 3,2 раза выше уровня в фоновой точке (17,7 Бк/м<sup>2</sup>).

Усреднённое за 2019 г. значение загрязнения по суммарной бета-активности радионуклидов в почве по сравнению с 2018 годом увеличилось в 1,2 раза. Максимальный уровень загрязнения в почве был зафиксирован в п. Мегет (490 Бк/м<sup>2</sup>), что в 4,3 раза выше уровня в фоновой точке (114,3 Бк/м<sup>2</sup>).

Среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2019 г., по результатам ежедневных наблюдений на 14 метеостанциях (Рис. 2.7.11), составляли 0,10 – 0,24 мкЗв/ч, максимальное значение МАЭД достигали 0,24 мкЗв/ч (на ст. Исток Ангары – 24 июля и ст. Хомутово – 23 июля). Анализ результатов наблюдений позволяет сделать вывод, что уровни МАЭД в 100-км зоне вокруг РОО в 2019 г. не достигали критических значений.

По результатам наблюдений радиационная обстановка в районе расположения АЭХК в течение 2019 года оставалась спокойной.

### **2.7.5. Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»**

Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»), далее – ИПХРВ, является полигоном хранения радиоактивных веществ и находится в 35 км на север от г. Иркутска по Александровскому тракту. Ближайшие населенные пункты находятся на расстоянии 6 – 9 км: п. Усть-Балей с населением ~ 250 человек и п. Московщина с населением ~ 220 человек. ИПХРВ обслуживает Иркутскую область, Забайкальский край, Республику Бурятия, Республику Тыва и Республику Саха (Якутия). На постоянное хранение в ИПХРВ помещаются только ТРО, а ЖРО предварительно подвергаются отверждению методом цементирования. Другие виды переработки радиоактивных веществ не применяются.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ИПХРВ осуществляет Иркутское УГМС. 100-км зона вокруг ИПХРВ практически совпадает с 100-км зоной АЭХК (см. рис. 2.7.11), поэтому основные данные радиационного мониторинга Иркутского УГМС по этой зоне были приведены выше (раздел 2.7.4).

В 2019 г. ежемесячно группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС вдоль дорог в окрестностях ИПХРВ в радиусе 20- км проводились измерения мощности амбиентного эквивалента дозы. Измерения в 20-км зоне ИПХРВ осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 метров от дороги дозиметрами ДРГ-01Г1, ДРБП-03 на высоте 3 – 4 см и 1 м от поверхности почвы. Также одновременно с маршрутной гамма-съемкой 26.02.2019 в 15 точках были отобраны пробы снега, 29.08.2019 в 15 точках были отобраны пробы почвы и растительности.

Среднемесячные значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения в радиусе 20 км вокруг ИПХРВ в 2019 г. колебались на региональном фоновом уровне в пределах 0,14 – 0,20 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД, равное 0,30 мкЗв/ч, было зарегистрировано в мае в 2-х км от посёлка Урик и в июне на 21-м км Александровского тракта.

Результаты измерений плотности загрязнения по суммарной бета-активности радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2019 г. в 20-км зоне вокруг ИПХРВ приведены в табл. 2.7.22. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 2.7.22 видно, что в 2019 г. плотность загрязнения суммарной бета-активностью снежного покрова по 20-км зоне в среднем уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с 2018 г., а в фоновой точке – в 4,1 раза. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 33-м км Александровского тракта – 18,1 Бк/м<sup>2</sup>, что в 4,1 раза выше значения в фоновой точке.

**Плотности загрязнения по суммарной бета-активности радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг ИПХРВ, Бк/м<sup>2</sup> (данные Иркутского УГМС за 2018-2019 гг.)**

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	26.02.19	27.02.18	29.08.19	23.08.18	29.08.19	23.08.18
14-й км Александровского тракта	3,5	18,0	135,2	247,7	0,8	3,0
19-й км – « –	7,9	4,6	45,8	187,3	6,9	6,0
25-й км – « – , д. Московщина	13,9	5,4	222,3	460,6	1,9	3,4
33-й км – « –	18,1	9,3	188,2	113,5	2,6	4,7
35-й км – « – , ИПХРВ	14,2	5,6	124,9	707,9	3,2	3,0
36-й км – « –	6,9	22,4	840,0	469,2	0,7	4,0
п/л «Солнечный»	13,4	6,3	405,4	286,2	1,1	1,9
д. Усть-Балей	14,7	8,4	321,1	513,3	3,4	0,7
с. Урик	7,9	35,6	120,9	268,1	5,9	7,8
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	8,3	37,7	278,6	552,0	20,0	7,0
8-й км – « –	6,8	4,7	273,6	293,9	12,7	8,6
12-й км – « –	12,4	13,7	141,5	189,5	7,6	7,1
16-й км – « –	10,7	14,8	484,0	141,5	2,5	6,9
д. Тихонова Падь	4,1	10,1	246,7	481,5	5,6	4,4
Среднее в 20-км зоне	10,2	14,0	273,4	350,9	5,3	4,9
Фоновая точка	4,4	18,2	204,7	143,8	6,0	3,8

В пробах травы в 2019 г. средний уровень плотности загрязнения суммарной бета-активностью остался на уровне 2018 г., в фоновой точке увеличился - в 1,6 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – 20,0 Бк/м<sup>2</sup> – была зарегистрирована на 4-м км тракта в сторону д. Тихонова Падь и превышала плотность загрязнения в фоновой точке в 3,3 раза.

В 2019 г. максимальная плотность загрязнения суммарной бета-активностью почвы отмечалась на 36-м км Александровского тракта (ИПХРВ) и достигала 840,0 Бк/м<sup>2</sup>, что в 4,1 раза выше, чем в фоновой точке, при этом средний уровень плотности загрязнений в 20-км зоне относительно 2018 г. снизился в 1,3 раза.

В целом плотности загрязнения суммарной бета-активностью радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне ПХРВ в 2019 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг Иркутского отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2019 г. соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

### **Выводы**

Таким образом, в 2019 г. радиационная обстановка на территории СФО была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды практически на всей территории СФО было значительно ниже установленных нормативов. Необходимо отметить, что производственная деятельность ППГХО сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоемы в окрестностях предприятия, вода из которых из-за превышения нормативов НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

## 2.8. Дальневосточный федеральный округ

### Общая информация по округу

Дальневосточный федеральный округ (ДФО) расположен в Восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение (рис. 2.8.1). В ДФО входят 9 субъектов Федерации: Приморский, Хабаровский, Камчатский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Площадь территории региона составляет 6169,3 тыс. км<sup>2</sup> [1], население – 6165,3 тыс. человек [2], административный центр округа – г. Хабаровск.

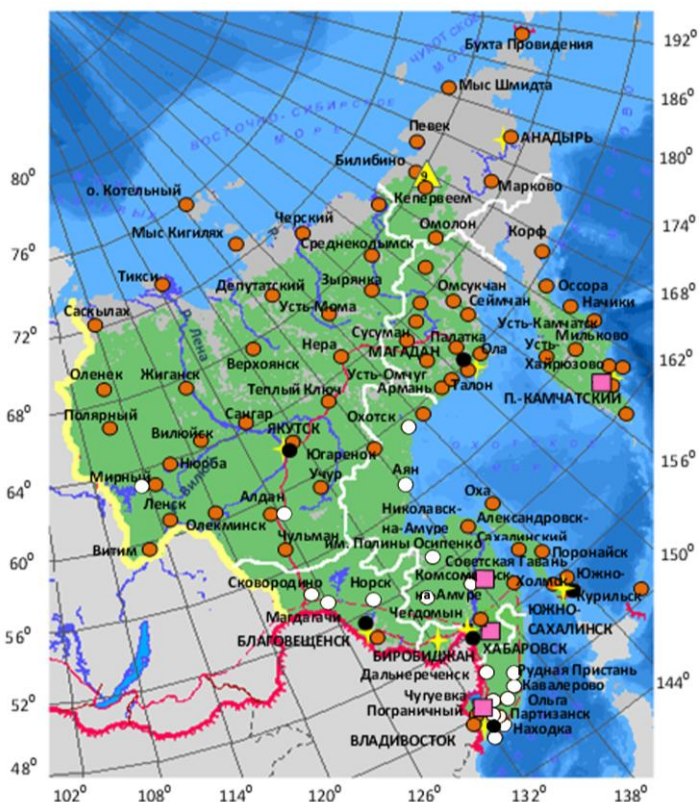


Рис. 2.8.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Дальневосточного федерального округа:

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

Согласно [3], на территории округа расположено 7 РОО: Билибинская АЭС (г. Билибино Чукотского автономного округа), Акционерное общество «Северо-Восточный ремонтный центр» (г. Вилючинск Камчатского края), Акционерное общество «30-й судоремонтный завод» (г. Фокино Приморского края), Акционерное общество «Дальневосточный завод «Звезда»» (г. Большой Камень Приморского края) и др.

### Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводят Приморский, Камчатский, Сахалинский, Дальневосточный, Колымский, Якутский, Чукотский управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ФГБУ «НПО «Тайфун».

В составе СРМ (рис. 2.8.1) на территории округа действуют 204 пункта наблюдений (включая автоматические комплексы) по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно); 64 пункта по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (4 – с экспозицией проб одни сутки и 2 – с экспозицией проб пять суток); 12 пунктов по отбору проб осадков и 6 пунктов по отбору проб поверхностных вод для анализа на содержание трития; 8 пунктов по отбору проб пресной воды и 3 пункта по отбору проб морской воды для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$ .

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

#### Радиационная обстановка

##### *Радиационный фон*

По данным сети радиационного мониторинга радиационный фон на территории ДВФО в течение последних лет остается без изменений. Среднегодовые значения МАЭД в субъектах ДВФО в 2019 г. изменялись от 0,1 мкЗв/ч (табл.2.8.1) до 0,28 мкЗв/ч и находились в пределах естественного радиационного фона Дальневосточного региона. В 2019 году. среднегодовое значение МЭД  $\gamma$ -излучения на территории ДВ региона составило - 0,11 мкЗв/ч, максимальное – 0,25 мкЗв/ч отмечено на территории Колымского УГМС.

Таблица 2.8.1

**Среднегодовые и максимальные измеренные значения МАЭД в субъектах РФ ДВФО в 2018 г., мкЗв/ч**

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	30	0,13	0,18 (Малиново)
Хабаровский край	25	0,12	0,25 (Г-И Им.П.Осипенко)
Камчатский край	17	0,09	0,17 (Эссо М-П)
Амурская область	25	0,12	0,25 (М-П Братолюбовка)
Магаданская область	20	0,12	0,27 (Сеймчан)
Сахалинская область	18	0,06	0,28 (Поронайск)
Республика Саха (Якутия)	47	0,10	0,18 (Усть-Мая)
Чукотский автономный округ	15	0,12	0,21 (Марково)
Еврейская автономная область	5	0,12	0,21 (Биробиджан)
<b>ДВФО</b>	<b>204</b>	<b>0,12</b>	<b>0,28</b>

##### *Приземная атмосфера*

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ДВФО проводятся в шести субъектах Российской Федерации. Среднегодовая объем-



ная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.8.2. Как видно из табл. 2.8.2, среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы в 2019 г. примерно соответствовали 2018 г. и находились в пределах  $(0,9 - 1,4) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Минимальное значение объемной активности отмечалось в республике Якутия, максимальное – в Амурской области.

Таблица 2.8.2

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в населенных пунктах ДВФО,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>

Пункты наблюдения	$^{137}\text{Cs}$			$^{90}\text{Sr}$		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
<b>Приморский край</b>						
Владивосток	нпо*	0,8	0,9	1,0	1,8	2,7
<b>Хабаровский край</b>						
Хабаровск	нпо*	0,8	1,7	0,7	0,75	0,8
<b>Амурская область</b>						
Благовещенск	1,4	<1,8	2,3	2,8	6,15	9,1
<b>Магаданская область</b>						
Магадан	1,1	нпо*	0,9	0,5	0,45	0,6
<b>Сахалинская область</b>						
Южно-Сахалинск	1,3	0,6	0,7	0,65	0,75	0,7
<b>Республика Саха (Якутия)</b>						
Якутск	0,9	1,0	1,2	1,1	1,3	1,5
<b>Среднее по ДВФО</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,6</b>

Примечание: нпо – ниже предела обнаружения ( $1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в атмосферном воздухе ДВФО в 2019 г. составила  $1,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что несколько меньше чем в предыдущие годы. (табл. 2.8.2). Значительное превышение среднего значения в 2,8-1,7 раза наблюдалось в Амурской области в Благовещенске. В Хабаровском крае, Магаданской и Сахалинской областях объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе была в 2– 1,4 раза ниже среднего значения по территории ДВФО. Наблюдаемое содержание  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99 [8].

В табл. 2.8.3 показана динамика среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  по ДВФО в 1999–2019 гг. Видно, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории ДВФО в указанный период без данных 2011 г., когда дополнительный вклад в загрязнение атмосферы внесли радионуклиды аварии на АЭС «Фукусима-1», имеет тенденцию к уменьшению. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  по ДВФО в 2019 г. ниже средневзвешенных значений по АТР ( $1,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и РФ ( $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

#### **Радиоактивные выпадения**

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2019 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. В течение 2019 года на территории Дальневосточного региона в пробах атмосферных изотопов цезия -137 не обнаружено.

Средневзвешенная по региону среднесуточной суммарной бета – активности выпадений в течение года менялась не существенно от 0,71 до 0,91 Бк/м<sup>2</sup> сутки. Средневзвешенное значение

выпадения суммарной бета в 2019 году (0,85 Бк/м<sup>2</sup> сутки) незначительно уменьшилась по сравнению с 2018 годом (1,0 Бк/м<sup>2</sup> сутки).

Таблица 2.8.3

**Среднемесячные (среднеквартальные) концентрации цезия-137 в аэрозолях приземной атмосферы, усредненные по ДВ региону в 1999 - 2019 годах, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>**

год	Месяц												Ср. за год
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1999			0,02			0,04			0,03			0,03	0,03
2000			0,02			0,02			0,02			0,03	0,02
2001			0,02			0,06			0,04			0,03	0,04
2002			0,08			0,10			0,03			0,02	0,06
2003			0,04			0,05			0,02			0,02	0,03
2004			0,01			0,02			0,01			0,02	0,02
2005			0,02			0,02			0,02			0,03	0,02
2006			0,02			0,03			0,03			0,02	0,03
2007			0,02			0,02			0,02			0,02	0,02
2008			0,01			0,03			0,01			0,00	0,01
2009			0,03			0,01			0,01			0,01	0,02
2010			0,02			0,02			0,01			0,02	0,02
2011			0,04			2,91			0,07			0,02	0,76
2012			0,02			0,03			0,02			0,01	0,02
2013			0,01			0,02			0,01			0,01	0,01
2014			0,00			0,00			0,02			0,01	0,02
2015			0,01			0,04			0,03			0,01	0,02
2016			0,01			0,01			0,01			0,01	0,01
2017			0,01			0,01			0,01			0,01	0,01
2018			0,01			0,01			0,00			0,00	0,01
<b>2019</b>			<b>0,00</b>			<b>0,00</b>			<b>0,01</b>			<b>0,00</b>	<b>≤0,01</b>

***Поверхностные и морские воды***

Объемная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2018 г. составила 1,8 Бк/л, что находится на уровне среднего значения по территории РФ (табл. 2.8.4). В отдельных субъектах региона содержание трития в осадках варьировало от 0,9 до 2,7 Бк/л. Максимальное содержание трития в осадках наблюдалось в Сковородино Амурской области, минимальное – в Сахалинской Петропавловск-Камчатский.

В 2019 г. усредненная объемная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.4) практически осталась на уровне 2018 г. и составляла 1,8 Бк/л, соответствует среднему значению по рекам на территории РФ (1,8 Бк/л).

**Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах ДВФО в 2019 г.  
(данные Приморского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

Пункты наблюдения	Осадки	Реки и озера		Моря
	<sup>3</sup> H, Бк/л	<sup>3</sup> H, Бк/л	<sup>90</sup> Sr, мБк/л	<sup>90</sup> Sr, мБк/л
<b>Камчатский край</b>				
Петропавловск-Камчатский (Тихий океан, Авачинская губа)	0,9			1,4
Каменское Ключи, р. Камчатка			3,6	
<b>Амурская область</b>				
Благовещенск (р. Амур) Сковородино	2,7	2,1		
<b>Хабаровский край</b>				
Хабаровск (р. Амур) Комсомольск-на-Амуре (р. Амур)	1,8	1,8	4,6	
<b>Магаданская область</b>				
Магадан	1,4			
<b>Сахалинская область</b>				
Холмск (Японское море) Корсаков (залив Анива, Охотское море)	1,3			1,5 1,55
<b>Чукотский автономный округ</b>				
Певек Анадырь	1,5 1,1			
<b>Республика Саха (Якутия)</b>				
Верхоянск Оленек Тикси Якутск Индигирский (р. Индигирка) Черский (р. Колыма) Среднеколымск (р. Колыма) Хабарово (р. Лена) Кюсюр (р. Лена) Тюмети (р. Оленек) Верхоянск (р. Яна)	2,3 2,25 2,1 2,4		2,15 1,45 3,9 2,1	3,6 2,0 3,7 3,5
<b>Среднее по ДВФО</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	<b>3,8</b>	
<b>Среднее по РФ</b>	<b>1,8</b>	<b>1,6</b>	<b>4,3</b>	
<b>Приморский край</b>				
Астраханка (оз.Ханка)			5,7	

**2.8.1. РОО на территории Камчатской области**

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне РОО за пределами ЗАТО Вилючинск осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 2.8.3.



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

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- Т – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊗ – радиационно опасные объекты.

В 2019 году на территории Камчатского края радиоактивный мониторинг окружающей среды выполнялся на 18 метеостанциях и ГМРЗ. На десяти метеостанциях радиометрической сети, четыре из которых расположены в 100-км зоне воздействия радиационно-опасных объектов (РОО), проводился отбор проб атмосферных выпадений. Наблюдения за мощностью AMBIENTНОГО эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения проводились на 17 метеостанциях и ГМРЗ на прилегающей к административному зданию управления территории.

На одной станции контроля на акватории Авачинской губы ежемесячно проводился отбор проб морской воды. Отбор проб атмосферных осадков для последующего определения трития осуществлялся на двух метеостанциях – в краевом центре и в поселке Каменское. Наблюдения за радиоактивностью поверхностных проб воды выполнялись на ОГМС Ключи.

### ***Приземная атмосфера***

Среднемесячные и максимальные суточные значения атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2019 г. представлены в табл. 2.8.5.

Из табл. 2.8.5 видно, что среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2019 г. изменялись от 0,3 до 0,85 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Самое высокое суточное значение выпадений наблюдалось в пункте Сосновка в июле (3,14 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

### ***Поверхностные и морские воды***

Объемная активность <sup>90</sup>Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2019 г. менялась в диапазоне от 0,64 мБк/л в ноябре до 2,08 мБк/л в январе. Среднегодовая объемная активность составила 1,14 мБк/л, что, как следует из табл. 2 Приложения А.9, ниже значений предыдущего года.

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатского края в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки (данные Камчатского УГМС)**

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне			Среднее по Камчатскому краю		
						2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
Январь	с	0,36	0,34	0,39	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5
	м	0,64	0,59	0,58	1,11						
Февраль	с	0,3	0,43	0,41	0,51	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5
	м	0,54	1,38	0,75	0,95						
Март	с	0,35	0,4	0,39	0,44	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,6
	м	0,61	0,93	0,82	0,88						
Апрель	с	0,4	0,44	0,38	0,45	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
	м	1,02	0,88	0,93	0,88						
Май	с	0,4	0,52	0,51	0,61	0,5	0,6	0,6	0,5	0,8	0,6
	м	0,79	1,37	1,63	1,77						
Июнь	с	0,45	0,5	0,57	0,55	0,5	0,8	0,6	0,6	0,9	0,7
	м	1,56	0,88	1,56	1,47						
Июль	с	0,49	0,65	0,61	0,85	0,65	1,0	0,6	0,7	1,1	0,8
	м	1,34	2,1	1,68	3,12						
Август	с	0,47	0,45	0,59	0,57	0,5	0,9	1,0	0,6	0,9	1,0
	м	1,1	1,58	3,14	1,47						
Сентябрь	с	0,45	0,78	0,71	0,7	0,7	0,8	1,0	0,6	1,0	0,9
	м	1,16	1,81	1,45	1,34						
Октябрь	с	0,46	0,56	0,59	0,67	0,6	0,8	0,8	0,5	0,7	0,7
	м	1,75	3,33	2,42	2,11						
Ноябрь	с	0,44	0,53	0,57	0,51	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,6
	м	1,11	1,93	2,34	1,68						
Декабрь	с	0,35	0,32	0,35	0,43	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5
	м	0,59	0,93	0,59	1,04						
Среднее, Бк/м <sup>2</sup> -сутки:											
2019 г.		<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>			<b>0,5</b>		
2018 г.		0,4	0,7	0,8	0,8		0,7			0,7	
2017 г.		0,5	0,8	0,7	0,5			0,7			0,7
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год:											
2019 г.		<b>146</b>	<b>183</b>	<b>183</b>	<b>219</b>	<b>183</b>			<b>186</b>		
2018 г.		146	256	292	292		256			256	
2017 г.		183	292	256	183			256			256

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2019 г. изменялась в диапазоне от 0,24 Бк/л (декабрь) до 1,4 Бк/л (июнь). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 0,86 Бк/л, что в 2 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ (1,78 Бк/л).

**Радиационный фон**

Максимальные значения МАЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях в 100-км зоне РОО, в 2019 г. не превышали 0,11 мкЗв/ч, а среднемесячные значения колебались в пределах от 0,07 до 0,09 мкЗв/ч, что соответствует флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Специалистами Камчатского УГМС ежемесячно проводились автомобильные  $\gamma$ -съемки территории в 100-км зоне РОО. Значений МАЭД, соответствующих высокому и экстремально высокому радиоактивному загрязнению, не обнаружено.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО, расположенных в ЗАТО Вилочинск, практически не меняется от года к году. Радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды не превышает региональных фоновых уровней, из чего можно сделать вывод, что РОО, расположенные на территории Камчатской области, заметного влияния на радиационную обстановку не оказывают.

### **Выводы**

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ДВФО в 2019 г. была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в воздухе, осадках, морских и поверхностных водах было на уровне средних значений для территории РФ.

### **Список литературы к разделу 2**

1. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2019 (в разрезе субъектов Российской Федерации). Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии [Электронный ресурс]. URL: <https://rosreestr.ru/site/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), 2019 URL: [http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3abfce](http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/afc8ea004d56a39ab251f2bafc3abfce)
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 26 ноября 2018 года)».
4. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием (239+240) /Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2019. 225 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2016 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, С.М. Вакуловского и др. Нижний Новгород: Изд-во «Кириллица», 2017. 400 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, С.М. Вакуловского и др. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2019. 324 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. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник / Под ред. В.М. Шершакова, В.Г. Булгакова, С.М. Вакуловского и др. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. 357 с.
10. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 264 с.
11. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под. ред. У.С. Хэнсона. М.: Энергоатомиздат, 1985.
12. Старков О.В., Моисеева О.В. Пространственно-временная миграция трития на территории промплощадки ГНЦ РФ – ФЭИ и ее окрестностях. Информационный бюллетень. Ядерная и радиационная безопасность России. М.: ЦНИИАтоминформ, 2002. С. 64 – 75.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник. СПб: Гидрометеиздат, 2002. 225 с.
14. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 274 с.
15. СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010) М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 83 с.
16. Указ Президента Российской Федерации «О Южном федеральном округе № 375 от 28 июля 2016 г.»
17. Звіт «Радіоактивне забруднення території України в 2014 році»: Щорічник / Під ред. О.О. Косовця. Київ.: ЦГО, 2015.
18. Указ Президента РФ от 03.11.2018 № 632 «О внесении изменений в перечень федеральных округов, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2000 г. № 849».
19. Справка об экологической обстановке на предприятиях ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» и ФГУП «ПСЗ» за 2019 год. Госкорпорация «Росатом». 5 с.
20. Отчёт по ЭБ НЗКХ за 2019 г. – стр. 52-53. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nccp.ru/upload/iblock/ee4/ee44bb5305fd25be2798df19d7b0816d.pdf>
21. Отчёт по АЭХК за 2019 г. – стр. 67-68. [Электронный ресурс]. URL: [http://aecc.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1175&catid=87&Itemid=491&lang=ru](http://aecc.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1175&catid=87&Itemid=491&lang=ru)

### 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 2019 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 км<sup>2</sup>, площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет около 660 км<sup>2</sup>, радиус ЗН – 14 км. Окружность ЗН отсчитывается от геометрического центра венттруб реакторных отделений энергоблоков № 1 – 4 и включает населенные пункты: г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также поселки Богородское и Широкий Буерак.

На промплощадке Балаковской АЭС расположены все основные и вспомогательные сооружения энергоблоков. На прилегающей к промплощадке территории располагаются сооружения ряда цехов и подразделений Балаковской АЭС, строительного-монтажных организаций, тепличного хозяйства, поля и сельскохозяйственные угодья сел Натальино и Матвеевка, а также водоем-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 ее пределах делится на два участка: в верхней части до Балаковского гидроузла – Саратовское водохранилище, в нижней части – Волгоградское. Из крупных притоков Волги в 30-км зону попадают устье р. Малый Иргиз, затопленное Саратовским водохранилищем, и участок нижнего течения р. Большой Иргиз.

Рельеф левобережной части контролируемого района ровный, ландшафт – сухая степь. Правый берег холмистый, представлен зоной лесостепи. В регионе расположения Балаковской АЭС представлены почвы трех типов: серые и темно-серые лесные почвы; черноземы (обыкновенные, южные, карбонатные, выщелоченные, солонцеватые) и лугово-черноземные почвы степей (каштановые, темно-каштановые, каштановые с солонцами, лугово-каштановые почвы).

В 30-км зону Балаковской АЭС входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачевского), в которых располагаются 43 населенных пункта (рис. 3.1.1) с населением примерно 208 тыс. человек, из них в городе Балаково проживают около 200 тыс. жителей.

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся отдельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2018 – 2019 гг. представлены в табл. 3.1.1.



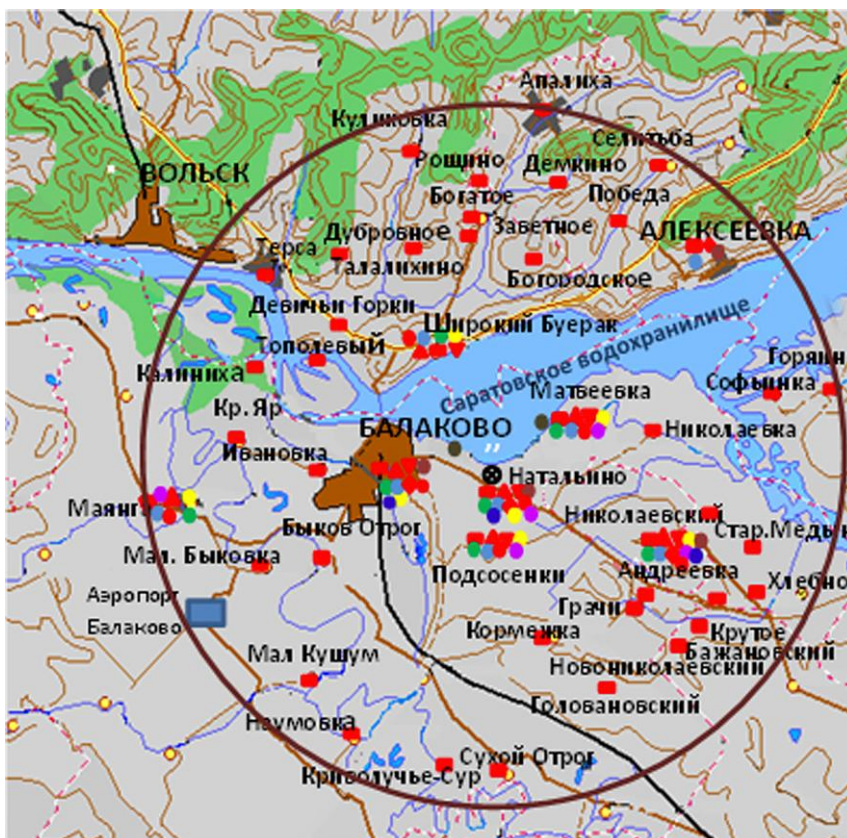


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- – наблюдения за МАЭД;
- – измерение накопленной дозы  $\gamma$ -излучения;
- ▲ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб снега;
- – отбор проб почвы;
- – отбор проб луговой растительности;
- ◆ – отбор проб воды поверхностных водоемов;
- – отбор проб продуктов питания местного производства;
- – отбор проб донных отложений;
- – отбор проб водной растительности;
- – отбор проб рыбы;
- ⊗ – Балаковская АЭС.

Из табл. 3.1.1 видно, что по сравнению с предыдущим годом в 2019 г. на Балаковской АЭС значительно увеличилось число контролируемых нуклидов. Суммарные выбросы  $^3\text{H}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились во много раз.

Выбросы всех контролируемых радионуклидов были значительно ниже ДВ.

Таблица 3.1.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк**

Наименование источника выброса	Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2019 г.	2018 г.	
Брызгальный бассейн ББ 1-4	$^3\text{H}$	$5,42 \cdot 10^{13}$	$1,52 \cdot 10^{12}$	-	-
Вентиляционная система	$^3\text{H}$	$1,53 \cdot 10^{14}$	$7,27 \cdot 10^{11}$	-	-

спецкорпуса	<sup>14</sup> C	$3,27 \cdot 10^{12}$	$4,14 \cdot 10^7$	-	-	
	<sup>60</sup> Co	$4,99 \cdot 10^7$	$8,17 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>131</sup> I	$4,25 \cdot 10^8$	$1,22 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>134</sup> Cs	$3,52 \cdot 10^8$	$2,77 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>137</sup> Cs	$4,03 \cdot 10^7$	$1,02 \cdot 10^6$	-	-	
Вентиляционная система блока 1	<sup>3</sup> H	$1,81 \cdot 10^{13}$	$6,58 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>14</sup> C	$7,75 \cdot 10^{11}$	$1,48 \cdot 10^7$	-	-	
	<sup>41</sup> Ar	$1,83 \cdot 10^{14}$	$9,74 \cdot 10^9$	-	-	
	<sup>60</sup> Co	$8,89 \cdot 10^8$	$1,40 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>87</sup> Kr	$1,18 \cdot 10^{14}$	$2,05 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>88</sup> Kr	$1,00 \cdot 10^{14}$	$3,21 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>131</sup> I	$1,38 \cdot 10^7$	$4,28 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>134</sup> Cs	$1,43 \cdot 10^7$	$4,59 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>137</sup> Cs	$1,62 \cdot 10^8$	$4,67 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>133</sup> Xe	$1,52 \cdot 10^{14}$	$1,93 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>135</sup> Xe	$1,70 \cdot 10^{14}$	$1,27 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>135m</sup> Xe	$1,96 \cdot 10^{13}$	$1,28 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>138</sup> Xe	$2,18 \cdot 10^{13}$	$3,12 \cdot 10^{10}$	-	-	
Вентиляционная система блока 2	<sup>3</sup> H	$2,57 \cdot 10^{14}$	$6,98 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>14</sup> C	$4,06 \cdot 10^{13}$	$9,13 \cdot 10^6$	-	-	
	<sup>41</sup> Ar	$1,95 \cdot 10^{15}$	$6,03 \cdot 10^9$	-	-	
	<sup>60</sup> Co	$8,83 \cdot 10^8$	$8,51 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>87</sup> Kr	$9,92 \cdot 10^{13}$	$1,27 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>88</sup> Kr	$8,02 \cdot 10^{13}$	$1,99 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>131</sup> I	$5,06 \cdot 10^6$	$2,65 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>134</sup> Cs	$3,90 \cdot 10^6$	$2,92 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>137</sup> Cs	$2,91 \cdot 10^8$	$3,46 \cdot 10^4$	-	-	
Вентиляционная система блока 3	<sup>3</sup> H	$1,57 \cdot 10^{13}$	$6,71 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>14</sup> C	$1,54 \cdot 10^{12}$	$1,98 \cdot 10^7$	-	-	
	<sup>41</sup> Ar	$1,06 \cdot 10^{15}$	$1,26 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>60</sup> Co	$8,24 \cdot 10^8$	$8,21 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>87</sup> Kr	$1,13 \cdot 10^{14}$	$2,79 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>88</sup> Kr	$1,00 \cdot 10^{14}$	$4,44 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>131</sup> I	$6,50 \cdot 10^6$	$5,70 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>134</sup> Cs	$4,16 \cdot 10^7$	$8,90 \cdot 10^4$	-	-	
	<sup>137</sup> Cs	$1,78 \cdot 10^8$	$2,73 \cdot 10^5$	-	-	
	<sup>135</sup> Xe	$3,93 \cdot 10^{13}$	$1,68 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>135m</sup> Xe	$1,96 \cdot 10^{13}$	$1,70 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>138</sup> Xe	$2,18 \cdot 10^{13}$	$4,31 \cdot 10^{10}$	-	-	
	Вентиляционная система блока 4	<sup>3</sup> H	$2,74 \cdot 10^{13}$	$6,44 \cdot 10^{10}$	-	-
<sup>14</sup> C		$2,48 \cdot 10^{12}$	$1,70 \cdot 10^7$	-	-	
<sup>41</sup> Ar		$4,23 \cdot 10^{14}$	$1,14 \cdot 10^{10}$	-	-	
<sup>60</sup> Co		$2,10 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^6$	-	-	
<sup>87</sup> Kr		$1,36 \cdot 10^{14}$	$2,33 \cdot 10^{10}$	-	-	
<sup>88</sup> Kr		$1,04 \cdot 10^{14}$	$3,62 \cdot 10^{10}$	-	-	
<sup>131</sup> I		$6,50 \cdot 10^6$	$4,89 \cdot 10^4$	-	-	
<sup>134</sup> Cs		$5,53 \cdot 10^6$	$6,27 \cdot 10^4$	-	-	
<sup>137</sup> Cs		$4,35 \cdot 10^7$	$2,98 \cdot 10^5$	-	-	
<sup>135m</sup> Xe		$2,13 \cdot 10^{13}$	$1,48 \cdot 10^{10}$	-	-	
<sup>138</sup> Xe		$2,36 \cdot 10^{13}$	$3,51 \cdot 10^{10}$	-	-	
В целом по производственной территории		<sup>3</sup> H	$5,25 \cdot 10^{14}$	$2,51 \cdot 10^{12}$	$1,53 \cdot 10^{13}$	$-1,28 \cdot 10^{13}$
		<sup>14</sup> C	$4,87 \cdot 10^{13}$	$1,02 \cdot 10^8$	-	-
	<sup>41</sup> Ar	$3,62 \cdot 10^{15}$	$3,99 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>60</sup> Co	$2,86 \cdot 10^9$	$2,87 \cdot 10^6$	$1,75 \cdot 10^7$	$-1,46 \cdot 10^7$	
	<sup>87</sup> Kr	$4,66 \cdot 10^{14}$	$8,45 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>88</sup> Kr	$3,84 \cdot 10^{14}$	$1,33 \cdot 10^{11}$	-	-	
	<sup>131</sup> I	$4,57 \cdot 10^8$	$2,97 \cdot 10^5$	$7,07 \cdot 10^7$	$-7,04 \cdot 10^7$	
	<sup>134</sup> Cs	$4,17 \cdot 10^8$	$5,04 \cdot 10^5$	$1,17 \cdot 10^6$	$-6,66 \cdot 10^5$	
	<sup>137</sup> Cs	$7,15 \cdot 10^8$	$1,67 \cdot 10^6$	$5,63 \cdot 10^6$	$-3,96 \cdot 10^6$	
	<sup>133</sup> Xe	$1,52 \cdot 10^{14}$	$1,93 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>135</sup> Xe	$2,09 \cdot 10^{14}$	$2,94 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>135m</sup> Xe	$6,05 \cdot 10^{13}$	$4,46 \cdot 10^{10}$	-	-	
	<sup>138</sup> Xe	$6,72 \cdot 10^{13}$	$1,09 \cdot 10^{11}$	-	-	

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны, расположенные на территории промплощадки Балаковской АЭС. Водоем-охладитель используется на Балаковской АЭС для организации технического оборотного водоснабжения.

Он представляет отгороженное дамбой водохранилище длиной 6,8 км, шириной 2,6 км и средней глубиной 5,75 м. Вода водоема-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоема-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой. Длина дамбы 5,5 км. Восполнение потерь воды водоема-охладителя производится за счет вод Саратовского водохранилища с помощью береговой насосной подпитки пруда-охладителя с расходом  $66 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>/год. Брызгальные бассейны относятся к системе оборотного технического водоснабжения, изолированной от внешних водоемов, грунтовых вод и других систем водоснабжения. Подробное описание системы водопотребления и водоотведения, а также системы сброса радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС приведено в [1].

Источником технического водоснабжения Балаковской АЭС является р. Березовка (в зоне подпора Саратовского водохранилища). Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения используются две артезианские скважины и сети водопровода г. Балаково.

В 2019 г. на Балаковской АЭС было отведено  $5,2 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> сточных вод в водоем-охладитель. Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2018 – 2019 гг. представлены в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

**Сбросы радионуклидов с жидкими стоками в водоем-охладитель на Балаковской АЭС, Бк**

Радионуклид	Сброс за 2019 год, Бк	Сброс за 2018 год, Бк
<sup>51</sup> Cr	$3,65 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>54</sup> Mn	$1,26 \cdot 10^7$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>59</sup> Fe	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>58</sup> Co	$2,01 \cdot 10^7$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>60</sup> Co	$2,40 \cdot 10^7$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>65</sup> Zn	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>89</sup> Sr	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>95</sup> Zr	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>103</sup> Ru	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>106</sup> Ru	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>131</sup> I	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>134</sup> Cs	$2,94 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>137</sup> Cs	$5,97 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>141</sup> Ce	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>144</sup> Ce	$1,66 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$
<sup>90</sup> Sr	$3,46 \cdot 10^6$	$3,29 \cdot 10^6$
<sup>3</sup> H	$6,10 \cdot 10^{10}$	$3,29 \cdot 10^9$
Общая активность	$6,10 \cdot 10^{10}$	$3,32 \cdot 10^9$

В соответствии с требованиями Изменения № 1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2015) 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 объем сброса. В этой связи

в табл. 3.1.2 в основном представлены расчетные оценки сбросов техногенных радионуклидов. Сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял в 2019 г. около  $6,1 \cdot 10^{10}$  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) и лаборатория автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЛАСКРО) отдела радиационной безопасности (ОРБ) Балаковской АЭС, а в 100-км зоне – Приволжское УГМС.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 3.1.1. В 2019 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений:

– МАЭД (мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего  $\gamma$ -излучения) в 30-км зоне Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 22 датчиков автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (АСМРО) и прямой съемки  $\gamma$ -фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;

– годовой поглощенной дозы во всех населенных пунктах, входящих в 30-км зону, с помощью дозиметров ДТУ-02 с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К;

– суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных водоемов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых водах, почве, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде), активности трития в воде поверхностных водоемов.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2019 г. контролировалась ОРБ Балаковской АЭС на 7 стационарных постах радиационного мониторинга, расположенных в населенных пунктах на различном удалении от АЭС (7–32 км) по основным направлениям ветра, в течение всего года (рис. 3.1.1). Пробы отбирались методом прокачивания больших объемов воздуха воздухофильтрующими установками УВФ-1 через фильтр ФПП-15 с экспозицией  $30 \pm 2$  суток. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные кюветы из нержавеющей стали размером  $50 \times 50$  см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2 – 3 м от поверхности земли.

Для измерения содержания в пробах  $\Sigma\beta$  и  $^{90}\text{Sr}$  использовалась малофоновая установка УМФ-2000Д и бета-спектрометр «Прогресс». Радионуклидный состав и содержание радионуклидов в объектах окружающей среды определялись на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре с детектором из особо чистого германия (20 %). Активность трития в воде определялась с помощью спектрометрического комплекса СКС-07П-Б11 с минимально детектируемой активностью 25 Бк/л при времени измерения 600 минут.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 3.1.2. В 2019 г. в этой зоне действовали 10 стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 ч) наблюдений за МАЭД, 2 пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Саратовского водохранилища в районе г. Балаково (пробы воды отбирались в Саратовском водохранилище 6 раз в год).



Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта находилась на уровне 2018 г. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе во всех пунктах наблюдений была на семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99/2009 [2]. В 2019 г. в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольного пункта объемная активность  $^{60}\text{Co}$  была менее  $5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемные активности техногенных радионуклидов  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{134}\text{Cs}$  были ниже минимально детектируемой активности (МДА).

Данные УГМС ЦЧО за 2019 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных  $\Sigma\beta$  в воздухе приземной атмосферы в 30-км зоне Балаковской АЭС (МС Балаково) приведены в табл. 3.1.4.

Таблица 3.1.4

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2019 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Приволжского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Балаково	с	12	15	10	21	27	22	15	19	13	19	14	21	17	8
	м	48	56	36	47	85	77	43	65	43	62	52	66	85	54

Из табл. 3.1.4 видно, что в 2019 г. среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха в г. Балаково увеличилась в 2,1 раза по сравнению с 2018 г. и была в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе по Центру ЕТР ( $18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Результаты измерений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2019 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 3.1.5.

Таблица 3.1.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Приволжского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Пугачев	с	0,34	0,33	0,38	0,42	0,41	0,49	0,45	0,36	0,31	0,33	0,38	0,38	139	101
	м	0,51	0,48	0,57	0,89	0,65	0,68	0,86	0,54	0,51	0,60	0,60	0,71		
Балаково	с	0,85	1,95	1,47	1,76	3,31	1,70	1,40	0,67	0,46	1,22	1,84	1,31	548	179
	м	1,97	5,85	9,49	4,67	15,7	6,49	10,8	2,65	0,95	4,29	8,22	3,45		
Саратов	с	0,39	0,37	0,34	0,48	0,49	0,45	0,41	0,39	0,30	0,33	0,39	0,35	142	102
	м	0,63	0,57	0,54	0,83	0,65	0,63	0,77	0,57	0,54	0,63	0,67	0,65		
Среднее по Приволжскому УГМС	с	1,25	1,26	1,00	0,93	1,62	1,19	1,15	1,00	1,30	1,67	1,53	1,29	464	343

Из табл. 3.1.5 видно, что в г. Балаково, расположенном в 30-км зоне, и в гг. Пугачеве и Саратове, расположенных в 100-км зоне АЭС, среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений были в 3,3 раза ниже; в 1,2 раза выше и в 3,2 раза ниже среднегодового значения по Приволжскому УГМС соответственно. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Балаково в мае и составляли 15,71 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. По данным ОРБ Балаковской АЭС, среднегодовая  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в СЗЗ составляла 0,13 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в ЗН – 0,20 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, а в контрольном пункте – 0,16 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

### **Почва**

Отбор проб почвы проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на 8 стационарных пунктах радиационного мониторинга. Пробы почвы отбирались методом конверта. В каждом пунк-

те в квадрате со стороной 10 м отбиралось 5 образцов почвы размером 15 × 15 см на глубину 5 см. Корни и посторонние включения удалялись. Данные о содержании радионуклидов в почве в 30-км зоне по данным ОРБ Балаковской АЭС представлены в табл. 3.1.6.

Таблица 3.1.6

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

Пункты контроля	Σβ			<sup>137</sup> Cs			<sup>60</sup> Co		
	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>									
СЗЗ (Наталино, промплощадка)	-	-	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ЗН	-	-	-	0,17	< 0,1	0,17	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<b>Вода открытых водоемов, Бк/м<sup>3</sup></b>									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	381	395	290	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	407	360	268	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (акватория)	407	369	302	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, напротив Балаковской АЭС	83	97	81	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, выше по течению от АЭС (контр. пункт)	94	92	82	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	80	76	65	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
<b>Донные отложения, Бк/кг сырой массы</b>									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	< 1,0	1,17	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – акватория	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС (контр. пункт)	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
<b>Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы</b>									
Зерновые	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Овощи	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Рыба	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Мясо	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Молоко	-	-	-	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
Грибы	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ягоды	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Примечания:* допустимая удельная активность для <sup>137</sup>Cs по СанПиН-01 [4] для мяса и ягод составляет 160 Бк/кг, для молока – 100 Бк/кг, для рыбы – 130 Бк/кг, для зерновых – 70 Бк/кг, для овощей – 120 Бк/кг, для грибов – 500 Бк/кг;  
- - нет данных.

Из табл. 3.1.6 видно, что в 2019 г. содержание <sup>137</sup>Cs в почве ЗН составляло 0,17 кБк/м<sup>2</sup>, а в СЗЗ и КП было меньше минимально детектируемой активности (< 0,1 кБк/м<sup>2</sup>). Содержание <sup>60</sup>Co и <sup>134</sup>Cs в почве СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (КП) меньше минимально детектируемой активности.

**Вода, донные отложения**

Отбор проб воды для определения объемной активности радионуклидов производился: в р. Волге напротив Балаковской АЭС, выше и ниже по течению относительно места расположения АЭС; в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в месте водозабора охлаждающей воды, в месте сброса охлаждающей воды и в акватории стана рыбаков. При отборе проб воды выбирались участ-

ки, свободные от водорослей и других предметов, прикосновение к которым могло бы привести к взмучиванию ила. Объем пробы воды составлял 20 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

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

Содержание  $\Sigma\beta$  и  $\gamma$ -активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 3.1.6. По сравнению с 2018 г. содержание  $\Sigma\beta$  в пруду-охладителе в двух точках выросло на 13 %, в Волге существенно не изменилось и было значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [2].

Средняя за последние 5 лет объемная  $\Sigma\beta$  в воде пруда-охладителя примерно в 4,5 раза выше, чем в р. Волге. Содержание  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде открытых водоемов было ниже МДА. С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоемов, кроме техногенных  $\gamma$ -активных радионуклидов и  $\Sigma\beta$ , контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объемная активность трития в обследованных водоемах в 2019 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [2] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе объемная активность трития составляла 120 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 74 раза выше среднего значения для рек России (1,62 Бк/л).

По данным ФГБУ «НПО «Тайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) немного понизилась по сравнению с 2018 г. и составляла 1,30 Бк/л, что ниже среднего значения для рек России (1,62 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 3.1.6 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  во всех контрольных точках донных отложениях водоема-охладителя и р. Волги была ниже МДА, которая составляет 1,0 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. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и трития в питьевой воде в 2019 г., так же как и в 2018 г., была ниже МДА, которая составляет для  $^{137}\text{Cs}$  12 мБк/л, для  $^{60}\text{Co}$  – 14 мБк/л, для трития – 25 Бк/л, и значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [2].

Объемная активность  $\Sigma\beta$  в питьевой воде составляла 66 Бк/м<sup>3</sup> в г. Балаково, 79 Бк/м<sup>3</sup> – в с. Натальино и 97 Бк/м<sup>3</sup> – на АЭС.

Отбор проб воды из наблюдательных скважин (НС) производился специальным пробоотборником, представляющим собой стакан из нержавеющей стали с утяжеленным дном. Перед непосредственным взятием пробы замерялся уровень воды в скважине и извлекалось 2 – 3 объема воды, находящейся в стволе скважины. Объем пробы грунтовых вод составлял 3 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи. Отбор проб воды на определение объемной  $\Sigma\beta$  и активности  $\gamma$ -излучающих радионуклидов из скважин глубиной 15 м (первого водоносного горизонта) в районе спецкорпуса, в районе хранилища твердых радиоактивных отходов (ХТРО), блоков № 1 – 4 и брызгальных бассейнов проводился ежеквартально. Один раз в год (в



паводковый период) проводились контрольные отборы и измерения объемной активности  $\gamma$ -излучающих радионуклидов из НС глубиной 25 м (второго водоносного горизонта). Как следует из результатов проведенного анализа, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  была ниже МДА во всех контрольных скважинах. Среднегодовые объемные  $\Sigma\beta$  в воде контрольных скважин в 2018 г. составили 11 – 112 Бк/м<sup>3</sup> и находились на уровне средних значений 5 предшествующих лет. Все полученные значения значительно ниже норматива по объемной  $\Sigma\beta$  для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [2].

#### ***Продукты питания местного производства***

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в 2019 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01 [3]. Удельная активность  $^{131}\text{I}$  в молоке в 2019 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01 [3].

#### ***Радиационный фон на местности***

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2019 г. среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 0,10 до 0,16 мкЗв/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 0,12 до 0,19 мкЗв/ч. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МАЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,11 – 0,15 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний глобального  $\gamma$ -фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

По данным АСКРО Балаковской АЭС и измерений МАЭД на регламентных маршрутах, значения МАЭД колебались от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч при среднегодовом значении в СЗЗ и ЗН 0,08 мкЗв/ч и контрольном пункте (с. Маянга) – 0,09 мкЗв/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от 0,48 до 0,72 мГр, а в контрольном пункте Маянга значение годовой дозы на местности составляло 0,62 мГр.

По результатам расчетов ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС по методике [4], среднегодовой радиационный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, от  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2000 – 2019 годы составил  $7,8 \cdot 10^{-7}$ ; среднегодовой риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга), –  $2,8 \cdot 10^{-7}$  (табл. 3.1.7).

**Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Балаковской АЭС, при поступлении  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в организм человека различными путями**

Путь облучения	Риск					
	ЗН		КП		Вклад АЭС	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Ингаляция	$1,8 \cdot 10^{-12}$	$4,4 \cdot 10^{-12}$	$9,8 \cdot 10^{-13}$	$8,3 \cdot 10^{-13}$	$8,4 \cdot 10^{-13}$	$3,5 \cdot 10^{-12}$
Продукты питания	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
Внешнее облучение от почвы	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-11}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-12}$
Сумма	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск	$7,8 \cdot 10^{-7}$		$2,8 \cdot 10^{-7}$		$5,1 \cdot 10^{-7}$	

Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой радиационный риск для населения ЗН от  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за указанный период времени составил  $5,1 \cdot 10^{-7}$  и не превышает значения пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ . Преобладающими путями формирования радиационного риска являются внешнее облучение от поверхности почвы и употребление сельскохозяйственной продукции местного производства.

В целом анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что содержание контролируемых радионуклидов в большинстве объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС находится практически на уровне фоновых значений.

### 3.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов

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 водоема-охладителя, и в 3 км к северу от г. Заречный.

В настоящее время на БАЭС эксплуатируются два энергоблока: энергоблок № 3 (вторая очередь) мощностью 600 МВт с реактором на быстрых нейтронах корпусного типа БН-600 с жидкометаллическим теплоносителем (введен в эксплуатацию в апреле 1980 г.) и энергоблок № 4 с реактором БН-800, который введен в промышленную эксплуатацию 31 октября 2016 г. Энергоблоки № 1 и 2 первой очереди с реакторами на тепловых нейтронах типа АМБ остановлены в 1981 и 1989 гг. соответственно и в настоящее время находятся в стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

БАЭС расположена в зоне умеренно холодного, резко континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь – со среднемесячными температурами от  $-16$  до  $-19$  °С. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой от  $+16$  до  $+19$  °С. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс в районе расположения АЭС определяют неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Согласно данным метеостанции, установленной на блоке № 3 на высоте 75 м, преимущественными в районе БАЭС являются ветры от южного до западного направлений. Среднегодовая скорость ветра на высоте 75 м в 2019 г. составляла 3,7 м/с, максимальная скорость – 17,0 м/с в северо-восточном направлении.

В качестве границы СЗЗ (радиусом 3 – 5 км) приняты границы землеотводов под промплощадки всех трех очередей Белоярской АЭС и территория Ольховской болотно-речной системы (Ольховское болото и р. Ольховка) (рис. 3.2.1). ЗН установлена радиусом 13 км, считая от вентиляционной трубы энергоблока № 3, а также поселки 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 поселки Гагарский и Белоярский. Поселок Белоярский – второй по размеру населенный пункт зоны наблюдения: численность населения – 14,8 тыс. человек.

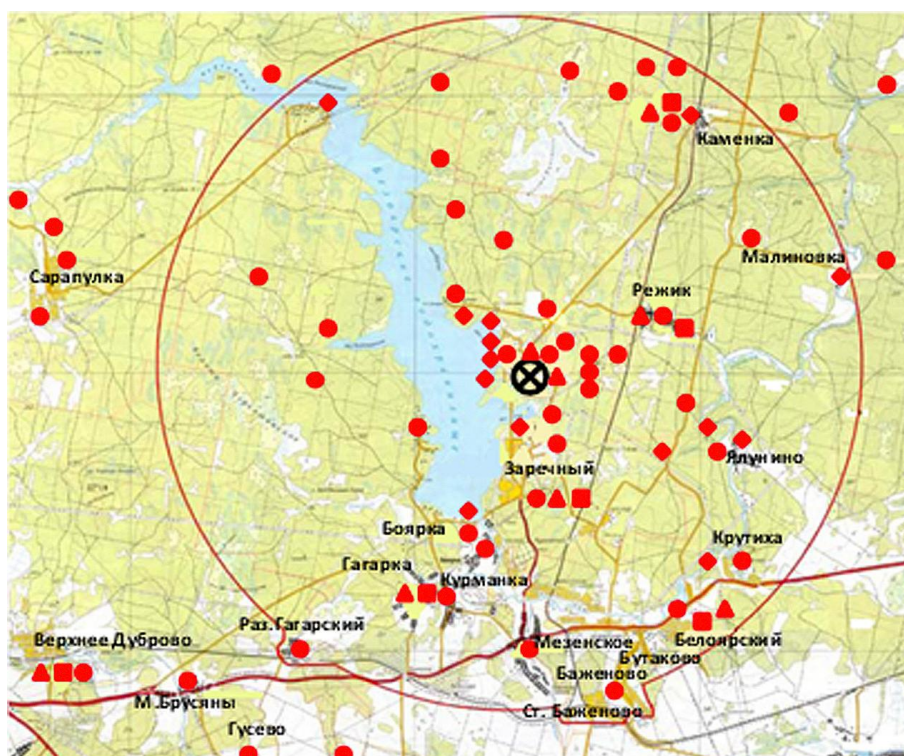


Рис. 3.2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

В г. Заречном расположен АО «Институт реакторных материалов» (ИРМ) – бывший СФ НИКИЭТ. ИРМ – один из научных ядерных центров, располагающий экспериментальной базой для исследований в области реакторного материаловедения, имеет исследовательский реактор бассейнового типа ИВВ-2М мощностью 15 МВт (эксплуатируется с 1966 г.), производит радионуклиды медицинского и промышленного назначения для внутренних и зарубежных поставок. Территории ИРМ и БАЭС примыкают друг к другу.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические 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 2019 г. и для сравнения – в 2018 году.

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
$^3\text{H}$	$1,91 \cdot 10^{14}$	$5,10 \cdot 10^{10}$	-	-
$^{14}\text{C}$	$3,14 \cdot 10^{12}$	$1,02 \cdot 10^9$	-	-
$^{41}\text{Ar}^*$	$5,32 \cdot 10^{14}$	$2,71 \cdot 10^{13}$	-	-
$^{60}\text{Co}^*$	$7,40 \cdot 10^9$	$3,24 \cdot 10^6$	$7,30 \cdot 10^5$	$+2,51 \cdot 10^6$
$^{85\text{m}}\text{Kr}^*$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,45 \cdot 10^{11}$	-	-
$^{87}\text{Kr}^*$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,68 \cdot 10^{12}$	-	-
$^{88}\text{Kr}^*$	$3,36 \cdot 10^{14}$	$3,06 \cdot 10^{12}$	-	-
$^{90}\text{Sr}^*$	$3,88 \cdot 10^7$	$4,19 \cdot 10^3$	-	-
$^{131}\text{I}^*$	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,89 \cdot 10^7$	-	-
$^{134}\text{Cs}^*$	$9,00 \cdot 10^8$	$2,98 \cdot 10^6$	-	-
$^{137}\text{Cs}$	$2,00 \cdot 10^9$	$2,21 \cdot 10^7$	$5,14 \cdot 10^6$	$+1,70 \cdot 10^6$
$^{133}\text{Xe}^*$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,32 \cdot 10^{11}$	-	-
$^{135}\text{Xe}^*$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,07 \cdot 10^{12}$	-	-
СИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,64 \cdot 10^{13}$	$6,99 \cdot 10^{12}$	$+1,94 \cdot 10^{13}$

\*ДВr – Допустимый годовой выброс по радионуклиду.

\*\* Фактический выход радионуклида не зарегистрирован (был менее НПИ), приведено значение расчётного выхода, равного произведению  $\frac{1}{2}$  НПИ приборов контроля на суммарный объем выхода.

По сравнению с предыдущим годом в 2019 г. на Белоярской АЭС значительно увеличилось число контролируемых нуклидов. Из приведенных в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2019 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу  $^{137}\text{Cs}$  увеличились в 4,3 раза по сравнению с 2018 г., а выбросы  $^{60}\text{Co}$  и СИРГ – увеличились в 4,4 и 3,8 раза соответственно. Выбросы составляли от 0,01 до 5,09 % от допустимых выбросов.

По данным [5], выбросы нормируемых радионуклидов, таких как  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  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 приведенные далее данные о радиоактивном загрязнении, обусловленном выбросами радионуклидов, следует рассматривать как результат совместного влияния БАЭС и ИРМ.

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

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

Хозбытовые стоки, очищенные дебалансные воды, воды спецпрачечной и воды душевых санпропускников после радиационного контроля на промплощадке 1-й и 2-й очередей направляются на самостоятельные очистные сооружения и далее сбрасываются в Ольховское болото, которое является отчужденной 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, 2 и 3-й очередей удаляются через системы промлиневой канализации в водоем-охладитель (Белоярское водохранилище).

Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2019 г. не превышали установленных нормативов. В 2019 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял 69 609 м<sup>3</sup> (в 2018 г. – 76 323 м<sup>3</sup>) с суммарной активностью 2,43·10<sup>11</sup> Бк (в 2018 г. – 2,5·10<sup>11</sup> Бк), что не превышает 2,1 % от допустимого сброса для БАЭС. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 3.2.2. Основной вклад в суммарную активность сбросов вносил тритий – 2,43·10<sup>11</sup> 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 2018 г. по сравнению с 2017 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>54</sup> Mn	2,5·10 <sup>10</sup>	2,5·10 <sup>6</sup>	3,1·10 <sup>6</sup>	-0,6·10 <sup>6</sup>
<sup>58</sup> Co	3,7·10 <sup>9</sup>	-	8,7·10 <sup>5</sup>	
<sup>60</sup> Co	9,0·10 <sup>8</sup>	3,8·10 <sup>6</sup>	3,9·10 <sup>6</sup>	-0,1·10 <sup>6</sup>
<sup>90</sup> Sr	9,3·10 <sup>10</sup>	2,6·10 <sup>8</sup>	2,8·10 <sup>8</sup>	-0,2·10 <sup>8</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,7·10 <sup>10</sup>	1,5·10 <sup>8</sup>	1,0·10 <sup>8</sup>	+0,5·10 <sup>8</sup>
<sup>152</sup> Eu+ <sup>154</sup> Eu	1,0·10 <sup>9</sup>	-	4,2·10 <sup>6</sup>	
<sup>3</sup> H	7,7·10 <sup>13</sup>	2,4·10 <sup>11</sup>	2,5·10 <sup>11</sup>	-1,0·10 <sup>10</sup>

Из табл. 3.2.2 видно, что в 2019 г. сбросы радионуклидов немного уменьшились по сравнению с 2018 г. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на два – четыре 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 2019 г. ОРБ БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 3.2.1):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась два раза в месяц одновременно в 6 пунктах постоянного наблюдения с экспозицией 7 суток. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15 с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 производительностью 140 – 500 м<sup>3</sup>/ч;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в 7 пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;
- содержание радионуклидов в почве определялось в 7 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 боло-

те, 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 7 пунктах постоянного наблюдения ежемесячно с помощью переносных дозиметров ДКС-АТ1121 и ДКС-АТ1123 (точки контроля были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;
- накопленная за год доза с помощью термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М (с детекторами ТЛД-500К в корпусах ДПГ-03), установленных на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. Замена дозиметров производится в октябре – ноябре, время экспозиции – 1 год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой  $\gamma$ -спектрометрической установки «Ortec», жидкостного сцинтилляционного счетчика «Guardian», малофоновых установок УМФ-3, УМФ-1500,  $\alpha$ - и  $\beta$ -радиометра УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и  $\gamma$ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределенностью  $\pm (20 - 45) \%$ .

Уральское УГМС в 2019 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)):

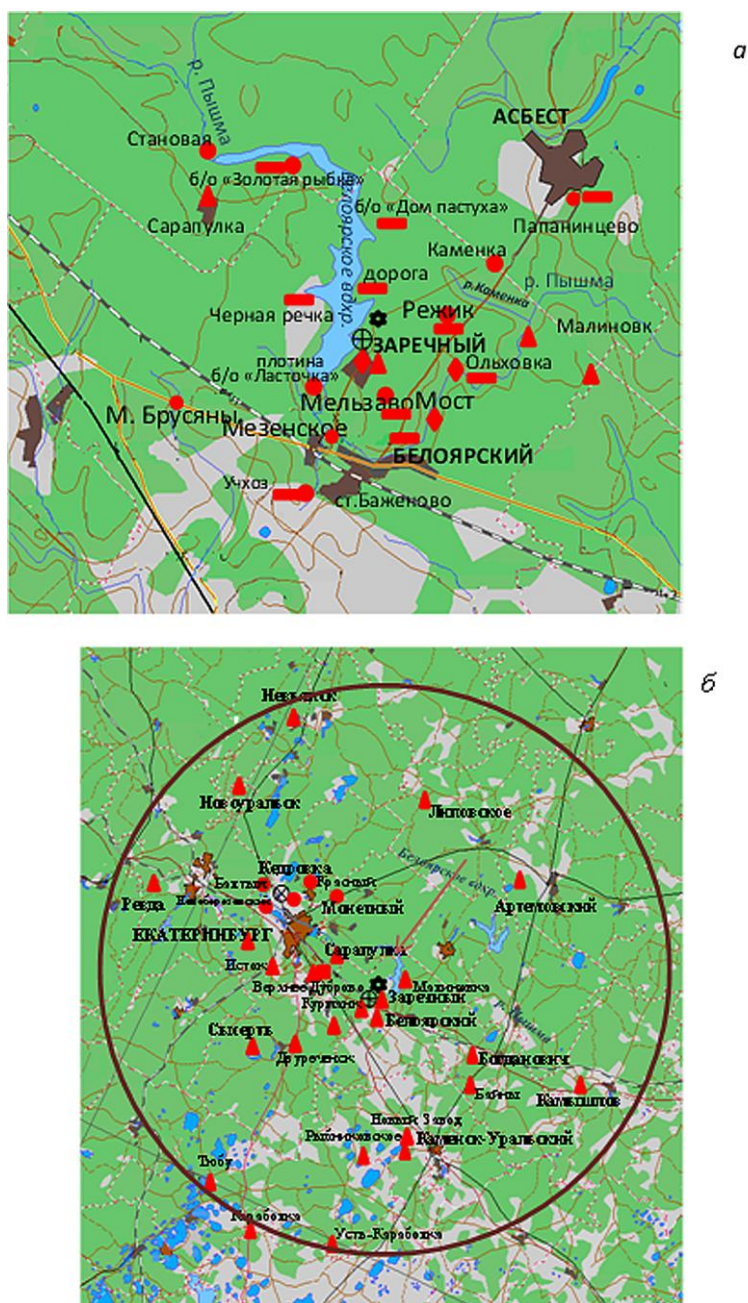


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▬ – отбор проб снега и травы;
- ◆ – отбор проб воды;
- – измерение МАЭД во время проведения маршрутных обследований;
- ⊛ – БАЭС;
- ⊕ – ИРМ.

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое воздуха в п. Верхнее Дуброво путем 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 часа в 100-км зоне в 22 стационарных пунктах, 8 из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на 6 постах в Екатеринбурге, кроме того, в марте и августе в пунктах отбора проб снега и растительности, а также при проведении маршрутных обследований (в апреле и сентябре) в 10 пунктах (10 – 15)-км зоны РОО (база отдыха «Золотая рыбка», база отдыха «Ласточка», Каменка, Малые Брусяны, Мезенское, Мельзавод, Папанинцево, Режик, Становая, Учхоз).

Следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг РОО от 50 до 100 км является частью Восточно-Уральского радиоактивного «стронциевого» следа, образовавшегося в 1957 г. в результате взрыва емкости с РАО на ПО «Маяк» (пп. Камышлов, Богданович, Байны, Каменск-Уральский, Рыбниковское). Поэтому для изучения влияния РОО на загрязнение техногенными радионуклидами окружающей среды более корректно ограничиться 30-км зоной, хотя и в этом случае не исключено влияние ВУРС за счет ветрового переноса радиоактивной пыли с загрязненных территорий.

### ***Приземная атмосфера***

Данные ОРБ БАЭС за 2019 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3.

Таблица 3.2.3

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов  
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС, Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta, \cdot 10^{-5}$		$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
СЗЗ	23,8	15,5	<14	<14
ЗН	18,4	13,3	<16	<16
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	8,5	5,9	<14	<15

Согласно данным табл. 3.2.3 в 2019 г. объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН увеличилась в 1,5 и 1,4 раза соответственно по сравнению с 2018 г., при этом объемная  $\Sigma\beta$  в СЗЗ и ЗН была в 2,8 и 2,2 раза соответственно выше, чем в контрольном пункте В. Дуброво. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте остались на уровне 2018 г. и были на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99/2009 [2] (для  $^{137}\text{Cs}$  – 27 Бк/м<sup>3</sup>).

Объемные активности  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{51}\text{Cr}$  в пунктах наблюдения СЗЗ и ЗН были ниже соответствующих МДА:  $5 \cdot 10^{-6}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-6}$ ;  $3,6 \cdot 10^{-6}$  и  $11,2 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В табл. 3.2.4 приведены среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе п. В. Дуброво, расположенном в 18 км на юго-запад от БАЭС (рис. 3.2.2), по данным Уральского УГМС.

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в п. В. Дуброво в 2019 г. колебалась в пределах от  $9,7 \cdot 10^{-5}$  до  $43,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в п. В. Дуброво в 2019 г. ( $17,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с 2018 г. и в 1,3 раза превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири ( $13,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В 2019 году не было зарегистрировано случаев превышения фонового значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.



**Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы  
п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг РОО)  
(данные Уральского УГМС)**

Месяц	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>137</sup> Cs, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>90</sup> Sr, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Январь	28,9	31,6	2,8	2,4	} 2,3	} 1,3
Февраль	24,2	53,2	2,2	2,1		
Март	14,3	19,4	н	3,5		
Апрель	11,2	14,2	1,8	2,6	} 3,5	} 2,5
Май	15,6	12,8	2,0	1,2		
Июнь	10,6	10,5	3,1	1,9	} 4,4	} 2,3
Июль	12,1	16,9	1,8	7,0		
Август	9,7	13,2	0,7	1,6	} 2,6	} 3,2
Сентябрь	10,5	12,3	2,3	3,8		
Октябрь	12,4	13,8	0,6	н		
Ноябрь	22,2	13,7	1,2	н	} 2,6	} 3,2
Декабрь	43,6	38,3	1,2	н		
Среднее	17,9	20,8	1,6	2,2	3,2	2,3

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г. в воздухе п. В. Дуброво уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с уровнем 2018 г. и составляет  $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (табл. 3.2.4), что в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по Западной Сибири ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в этом пункте увеличилась в 1,4 раза по сравнению с уровнем 2018 г. и составляла  $3,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,7 раза выше средневзвешенного значения по территории Западной Сибири ( $1,87 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

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

По сравнению с 2018 г.  $\Sigma\beta$  выпадений в 30-км зоне немного уменьшилась (до 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), в 100-км зоне осталась без изменений (0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и была на уровне фоновых значений для Уральского региона (0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне 0,6 – 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. было зарегистрировано в августе в г. Белоярский и составило 6,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что в 8,7 раза выше фона по Уральскому региону.

В целом, можно сказать, что среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений как в 30-км, так и в 100-км зоне РОО в течение последних 10 лет существенно не меняются и находятся в пределах от 0,4 до 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

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

Из данных табл. 3.2.6 следует, что средняя величина годовых выпадений <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 30- и 100-км зонах РОО в 2019 г. уменьшились в 3,4 и 2,3 раза соответственно по сравнению с 2018 г., а максимальные годовые выпадения <sup>137</sup>Cs наблюдались в п. Курманка (2,1 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Среднегодовые выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.6) в 2019 г. уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2018 г. и составляли 1,8 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,3 раза ниже фоновых

выпадения для Уральского региона (2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальные выпадения <sup>90</sup>Sr наблюдались в п. Караболка (3,4 Бк/м<sup>2</sup>·год). Средняя величина годовых выпадений <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2019 г. составляла 1,9 Бк/м<sup>2</sup>·год.

Таблица 3.2.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения Σβ выпадений  
в 30- и 100-км зонах вокруг БАЭС, Бк/м<sup>2</sup>·сутки  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30-км зона														
Белоярский	с	0,9	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0	0,8
	м	1,7	3,3	1,6	1,0	1,8	1,6	4,0	6,1	2,7	2,8	3,4	4,5	
Верхнее Дуброво	с	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,6	0,4	0,7	1,1	0,7	0,8
	м	5,7	2,1	2,1	1,8	1,4	1,7	2,7	1,2	1,0	3,8	4,4	1,5	
Двуреченск	с	0,5	0,5	0,5	0,8	1,2	0,6	0,7	0,6	0,5	0,8	0,6	0,6	0,7
	м	1,7	1,3	2,3	2,5	2,3	2,0	3,5	5,0	2,2	3,2	2,9	2,4	
Заречный	с	0,3	0,9	0,4	0,8	0,5	0,8	1,4	0,8	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7
	м	0,8	2,4	2,5	3,9	1,6	2,1	5,6	2,8	1,8	4,0	2,7	3,3	
Исток	с	0,5	0,6	0,9	0,7	0,9	0,4	0,5	1,0	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6
	м	1,4	3,4	2,4	1,5	3,5	1,1	1,8	2,2	1,9	2,6	1,3	2,1	
Курманка	с	0,7	0,8	0,6	1,2	0,5	1,1	0,7	1,0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
	м	2,6	3,1	2,2	4,9	1,3	2,7	2,8	4,0	1,6	1,7	1,4	4,4	
Сарапулка	с	0,9	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5	0,9	1,0	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7
	м	1,9	1,6	1,5	1,1	3,7	1,9	4,6	4,0	3,9	1,8	2,3	1,5	
Ялунина	с	0,5	0,6	0,9	0,7	0,4	0,5	1,1	1,0	0,5	0,8	0,8	0,5	0,7
	м	1,3	1,4	4,1	1,4	1,2	1,9	4,6	3,6	1,3	3,5	3,4	1,4	
Среднее:	2019 г.	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>
	2018г.	0,9	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,6	0,5	0,8	0,7	0,7	
100-км зона														
Артемовский	с	0,3	0,7	1,0	0,4	0,7	0,5	0,8	1,0	0,8	1,1	0,8	0,7	0,7
	м	0,8	1,6	2,4	1,3	1,9	1,4	2,6	3,0	3,5	3,3	2,2	2,9	
Байны	с	0,3	0,7	0,8	1,1	0,6	0,6	0,7	0,5	0,3	0,5	0,7	0,5	0,6
	м	0,6	1,3	1,6	3,5	2,9	1,8	2,2	1,5	1,7	1,2	1,3	1,4	
Богданович	с	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6	0,5	0,7	0,5	0,4	0,6	0,6
	м	3,0	1,3	3,2	1,3	2,8	1,1	3,1	2,7	2,4	2,0	1,4	3,5	
Екатеринбург	с	0,7	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6
	м	3,0	3,5	1,4	1,7	4,1	1,9	3,0	1,7	1,6	1,6	1,5	1,9	
Каменск-Уральский	с	0,4	0,5	0,4	0,5	0,8	0,6	0,5	0,7	1,0	0,7	0,7	0,5	0,6
	м	1,2	1,3	2,2	1,4	3,7	1,8	2,3	2,9	4,4	1,6	1,6	1,8	
Камышлов	с	0,4	0,9	0,4	0,9	0,6	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,6	1,0	0,7
	м	0,9	2,5	2,9	3,6	1,9	1,7	2,6	4,3	2,4	1,5	1,6	3,2	
Караболка	с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9	0,8	0,6	0,6	0,7
	м	1,2	1,1	1,7	1,3	1,5	1,9	1,7	5,5	2,4	1,9	1,8	1,6	
Липовское	с	0,4	0,7	0,7	0,9	0,7	0,5	0,9	1,2	0,9	1,0	0,7	0,7	0,8
	м	1,1	2,9	3,7	4,6	3,2	2,9	3,5	3,9	3,4	2,5	1,4	1,9	
Невьянск	с	0,6	0,6	0,9	0,7	0,7	0,5	0,9	0,9	0,5	1,0	1,0	0,3	0,7
	м	2,2	2,8	3,1	2,4	2,6	1,5	4,1	3,1	1,6	3,3	2,5	1,4	
Новоуральск	с	0,7	1,0	0,6	0,8	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	0,5	0,8	0,3	0,7
	м	2,3	2,3	2,4	2,1	2,0	2,7	2,3	4,2	3,4	1,5	3,2	1,3	
Ревда	с	0,5	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,6	1,0	0,7	0,9	0,9	0,6	0,7
	м	1,9	1,4	1,9	4,0	1,7	3,5	3,2	5,0	1,8	4,5	3,7	3,8	
Рыбниковское	с	0,5	0,3	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	1,0	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7
	м	3,7	0,7	2,3	3,8	2,0	2,3	3,7	5,9	1,9	1,6	5,0	3,2	
Сысерть	с	0,7	0,4	0,7	0,8	0,9	0,5	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	0,8	0,7
	м	1,6	0,8	3,3	2,0	5,1	1,6	3,7	2,5	3,1	1,6	1,5	2,7	
Тюбук	с	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7
	м	1,2	1,3	1,9	1,2	2,3	1,3	2,9	3,9	1,7	3,1	1,4	1,1	
Среднее:	2019 г.	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>
	2018 г.	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	
Фон для Уральского региона:	2019 г.	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>
	2018 г.	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	

Таблица 3.2.6

**Выпадения из атмосферы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$   
в 30- и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·год  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	$^{137}\text{Cs}$ , Бк/м <sup>2</sup> ·год	$^{90}\text{Sr}$ , Бк/м <sup>2</sup> ·год
30-км зона		
Белоярский	0,8	2,1
Верхнее Дуброво	0,9	1,7
Двуреченск	1,2	1,9
Заречный	0,5	1,3
Исток	0,7	2,5
Курманка	2,1	1,2
Ялунина	0,4	2,0
Сарапулка	0,9	1,4
Среднее: <b>2019 г.</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>
2018 г.	3,1	2,1
100-км зона		
Байны	1,6	2,0
Богданович	1,2	1,7
Каменск-Уральский	1,0	2,1
Камышлов	1,1	2,2
Караболка	0,4	3,4
Новоуральск	0,3	1,3
Рыбниковское	1,1	2,5
Тюбук	1,0	1,5
Среднее: <b>2019 г.</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>
2018 г.	2,3	2,1
Фон для Уральского региона: <b>2019 г.</b>	<b>0,9</b>	<b>2,3</b>
2018 г.	0,7	1,9

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ БАЭС в 2019 г. по данным ОРБ БАЭС были < 0,010 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, а выпадения  $\Sigma\beta$  составляли 0,20 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В ЗН выпадения  $^{137}\text{Cs}$  были < 0,009 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, выпадения  $\Sigma\beta$  составляли 0,17 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Сравнение этих данных с данными 2018 г. показывает, что годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  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 2019 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве СЗЗ БАЭС увеличилось в 1,3 раза, в почве ЗН БАЭС увеличилось в 1,2 раза, в почве контрольного пункта уменьшилось в 1,3 раза по сравнению с 2018 г., содержание  $\Sigma\beta$  в почве СЗЗ БАЭС увеличилось в 1,1 раза, в почве ЗН БАЭС уменьшилось в 1,1 раза, в почве контрольного пункта – изменилось незначительно.

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 2019 г. максимальная удельная  $\Sigma\beta$  в растительности наблюдалась в п. Учхоз (1003,2 Бк/кг в.-с.), а  $^{137}\text{Cs}$  – в п. Папанинцев (7,378 Бк/кг в.-с.). В остальных точках отбора содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности было в интервале 0,105 – 3,696 Бк/кг в.-с.

В 2019 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах.  $\Sigma\beta$  активность снега изменялась в диапазоне от 0,28 до 5,23 Бк/м<sup>2</sup>. Плотность загрязнения снега  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. находилась в

пределах 0,017 – 0,149 Бк/м<sup>2</sup>. Максимальное значение плотности загрязнения снега <sup>137</sup>Cs наблюдалось в п. Мост (пересечение тракта с р. Пышмой).

Таблица 3.2.7

**Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м<sup>2</sup>  
(данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора пробы	Σβ			<sup>137</sup> Cs		
	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	18,0	17,0	16,3	1,13	0,90	0,99
ЗН БАЭС	20,5	22,1	19,5	1,04	0,88	0,85
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	15,8	16,0	15,2	0,74	0,98	0,84

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 <sup>2</sup>				Удельная активность в растительности, Бк/кг в.-с.			
	Σβ		<sup>137</sup> Cs		Σβ		<sup>137</sup> Cs	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	0,71	0,40	0,096	0,003	680,3	495,0	0,436	0,084
«Дом пастуха»	5,23	5,00	0,075	0,029	447,5	639,5	0,306	0,029
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	0,93	0,86	0,053	0,006	893,2	609,3	3,696	0,030
Мельзавод	2,36	1,41	0,061	0,002	572,7	668,0	0,105	0,058
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	1,21	1,50	0,149	0,10	923,6	917,6	1,466	0,219
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	0,28	0,32	0,046	0,029	496,7	934,2	1,148	0,276
Папанинцево	4,61	7,21	0,119	0,006	696,4	520,9	7,378	0,024
Режик	1,98	2,50	0,076	0,093	906,6	578,6	0,209	0,345
Учхоз	3,78	4,78	0,059	0,002	1003,2	561,7	1,461	0,021
Черная Речка	0,29	0,26	0,017	0,021	867,0	509,0	2,721	0,130

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

**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. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в питьевой воде в 2019 г. составила <20 мБк/кг, трития – 11 Бк/кг, что значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для <sup>137</sup>Cs – 11 Бк/л, для трития – 7 600 Бк/л) [2]. Объемная Σβ в питьевой воде в 2019 г. составила 0,04 Бк/кг, что находится немного ниже среднего значения за последние пять лет и значительно ниже контрольной величины 1 Бк/л по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

Мониторинг содержания радионуклидов в водах Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2019 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС и Уральским УГМС. Данные мониторинга приведены в табл. 3.2.9 и 3.2.10.

Согласно данным, представленным в табл. 3.2.9, в 2019 г. содержание <sup>90</sup>Sr в воде р. Ольховка уменьшилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом. Максимальная объемная активность <sup>90</sup>Sr, как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 58 Бк/м<sup>3</sup>, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] (4,9 Бк/л), но в 13,8 раза выше фонового уровня содержания <sup>90</sup>Sr в реках АТР (4,2 Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.2.9

**Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах в районе БАЭС, Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского УГМС)**

Пункты отбора проб	$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	14	14	7	9
р. Ольховка	58	77	24	26
р. Пышма (ниже впадения р. Ольховки)	14	23	7	7
р. Кама, с. Тюлькино	8	12	9	6
р. Вишера, с. Рябинино	9	11	5	6
р. Колва, г. Чердынь	14	11	5	10

Таблица 3.2.10

**Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^3\text{H}$  и  $\Sigma\beta$  в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$ , Бк/л			$^{137}\text{Cs}$ , мБк/л			$^3\text{H}$ , Бк/л		
	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет	2019 г.	2018 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,14	0,12	0,15	< 20	< 20	< 20	23,2	21,0	20,9
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,14	0,14	0,15	< 20	< 20	< 20	19,8	19,0	22,4
р. Пышма в 1 км ниже сброса	0,13	0,14	0,15	< 20	< 20	< 20	19,5	12,5	16,9
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,15	0,14	0,15	< 20	< 20	< 20	13,0	14,0	15,5
р. Пышма до водозабора	0,15	0,15	0,15	< 20	< 20	< 20	31,0	26,7	25,9

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.9) в 2019 г. в 100-км зоне уменьшилась по сравнению с предыдущим годом. Максимальное значение также наблюдалось в р. Ольховке и составляло 24 Бк/м<sup>3</sup>. В указанных пунктах объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [2].

Объемная  $\Sigma\beta$  воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 3.2.10) в 2019 г. незначительно изменилась по сравнению с предыдущим годом, изменяясь в диапазоне 0,13 – 0,15 Бк/л, что намного ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]. Наибольшая объемная  $\Sigma\beta$  воды в 2019 г. наблюдалась в р. Пышма до водозабора и контрольной точке – верховье Белоярского водохранилища.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 3.2.10) в 2019 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 13,0 – 23,2 Бк/л в Белоярском водохранилище и 19,5 – 31,0 Бк/л в р. Пышме, что в 8 – 19 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (1,62 Бк/л), но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [2].

На содержание трития в Белоярском водохранилище оказывает влияние как БАЭС, так и ИРМ, так как стоки ИРМ и БАЭС соединяются в общий канал. Однако на преимущественный вклад АЭС в загрязнение водоема тритием указывает динамика изменений объемной активности трития в зависимости от функционирования энергоблоков БАЭС. Так в период совместной работы энергоблоков № 1 и 2 БАЭС (до 1981 г.) объемная активность трития в водоеме на разных расстояниях от места сброса составляла 40 – 75 Бк/л [6]. После остановки энергоблока № 1 в период с 1981 по 1989 г. при совместной работе блоков № 2 и 3 средний показатель объемной активности трития составил 35 – 55 Бк/л. В последующее время, когда работал только энергоблок № 3, объемная активность трития в воде снизилась в 2 раза (16 – 22 Бк/л).

В 2019 г. ОРБ БАЭС проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе БАЭС. Пробы отбирались на глубоких местах дночерпателем, затем высушивались и озолялись. Для исследования распределения активности радионуклидов по глубине донных отложений в Ольховском болоте проводился послойный отбор проб донных отложений с использованием специального пробоотборного устройства. Результаты измерений приведены в табл. 3.2.11.

Таблица 3.2.11

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

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	1490	1615	733	939	14,7	15,6
Белоярское вдхр. (заборный канал)	493	545	6,3	7,2	< 4,9	< 5,0
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	536	625	8,1	8,5	< 4,4	< 5,1
Залив Худыш	417	455	10	18	< 5,2	< 4,5
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	284	292	5,9	7,9	< 4,2	< 5,2
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	363	417	30	34	< 4,0	< 4,4
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	725	754	338	403	< 4,2	< 4,4
Середина канала*	693	798	55	58	< 6,7	< 6,2
Ольховское болото:						
начало*	1732	1122	1959	1517	9,7	8,4
середина*	2610	2493	1654	1202	9,0	8,7
конец*	2508	2248	2269	2205	9,2	10,7
р. Ольховка	839	964	772	812	4,5	4,8
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	542	613	40	34	< 3,9	< 4,0

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

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения РОО основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалось в месте сброса промливневой канализации (ПЛК), в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2019 г. удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,733 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,7 – 2,3 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,77 и 0,34 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях обследованных экосистем на два порядка ниже содержания  $^{137}\text{Cs}$ . Наибольшее содержание  $^{60}\text{Co}$  в пробах ила наблюдается там же, где и  $^{137}\text{Cs}$ : в Ольховском болоте (9,0 – 9,7 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (4,5 Бк/кг сырого веса), в точке сброса ПЛК (14,7 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни  $\Sigma\beta$  донных отложений, достигающие в середине Ольховского болота 2,6 кБк/кг сырого веса.

Мониторинг загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется посредством ежеквартального отбора и анализа проб воды из контрольных скважин, расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), хранилища сухих слабоактивных и высокоактивных отходов (ХСО) и др.). Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  6,4 – 84,2 Бк/л, превышающие УВ (4,9 Бк/л [2]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в большинстве этих скважин в 2019 г. по сравнению с предыдущим годом немного увеличилась. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  16,7 – 299 Бк/л,

превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Загрязнение подземных вод  $^{137}\text{Cs}$  в данных скважинах осталось примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объемные активности  $^{60}\text{Co}$ , превышающие УВ (40 Бк/л), зарегистрированы не были. Самое высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$  (в 27 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1;  $^{90}\text{Sr}$  (в 17 раз превышающее УВ) – в 2019 г. наблюдалось в скважине П-3. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО, ХСО и СВО.

В 2019 г., как и в предыдущие годы, ОРБ БАЭС и ЦГ и Э № 32 ФМБА России определялась удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства. Пробы овощей и фруктов весом по 3 кг каждая отбирались перед уборкой урожая из коллективных садов г. Заречного. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений (табл. 3.2.12) видно, что в 2019 г. удельная  $\Sigma\beta$  в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод незначительно изменилась по сравнению с 2018 г. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  немного увеличилась в корнеплодах, грибах и ягодах, а в молоке и рыбе заметно уменьшилась. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01[3]. Сравнительно высокая  $\Sigma\beta$  продуктов питания местного производства и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего  $\beta$ -излучения  $^{40}\text{K}$  природного происхождения.

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. Заречного и ОРБ БАЭС)**

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Пшеница*		-	< 2,0	< 2,0
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>70</b>	
Овощи	70	63	0,08	0,09
Корнеплоды	74	74	0,12	0,11
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>120</b>	
Молоко	49	49	0,15	0,11
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>100</b>	
Ягоды	39	64	0,069	< 0,059
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>160</b>	
Грибы	125	65	3,06	2,11
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>500</b>	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	61	89	0,39	1,16
<b>Допустимая уд. акт.</b>		<b>-</b>	<b>130</b>	

Примечания: \* – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;  
 - – измерения не проводились;  
 - – нет нормативного уровня.

Среднегодовые значения МАЭД на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30- и 100-км зонах вокруг РОО по данным Уральского УГМС в 2019 г. колебались в пределах 0,09 – 0,13 мкЗв/ч. Усредненные по зоне наблюдения значения МАЭД (0,11 мкЗв/ч) соответствовали  $\gamma$ -фону Уральского региона.

По данным АСКРО БАЭС, МАЭД в 2019 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 0,05 – 0,12 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06 – 0,10 мкЗв/ч. При регламентных маршрутных обследованиях МАЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляла 0,075 – 0,09 мкЗв/ч.

Поглощенная доза внешнего  $\gamma$ -облучения, измеряемая в 40-км зоне БАЭС, в 2019 г. в среднем в СЗЗ БАЭС составила 0,61 мЗв, изменяясь в диапазоне 0,49 – 0,72 мЗв; в ЗН – 0,61 мЗв с диапазоном изменения 0,55 – 0,66 мЗв.

Для населения, проживающего в ЗН Белоярской АЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.2.13).

Таблица 3.2.13

**Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от техногенных радионуклидов для населения, проживающего в ЗН Белоярской АЭС, за период 2000 – 2019 гг.**

Пути поступления	Радионуклид			Суммарный риск
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^3\text{H}$	
Ингаляция	$4,0 \cdot 10^{-11}$	$2,7 \cdot 10^{-10}$	-	$3,1 \cdot 10^{-10}$
Потребление воды	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$9,0 \cdot 10^{-8}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Потребление продуктов питания*	$3,8 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,8 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$1,0 \cdot 10^{-7}$	-	-	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Сумма	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$9,0 \cdot 10^{-8}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-7}$

Примечания: \* – модельные оценки;  
 - – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН БАЭС, за период 2000 – 2019 гг. составил около  $2,6 \cdot 10^{-7}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС в 2019 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.

### 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 введен в промышленную эксплуатацию 12 января 1974 г. 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 размещаются 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 течет с востока на запад и впадает в р. Большой Кепервеем (наиболее крупный приток р. Малый Анюй) ниже места расположения города. Общая



длина ручья составляет 26 км, площадь – 94,2 км<sup>2</sup>. Размер СЗЗ вокруг АЭС составляет 0,5 км, зоны наблюдения (ЗН) – 5 км.

В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино (численность населения составляет 5,5 тыс. человек). Водоснабжение БиАЭС и г. Билибино осуществляется из проточного водохранилища, построенного на ручье Большой Поннеурген на 3,2 км выше по течению от БиАЭС. Средняя скорость осадконакопления в водохранилище 2 мм/год.

Климат района определяется как «очень холодный». Продолжительность зимнего периода – 7 – 8 месяцев. Среднегодовая температура – -10,3 °С. Средняя температура января – -33 °С. Абсолютный минимум – -54,1 °С. Продолжительность безморозного периода – 62 дня. Средняя температура июля – +13,6 °С. Абсолютный максимум – +33,4 °С. Климат района размещения БиАЭС имеет муссонный характер, по ветровому режиму близок к континентальному типу. Количество штилей за год составляет 59,2 %. Годовая скорость ветра составляет 2 – 3 м/с, а максимальная не превышает 20 м/с. Господствующие северные ветра в долине р. Большой Кепервеем не позволяют выносить массы воздуха со стороны БиАЭС непосредственно на г. Билибино.

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через две вентиляционные трубы 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 2018 – 2019 гг. представлены в табл. 3.3.1. Из таблицы видно, что в 2019 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ (в основном <sup>41</sup>Ar), выбросы которых составляли 32,7 % от допустимого выброса за год. Величина выброса ИРГ снизилась по сравнению с 2018 г. в 1,1 раза. Значение выброса регистрируемого <sup>60</sup>Co выросло в 1,05 раза и составило 0,33 % от ДВ. Содержание <sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs и <sup>134</sup>Cs в выбросах Билибинской АЭС менее МДА измерительной аппаратуры учитывается расчетным методом (1/2МДА·V (объем выброса по каждому нормируемому радионуклиду). Выброс трития в 2019 г. составил 2,6·10<sup>-4</sup> % от допустимого.

Таблица 3.3.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк**

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	1,99·10 <sup>14</sup>	5,23·10 <sup>8</sup>	-	-
<sup>60</sup> Co	7,40·10 <sup>9</sup>	2,44·10 <sup>7</sup>	2,33·10 <sup>7</sup>	+ 1,1·10 <sup>6</sup>
<sup>131</sup> I	1,80·10 <sup>10</sup>	≤ 1,64·10 <sup>8</sup>	≤ 1,57·10 <sup>8</sup>	+ 7,0·10 <sup>6</sup>
<sup>134</sup> Cs	9,00·10 <sup>8</sup>	≤ 2,18·10 <sup>4</sup>	≤ 2,17·10 <sup>4</sup>	+ 1,0·10 <sup>2</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,00·10 <sup>9</sup>	≤ 2,18·10 <sup>4</sup>	≤ 2,17·10 <sup>4</sup>	+ 1,0·10 <sup>2</sup>
Сумма ИРГ	1,24·10 <sup>15</sup>	4,06·10 <sup>14</sup>	4,63·10 <sup>14</sup>	- 5,7·10 <sup>13</sup>

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.

В 2019 г. на БиАЭС было отведено 290 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2019 и 2018 годах приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2019 г. на БиАЭС не было. Выросшие в 2,3 раза по сравнению с 2018 г. сбросы <sup>60</sup>Со на три порядка ниже ДС. Значение сброса <sup>3</sup>Н в 2019 г. уменьшилось и составило 0,42 % от ДС. Содержание остальных контролируемых радионуклидов в сбросах было менее МДА, представленные в табл. 3.3.2 значения получены расчётным путём.

Таблица 3.3.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> Н	1,35·10 <sup>13</sup>	5,71·10 <sup>10</sup>	8,56·10 <sup>10</sup>	-2,85·10 <sup>10</sup>
<sup>54</sup> Mn	2,90·10 <sup>9</sup>	1,07·10 <sup>7</sup>	≤ 1,15·10 <sup>4</sup>	+1,07·10 <sup>7</sup>
<sup>59</sup> Fe	3,90·10 <sup>10</sup>	≤ 9,71·10 <sup>4</sup>	≤ 7,32·10 <sup>3</sup>	+8,98·10 <sup>4</sup>
<sup>60</sup> Co	1,67·10 <sup>10</sup>	8,70·10 <sup>7</sup>	3,81·10 <sup>7</sup>	+4,89·10 <sup>7</sup>
<sup>65</sup> Zn	2,37·10 <sup>10</sup>	≤ 1,7·10 <sup>4</sup>	≤ 1,84·10 <sup>4</sup>	-1,40·10 <sup>3</sup>
<sup>103</sup> Ru	3,72·10 <sup>10</sup>	≤ 4,15·10 <sup>3</sup>	≤ 4,61·10 <sup>3</sup>	-4,60·10 <sup>2</sup>
<sup>134</sup> Cs	6,47·10 <sup>9</sup>	≤ 1,41·10 <sup>4</sup>	≤ 8,27·10 <sup>4</sup>	-6,86·10 <sup>4</sup>
<sup>137</sup> Cs	9,92·10 <sup>9</sup>	≤ 1,17·10 <sup>4</sup>	≤ 1,29·10 <sup>4</sup>	-1,20·10 <sup>3</sup>
<sup>141</sup> Ce	7,17·10 <sup>10</sup>	≤ 3,30·10 <sup>4</sup>	≤ 3,59·10 <sup>4</sup>	-2,90·10 <sup>3</sup>

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в радиусе до 22 км от БиАЭС осуществляет группа внешней дозиметрии, входящая в состав лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности БиАЭС. В течение года группа внешней дозиметрии проводит регулярный мониторинг радиационной обстановки на промплощадке, в СЗЗ и ЗН.

Район радиационного мониторинга объектов окружающей среды вокруг БиАЭС условно разделен на три пояса наблюдений: 1-й – от АЭС до границы СЗЗ радиусом 0,5 км; 2-й – от 0,5 до 3 км; 3-й – от 3 до 5 км. Кроме того, район разделен на четыре сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии до 5 км от АЭС.

Размещение пунктов постоянного наблюдения в поясах и секторах зоны БиАЭС приурочено к существующему расположению значимых объектов народного хозяйства и учитывает господствующее направление ветров в районе АЭС и г. Билибино.

В 2019 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ, ЗН и г. Билибино. Для отбора проб воздуха на БиАЭС используются стационарные аспирационные установки с электровентилятором типа 12ЦС-34 производительностью 1000 – 1400 м<sup>3</sup>/ч. Площадь фильтрующей поверхности составляет 0,35 м<sup>2</sup>;

- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения, объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов, удельная активности источников питьевой воды;

- удельная активность радионуклидов в почве, донных отложениях и растительности;
- мощность дозы  $\gamma$ -излучения на местности и годовая поглощенная доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторный  $\gamma$ -спектрометрический комплекс фирмы «Ortec» и радиохимические методы анализа  $\beta$ -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС. В 2019 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 (см. рис. 3.3.1) велись наблюдения за МАЭД.

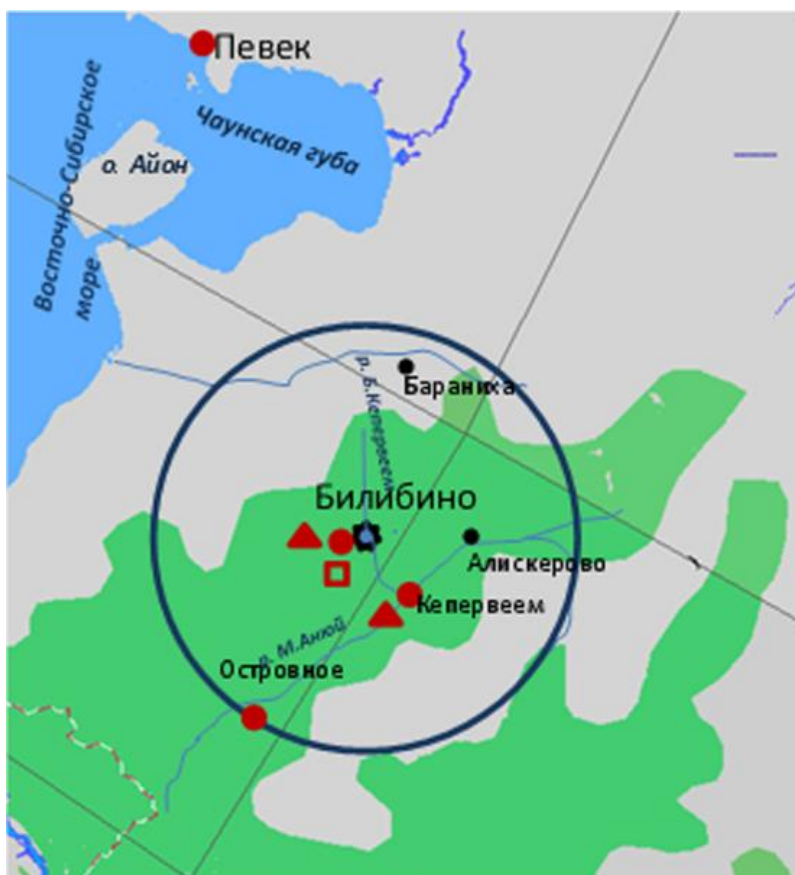


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

- ⚙ – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения.

### *Приземная атмосфера*

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2019 г., по данным ЛООС БиАЭС, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС,  $10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛООС БиАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ	
	2019 г.	2018 г.
<sup>60</sup> Со	32,0	36,0
<sup>54</sup> Мп	≤1,0	≤1,0
<sup>134</sup> Сs	≤1,0	≤1,0
<sup>137</sup> Сs	≤1,0	≤1,0
<sup>51</sup> Cr	≤1,0	≤1,0
Σβ	-	-

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2019 г., как и в предыдущем, в СЗЗ в приземном слое атмосферы регистрировался <sup>60</sup>Со, отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность <sup>60</sup>Со в приземном слое атмосферы СЗЗ уменьшилась в 1,1 раза, по абсолютной величине осталась на шесть порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ( $DOA_{\text{НАС}} = 11 \text{ Бк/м}^3$  по НРБ-99/2009) [2]. Объемные активности <sup>137</sup>Сs в приземном слое атмосферы СЗЗ в 2019 г. были ниже минимально детектируемой активности. Данные по содержанию радионуклидов в приземном слое атмосферы ЗН и КП за 2018, 2019 гг. отсутствуют.

Значения Σβ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4.

Таблица 3.3.4

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Чукотского УГМС)**

Пункт наблюдений	Месяц												Год 2019	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Билибино	с	0,25	0,25	0,24	0,2	0,28	0,35	0,26	0,29	0,27	0,26	0,3	-	0,27
	м	0,34	0,56	0,37	0,29	0,42	0,61	0,48	0,48	0,56	0,41	0,5	-	0,61
Кепервеем	с	0,17	0,25	0,26	0,22	0,32	0,31	0,28	0,35	0,31	0,28	0,27	0,26	0,27
	м	0,34	0,39	0,6	0,31	0,56	0,48	0,42	0,53	0,44	0,38	0,42	0,34	0,60

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения Σβ выпадений в г. Билибино и г. Кепервеем составляли 0,27 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,17 до 0,35 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения Σβ выпадений наблюдались в июне в г. Билибино (0,61 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и в марте в г. Кепервеем (0,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). В среднем Σβ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2019 г. была ниже среднего значения Σβ выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2019 г. (0,81 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

По данным ЛООС БиАЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2019 г. регистрировался только <sup>60</sup>Со:  $4,2 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки в СЗЗ и  $3,1 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки в ЗН. 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 водоемов в 2019 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2018 год. Как видно из табл. 3.3.5, содержание <sup>60</sup>Со и <sup>137</sup>Сs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2019 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

В 2019 г. в воде контролируемых водных объектов содержание  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  было также ниже пределов обнаружения.

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (табл. 3.3.5). В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался  $^{60}\text{Co}$ , удельная активность которого в 2019 г. в 1,3 раза больше по сравнению с 2018 г. и на три порядка ниже минимально значимой удельной активности для  $^{60}\text{Co}$ , равной  $1 \cdot 10^4$  Бк/кг по НРБ-99/2009 [2] и ОСПОРБ-99 [7]. Накопление  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (5 Бк/кг в.-с.).

### ***Почва, растительность***

Пробы почвы отбирались ЛООС БиАЭС методом конверта на контрольных участках. Для отбора проб почвы выбирались горизонтальные целинные участки, расположенные вне поймы реки, на которых поверхностный слой почвы не подвергался эрозии и на 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  $100 \text{ см}^2$  глубиной 5 см. Из трех индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. Пробы почвы отбирались на расстояниях от 0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях и на расстоянии 5 км в южном направлении (контрольная точка) (табл. 3.3.5). Во всех пробах почвы в 2019 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  было ниже МДА.

Таблица 3.3.5

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

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
		2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
<b>Вода, мБк/л</b>					
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 водоем	10,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
<b>Донные отложения, Бк/кг в.-с.</b>					
Водохранилище	3,2	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	≤ 5	≤ 5	70,24	54,9
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
<b>Почва, Бк/м<sup>2</sup></b>					
СЗЗ	0,3	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
СЗЗ	0,5	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
ЗН	3,2	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
ЗН	3,8	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
Контрольная точка	5,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0	≤ 10,0
<b>Ягода (голубика), Бк/кг сырой вес</b>					
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	-	-

Примечание: - – измерения не проводились.

В 2019 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах во всех точках отбора было ниже МДА. Данные по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в траве и грибах за 2018, 2019 гг. отсутствуют.

#### ***Радиационный фон на местности***

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МАЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2019 г. изменялись от 0,11 до 0,14 мкЗв/ч, максимальные значения МАЭД не превышали 0,17 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона.

Контроль МАЭД на местности на БиАЭС проводился в 2019 г. при маршрутных обследованиях, а также на стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС БиАЭС, среднегодовая МАЭД в СЗЗ и ЗН равнялась 0,12 мкЗв/ч (данные АСКРО), в контрольной точке (5 км от АЭС) – 0,13 мкЗв/ч (данные регламентных маршрутов). Максимальные измеренные значения МАЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,15 и 0,13 мкЗв/ч соответственно (данные АСКРО), в контрольной точке – 0,15 мкЗв/ч (данные регламентных маршрутов).

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в СЗЗ и ЗН АЭС, варьировали от 0,55 до 0,69 мГр, а в контрольном пункте (3 – 6 км от АЭС) – от 0,53 до 0,59 мГр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и ЛООС БиАЭС, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в повышенном содержании  $^{60}\text{Co}$  в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС. Однако наблюдаемые активности радионуклида существенно ниже установленных нормативов.

### **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. Твери и в 3 – 3,5 км к северу от г. Удомля, в котором проживают 27,6 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, градирни и части территории стройплощадки. ЗН установлена радиусом 11 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб энергоблоков № 1, 2, 3 и 4. В ЗН размещаются около 52 населенных пунктов и г. Удомля.

В 2019 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 включен в сеть энергоблок № 2. Энергоблок № 3 введен в эксплуатацию в 2004 г., в 2011 г. состоялся пуск энергоблока № 4.

Гидрографическая сеть района КЛНАЭС развита хорошо благодаря равнинному рельефу. Наиболее крупные озера – Удомля, Песьво, Наволок, Кезадра и Кубыча. Озера Удомля и Песьво, соединенные естественной протокой, используются в качестве водоемов-охладителей АЭС. Регули-

рование стока и горизонта озер Песьво и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на р. Съежа, вытекающей из оз. Удомля.

Региональный климат в районе расположения КЛНАЭС в 2019 г. характеризовался достаточно тёплой зимой. Снежный покров установился с 14 ноября 2018 г. и залегал до середины марта 2019 года. Весна ранняя, тёплая, лето холодное, осень теплая. Среднегодовая температура воздуха составляла +6,5 °С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 80 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 814 мм. В течение года преобладали ветры юго-западного, западного и южного направлений.

Обращение с радиоактивными отходами на КЛНАЭС подробно описано в [8].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через четыре вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдвухи и воздух из помещений блоков № 1, 2. Во вторую трубу поступает воздух из помещений спецкорпуса и здания переработки ТРО. В третью и четвертую – из помещений реакторных отделений блоков № 3, 4. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку с целью снижения активности аэрозолей, йода и ИРГ. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки до 99,9 %.

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КЛНАЭС в 2019 г. и для сравнения в 2018 г. приведены в табл. 3.4.1.

Таблица 3.4.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КЛНАЭС, Бк/год**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	4,23·10 <sup>14</sup>	5,07·10 <sup>12</sup>	-	-
<sup>14</sup> C	5,9·10 <sup>12</sup>	1,70·10 <sup>10</sup>	-	-
<sup>131</sup> I	1,80·10 <sup>10</sup>	4,16·10 <sup>8</sup>	2,20·10 <sup>8</sup>	+ 1,96·10 <sup>8</sup>
<sup>54</sup> Mn	3,10·10 <sup>11</sup>	5,27·10 <sup>6</sup>	-	-
<sup>60</sup> Co	7,40·10 <sup>9</sup>	1,41·10 <sup>7</sup>	3,31·10 <sup>6</sup>	+ 1,08·10 <sup>7</sup>
<sup>134</sup> Cs	9,00·10 <sup>8</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	6,03·10 <sup>5</sup>	+ 1,27·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,00·10 <sup>9</sup>	2,25·10 <sup>7</sup>	8,65·10 <sup>6</sup>	+ 1,39·10 <sup>7</sup>
ИРГ	1,98·10 <sup>15</sup>	1,12·10 <sup>12</sup>	5,29·10 <sup>13</sup>	-5,18·10 <sup>13</sup>

Примечания: - – нет данных;

значения выбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса).

Из табл. 3.4.1 видно, что в 2019 г. выросли годовые выбросы <sup>131</sup>I, <sup>60</sup>Co, <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs, но их величины не превышали установленных нормативов и составляли 0,04–2,3 % от допустимых выбросов. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ (0,06 % от ДВ), выбросы которых уменьшились в 47 раз и <sup>3</sup>H (1,2 % от ДВ). До 2019 г. <sup>3</sup>H и <sup>14</sup>C в выбросах не нормировались, в 2019 г. их выбросы составляли, соответственно, 1,2 % и 0,29 % от допустимых.

Часть сточных вод, включая дебалансные воды, после соответствующей подготовки закачивается для захоронения в подземный водоносный горизонт на полигоне глубинного захоронения производственных сточных вод, введенного в эксплуатацию в 2007 г. Удалению в поверхностные водоемы в 2019 г. подлежали: воды от последних полосканий спецпрачечных; душевые воды, воды раковин и саншлюзов; воды после продувки брызгальных бассейнов 3 блока.

Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет  $1,0 \cdot 10^8$  и  $1,8 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup> соответственно. С продувкой брызгальных бассейнов в озера поступило 90 000 м<sup>3</sup> воды, что в 2 раза превышает объём сброса 2018 г.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2019 г. на КЛнАЭС приведены в табл. 3.4.2.

Таблица 3.4.2

**Сбросы радионуклидов в озера Песьво и Удомля со сточными водами на КЛнАЭС, Бк/год**

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	$8,76 \cdot 10^{12}$	$1,20 \cdot 10^{10}$	$9,10 \cdot 10^9$	$+2,90 \cdot 10^9$
<sup>54</sup> Mn	$2,34 \cdot 10^{10}$	$1,53 \cdot 10^7$	$7,50 \cdot 10^6$	$+7,80 \cdot 10^6$
<sup>58</sup> Co	$2,53 \cdot 10^{11}$	$1,40 \cdot 10^7$	$6,84 \cdot 10^6$	$+7,16 \cdot 10^6$
<sup>60</sup> Co	$6,00 \cdot 10^9$	$1,53 \cdot 10^7$	$7,50 \cdot 10^6$	$+7,80 \cdot 10^6$
<sup>65</sup> Zn	$1,52 \cdot 10^{10}$	$3,29 \cdot 10^7$	$1,61 \cdot 10^7$	$+1,68 \cdot 10^7$
<sup>90</sup> Sr	$4,29 \cdot 10^9$	$3,60 \cdot 10^6$	$1,76 \cdot 10^6$	$+1,84 \cdot 10^6$
<sup>106</sup> Ru	$1,75 \cdot 10^{10}$	$1,31 \cdot 10^8$	$6,42 \cdot 10^7$	$+6,68 \cdot 10^7$
<sup>134</sup> Cs	$6,31 \cdot 10^9$	$1,67 \cdot 10^7$	$8,16 \cdot 10^6$	$+8,54 \cdot 10^6$
<sup>137</sup> Cs	$9,64 \cdot 10^9$	$1,67 \cdot 10^7$	$8,16 \cdot 10^6$	$+8,54 \cdot 10^6$
<sup>144</sup> Ce	$2,28 \cdot 10^{10}$	$1,13 \cdot 10^8$	$5,51 \cdot 10^7$	$+5,79 \cdot 10^7$

*Примечание:* сбросы радионуклидов в окружающую среду представлены с учетом присвоения значения, равного ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса в случае, когда нормируемые радионуклиды не определяются существующими на КЛнАЭС приборами и методами.

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2019 г. (0,012 ТБк) увеличилась по сравнению с 2018 г. в 1,1 раза. Основной вклад в активность сброса вносил тритий (97,1 %), сбросы которого увеличились в 2019 г. в 1,3 раза и составили 0,14 % от допустимого. Как видно из таблицы 3.4.2, в 2019 году зафиксировано увеличение сбросов всех контролируемых радионуклидов, что связано с ростом объёма самого сброса. В 2019 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два-четыре порядков ниже допустимых.

Радиационная обстановка вокруг КЛнАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным и Центральным УГМС, а в радиусе до 25 км – ЛВДК КЛнАЭС. В 2019 г. мониторинг радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КЛнАЭС был организован лабораторией внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) следующим образом (рис. 3.4.1):



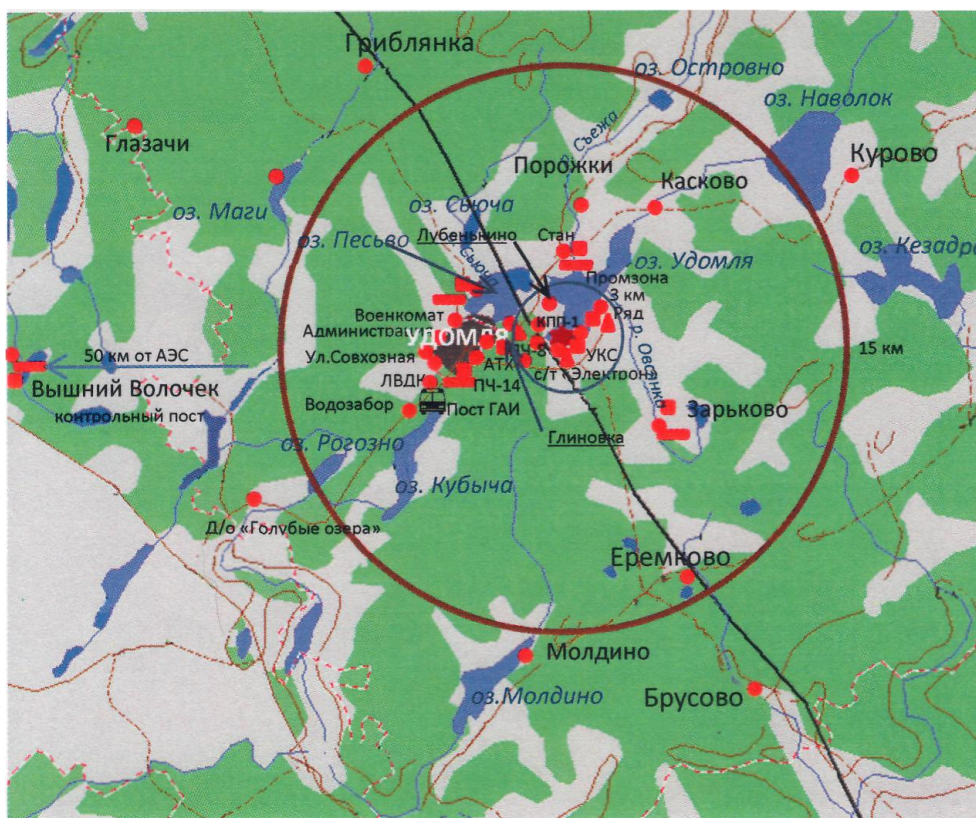


Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КлнАЭС:

- ★ — АЭС;
- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▭ — отбор проб снега;
- 🚌 — передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в 7 пунктах постоянного наблюдения, изготовленных ФГБУ НПО «Тайфун» (один пункт – в СЗЗ, шесть – в ЗН и в контрольном пункте г. Вышний Волочек, 50 км на юго-запад от АЭС). Посты представляют собой модульную конструкцию с установленной в ней воздухофильтрующей установкой УВФ-2 с производительностью 1100 м<sup>3</sup>/час. Время экспозиции фильтров – две недели.

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в 3 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 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 25 см, время экспозиции которых составляло один месяц. В 5 точках мониторинга ЗН плотность радиоактивных выпадений из атмосферного воздуха проводилась по пробам снега. Отбор осуществлялся один раз в год перед началом весеннего снеготаяния вблизи стационарных постов ЗН: пост № 4 (д. Стан), пост № 5 (д. Митрошино), пост № 6 (д. Зарьково), пост № 7 (г. Удомля) и контрольный пункт – пост № 8 (г. Вышний Волочек);

– определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, а также в донных отложениях и рыбе;

– определялось содержание радионуклидов в почве, растительности, пищевых продуктах местного производства;

– проводился мониторинг МАЭД и годовой поглощенной дозы на местности.

Для измерения  $\Sigma\beta$  проб использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью установки «DSA-1000». Для измерения трития в водных пробах использовались жидкостные сцинтилляционный анализаторы TRI-CARB 2900 TR и TRI-CARB 5110 TR.

МАЭД контролировалась на КЛНАЭС с помощью переносных дозиметров ДКС-96В, МКС-АТ1117М во время регламентных маршрутов в 85 точках (57 – на промплощадке, 23 – в СЗЗ и ЗН, 6 – за пределами ЗН (11 – 25 км), а также с помощью АСКРО, состоящей из 17 постов (9 постов – в ЗН, 3 – в СЗЗ, 5 – вне ЗН), оснащенных автоматизированными дозиметрами «SkyLINK» и «Атлант». Поглощенную дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом, в каждом пункте устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» системы «Dosacus».

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

В 2019 г. в 100-км зоне КЛНАЭС проводились наблюдения следующих параметров окружающей среды:

– радиоактивности атмосферных аэрозолей в одном пункте путем 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.

#### ***Приземная атмосфера***

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2019 г., полученные ЛВДК в объединенных и осредненных пробах для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.4.3. Анализ данных показывает, что в 2019 г. в СЗЗ и ЗН, как и в предыдущие годы, основная доля техногенной активности приземной атмосферы была обусловлена  $^{137}\text{Cs}$ , содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже минимально детектируемой активности.

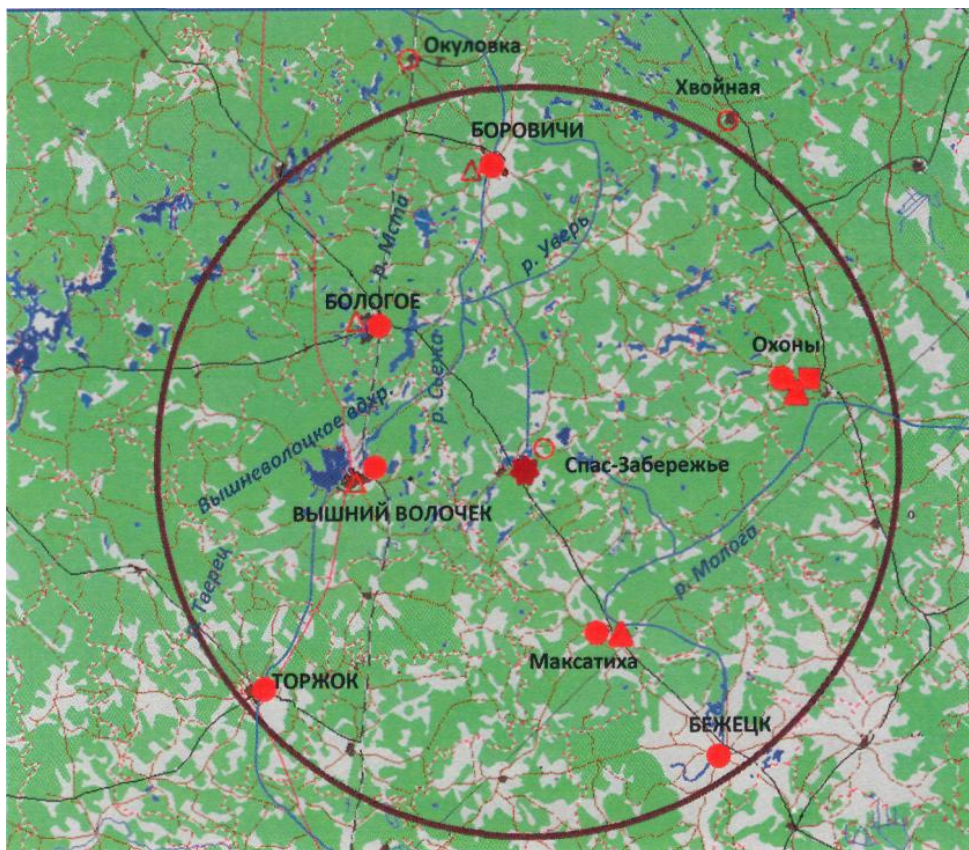


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- ✿ — АЭС;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- △ — планируемые наблюдения.

Таблица 3.4.3

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КляАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВДК КляАЭС)

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>54</sup> Mn	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
СЗЗ	3,04	3,36	< 0,45	< 0,47	< 0,45	< 0,41	< 0,42	< 0,38
ЗН	2,33	2,77	< 0,16	< 0,27	< 0,14	< 0,20	< 0,14	< 0,19
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	2,10	3,26	< 0,71	< 1,40	< 0,68	< 0,65	< 0,65	< 0,64
ДОНАС, Бк/м <sup>3</sup>	27		19		11		72	

Среднегодовая активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г. снизилась по сравнению с предыдущим годом в СЗЗ в 1,1 раза, в ЗН – в 1,2 раза и оставалась на восемь порядков ниже ДОНАС по НРБ-99/2009 [2].

В табл. 3.4.4, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной  $\Sigma\beta$  радионуклидов в воздухе в п. Охоны, а также значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений за 2019 г. в пп. Охоны и Максатиха, расположенных в 100-км зоне КляАЭС.

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2019 г. среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в п. Охоны изменялась от  $1,9 \cdot 10^{-5}$  до  $8,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в этом пункте была в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ( $8,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.4.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне КЛНАЭС в 2019 г. (данные Северо-Западного и Центрального УГМС)

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,4	2,6	0,7	1,06	7,24
	м	1,3	4,3	1,8		
Февраль	с	0,4	3,3	0,8	0,92	7,24
	м	1,2	4,5	1,6		
Март	с	0,4	2,5	0,7	0,67	6,39
	м	1,1	3,4	1,3		
Апрель	с	0,8	6,2	1,0	0,62	10,54
	м	2,5	12,3	3,1		
Май	с	0,5	8,1	1,0	0,59	11,16
	м	1,3	11,3	2,4		
Июнь	с	0,5	7,2	0,9	0,50	10,91
	м	1,6	11,9	3,3		
Июль	с	0,4	7,1	1,0	0,85	9,10
	м	1,0	10,4	2,6		
Август	с	0,6	6,9	1,2	0,71	10,10
	м	3,6	9,7	6,1		
Сентябрь	с	0,4	4,9	1,0	0,66	8,99
	м	0,8	8,0	3,4		
Октябрь	с	0,4	1,9	1,2	0,57	3,99
	м	2,4	3,5	2,6		
Ноябрь	с	0,7	1,9	1,8	0,51	4,92
	м	4,1	3,5	9,5		
Декабрь	с	0,4	3,4	1,2	0,46	5,06
	м	1,0	7,9	2,8		
Среднее:	2019 г.	<b>0,5</b>	<b>4,7</b>	<b>1,0</b>	<b>0,68</b>	<b>7,97</b>
	2018 г.	0,5	5,5	0,8	0,66	9,70
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2019 г.	<b>183</b>		<b>365</b>	<b>248</b>	
	2018 г.	183		292	241	

По данным ЛВДК КАЭС, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе СЗЗ КАЭС в 2019 г. составляла  $9,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН –  $10,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. По данным ЛВДК КЛНАЭС в СЗЗ и ЗН в 2019 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 2019 г. в п. Максатиха выросли в 1,3 раза, в п. Охоны – не изменились по сравнению с 2018 г. Среднемесячные величины  $\Sigma\beta$  суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,4 до 1,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в ноябре и составляли в п. Максатиха 9,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в п. Охона 2,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В среднем  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КЛНАЭС в 2019 г. составила 0,75 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что превышает уровень средневзвешенного значения  $\Sigma\beta$  выпадений для Севера ЕТР в 1,1 раза.

#### **Вода и другие объекты окружающей среды**

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в полугодие. В табл. 3.4.5 представлены усредненные данные о содержании радионуклидов в воде водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля), р. Съеже (вытекающей из водоемов-охладителей), а также близлежащих водоемов, не связанных со сбросами КЛНАЭС – оз. Саминец и оз. Кубыча, расположенных в ЗН и выбранных в качестве фоновых.

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

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>3</sup> H, Бк/л		<sup>90</sup> Sr	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
<b>Вода открытых водоемов, мБк/л</b>								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 1,6	< 1,7	-	-	11	11	2,0	5,2
оз. Удомля (входной канал)	< 1,7	< 1,4	-	-	11	11	2,4	3,6
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,8	< 1,8	-	-	< 10	< 10	1,7	5,1
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 1,6	< 1,8	-	-	< 10	< 10	1,4	2,3
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 1,4	< 1,8	-	-	< 10	< 10	1,6	1,6
<b>Питьевая вода, мБк/л</b>								
Водозабор г. Удомля	< 1,7	< 1,6	-	-	< 10	< 10	< 1,3	< 1,7
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 1,4	< 1,4	-	-	< 10	< 10	< 1,3	< 1,7
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 1,3	< 1,4	-	-	< 10	< 10	< 1,2	< 1,7
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 1,4	< 1,7	-	-	< 10	< 10	< 1,3	< 1,7
<b>Донные отложения водоемов, Бк/кг с.м.</b>								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 0,48	< 0,46	< 0,40	< 0,39	-	-	1,07	1,72
оз. Удомля (входной канал)	< 0,55	< 0,47	< 0,43	< 0,38	-	-	1,15	1,56
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	< 0,45	< 0,49	< 0,38	< 0,38	-	-	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 0,51	< 0,53	< 0,43	< 0,45	-	-	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 0,54	< 0,58	< 0,42	< 0,52	-	-	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 0,52	< 0,45	< 0,44	< 0,37	-	-	-	-
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>								
СЗЗ ЗН г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>134</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr	
	0,44	0,24	< 0,049	< 0,050	< 0,053	< 0,055	-	-
	0,25	0,12	< 0,045	< 0,039	< 0,052	< 0,043	-	-
	0,18	0,45	< 0,039	< 0,059	< 0,045	< 0,065	-	-

Примечание: - - измерения не проводились.

Из табл. 3.4.5 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, объемные активности <sup>137</sup>Cs находятся на уровне предела обнаружения используемого метода анализа. Значения среднегодовой объемной активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr ниже соответствующих результатов до пуска АЭС. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2019 г. составила 11 Бк/л (оз. Песьво – 11 Бк/л, оз. Удомля – 11 Бк/л), что на два порядка ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и рекомендованного контрольного уровня (5000 Бк/л по данному нуклиду для водоемов-охладителей). По сравнению с предыдущим годом, содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) не изменилось и по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ.

В 2019 г. значение среднегодовой объемной активности трития в водоемах-охладителях ниже, чем среднее значение за предыдущие 5 лет. Это связано с введением на КЛНАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения промстоков. В контрольных водоемах (оз. Саминец и оз. Кубыча), в р. Съежа и питьевой воде в 2019 году 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. Радиационный мониторинг питьевой воды осуществлялся ЛВДК КЛНАЭС путем измерения  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  в пробах воды, отобранных из водопровода г. Удомля, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов. В 2019 г. объемная  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  питьевой воды не превышала контрольных уровней по НРБ-99/2009 (< 1 Бк/л для  $\Sigma\beta$  и < 0,2 Бк/л для  $\Sigma\alpha$ ). В табл. 3.4.5

представлены данные по содержанию  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$  в воде водозабора, артезианских скважин близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышнего Волочка. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$  во всех пробах питьевой воды, представленные в табл. 3.4.5, были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 3.4.5 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежи, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), протекающей по территории промплощадки АЭС, в нижнее течение которой производится сброс ПЛК с промплощадки АЭС, а также озер Саминец и Кубыча. Результаты мониторинга в 2019 г. показали, что  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в пробах донных отложений во всех местах пробоотбора достоверно не определялись (значения контролируемой величины не превышали МДА). Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 3.4.5, являются наиболее низкими по каждому из приведенных водоемов, поскольку места отбора проб донных отложений расположены вдоль береговой линии. Грунты в местах отбора представляют собой заиленный песок, содержание радионуклидов в которых ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов и сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах, что подтверждается проведенными в 2002 – 2003 гг. исследованиями мелководных и глубоководных участков водоемов-охладителей, в результате которых из техногенных радионуклидов в донных отложениях был обнаружен только  $^{137}\text{Cs}$ , в основном в илах (5,5 – 96,2 Бк/кг в.-с.) и сапропелях (12,6 – 70,3 Бк/кг в.-с.). Удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях водоемов-охладителей в 2019 г. снизилась по сравнению с предыдущим годом в 1,6 раза в оз. Песьво и в 1,4 раза в оз. Удомля. Значения контролируемых величин находятся на уровне средних показателей за пять предыдущих лет наблюдений (в пределах неопределенности измерений) и гораздо меньше соответствующих значений «нулевого фона», что свидетельствует об отсутствии накопления нуклидов в донных отложениях.

ЛВДК в районе КЛНАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы глубиной 5 см. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – 1 точка контроля, в ЗН – 6 точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочек) – 1 точка. В табл. 3.4.5 приведены усредненные данные о плотности содержания техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2019 г. Из табл. 3.4.5 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном  $^{137}\text{Cs}$  глобального происхождения, он достоверно определялся в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте.

Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ в 2019 г. превышает среднее за последние 5 лет наблюдений в 1,7 раза, в ЗН – на уровне среднего, в контрольном пункте – ниже среднего значения за последние 5 лет. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2019 году в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г. («нулевого фона»).

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в продуктах питания в зоне наблюдения КЛНАЭС представлены в табл. 3.4.6.

Отбор проб проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КЛНАЭС. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах в 2019 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КЛНАЭС. Наибольшее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. наблюдалось в луговой

растительности (1,3 Бк/кг сырой массы),  $^{137}\text{Cs}$  – в грибах (1,1 Бк/кг сырой массы), что на один – два порядка ниже допустимых удельных активностей. Содержание  $^{131}\text{I}$  в молоке не выявлено – не превышает НПИ 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].

Таблица 3.4.6

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

Вид пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$	
	2019 г.	До пуска АЭС*	2019 г.	До пуска АЭС*
Растительность луговая	< 0,30	1,6	1,33	15,9
Корнеплоды	< 0,06	0,09	0,13	0,08
Овощи	< 0,04	0,1	0,11	0,16
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>120</b>		<b>40</b>	
Ягоды	0,74	-	<0,15	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>160</b>		<b>60</b>	
Грибы	1,05	-	<0,07	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>500</b>		<b>50</b>	
Молоко	< 0,02	0,27	<0,05	0,17
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>100</b>		<b>25</b>	
Мясо	< 0,06	0,12	< 0,09	0,11
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>160</b>		<b>50</b>	
Рыба	< 0,16	0,50	0,28	1,5
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>130</b>		<b>100</b>	

Примечания: - – нет данных;

\* – в Бк/кг сухой массы.

До пуска КЛнАЭС уровни  $\gamma$ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 0,07 – 0,18 мкЗв/ч. В 2019 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения МАЭД в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 0,08 – 0,10 мкЗв/ч, по данным АСКРО – составляли 0,10 мкЗв/ч и находились на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения МАЭД, по данным регламентных маршрутов и АСКРО, не превышали 0,14 мкЗв/ч. В контрольном пункте по данным регламентных маршрутов среднегодовое значение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения составляло 0,07 мкЗв/ч.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного и Центрального УГМС в 2019 г. среднемесячные значения МАЭД в 100-км зоне вокруг КЛнАЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,16 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,18 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Среднегодовые значения МАЭД составляли 0,09 – 0,14 мкЗв/ч.

Контроль годовой дозы на местности проводился термомюлюминесцентным 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 населения, проживающего в ЗН КЛнАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.4.7).

Таблица 3.4.7

**Радиационные риски от КЛНАЭС, риск/год**

Путь облучения	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Ингаляция	$6,43 \cdot 10^{-13}$	$7,64 \cdot 10^{-11}$	$1,40 \cdot 10^{-12}$	$9,35 \cdot 10^{-13}$	$5,40 \cdot 10^{-13}$	$6,58 \cdot 10^{-13}$	$5,16 \cdot 10^{-13}$	$4,34 \cdot 10^{-13}$	$1,02 \cdot 10^{-11}$
Питание	$9,75 \cdot 10^{-9}$	$1,50 \cdot 10^{-8}$	-	$6,50 \cdot 10^{-9}$	$4,55 \cdot 10^{-9}$	-	-	$3,00 \cdot 10^{-8}$	$8,21 \cdot 10^{-9}$
Внешнее	$4,00 \cdot 10^{-9}$	$5,52 \cdot 10^{-9}$	$4,28 \cdot 10^{-9}$	$5,11 \cdot 10^{-9}$	$2,76 \cdot 10^{-9}$	$4,14 \cdot 10^{-9}$	$1,66 \cdot 10^{-9}$	$3,45 \cdot 10^{-9}$	$3,86 \cdot 10^{-9}$
<b>Сумма</b>	<b><math>1,38 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>2,05 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>4,28 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,16 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>7,31 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>4,14 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>1,66 \cdot 10^{-9}</math></b>	<b><math>3,34 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>1,21 \cdot 10^{-8}</math></b>

Примечание - – отсутствие данных мониторинга

Среднегодовой техногенный радиационный риск для населения, проживающего в ЗН КЛНАЭС, за период 2012 – 2019 гг. составил около  $1,2 \cdot 10^{-8}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Таким образом, влияние КЛНАЭС на радиоактивность объектов окружающей среды в 2019 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития в озерах Песьво и Удомля. Однако объемная активность трития в воде озер на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 и не представляет опасности для здоровья населения.

### 3.5. Кольская АЭС

Филиал АО «Концерн «Росэнергоатом»» «Кольская атомная станция» (Кольская АЭС – далее КоАЭС) расположен за Северным полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра, в 12 км от г. Полярные Зори, на расстоянии 33 км к северу от г. Кандалакша и 60 км к югу от г. Мончегорск. КоАЭС введена в эксплуатацию в период с 1973 по 1984 г. в составе четырех энергоблоков типа ВВЭР мощностью 440 МВт каждый, в две очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и № 2, вторая очередь – энергоблоки № 3 и № 4. В 2019 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока общей мощностью 1760 МВт.

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха по данным многолетних наблюдений колеблется в районе 1°C. Устойчивый снежный покров держится с конца октября по май месяц.

Вокруг Кольской АЭС установлены СЗЗ и ЗН. Площадь СЗЗ составляет 4,2 км<sup>2</sup>, ЗН – 702,3 км<sup>2</sup>. СЗЗ КоАЭС включает территорию центральной части полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра, до автомобильной дороги Санкт-Петербург – Мурманск. Зоной наблюдения является территория, ограниченная радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб 1-й и 2-й очередей Кольской АЭС. Внутренней границей ЗН является граница СЗЗ. Границы СЗЗ также установлены вокруг хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО). СЗЗ ХССО является территория хранилища, ограниченная охранным периметром.

В ЗН Кольской АЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Африканда, н.п. Зашеек. Наиболее крупным является г. Полярные Зори с числом жителей 14 тыс. человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН, – около 16,5 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 отвержденных радиоактивных отходов (ХОРО).

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очередей энергоблоков. Значения газоаэрозольных выбросов радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2019 г. (табл. 3.5.1) увеличились по сравнению с 2018 г. по  $^{60}\text{Co}$  – в 2 раза,  $^{131}\text{I}$  – в 1,6 раза,  $^{137}\text{Cs}$  – в 3,5 раза,  $^{134}\text{Cs}$  – в 1,4 раза. Выбросы ИРГ уменьшились. Значения выбросов  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$  (стали измеряться с 2019 г.) составили 0,36 % и менее 0,01 % от допустимых выбросов соответственно. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносят ИРГ и  $^3\text{H}$ . Все выбросы оставались ниже допустимых, фактов превышения контрольных уровней за месяц не зафиксировано.

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра является источником технического и питьевого водоснабжения КоАЭС и ближайших от нее населенных пунктов (г. Полярные Зори, н.п. Зашеек, пос. Африканда). Расстояние между водозабором и устьем сбросного канала АЭС по акватории озера составляет 22 км.

Таблица 3.5.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
$^3\text{H}$	$6,40 \cdot 10^{14}$	$2,33 \cdot 10^{12}$	-	-
$^{14}\text{C}$	$1,12 \cdot 10^{13}$	$1,51 \cdot 10^8$	-	-
$^{41}\text{Ar}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,51 \cdot 10^{12}$	1,17 · 10 <sup>13</sup>	-5,0 · 10 <sup>11</sup>
$^{85\text{m}}\text{Kr}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$8,58 \cdot 10^{11}$		
$^{87}\text{Kr}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,12 \cdot 10^{12}$		
$^{88}\text{Kr}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,84 \cdot 10^{12}$		
$^{135}\text{Xe}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$8,45 \cdot 10^{11}$		
$^{131}\text{I}$	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,17 \cdot 10^8$	$7,30 \cdot 10^7$	$+4,4 \cdot 10^7$
$^{60}\text{Co}$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,99 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^7$	$+9,8 \cdot 10^6$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$2,47 \cdot 10^{11}$	$5,94 \cdot 10^7$	-	-
$^{134}\text{Cs}$	$9,00 \cdot 10^8$	$1,87 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^6$	$+5,5 \cdot 10^5$
$^{137}\text{Cs}$	$2,00 \cdot 10^9$	$4,35 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^7$	$+3,1 \cdot 10^7$

Примечания: : - - нет данных; значения выбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса).

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2019 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 3.5.2.

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	5,61·10 <sup>13</sup>	9,79·10 <sup>12</sup>	1,37·10 <sup>13</sup>	-3,91·10 <sup>12</sup>
<sup>60</sup> Co	6,39·10 <sup>10</sup>	3,60·10 <sup>6</sup>	3,20·10 <sup>6</sup>	+4,00·10 <sup>5</sup>
<sup>65</sup> Zn	6,70·10 <sup>10</sup>	5,25·10 <sup>6</sup>	4,90·10 <sup>6</sup>	+3,50·10 <sup>5</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,18·10 <sup>10</sup>	2,08·10 <sup>6</sup>	2,07·10 <sup>6</sup>	+1,00·10 <sup>4</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,27·10 <sup>10</sup>	2,91·10 <sup>6</sup>	4,24·10 <sup>6</sup>	-1,33·10 <sup>6</sup>

*Примечание:* : Значения сбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса).

Согласно табл. 3.5.2, в 2019 г. на КоАЭС по сравнению с 2018 г. увеличились сбросы <sup>60</sup>Co и <sup>65</sup>Zn в 1,1 раза и составили менее 0,01 % от допустимого. Сбросы <sup>134</sup>Cs остались на прежнем уровне, <sup>3</sup>H и <sup>137</sup>Cs – уменьшились и составили соответственно 17,5 % и 0,02 % от допустимого. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2019 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС осуществляет ОРБ КоАЭС. В 2019 г. службами ОРБ контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС и блокпосте КоАЭС (аспирационные установки), а также с помощью четырех пробоотборников воздуха JL-150 Hunter, размещенных на территории горы Лысая (горнолыжный комплекс), в н.п. Зашеек, в г. Полярные Зори и в г. Кандалакша (на территории защищенного пункта управления противоаварийными действиями района эвакуации (ЗПУПД РЭ)). Периодичность замены фильтров: аспирационных установок – один раз в неделю, пробоотборников JL-150 Hunter – один раз в месяц;
- радиоактивность атмосферных выпадений в 11 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 объема (0,5 × 0,5 × 0,5) м<sup>3</sup>, разработанных в НПО «Тайфун». Время экспозиции – один месяц;
- содержание радионуклидов в воде из оз. Имандра в семи точках;
- радионуклидный состав подпиточной воды, воды тепловой сети и питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН – периодически;
- содержание радионуклидов в грунтовых водах на промплощадке АЭС и на полигоне пром-отходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 65 штук: 29 – на первой очереди, 22 – на второй очереди, 5 – на полигоне пром-отходов в районе ХССО, 9 – вокруг ХОРО;
- 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 рыбе, свободно обитающей в оз. Имандра, а также садковой рыбе, выращиваемой в теплых сбросах АЭС.
- содержание радионуклидов в грибах и ягодах;

– МАЭД в непрерывном (АСКРО), постоянном (с использованием термолюминесцентных дозиметров, экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (ежеквартально переносными дозиметрическими приборами по установленным маршрутам и на 16-ти постах постоянного наблюдения, а также с использованием 2-х передвижных радиэкологических лабораторий, осуществляющих гамма-съемку по 5-ти маршрутам от г. Полярные Зори до АЭС и ближайших населенных пунктов (г. Кандалакша, г. Апатиты, пос. Уполокша, пос. Африканда). АСКРО включает 15 постов контроля МАЭД в 30-ти километровой зоне вокруг АЭС.

Измерения  $\Sigma\beta$  в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа,  $\Sigma\alpha$ , активности  $^{90}\text{Sr}$  выполняются на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад». Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах «Canberra» с автоматизированной обработкой  $\gamma$ -спектров. Для измерения проб применяются полупроводниковые детекторы из особо чистого германия: GC3018, GC2018 Canberra. Мониторинг содержания  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  в воде проводится с помощью ультранизкофонового жидкосцинтилляционного радиометра Quantulus 1220, введенного в эксплуатацию в 2015 году.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС независимо от ЛООС АЭС осуществляет Мурманское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 3.5.1.

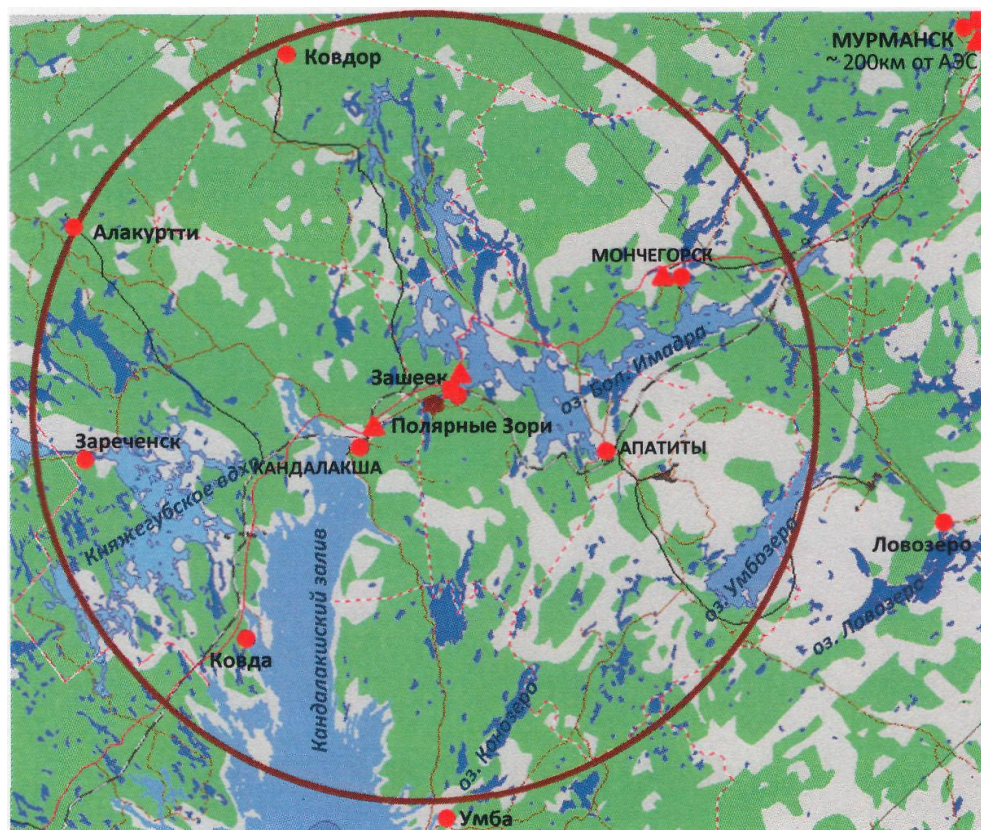


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

В 2019 г. радиационный мониторинг, проводимый Мурманским УГМС, включал:

– мониторинг радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха: в трех пунктах отбора проб атмосферных выпадений и в одном пункте отбора проб радиоактивных аэрозолей. В отобранных пробах атмосферных выпадений и аэрозолей определялось содержание суммы  $\beta$ -активных и отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения;

– наблюдения за МАЭД на семи стационарных пунктах;

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

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялись  $\Sigma\beta$ , а также содержание отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в ФГБУ «НПО «Тайфун».

### *Приземная атмосфера*

Атмосферные выпадения и объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2019 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 3.5.3. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объемной  $\Sigma\beta$  по Заполярному региону. Среднегодовые суточные  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2019 г. в н.п. Зашеек, в г. Мончегорске и в г. Кандалакша остались на уровне предыдущего года. Среднегодовые суточные  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2019 г. превышали уровень региональных выпадений в 1,7 раза. Среднемесячная величина  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2019 г. колебалась в пределах от 0,90 до 1,84 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в н.п. Зашеек в декабре и составляли 5,88 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 3.5.3

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне КоАЭС в 2019 г. (данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша	Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	Р	q
Январь	с	1,10	8,20	1,16	0,96	0,9	4,3
	м	2,66	27,30	4,64	1,80		
Февраль	с	1,08	7,80	1,11	0,96	1,0	5,1
	м	2,81	32,00	3,56	1,58		
Март	с	1,10	5,60	1,07	0,90	0,6	4,1
	м	3,08	17,10	2,28	1,25		
Апрель	с	0,93	5,00	1,05	0,92	0,7	3,7
	м	1,33	15,50	2,06	1,20		
Май	с	1,07	4,70	1,16	1,13	0,6	4,0
	м	2,41	10,80	2,80	2,04		
Июнь	с	1,65	5,10	1,03	1,46	0,9	3,9
	м	4,57	10,70	1,54	3,45		
Июль	с	1,12	6,00	1,84	1,58	0,6	4,6
	м	2,77	14,00	4,82	4,57		
Август	с	1,14	-	1,11	1,36	0,5	4,5
	м	2,35	-	2,41	3,53		
Сентябрь	с	1,08	-	1,05	0,94	0,7	3,7
	м	3,59	-	4,17	1,29		
Октябрь	с	1,13	-	1,02	1,07	0,5	3,4
	м	2,31	-	2,18	1,85		
Ноябрь	с	1,14	-	1,28	1,34	0,6	3,6
	м	2,21	-	2,18	3,42		
Декабрь	с	1,77	-	1,29	1,40	0,6	3,8
	м	5,88	-	3,45	3,56		
Среднее:	<b>2019</b>	<b>1,2</b>	<b>6,1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>0,7</b>	<b>4,0</b>
	г. 2018	1,0	6,6	0,9	1,0	0,7	4,2

	г.				
Сумма,	<b>2019</b>	<b>434</b>	<b>431</b>	<b>427</b>	<b>256</b>
Бк/м <sup>2</sup> -год:	г. 2018	358	343	347	256
	г.				

Примечание: - - временно прекращены наблюдения.

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе н.п. Зашеек, расположенном в 20-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, колебалась в 2019 г. в пределах от  $4,7 \cdot 10^{-5}$  до  $8,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась в феврале и составляла  $32,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из н.п. Зашеек (входит в 20-км зону КоАЭС) за 2015 – 2019 гг. и из п. Кандалакша за 2010 – 2014 гг. (с 2015 г. отбор проб в п. Кандалакша прекращен), проводимого Мурманским УГМС и «НПО «Тайфун», приведены в табл. 3.5.4. Из табл. 3.5.4 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере в н.п. Зашеек в 2019 г. была ниже, чем в 2018 г. в 1,1 раза, но осталась выше средневзвешенной по территории Заполярья в 2,1 раза. Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в н.п. Зашеек в 2019 г. осталась на уровне предыдущего года и была ниже регионального уровня в 1,5 раза. Значение плотности выпадения <sup>137</sup>Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2019 г. было ниже предела обнаружения.

Таблица 3.5.4

**Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КоАЭС, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Кандалакша	2010	1,1	0,9	0,6	1,2	1,0	0,9
	2011	5,9	79,1	2,3	1,7 <sup>1)</sup>	26,4 <sup>2)</sup>	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
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
	<b>2019</b>	<b>1,4</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	-	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
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
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
	<b>2019</b>	<b>0,16</b>		<b>0,16</b>		<b>0,16</b>	<b>0,24</b>

Примечания: <sup>1)</sup> – данные за один месяц (октябрь);

<sup>2)</sup> – среднее за 10 месяцев;

- - нет данных.

В табл. 3.5.5 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ОРБ.

Таблица 3.5.5

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ОРБ КоАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		г. Кандалакша – контрольный пункт	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018
<sup>54</sup> Mn	14,0	15,0	<9,0	<10,0	<12,0	<10,0
<sup>58</sup> Co	12,0	16,0	<12,0	<10,0	<14,0	<12,0
<sup>60</sup> Co	16,0	23,0	<10,0	<11,0	<11,0	<11,0
<sup>95</sup> Nb	17,0	17,0	<13,0	<14,0	<17,0	<14,0
<sup>110m</sup> Ag	27,0	34,0	<11,0	<12,0	<14,0	<12,0
<sup>137</sup> Cs	15,0	15,0	<11,0	<10,0	<13,0	<13,0

*Примечание:* другие техногенные радионуклиды не обнаружены.

Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют <sup>137</sup>Cs, <sup>110m</sup>Ag, <sup>95</sup>Nb, <sup>60</sup>Co, <sup>58</sup>Co и <sup>54</sup>Mn. По сравнению с предыдущим годом в 2019 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs не изменилась и превысила в 21,4 раза средневзвешенную объемную активность воздуха по территории Заполярья ( $0,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовые объемные активности других обнаруженных радионуклидов в 2019 г. уменьшились. Наблюдаемые в 2019 г. объемные активности радионуклидов в СЗЗ были на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2]. В ЗН и контрольном пункте объемные активности радионуклидов были ниже МДА.

**Почва**

Плотность содержания радионуклидов в почве, по данным ОРБ, приведено в табл. 3.5.6. Из таблицы видно, что в 2019 г. плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте снизилась по сравнению с предыдущим годом в 2,9; 3,0 и 2,8 раза соответственно. Содержание других нормируемых радионуклидов в почве меньше МДА (<sup>60</sup>Co: < 0,028 кБк/м<sup>2</sup> (СЗЗ), < 0,021 кБк/м<sup>2</sup> (ЗН), < 0,025 кБк/м<sup>2</sup> (КП); <sup>134</sup>Cs: < 0,037 кБк/м<sup>2</sup> (СЗЗ), < 0,027 кБк/м<sup>2</sup> (ЗН), < 0,03 кБк/м<sup>2</sup> (КП) ).

Таблица 3.5.6

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС (данные ОРБ КоАЭС)**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs	
	2019 г.	2018 г.
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>		
СЗЗ	0,031	0,091
ЗН	0,025	0,074
Контрольный пункт	0,021	0,058
<b>Вода, мБк/л</b>		
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	< 1	0,8
Губа Молочная	< 1	1,7
Узкая Салма	< 1	0,7
Широкая Салма	< 1	1,2
Водозабор н.п. Зашеек	< 1	0,8
Водозабор п. Африканда	< 1	-
р. Пиренга – контрольный водоем	< 1	0,9
<b>Донные отложения, Бк/кг в.-с.</b>		
Подводящий канал	4,3	-
Устье отводящего канала	14,0	-
Губа Молочная	11,0	16,1
Орловские острова	16,0	12,3
Сосновые острова	3,2	4,0
Рыбоводческое хозяйство	12,0	10,3
<b>Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы</b>		
СЗЗ	0,22	2,1
ЗН	0,29	3,4

Контрольный пункт	< 0,2	2,9
<b>Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы</b>		
СЗЗ	0,66	1,5
ЗН	0,59	1,7
Контрольный пункт	0,56	1,7
<b>Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы</b>		
СЗЗ	4,6	5,5
ЗН	3,0	7,4
Контрольный пункт	2,5	5,9
<b>Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы</b>		
СЗЗ	0,46	1,2
ЗН	0,49	2,5
Контрольный пункт	0,63	2,9
<b>Рыба свободно обитающая, Бк/кг сырой массы</b>		
Сиг	2,8	2,8
Кумжа	2,0	3,2
Окунь	13,0	4,1
Щука	2,9	3,9
Налим	5,5	5,0
<b>Рыба садковая, Бк/кг сырой массы</b>		
Форель	< 0,59	< 0,8
Осетр	< 0,55	-
<b>Трава</b>		
СЗЗ	< 1	-
ЗН	< 1	-
Контрольный пункт	< 1	-
<b>Хвоя (ель)</b>		
СЗЗ	2,6	-
ЗН	< 1	-
Контрольный пункт	< 1	-
<b>Хвоя (сосна)</b>		
СЗЗ	< 1	-
ЗН	< 1	-
Контрольный пункт	< 1	-
<b>Ягель</b>		
СЗЗ	< 1	-
ЗН	29	-
Контрольный пункт	< 1	-

Примечание: -- нет данных.

### **Поверхностные и подземные воды, донные отложения**

Объемная активность радионуклидов в воде открытых водоёмов в 2019 г. представлена в табл. 3.5.6. В 2019 г. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  во всех точках отбора была меньше МДА равного 1 мБк/л. Из всех нормируемых радионуклидов в воде открытых водоемов достоверно определялся только  $^3\text{H}$  со значениями: 6,2 Бк/кг в водозаборе КоАЭС, 4,1 Бк/кг в водозаборе н.п. Зашеек и 18,4 Бк/кг в губе Молочная. Удельная активность  $^3\text{H}$  в воде открытых водоемов была на два–четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] для этого радионуклида. В 2019 г. в ФГБУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  в воде оз. Имандра, возобновленные в 2004 г. Отбор воды проводился в двух точках – н.п. Зашеек и губа Молочная. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде оз. Имандра в 2019 г. составила 1,8 и 1,3 мБк/л соответственно, что на три порядка ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [2] и не превышает фонового содержания данного радионуклида в озерах ЕТР (2,0 мБк/л).

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ОРБ Ко-АЭС, приведена в табл. 3.5.6. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. В 2019 г. техногенная активность донных отложений определялась только  $^{137}\text{Cs}$  глобального и частично «станционного»

происхождений (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Содержание других нормируемых радионуклидов в донных отложениях была меньше МДА ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ : < 1,6 Бк/кг в подводющем канале, < 1 Бк/кг в устье отводящего канала, рыбоводческом хозяйстве, губе Молочная, Орловских островах и Сосновых островах).

Донные отложения представлены грунтами разных типов (ил, первичные отложения, заиленные пески), отличающихся по своим аккумуляционным свойствам. Активность илов существенно выше активности других типов отложений, глубина проникновения радионуклидов в них в 2 – 3 раза больше, чем для заиленных песков, соответственно значительно выше толщина слоя, содержащего радионуклиды. Поэтому на результаты измерения отложений в большей степени влияют: тип отбираемых грунтов, толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения места отбора.

В 2019 г. в пробах донных отложений содержание  $^{137}\text{Cs}$  было выше, чем в 2018 г. в рыбоводческом хозяйстве и Орловских островах в 1,2 и 1,3 раза соответственно. Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности трудностями с отбором представительных проб.

#### ***Растительность и продукты питания местного производства***

В 2019 г. из всех техногенных радионуклидов достоверно определялся только  $^{137}\text{Cs}$ , удельная активность которого в грибах и ягодах (см. табл. 3.5.6) соответствует уровням их глобального загрязнения и не превышает допустимых значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [3]. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в тканях рыб (см. табл. 3.5.6) была на один–два порядка ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [3], составляющего 130 Бк/кг. Радионуклиды  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  в грибах, ягодах, траве и рыбе обнаружены не были. Удельная активность техногенных радионуклидов в водорослях Имандровского водохранилища в пределах ЗН КоАЭС в 2019 г. была ниже МДА, равного для  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  1 Бк/кг.

#### ***Радиационный фон на местности***

Результаты измерений МАЭД в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2019 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что по сравнению с 2018 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 0,07 до 0,12 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ОРБ КоАЭС, в 2019 г. МАЭД в контрольном пункте была равна 0,08 мкЗв/ч, в СЗЗ – 0,08 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06 мкЗв/ч.

Для населения, проживающего в ЗН КоАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.5.7).

Таблица 3.5.7

**Радиационные риски от КоАЭС, риск/год.**

Путь облучения	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Ингаляция	$3,91 \cdot 10^{-13}$	$5,59 \cdot 10^{-13}$	$9,87 \cdot 10^{-13}$	$2,98 \cdot 10^{-13}$	$1,86 \cdot 10^{-12}$	$5,22 \cdot 10^{-13}$	$3,91 \cdot 10^{-13}$	$2,79 \cdot 10^{-12}$	$9,76 \cdot 10^{-13}$



Питание	$5,20 \cdot 10^{-7}$	$1,63 \cdot 10^{-7}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	$9,75 \cdot 10^{-8}$	$9,10 \cdot 10^{-8}$	$2,15 \cdot 10^{-7}$	$1,82 \cdot 10^{-7}$	$1,82 \cdot 10^{-7}$	$1,99 \cdot 10^{-7}$
Внешнее	$1,75 \cdot 10^{-9}$	$2,08 \cdot 10^{-9}$	$1,60 \cdot 10^{-9}$	$4,83 \cdot 10^{-10}$	$5,24 \cdot 10^{-10}$	$1,12 \cdot 10^{-9}$	$1,02 \cdot 10^{-9}$	$3,45 \cdot 10^{-10}$	$1,12 \cdot 10^{-9}$
Вода	$2,31 \cdot 10^{-9}$	$1,72 \cdot 10^{-9}$	$1,72 \cdot 10^{-9}$	$1,42 \cdot 10^{-9}$	$9,49 \cdot 10^{-10}$	$1,07 \cdot 10^{-9}$	$1,01 \cdot 10^{-9}$	$5,93 \cdot 10^{-10}$	$1,35 \cdot 10^{-9}$
<b>Сумма</b>	<b><math>5,24 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>1,66 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>1,46 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>9,94 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>9,25 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>2,17 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>1,84 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>1,83 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>2,02 \cdot 10^{-7}</math></b>

Среднегодовой техногенный радиационный риск для населения, проживающего в ЗН КоАЭС, за период 2012 – 2019 гг. составил около  $2,0 \cdot 10^{-7}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает незначительное влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в присутствии (на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2]) техногенных радионуклидов ( $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ), отсутствующих в атмосфере Заполярья, в приземном воздухе СЗЗ и превышении фонового уровня для объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном воздухе СЗЗ.

### 3.6. Курская АЭС

Филиал АО «Концерн «Росэнергоатом»» «Курская атомная станция» (далее – КуАЭС) расположен в 3 км от г. Курчатова (количество жителей – 41,8 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десна, которая впадает в р. Днепр.

В 2019 г. на Курской АЭС (КуАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 и 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введенные в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 годах соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3200 МВт (тепловая).

В марте 2005 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживают 69,3 тыс. человек.

В 2019 г. среднегодовая температура воздуха в районе АЭС составляла  $+8,6$  °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2019 г. составляла 71 %; годовое количество атмосферных осадков – 457,8 мм. Максимальная скорость ветра составляла 17 м/с, среднегодовая скорость – 2,25 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы высотой 150 м, ветрубы машзала высотой 50 м, ветрубу хранилища отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ) (26 м), ветрубу здания 54 (40 м), ветрубу ХТРО (30 м). Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности выбросов в окружающую среду используются камера выдержки (первая очередь) и установка подавления активности (вторая очередь). Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2019 г. представлены в табл. 3.6.1.

Таблица 3.6.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>60</sup> Со	$2,5 \cdot 10^9$	$1,43 \cdot 10^8$	$1,08 \cdot 10^8$	$+3,5 \cdot 10^7$
<sup>131</sup> I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$7,74 \cdot 10^8$	$1,11 \cdot 10^9$	$-3,4 \cdot 10^8$
<sup>134</sup> Cs	$1,4 \cdot 10^9$	$1,37 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^7$	$+4,0 \cdot 10^5$
<sup>137</sup> Cs	$4,0 \cdot 10^9$	$3,84 \cdot 10^7$	$3,80 \cdot 10^7$	$+4,0 \cdot 10^5$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$4,32 \cdot 10^{14}$	$4,85 \cdot 10^{14}$	$-5,3 \cdot 10^{13}$

Из приведенных в табл. 3.6.1 данных видно, что в 2019 г. годовые выбросы <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs почти не изменились по сравнению с 2018 г., выбросы <sup>60</sup>Со увеличились в 1,3 раза, выбросы <sup>131</sup>I и суммы ИРГ уменьшились в 1,4 и 1,1 раза соответственно. Выбросы составляли от 0,8 % (для <sup>131</sup>I) до 11,7 % (для суммы ИРГ) от допустимых нормативов.

Сбросы ХФК на КуАЭС после биологической очистки поступают на поля фильтрации, а ПЛК – в р. Сейм. Дебалансные воды (избыточные воды, прошедшие специальную обработку) поступают в систему ПЛК.

Водоем-охладитель расположен на ровной, местами заболоченной, левобережной пойме р. Сейм между хут. Александровский и д. Глушково. Водоем-охладитель разделен на два рукава струераспределительной дамбой, предназначенной для равномерного распределения потока нагретой воды по всей акватории. Средняя глубина водоема-охладителя составляет 4,4 м, максимальная – 11 м. Объем чаши водоема-охладителя составляет  $94,6 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, площадь зеркала – 21,5 км<sup>2</sup>, 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 реку Сейм, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов представлены в табл. 3.6.2. В 2019 г. объем сброса промышленно-ливневых и дебалансных вод на КуАЭС составил  $6,5 \cdot 10^4$  м<sup>3</sup>. По сравнению с 2018 г. в 2019 г. сбросы <sup>3</sup>H увеличились в 1,1 раза. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,12 % от допустимого.

Таблица 3.6.2

**Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк**

Радионуклид	Сброс за 2019 г., Бк	Индекс сброса в 2019 г.	Сброс за 2018 г., Бк	Индекс сброса в 2018 г.
<sup>3</sup> H	$1,24 \cdot 10^{11}$	$1,22 \cdot 10^{-3}$	$1,11 \cdot 10^{11}$	$1,28 \cdot 10^{-3}$
<sup>54</sup> Mn	$1,41 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$2,56 \cdot 10^{-2}$
<sup>58</sup> Со	$1,10 \cdot 10^7$	$6,84 \cdot 10^{-3}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$3,91 \cdot 10^{-3}$
<sup>60</sup> Со	$1,43 \cdot 10^7$	$7,67 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$1,77 \cdot 10^{-2}$
<sup>65</sup> Zn	$2,39 \cdot 10^7$	$3,11 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$1,02 \cdot 10^{-1}$
<sup>106</sup> Ru	$1,11 \cdot 10^8$	$5,84 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$1,56 \cdot 10^{-2}$
<sup>134</sup> Cs	$1,29 \cdot 10^7$	$7,46 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$5,32 \cdot 10^{-2}$
<sup>137</sup> Cs	$1,86 \cdot 10^7$	$6,33 \cdot 10^{-2}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$3,69 \cdot 10^{-2}$
<sup>144</sup> Ce	$6,89 \cdot 10^7$	$4,66 \cdot 10^{-3}$	$*1,33 \cdot 10^7$	$1,33 \cdot 10^{-3}$
Общая активность	$1,25 \cdot 10^{11}$	0,344	$1,11 \cdot 10^{11}$	0,319
Суммарный сброс за год (без учета <sup>3</sup> H)	$2,74 \cdot 10^8$		$1,97 \cdot 10^8$	

*Примечание.* \* – радионуклиды не определены существующими на Курской АЭС методами и приборами. В соответствии с п.8.8.4 МУ 2.6.5.010-2016 фактический сброс нормируемого радионуклида, значение активности которого меньше нижнего предела измерения активности, принимается равным половине от значения нижнего предела измерения активности для данного радионуклида.

Радиационная обстановка вокруг КуАЭС в радиусе до 100 км контролируется УГМС ЦЧО, а в радиусе до 30 км – лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) КуАЭС.

В 2019 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем анализа в объединенных за месяц пробах атмосферных аэрозолей в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ «Тайфун-1А» производительностью 1250 м<sup>3</sup>/ч;

- радиоактивность атмосферных выпадений определялась в восьми пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;

- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;

- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в рыбе водоема-охладителя и рек, а также в сельхозпродуктах местного производства;

- проводился регулярный контроль за уровнем МАЭД и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по  $\gamma$ -излучению,  $\Sigma\beta$  и <sup>90</sup>Sr. Радионуклидный состав проб определялся  $\gamma$ -спектрометрическим методом на  $\gamma$ -спектрометрах «CANBERRA», диапазон измерения активности образцов – 10 – 10<sup>5</sup> Бк. Измерение  $\Sigma\beta$  в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами ДБГ-06Т, ДКС-96, ДРБП-03, МКС-01Р, МКС-АТ1117М, ДКС-АТ1123, КП-АД6. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy», Финляндия.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КуАЭС независимо от ЛВРК АЭС осуществляет УГМС ЦЧО (рис. 3.6.1 и 3.6.2).

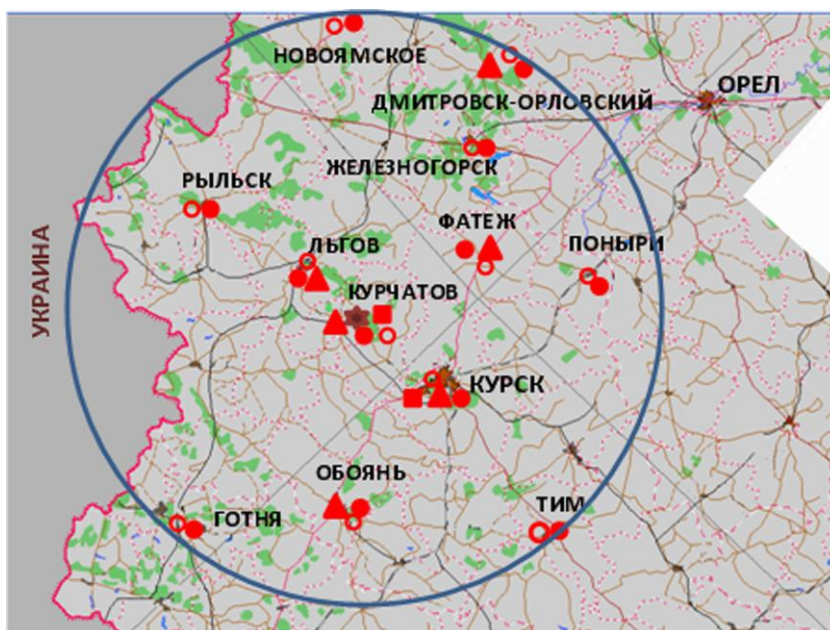


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

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

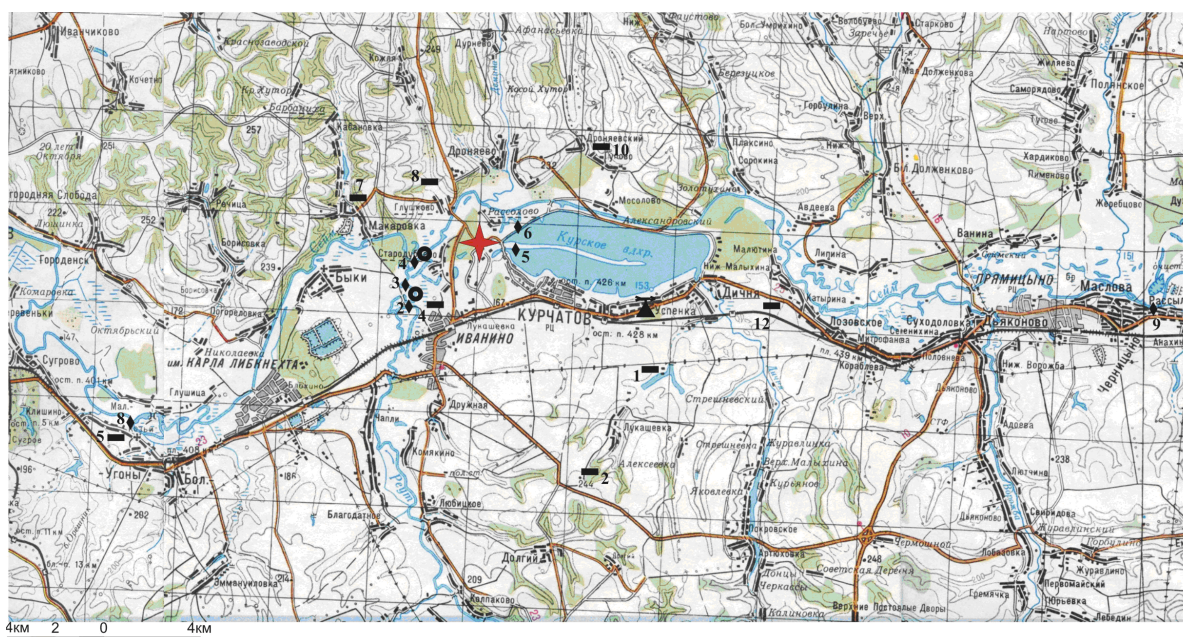


Рис. 3.6.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- – АЭС;
- — отбор проб снега и растительности;
- ◆ — отбор проб воды;
- — сброс ХФК в р. Реут и ПЛК в р. Сейм;
- — населенные пункты;
- ▲ — метеостанция Курчатова, отбор проб атмосферных аэрозолей, выпадений, измерения гамма-фона

В 2019 г. в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 3.6.1 и 3.6.2):

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ на фильтроткань ФПП-15-1,5 на двух станциях: в г. Курске – ежедневно (ВФУ 19ЦС-48) и в г. Курчатове – с экспозицией пять суток (6 проб в месяц) с помощью модернизированной установки «Тайфун-3а»;
- радиоактивных атмосферных выпадений на 6 станциях с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков площадью 0,3 м<sup>2</sup> с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;
- плотности загрязнения снега в 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 9 точках, совпадающих с точками отбора снега;
- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения каждые три часа на 11 стационарных пунктах, а также при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС.

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на  $\gamma$ -спектрометре «Гамма-1П» с полупроводниковым детектором типа GEM40P4-76. Суммарная  $\beta$ -активность проб измерялась на альфа-бета радиометрах УМФ-2000 и на радиометре типа РУБ-01П5. Объемная активность <sup>90</sup>Sr и <sup>239,240</sup>Pu в объединенных за квартал пробах определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

### ***Приземная атмосфера***

Данные УГМС ЦЧО за 2019 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных  $\Sigma\beta$  в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 3.6.3.

Таблица 3.6.3

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2019 г., 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Курск	с	16	11	11	23	17	22	19	25	29	22	20	22	20	22
	м	51	27	41	47	35	47	36	48	57	69	47	72	72	117
Курчатов	с	18	9	11	27	18	26	23	32	43	29	29	26	24	30
	м	31	16	14	39	29	41	31	49	67	52	59	66	67	114

Из приведенных в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объемная  $\Sigma\beta$ , зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в декабре и составила 72·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, а в г. Курчатове – в сентябре и составила 67·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от 11·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (в феврале и марте) до 29·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (в сентябре) в г. Курске и от 9·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (в феврале) до 43·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (в сентябре) в г. Курчатове. Среднегодовые объемные  $\Sigma\beta$  в Курске незначительно уменьшились по сравнению с 2018 г. и составляли 20·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, а в г. Курчатове уменьшились в 1,25 раза и составляли 24·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что выше уровня

средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,1 и 1,3 раза соответственно ( $18,8 \cdot 10^5$  Бк/м<sup>3</sup>).

По результатам  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО, в табл. 3.6.4 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны КуАЭС.

Таблица 3.6.4

**Среднегодовые ( $q$ ) и максимальные ( $q_m$ ) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО)**

Радионуклид	Курск				Курчатов				ДОНас., Бк/м <sup>3</sup>
	$q$		$q_m$		$q$		$q_m$		
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
<sup>24</sup> Na	1	1	23	456	н	н	н	н	290
<sup>51</sup> Cr	н	33	н	393	н	н	н	н	2500
<sup>54</sup> Mn	2	87	13	1040	10	48	21	470	72
<sup>59</sup> Fe	н	82	н	984	2	54	10	605	30
<sup>58</sup> Co	н	7	н	88	0,9	н	4,9	4	68
<sup>60</sup> Co	10	22	92	253	8	14	19	121	11
<sup>95</sup> Zr	н	8	н	10	2	1	9,9	6	23
<sup>95</sup> Nb	1	14	12	169	5	4	27	20	72
<sup>131</sup> I	1	3	26	480	1	9	0,4	435	7,3
<sup>134</sup> Cs	н	н	н	н	н	н	н	н	19
<sup>137</sup> Cs	8	10,9	29	57	11	13,7	24	31	27

*Примечания:* максимальная объемная активность радионуклидов ( $q_m$ ) в г. Курске приведена по суточным пробам аэрозолей, в Курчатове – по пробам аэрозолей, экспонируемым в течение пяти суток; н – ниже предела обнаружения.

В табл. 3.6.4 также приведены зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности радионуклидов в г. Курске, максимальные пятисуточные объемные активности радионуклидов в г. Курчатове и допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [2] с целью оценки степени опасности для населения регистрируемых в приземной атмосфере радионуклидов.

В течение года среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от  $3,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (ноябрь) до  $15,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (сентябрь) и составила в среднем за год  $6,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,6 раза ниже среднего за 2018 г. ( $10,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в 1,97 раз выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для территории Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались <sup>131</sup>I, <sup>24</sup>Na, <sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co, <sup>95</sup>Nb. Среднегодовое значение активности <sup>60</sup>Co уменьшилось в 2,2 раза по сравнению с 2018 г., а среднегодовое значение активности <sup>54</sup>Mn уменьшилось в 43,5 раза. В г. Курчатове среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs изменялась от  $4,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (ноябрь) до  $24,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (июль) и составила в среднем за год  $11,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза ниже, чем в 2018 г. ( $13,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), и в 3,3 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для территории Центра ЕТР.

Кроме <sup>137</sup>Cs, в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2019 г. наблюдались <sup>54</sup>Mn, <sup>59</sup>Fe, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb и <sup>131</sup>I. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных ДОНас. по НРБ-99/2009 на семь и более порядков.

В табл. 3.6.5 представлены объемные активности <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>238</sup>Pu и <sup>239+240</sup>Pu в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет.

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в приземном слое атмосферы  
в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2015 – 2019 гг., Бк/м<sup>3</sup>  
(данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}^*</math>, <math>10^{-7}</math></b>							
Курск	2015	9,3	19,0	19,0	8,5	13,9	5,5
	2016	7,6	7,8	10,1	5,4	7,7	3,6
	2017	5,5	9,3	7,8	3,9	6,7	3,2
	2018	2,6	8,7	11,1	21,3	10,9	3,4
	<b>2019</b>	<b>4,5</b>	<b>6,4</b>	<b>11,5</b>	<b>4,5</b>	<b>6,7</b>	<b>3,4</b>
Курчатов	2015	10,8	43,3	29,8	16,8	25,2	5,5
	2016	10,0	10,3	16,8	9,0	11,5	3,6
	2017	10,5	17,3	11,7	9,6	12,3	3,2
	2018	6,1	18,6	16,2	14,0	13,7	3,4
	<b>2019</b>	<b>7,4</b>	<b>9,5</b>	<b>21,4</b>	<b>6,6</b>	<b>11,2</b>	<b>3,4</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math>, <math>10^{-7}</math></b>							
Курск	2015	1,16		1,06		1,11	1,01
	2016	0,98		0,62		0,80	0,82
	2017	0,30		1,50		0,90	0,81
	2018	0,59		0,73		0,66	0,57
	<b>2019</b>	<b>0,38</b>		<b>0,60</b>		<b>0,49</b>	<b>0,36</b>
Курчатов	2015	1,43		1,71		1,57	1,01
	2016	1,00		1,21		1,11	0,82
	2017	0,30		0,36		0,33	0,81
	2018	1,02		1,00		1,01	0,57
	<b>2019</b>	<b>0,70</b>		<b>0,97</b>		<b>0,84</b>	<b>0,36</b>
<b><math>^{239+240}\text{Pu}</math>, <math>10^{-9}</math></b>							
Курск	2015	5,6	12,6	3,6	1,0	5,7	-
	2016	0,8	4,5		2,4	1,9	-
	2017		1,1		0,3	0,7	-
	2018		1,54		1,47	1,51	-
	<b>2019</b>		<b>0,20</b>		<b>1,97</b>	<b>1,09</b>	-
<b><math>^{238}\text{Pu}</math>, <math>10^{-9}</math></b>							
Курск	2015	0,8	42,6	2,2	0,4	11,5	-
	2016	0,3	0,3		2,4	0,8	-
	2017		0,4		1,4	0,9	-
	2018		0,24		-	0,24	-
	<b>2019</b>		<b>0,68</b>		<b>n</b>	<b>0,68</b>	-

Примечания: \* – данные УГМС ЦЧО;  
n - ниже предела обнаружения;  
- - нет данных.

Из табл. 3.6.5 видно, что среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 г. в Курске уменьшились в 1,3 раза по сравнению с 2018 г. и были в 1,4 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в Курчатове уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2018 г. и были в 2,3 раза выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха г. Курска в 2019 г. ( $1,09 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с 2018 г. Объемная активность  $^{238}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха г. Курска в 2019 г. составила  $0,68 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> и увеличилась в 2,8 раза по сравнению с 2018 годом.

Данные ЛВРК АЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2018-2019 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2019 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. В ЗН и контрольном пункте Селекционный регистрировался тот же состав радионуклидов, что и в СЗЗ. В ЗН содержание большинства регистрируемых радионуклидов по сравнению с 2018 г. уменьши-

лось. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в ЗН ( $20 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) мало изменилась по сравнению с 2018 г. и в 5,8 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН КуАЭС и контрольного пункта были на пять-семь порядков ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009 (табл. 3.6.6).

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2019 г. приведены в табл. 3.6.7. Там же для сравнения приведены среднемесячные суточные выпадения для Центрально-Черноземных областей России (без учета станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.).

Таблица 3.6.6

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2018 – 2019 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК КуАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОО <sub>нас.</sub> по НРБ-99/2009, Бк/м <sup>3</sup>
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
$^{54}\text{Mn}$	14	38	38	189	184	23	72
$^{59}\text{Fe}$	11	65	65	429	1379	42	30
$^{58}\text{Co}$	<3	18	5	84	135	5	68
$^{60}\text{Co}$	9	23	25	77	897	19	11
$^{65}\text{Zn}$	2	11	35	20	88	< 10	72
$^{94}\text{Nb}$	< 2	< 2	< 4	< 4	< 14	< 3	11
$^{95}\text{Nb}$	8	31	32	111	311	29	72
$^{95}\text{Zr}$	< 5	21	20	104	298	24	23
$^{134}\text{Cs}$	6	1	9	22	26	22	19
$^{137}\text{Cs}$	11	10	20	21	59	16	27

Таблица 3.6.7

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2019 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Дмитровск-Орловский	с	0,5	1,0	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6	0,9	1,1	0,7	0,7	264
	м	2,2	3,6	2,2	3,5	1,7	1,9	2,7	2,1	4,9	2,5	4,4	5,0			
Курск	с	0,6	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	1,1	0,9	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	267
	м	5,7	4,1	3,7	1,6	2,8	1,1	3,9	7,1	2,7	2,1	2,8	2,2			
Курчатов	с	0,6	1,3	0,8	0,9	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8	0,8	1,2	1,3	0,9	0,8	313
	м	2,8	3,7	3,5	2,2	1,7	3,2	1,4	3,1	2,8	3,0	4,7	3,0			
Льгов	с	0,7	0,5	0,7	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	1,0	0,9	0,7	0,7	240
	м	3,0	1,5	2,7	1,5	1,4	2,3	1,8	3,7	2,0	2,6	3,4	4,9			
Обоянь	с	0,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,9	1,1	0,7	0,7	0,7	255
	м	1,4	2,8	3,0	3,8	1,6	2,3	3,2	2,1	2,3	3,0	2,9	2,1			
Фатеж	с	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,6	1,0	1,0	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	262
	м	3,1	2,5	2,6	2,2	2,3	1,3	1,6	3,1	3,6	3,5	2,8	3,2			
100-км зона Курской АЭС		0,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,7	0,7	267
Региональный фон*		0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	0,6	0,6	236

Примечание: \* – Белгород, Липецк, Тамбов.

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2019 г. среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,7 – 0,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что находится примерно на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений были зарегистрированы в г. Курчатов (313 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в августе в г. Курск (7,1 Бк/ м<sup>2</sup>·сутки).



Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений (табл. 3.6.8) выполнялся УГМС ЦЧО:

- по объединенным за месяц пробам г. Курчатова;
- по объединенным за месяц пробам по зоне 12 (Курск, Льгов, Обоянь, расположенных в зоне влияния КуАЭС);
- по объединенным за месяц пробам по зоне 11 (Липецк, Белгород, Тамбов, Жуковка).

Таблица 3.6.8

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц (данные УГМС ЦЧО)**

Месяц	Курчатова				Зона 12		Зона 11	
	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>232</sup> Th	<sup>210</sup> Pb	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be
Январь	н	14	1,20	26	н	10	н	8
Февраль	н	27	1,08	29	н	25	н	14
Март	0,09	38	0,81	29	н	74	н	19
Апрель	н	28	1,24	28	н	18	н	28
Май	н	69	1,20	29	н	48	н	73
Июнь	н	60	0,00	28	н	31	0,07	74
Июль	н	72	1,04	36	н	49	н	69
Август	н	26	1,20	26	0,05	22	0,06	24
Сентябрь	н	38	0,32	н	0,04	42	0,05	20
Октябрь	н	47	1,40	31	н	17	н	43
Ноябрь	н	26	1,16	34	н	26	н	20
Декабрь	н	35	0,27	33	н	91	н	22
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год: <b>2019 г.</b>	<b>0,09</b>	<b>480</b>	<b>11</b>	<b>328</b>	<b>0,09</b>	<b>453</b>	<b>0,17</b>	<b>414</b>
2018 г.	0,1	413	9,09	272	0,22	346	0,09	382
2017 г.	0,6	318	6,05	228	0,36	350	0,46	285

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался <sup>137</sup>Cs. Кроме этого, разово фиксировались <sup>54</sup>Mn и <sup>60</sup>Co. В 2019 г. по сравнению с 2018 г. в г. Курчатове выпадения <sup>137</sup>Cs уменьшились в 1,1 раза. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался <sup>137</sup>Cs. Выпадения <sup>137</sup>Cs в зоне 12 уменьшились в 2,4 раза по сравнению с 2018 годом.

В 2019 г. годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в г. Курчатове и в зоне 12 были в 3,7 раза ниже средних выпадений этого радионуклида на незагрязненных территориях Центра ЕТР (0,33 Бк/м<sup>2</sup>·год).

По данным ЛВРК АЭС, в 2019 г. среднегодовые выпадения <sup>60</sup>Co в зоне наблюдения Курской АЭС уменьшились по сравнению с 2018 г. и составили < 0,02 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Среднегодовые выпадения <sup>137</sup>Cs в зоне наблюдения Курской АЭС увеличились в 4 раза и составили 0,08 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

**Вода, донные отложения**

В 2019 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно отбирались пробы воды открытых водоемов (водоохладитель и р. Сейм) при помощи ручных пробоотборников. Объем проб составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО также ежемесячно проводился отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (рис. 3.6.2). Объемная Σβ измерялась ежемесячно, радионуклидный состав определялся в объединенных за год по каждой точке пробах.

Объемные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приемников сточных вод в 2019 г., полученные УГМС ЦЧО и ЛВРК КуАЭС, приведены в табл. 3.6.9 и табл. 3.6.10 соответственно. По данным ЛВРК КуАЭС, в воде водоема-охладителя и р. Сейм реги-

стрировался  $^{137}\text{Cs}$ , активность которого составляла 7,8 – 19,5 Бк/м<sup>3</sup>, и  $^{60}\text{Co}$  (в БНС-3) с активностью 9,9 Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 3.6.9

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2019 г., Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$\Sigma\beta$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н	н	н	н	520	460
Подводящий канал водоема-охладителя	н	н	н	н	480	490
<u>р. Сейм</u>						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	н	н	н	н	180	180
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	н	н	н	н	210	290
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	н	н	н	н	330	170
<u>р. Реут</u>						
1 км выше сброса ХФК (т. 2 рис. 3.6.2) – фон	н	н	н	н	270	290
0,5 км ниже сброса ХФК (т. 3 рис. 3.6.2)	н	н	н	н	260	300

Примечание: н – ниже предела обнаружения (0,02–1 Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.6.10

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2019 г., Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2019 г.	Средняя за 5 лет	2019 г.	Средняя за 5 лет
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	9,2	13,9	<19,8	<19,7
р. Сейм (х. Александровский)	14,2	19,0	<19,9	<18,8
р. Сейм (Сброс ПЛК)	7,8	10,2	<10,4	11,0
р. Сейм (п. Макаровка)	18,8	19,9	<19,1	<19,5
р. Сейм (БНС-3)	19,5	14,2	9,9	9,9

По данным УГМС ЦЧО, в 2019 г. (табл. 3.6.9) средние за год значения объемной  $\Sigma\beta$  в пруде-охладителе в 2,9 раза превышают фоновое значение в р. Сейм; в р. Сейм в 100 м ниже сброса ПЛК – в 1,2 раза; в р. Реут – в 1,4 раза. Объемная  $\Sigma\beta$  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. Для питьевых целей в г. Курчатове используется смешанная вода, отобранная из Тарасовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды показали, что в 2019 г. объемные альфа- и бета-активности не превышали 0,2 и 1,0 Бк/кг соответственно.

Контроль за содержанием радиоактивных веществ в донных отложениях проводился ЛВРК КуАЭС в сбросном канале водоема-охладителя и в трех точках водоема-охладителя, расположенных от места сброса теплых вод до подводящего канала, а также в реке Сейм. Результаты анализа проб донных отложений представлены в табл. 3.6.11. Как видно из табл. 3.6.11, в 2019 г. в пробах донных отложений удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  изменялась в диапазоне от < 0,7 до 5,3 Бк/кг в.-с. Максимальное загрязнение донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалось в р. Сейм в районе хут. Александровский и составило 5,3 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были на три – четыре порядка ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. ( $10^4$  Бк/кг для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ ).

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.  
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	0,7	1,0	< 0,4	< 0,4
Водоем-охладитель, восточная часть	< 0,7	< 0,5	< 0,4	< 0,3
Водоем-охладитель, район ЦГиЭ-125	0,7	3,2	< 0,4	< 0,6
Водоем-охладитель, район ЛВД	0,8	3,2	< 0,4	< 0,9
р. Сейм (ниже сброса), д. Макаровка	1,4	2,3	< 0,4	< 0,5
р. Сейм, сброс ПЛК	3,3	< 0,7	< 0,4	< 0,5
р. Сейм (выше сброса), хут. Александровский	5,3	2,8	< 1,0	< 0,6

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин, расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, хранилища жидких и твердых отходов (ХЖТО), ХТРО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. В 2018 г. измерение объемной  $\Sigma\beta$  воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений  $\Sigma\beta$  – от 0,1 до  $3 \cdot 10^3$  Бк с погрешностью не более 15 %). В 2018 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  воды в контрольных скважинах не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) (максимальное значение – 190 Бк/м<sup>3</sup> в скважине 4 ХЖТО).

**Снег, почва, растительность**

По данным УГМС ЦЧО, в 2019 г. наибольшая среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  активность в талой воде (308 мБк/л) наблюдалась в т. 2. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  активности (2,7 Бк/м<sup>2</sup>) наблюдалась в т. 2 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.12). Значения объемной  $\Sigma\beta$  активности талой воды и плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  активности в точке наблюдения 2 превысили значения в фоновой точке в 4,6 и 3 раза соответственно. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  активность в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  в большинстве других пунктов наблюдения превышали фоновые значения.

Таблица 3.6.12

**Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС  
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	1,2	0,7	86	44
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	2,7	0,7	308	43
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,5	0,8	46	45
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	1,1	0,4	65	24
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	2,5	0,3	148	18
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	2,5	0,6	151	68
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	0,8	0,8	50	46
т. 12 – 2 км к востоку от д. Дичня	1,4	1,2	84	69
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,9	0,9	67	52

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 <sup>137</sup>Cs. В 2019 г. средние значения поверхностной плотности <sup>137</sup>Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 3,8 и 3,5 кБк/м<sup>2</sup> соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 2,3 кБк/м<sup>2</sup> при средних значениях за последние пять лет

3,2 кБк/м<sup>2</sup> (для СЗЗ); 3,3 кБк/м<sup>2</sup> (для ЗН) и 2,8 кБк/м<sup>2</sup> (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы <sup>60</sup>Со составляла 220 Бк/м<sup>2</sup> в СЗЗ, 130 Бк/м<sup>2</sup> в ЗН и < 110 Бк/м<sup>2</sup> в контрольном пункте.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2019 г. контролировалось УГМС ЦЧО при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по июль в восьми точках, совпадающих с точками отбора проб снега (рис. 3.6.2), и на аэрологической станции в Курске (фоновая точка). В пробах растительности регулярно определялась удельная активность <sup>137</sup>Cs и природных радионуклидов <sup>40</sup>K, <sup>7</sup>Be, <sup>210</sup>Pb, <sup>232</sup>Th. В табл. 3.6.13 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности.

Таблица 3.6.13

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2019 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.				
	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>232</sup> Th	<sup>210</sup> Pb	<sup>40</sup> K
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,7	82	2,1	89	726
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,8	103	4,5	92	533
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,8	101	3,2	180	741
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,5	107	3,0	126	846
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,3	109	3,0	147	690
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	0,4	106	2,8	134	569
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	н	108	4,8	99	813
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	2,3	114	1,9	42	745
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	1,4	160	2,5	149	878
Среднее	0,8	110	3,1	118	727

Примечания: 1. н – активность радионуклида ниже нижнего предела диапазона измерений объемной активности;  
2. <sup>232</sup>Th определялся по <sup>228</sup>Ac.

Из табл. 3.6.13 видно, что среднее содержание <sup>137</sup>Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2019 г. составило 0,8 Бк/кг в.-с., что в 1,4 раза ниже значения 2018 г. (1,1 Бк/кг в.-с.) Максимальная удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 12 (рис. 3.6.2) – 2,3 Бк/кг в.-с. В целом, в 2019 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений 2018 г., однако в одной точке превышали фоновые значения.

В 2019 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в пищевых продуктах в 2019 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01: в яблоках – <1,5 Бк/кг сырой массы; грибах – 9,4 Бк/кг сырой массы; картофеле – <1,1 Бк/кг сырой массы; рыбе – <0,7 Бк/кг сырой массы; пшенице – <0,8 Бк/кг сырой массы; ячмене – <0,8 Бк/кг сырой массы; свекле – <1,2 Бк/кг сырой массы; мясе – <0,9 Бк/кг сырой массы и молоке – <0,8 Бк/кг сырой массы. Содержание <sup>131</sup>I в молоке было менее 0,6 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2018 году.

#### **Радиационный фон на местности**

По данным ежемесячных измерений МАЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2019 г. МАЭД изменялась в пределах от 0,08 до 0,20 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,13 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 0,10 до 0,17 мкЗв/ч (Поныри). Максимальные суточные значения МАЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2019 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). Среднее значение МАЭД на промплощадке составило 0,18 мкЗв/ч.

Годовая доза на местности в ЗН КуАЭС изменялась от  $0,85 \cdot 10^{-3}$  до  $1,01 \cdot 10^{-3}$  Зв, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ( $0,97 \cdot 10^{-3}$  Зв).

Для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.6.14).

Среднегодовой радиационный риск для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, за период 2000 – 2019 гг. составил около  $3,2 \cdot 10^{-7}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Представленные данные позволяют сделать вывод, что воздействие Курской АЭС на радиационную обстановку в районе ее расположения незначительно. Согласно данным мониторинга, в приземном воздухе Курска и Курчатова в 2019 г. наблюдались техногенные радионуклиды ( $^{24}\text{Na}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{131}\text{I}$ ), отсутствующие в составе глобального фона. Однако их объемные активности были на семь-восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009.

Таблица 3.6.14

**Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия Курской АЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении техногенных радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000 – 2019 гг.**

Пути поступления	Радионуклид		
	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	Суммарный риск
Ингаляция	$4,4 \cdot 10^{-12}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$7,4 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$7,1 \cdot 10^{-9}$	-	$7,1 \cdot 10^{-9}$
Потребление продуктов питания*	$3,1 \cdot 10^{-8}$	-	$3,1 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$2,9 \cdot 10^{-7}$	-	$2,9 \cdot 10^{-7}$
Сумма	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$

Примечания: \* – модельные оценки;  
 - - отсутствие данных мониторинга.

### 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 (см. 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 четвертый энергоблоки (вторая очередь, здание 601) находятся на 2 км западнее.



Рис. 3.7.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения.

В 2019 г. на ЛАЭС эксплуатировались четыре энергоблока с суммарной установленной мощностью 4200 МВт: № 2 – первая очередь, № 3 и 4 – вторая очередь с реакторами РБМК-1000, № 5 – с реактором типа ВВЭР-1200, введенными в эксплуатацию в 1975, 1979, 1981 и 2018 гг. соответственно. В декабря 2018 г. после 45 лет работы окончательно остановлен энергоблок № 1 ЛАЭС.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет более 5,0 км<sup>2</sup>. СЗЗ Ленинградской АЭС представляет собой две накладывающиеся друг на друга окружности радиусом 1,5 км вокруг вентиляционных труб первой и второй очередей Ленинградской АЭС 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 Ленинградской АЭС с реакторами РБМК-1000. В ЗН проживают более 70 тыс. человек. Наиболее крупные населенные пункты – г. Сосновый Бор и п. Лебяжье.

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [1].

На территории промплощадки ЛАЭС расположено ХОЯТ, рассчитанное на хранение 38 160 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС). Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов. В 2014 году на Ленинградской АЭС после завершения последнего эта-

па пусконаладочных работ был осуществлен ввод в промышленную эксплуатацию Комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов (зд.672Р). В состав Комплекса входят установки сортировки, прессования, сжигания, системы транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования и другие. Комплекс по переработке ТРО оснащен оборудованием фирмы «Nuket» (Германия).

В целях совершенствования системы обращения с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО) на территории комплекса переработки отходов ведутся работы по созданию комплекса по переработке ЖРО гетерогенного и гомогенного составов, который будет включать установку цементирования отработанных пульп фильтроперлита и ионообменных смол и установку переработки гомогенных ЖРО по малоотходной технологии. В 2015 г. выполнена реконструкция хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через четыре вентиляционные трубы (первой, второй очередей, комплекса переработки отходов и вентиляционной трубы энергоблока №1 ВВЭР-1200). Данные о газоаэрозольных выбросах ЛАЭС в 2019 г. и для сравнения данные 2018 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведенных в табл. 3.7.1 данных видно, что в 2019 г. по сравнению с 2018 г. увеличились выбросы  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$  энергоблока ВВЭР-1200 и составили соответственно менее 0,03 % и 0,64 % от допустимых выбросов. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ (5,07 и 1,46 % от ДВ энергоблоков РБМК-1000 и ВВЭР-1200 соответственно). Все годовые выбросы по контролируемым радионуклидам оставались на уровне значительно ниже допустимых. Случаев превышения установленных допустимых и контрольных уровней выбросов радиоактивных веществ в атмосферу в течение 2019 года не зарегистрировано.

Таблица 3.7.1

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс		Фактический выброс				Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019г. по сравнению с 2018 г.
			2019			2018	
	РБМК-1000	ВВЭР-1200	РБМК-1000	ВВЭР-1200	Сумма	Сумма	
ИРГ	$2,96 \cdot 10^{15}$	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,50 \cdot 10^{14}$	$1,00 \cdot 10^{13}$	$1,60 \cdot 10^{14}$	$3,03 \cdot 10^{14}$	$-1,43 \cdot 10^{14}$
$^{131}\text{I}$	$5,84 \cdot 10^{10}$	$1,80 \cdot 10^{10}$	$2,00 \cdot 10^8$	$3,66 \cdot 10^7$	$2,37 \cdot 10^8$	$5,20 \cdot 10^8$	$-2,84 \cdot 10^8$
$^{60}\text{Co}$	$2,50 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,45 \cdot 10^8$	$2,35 \cdot 10^7$	$1,68 \cdot 10^8$	$3,10 \cdot 10^8$	$-1,42 \cdot 10^8$
$^{134}\text{Cs}$	$1,40 \cdot 10^9$	$9,00 \cdot 10^8$	$2,82 \cdot 10^7$	$2,14 \cdot 10^7$	$4,96 \cdot 10^7$	$5,84 \cdot 10^7$	$-8,78 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$4,00 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^9$	$5,32 \cdot 10^7$	$2,14 \cdot 10^7$	$7,46 \cdot 10^7$	$9,92 \cdot 10^7$	$-2,46 \cdot 10^7$
$^3\text{H}$	-	$3,81 \cdot 10^{14}$	-	$1,09 \cdot 10^{11}$	$1,09 \cdot 10^{11}$	$5,11 \cdot 10^8$	$+1,08 \cdot 10^{11}$
$^{14}\text{C}$	-	$4,96 \cdot 10^{12}$	-	$3,15 \cdot 10^{10}$	$3,15 \cdot 10^{10}$	$1,19 \cdot 10^8$	$+3,14 \cdot 10^{10}$

*Примечания:* - - нет данных;  
значения выбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса).

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [1]. Сбросы очищенных дебалансных вод на ЛАЭС, которые представляют собой избыточный спецдоочищенный конденсат, образующийся при очистке трапных вод, производятся в Копорскую губу Финского залива. Общий объем сброса составил  $18850 \text{ м}^3$  (для энергоблоков РБМК 1000) и  $66799 \text{ м}^3$  (для энергоблока № 1 ВВЭР-1200). В 2019 г. в сбросных водах объективно определялся только  $^3\text{H}$ , годовой сброс которого

вырос по сравнению с 2018 г. в 2,4 раза и составил 0,05 % от допустимого сброса для энергоблоков РБМК 1000 и 4,11 % от допустимого сброса для энергоблока ВВЭР-1200. Для остальных нормируемых радионуклидов измеренные величины объемных активностей не превышали нижних пределов измерения. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2019 и 2018 годах приведены в табл. 3.7.2.

Таблица 3.7.2

Сбросы радионуклидов в Копорскую губу Финского залива на ЛАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	2,13·10 <sup>14</sup>	8,86·10 <sup>12</sup>	3,70·10 <sup>12</sup>	+5,16·10 <sup>12</sup>
<sup>51</sup> Cr	5,55·10 <sup>13</sup>	2,32·10 <sup>8</sup>	1,24·10 <sup>8</sup>	+1,08·10 <sup>8</sup>
<sup>54</sup> Mn	1,16·10 <sup>11</sup>	7,05·10 <sup>7</sup>	1,67·10 <sup>7</sup>	+5,38·10 <sup>7</sup>
<sup>58</sup> Co	7,09·10 <sup>11</sup>	7,13·10 <sup>7</sup>	1,54·10 <sup>7</sup>	+5,58·10 <sup>7</sup>
<sup>59</sup> Fe	5,89·10 <sup>10</sup>	6,02·10 <sup>7</sup>	2,54·10 <sup>7</sup>	+3,48·10 <sup>7</sup>
<sup>60</sup> Co	8,54·10 <sup>10</sup>	5,26·10 <sup>7</sup>	1,55·10 <sup>7</sup>	+3,71·10 <sup>7</sup>
<sup>65</sup> Zn	1,29·10 <sup>11</sup>	8,17·10 <sup>7</sup>	3,37·10 <sup>7</sup>	+4,80·10 <sup>7</sup>
<sup>89</sup> Sr	1,11·10 <sup>13</sup>	4,49·10 <sup>8</sup>	6,70·10 <sup>7</sup>	+3,82·10 <sup>8</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,67·10 <sup>12</sup>	3,33·10 <sup>8</sup>	6,22·10 <sup>7</sup>	+2,71·10 <sup>8</sup>
<sup>95</sup> Zr	2,20·10 <sup>11</sup>	7,85·10 <sup>7</sup>	2,96·10 <sup>7</sup>	+4,89·10 <sup>7</sup>
<sup>103</sup> Ru	6,67·10 <sup>11</sup>	3,69·10 <sup>7</sup>	1,58·10 <sup>7</sup>	+2,11·10 <sup>7</sup>
<sup>106</sup> Ru	9,42·10 <sup>10</sup>	2,07·10 <sup>8</sup>	1,27·10 <sup>8</sup>	+7,99·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	1,82·10 <sup>12</sup>	6,85·10 <sup>7</sup>	3,10·10 <sup>7</sup>	+3,75·10 <sup>7</sup>
<sup>134</sup> Cs	3,74·10 <sup>10</sup>	3,41·10 <sup>7</sup>	1,55·10 <sup>7</sup>	+1,85·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	5,93·10 <sup>10</sup>	3,76·10 <sup>7</sup>	1,70·10 <sup>7</sup>	+2,06·10 <sup>7</sup>
<sup>141</sup> Ce	1,19·10 <sup>12</sup>	5,74·10 <sup>7</sup>	2,93·10 <sup>7</sup>	+2,82·10 <sup>7</sup>
<sup>144</sup> Ce	1,49·10 <sup>11</sup>	2,17·10 <sup>8</sup>	1,27·10 <sup>8</sup>	+8,97·10 <sup>7</sup>
<sup>132</sup> I	3,59·10 <sup>13</sup>	1,99·10 <sup>7</sup>	4,98·10 <sup>6</sup>	+1,49·10 <sup>7</sup>
<sup>133</sup> I	6,39·10 <sup>12</sup>	5,23·10 <sup>7</sup>	1,51·10 <sup>6</sup>	+5,08·10 <sup>7</sup>
<sup>134</sup> I	4,55·10 <sup>13</sup>	5,96·10 <sup>7</sup>	1,96·10 <sup>6</sup>	+5,77·10 <sup>7</sup>
<sup>135</sup> I	2,05·10 <sup>13</sup>	9,30·10 <sup>7</sup>	4,88·10 <sup>6</sup>	+8,81·10 <sup>7</sup>

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

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС, а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС (рис. 3.7.1).

В 2019 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила мониторинг:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения в СЗЗ и ЗН с помощью стационарных фильтровентиляционных установках САП «Буран» производительностью от 300 до 2500 м<sup>3</sup>/час на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. С апреля 2017 года периодичность смены фильтра составляет 1 раз в месяц;
- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических кювет площадью 0,3 м<sup>2</sup>, время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- содержания радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов;
- содержания радионуклидов в почве, в продуктах питания местного производства;
- МАЭД и годовой поглощенной дозы на местности.

В качестве средств измерений при проведении радиационного контроля объектов окружающей среды используются: система гамма-спектрометрическая ISOCS/LabSOCS фирмы «Canberra» (детектор GC4019, анализатор DSA-1000); гамма-спектрометр многоканальный для измерения рентгеновского и гамма-излучения Canberra (детектор GC4018, анализатор DSA-1000); бета-



спектрометрический комплекс на базе низкофонового жидкостного сцинтилляционного альфа-бета-радиометра TRI-CARB 3100 TR/AB; установка для измерения малых активностей УМФ-2000.

Для мониторинга МАЭД и годовой поглощенной дозы ЛВД ЛАЭС использовались следующие средства: автоматическая система дозиметрического контроля радиационной обстановки окружающей среды ААМ-90 (25 стационарных измерительных станций и одна мобильная: 10 станций размещено на промплощадке, 15 станций – в СЗЗ и ЗН); пусковой комплекс АСКРО ЛАЭС-2; дозиметр-радиометр ДКС-96; дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М; дозиметр-радиометр поисковый МКС/СРП-08А.

Северо-Западное УГМС в 2019 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- объемную активность радионуклидов в приземном слое атмосферы путем отбора проб в одном пункте (г. Санкт-Петербург) с помощью ВФУ с пятисуточной экспозицией;
- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в двух пунктах;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -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 объемной  $\Sigma\beta$  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/м<sup>2</sup>-сутки) и объемная  $\Sigma\beta$  (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне ЛАЭС в 2019 г. (данные Северо-Западного УГМС)**

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,9	4,8	0,3	1,06	7,24
	м	5,9	7,2	1,3		
Февраль	с	1,2	6,5	0,4	0,92	7,24
	м	4,2	9,0	1,2		
Март	с	0,9	9,6	0,3	0,67	6,39
	м	2,1	16,3	0,8		
Апрель	с	0,5	14,7	0,6	0,62	10,54
	м	1,6	23,8	1,1		
Май	с	0,9	12,1	0,4	0,59	11,16
	м	4,6	18,0	1,3		
Июнь	с	0,8	14,1	0,4	0,50	10,91
	м	2,1	19,1	1,1		
Июль	с	0,7	8,5	0,5	0,85	9,10
	м	2,3	11,1	1,1		
Август	с	0,8	13,8	0,6	0,71	10,10
	м	3,7	16,9	1,2		
Сентябрь	с	0,6	11,9	0,4	0,66	8,99
	м	1,3	16,1	0,9		
Октябрь	с	0,5	5,1	0,4	0,57	3,99
	м	1,6	9,7	1,0		
Ноябрь	с	0,4	6,3	0,6	0,51	4,92
	м	1,2	12,9	4,4		
Декабрь	с	0,7	6,7	0,4	0,46	5,06
	м	2,8	8,5	1,2		
Среднее: Бк/ м <sup>2</sup> -сутки 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		<b>0,7</b>	<b>9,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,68</b>	<b>7,97</b>
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год		256		146	248	

В соответствии с этими данными среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в Санкт-Петербурге изменялась от  $4,8 \cdot 10^{-5}$  до  $14,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $9,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, которое превысило региональный уровень для Севера ЕТР ( $8,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 1,2 раза.

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 3.7.4.

Из табл. 3.7.4 видно, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась в от  $1,0 \cdot 10^{-7}$  (декабрь) до  $6,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (май, ноябрь) и ее среднегодовое значение ( $3,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) превышала в 2,3 раза уровень регионального значения для Севера ЕТР ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.7.4

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2019 г., Бк/м<sup>3</sup> (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$
Январь	3,5	} 1,41
Февраль	4,6	
Март	4,7	
Апрель	2,0	}
Май	6,1	
Июнь	3,6	} 0,40
Июль	2,1	
Август	4,5	
Сентябрь	4,3	}
Октябрь	2,4	
Ноябрь	6,1	}
Декабрь	1,0	
Среднее	<b>3,7</b>	<b>0,91</b>

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе Санкт-Петербурга в 2019 г. ( $0,91 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) увеличилась в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом и превысила соответствующее региональное значение для Севера ЕТР ( $0,49 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), оставаясь ниже ДОА<sub>нас.</sub> в 3 раза.

Данные ЛВД ЛАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2018 – 2019 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 2019 г. объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{51}\text{Cr}$  в СЗЗ были выше значений в ЗН. Относительно 2018 г. в СЗЗ ЛАЭС объемные активности всех реперных техногенных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ) снизились, в ЗН выросло содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{51}\text{Cr}$  в 1,8 и 1,5 раза соответственно по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 3.7.5

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВД ЛАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОА <sub>нас.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
$^{137}\text{Cs}$	93	230	59	33	27
$^{134}\text{Cs}$	5,7	55	5,3	8,7	19
$^{60}\text{Co}$	140	580	24	67	11
$^{54}\text{Mn}$	61	270	22	57	72
$^{51}\text{Cr}$	67	130	62	41	2500
$^{131}\text{I}$	< 20	5,2	< 20	7,1	7,3

В 2019 г. величины среднегодовых объемных активностей отдельных радионуклидов техногенного происхождения в воздухе приземного слоя атмосферы СЗЗ и ЗН на шесть – девять порядков ниже допустимых среднегодовых объемных активностей (ДОВА) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных мониторинга следует, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 16 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 2019 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в январе в Санкт-Петербурге – 5,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В г. Санкт-Петербург среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений были на уровне региональных выпадений на Севере ЕТР (0,68 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), в Сосновом Бору – меньше в 1,7 раза.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС, свидетельствует о том, что в 2019 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ) не превышали МДА, в СЗЗ ЛАЭС в 2019 г. достоверно определялся только  $^{60}\text{Co}$  (0,04 Бк/м<sup>2</sup>·сут).

#### **Вода и другие объекты окружающей среды**

Контроль источников питьевой воды проводится ЛВД ЛАЭС периодически в реках Систе и Коваши – в основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения – и в оз. Бабинское – контрольном водоеме. Результаты контроля за 2019 г., приведенные в табл. 3.7.6, показывают, что среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^3\text{H}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на один – три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [2] и не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 3.7.6

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде и воде контрольного водоема, Бк/л (данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^3\text{H}$		$^{90}\text{Sr}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
р. Систа	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 20	< 20	<1,0	<1,0
р. Коваши	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 20	< 20	<1,0	<1,0
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	<20	<20	<1,0	<1,0
УВ по НРБ-99/2009	11		40		7600		4,9	

В 2019 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 самом устье. Активность донных отложений определялась радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  (табл. 3.7.7). Удельные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в 2019 г. выросли по сравнению с 2018 г.

По данным  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является  $^{137}\text{Cs}$ . В СЗЗ и ЗН плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. (1,96 и 2,03 кБк/м<sup>2</sup> соответственно) находилась на уровне ее значения в контрольном пункте (2,11 кБк/м<sup>2</sup>) и в пределах величины глобального фонового уровня (1,1 – 3,7 кБк/м<sup>2</sup>). Плотность загрязнения почвы  $^{60}\text{Co}$  было ниже МДА, равного 100 Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 3.7.7

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы\*  
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора пробы	<sup>137</sup> Cs		<sup>54</sup> Mn		<sup>60</sup> Co	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
Копорская губа (водоем-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди **	19,0	16,2	0,9	1,6	2,7	1,5
Копорская губа (водоем-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди **	13,3	9,1	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Финский залив – контрольный водоем	12,8	12,1	< 0,5	< 0,3	< 0,4	< 0,4

*Примечания:* \* – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);

\*\* – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС, приведена в табл. 3.7.8. Из таблицы видно, что в 2019 г. содержание <sup>137</sup>Cs выросло по сравнению с 2018 г. в грибах в 5,2 раза и стал достоверно определяться в картофеле. Содержание <sup>137</sup>Cs в корнеплодах, молоке и мясе было ниже МДА. Все значения были на один-два порядка ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [3].

Таблица 3.7.8

**Удельная активность продуктов питания местного производства  
в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы  
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Продукт	<sup>137</sup> Cs		
	2019 г.	2018 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [3]
Корнеплоды (морковь, свекла)	< 0,3	< 0,4	120
Картофель	1,0	< 0,3	120
Ягоды дикорастущие (клюква)	6,5	6,4	160
Грибы	16,5	3,2	500
Рыба	5,2	6,5	130
Молоко	< 0,6	< 0,6	100
Мясо	< 0,8	< 0,7	160

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2019 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,10 до 0,16 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД не превышали 0,19 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ-фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС, среднегодовые значения МАЭД в 2019 г. в СЗЗ и ЗН составили 0,11 мкЗв/ч, в контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) – 0,08 мкЗв/ч; максимальные измеренные значения МАЭД не превышали 0,39 (СЗЗ); 0,22 (ЗН) и 0,14 (Бегуницы) мкЗв/ч. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МАЭД на местности в 2019 г. в СЗЗ и ЗН составляли 0,12 мкЗв/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные значения МАЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,24 и 0,22 мкЗв/ч соответственно.

Для населения, проживающего в ЗН ЛАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.7.9).

Таблица 3.7.9

**Радиационные риски от ЛАЭС, риск/год.**

Путь облучения	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Ингаляция	$7,41 \cdot 10^{-12}$	$7,12 \cdot 10^{-12}$	$8,57 \cdot 10^{-12}$	$2,05 \cdot 10^{-11}$	$1,17 \cdot 10^{-11}$	$1,02 \cdot 10^{-11}$	$6,15 \cdot 10^{-12}$	$1,10 \cdot 10^{-11}$	$1,03 \cdot 10^{-11}$
Питание	$5,59 \cdot 10^{-7}$	$2,41 \cdot 10^{-7}$	$2,67 \cdot 10^{-7}$	$3,71 \cdot 10^{-7}$	$4,16 \cdot 10^{-7}$	$6,05 \cdot 10^{-7}$	$4,23 \cdot 10^{-7}$	$3,38 \cdot 10^{-7}$	$4,02 \cdot 10^{-7}$
Внешнее	$3,95 \cdot 10^{-8}$	$3,17 \cdot 10^{-8}$	$3,34 \cdot 10^{-8}$	$3,13 \cdot 10^{-8}$	$2,79 \cdot 10^{-8}$	$2,94 \cdot 10^{-8}$	$2,62 \cdot 10^{-8}$	$2,80 \cdot 10^{-8}$	$3,09 \cdot 10^{-8}$
<b>Сумма</b>	<b><math>5,98 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>2,72 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>3,00 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>4,02 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>4,44 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>6,34 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>4,49 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>3,66 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>4,33 \cdot 10^{-7}</math></b>

Среднегодовой техногенный радиационный риск для населения, проживающего в ЗН ЛАЭС, за период 2012 – 2019 гг. составил около  $4,3 \cdot 10^{-7}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Полученные данные позволяют сделать вывод, что воздействие ЛАЭС на радиационную обстановку в районе ее расположения незначительно. Согласно данным мониторинга наблюдается превышение фоновых уровней по объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе и присутствие в приземном слое атмосферы зоны наблюдения ЛАЭС  $^{134}\text{Cs}$  и продуктов нейтронной активации ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ), отсутствующих в составе глобального фона. Объемные активности этих радионуклидов в СЗЗ выше значений в ЗН. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  уменьшается с увеличением расстояния от ЛАЭС, на расстоянии 80 км от АЭС она в 16 раза ниже, чем в ЗН. Однако объемные активности обнаруживаемых в ЗН радионуклидов на шесть–девять порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание техногенных радионуклидов в других объектах окружающей среды практически не превышает фоновых значений.

### 3.8. Нововоронежская АЭС

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 году), № 2 (ВВЭР-365 – в 1969 году), вторая – энергоблоки № 3 и № 4 (ВВЭР-440 – в 1971 и 1972 годах), третья – энергоблок № 5 (ВВЭР-1000 – в 1980 году), четвертая – энергоблоки № 1 и № 2 Нововоронежской АЭС-2 (ВВЭР-1200 – в феврале 2017 года и в 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 25 декабря 2016 г. В 2018 г. проводились работы по повторному продлению срока эксплуатации энергоблока № 4 НВАЭС на дополнительный период, в 15 лет. Энергоблок включен в сеть 29 декабря 2018 года.

В 2019 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 Каширском районе Воронежской области. В районе НВАЭС климат умеренно континентальный с хорошо выраженными сезонами года.

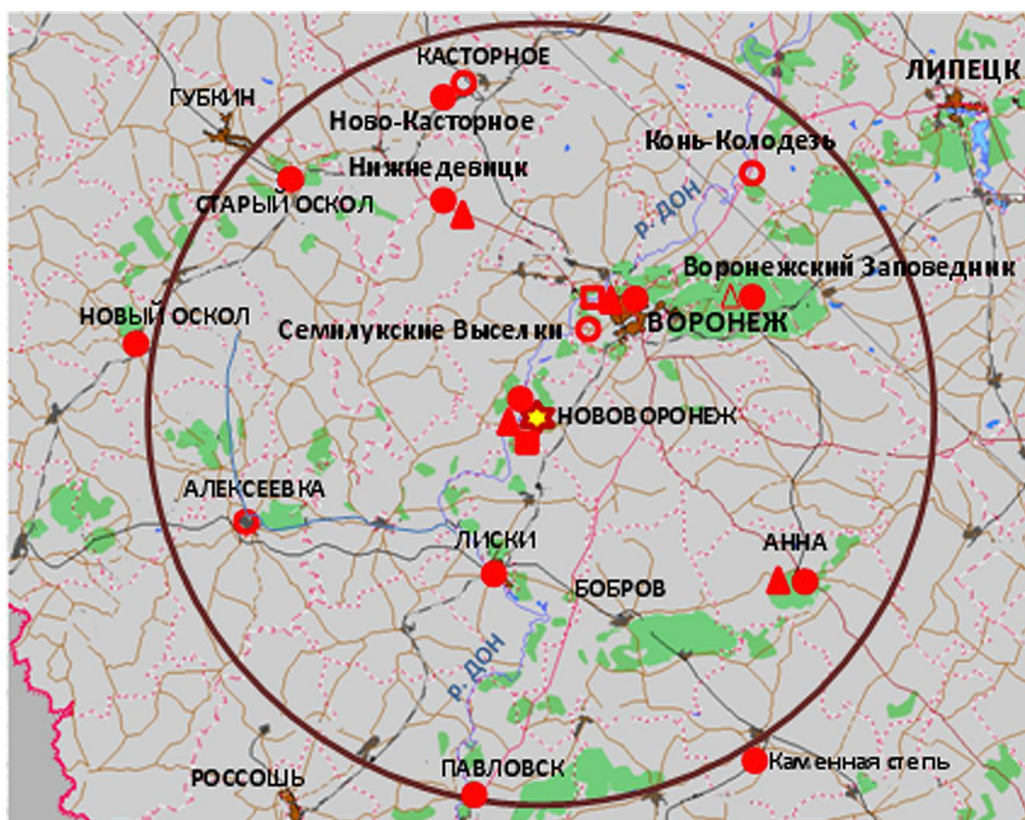







Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

-  АЭС;
-  наблюдения за  $\beta$ -фоном;
-  отбор проб атмосферных выпадений;
-  отбор проб атмосферных аэрозолей;
-  планируемые наблюдения.

Проектная граница СЗЗ вокруг НВАЭС представляет собой объединение двух окружностей: одна – радиусом 2,25 км – от венттрубы 3 и 4 энергоблоков, другая – радиусом 2 км от венттрубы блока № 5. Площадь СЗЗ ~ 18 км<sup>2</sup>.

Граница СЗЗ блоков № 6 и № 7 (№ 1 и № 2 НВАЭС-2) определена в границах, образованных периметром ограждения площадки этих блоков, общей площадью 76,79 га и находится внутри СЗЗ Нововоронежской АЭС.

ЗН имеет радиус 20 км с центром на середине линии, соединяющей венттрубы 3, 4 энергоблоков и 5 энергоблока. Внешняя граница СЗЗ совпадает с внутренней границей ЗН. Площадь ЗН ~ 2826 км<sup>2</sup>. ЗН блоков № 6 и № 7 (№ 1 и № 2 НВАЭС-2) имеет радиус 13 км и находится внутри зоны наблюдений НВАЭС.

Напротив промплощадки НВАЭС на правом берегу р. Дон находятся два населенных пункта (с. Архангельское и д. Пашенково), на окраине которых несколько жилых домов расположены на внешней границе СЗЗ. К северу от промплощадки на расстоянии 3 – 7 км расположен г. Нововоронеж (31,6 тыс. жителей), градообразующим предприятием которого является НВАЭС. В 45 км к северу и в 50 км к юго-востоку от АЭС находятся два крупных населенных пункта: г. Воронеж (число жителей около 1039 тыс. человек) и г. Лиски (54,2 тыс. жителей).

Источниками выбросов на АЭС являются венттрубы энергоблоков, вентсистема горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов. Данные о газоаэрозольных выбросах в атмосферу регламентируемых на НВАЭС радионуклидов в 2019 г. и для сравнения в 2018 г. приведены в табл. 3.8.1.

Таблица 3.8.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	4,99·10 <sup>14</sup>	2,7·10 <sup>12</sup>	2,3·10 <sup>11</sup>	2,4·10 <sup>12</sup>
<sup>14</sup> C	7,10·10 <sup>12</sup>	3,3·10 <sup>11</sup>	1,7·10 <sup>10</sup>	3,1·10 <sup>11</sup>
<sup>41</sup> Ar	6,90·10 <sup>14</sup>	1,5·10 <sup>12</sup>	1,8·10 <sup>12</sup>	-2,2·10 <sup>11</sup>
<sup>87</sup> Kr	6,90·10 <sup>14</sup>	7,6·10 <sup>11</sup>	6,9·10 <sup>10</sup>	6,9·10 <sup>11</sup>
<sup>88</sup> Kr	6,90·10 <sup>14</sup>	4,5·10 <sup>11</sup>	8,3·10 <sup>10</sup>	3,7·10 <sup>11</sup>
<sup>133</sup> Xe	6,90·10 <sup>14</sup>	5,0·10 <sup>13</sup>	1,0·10 <sup>13</sup>	4,0·10 <sup>13</sup>
<sup>135</sup> Xe	6,90·10 <sup>14</sup>	7,4·10 <sup>11</sup>	8,2·10 <sup>11</sup>	-8,6·10 <sup>10</sup>
<sup>138</sup> Xe	6,90·10 <sup>14</sup>	1,5·10 <sup>12</sup>	4,0·10 <sup>10</sup>	1,5·10 <sup>12</sup>
<sup>54</sup> Mn	3,83·10 <sup>11</sup>	2,9·10 <sup>6</sup>	3,3·10 <sup>5</sup>	2,6·10 <sup>6</sup>
<sup>58</sup> Co	1,37·10 <sup>12</sup>	2,4·10 <sup>6</sup>	6,0·10 <sup>4</sup>	2,3·10 <sup>6</sup>
<sup>60</sup> Co	7,40·10 <sup>9</sup>	2,1·10 <sup>7</sup>	8,0·10 <sup>7</sup>	-5,9·10 <sup>7</sup>
<sup>65</sup> Zn	3,62·10 <sup>11</sup>	5,6·10 <sup>5</sup>	6,0·10 <sup>4</sup>	5,0·10 <sup>5</sup>
<sup>110m</sup> Ag	1,18·10 <sup>11</sup>	5,3·10 <sup>6</sup>	3,5·10 <sup>6</sup>	1,8·10 <sup>6</sup>
<sup>124</sup> Sb	8,26·10 <sup>11</sup>	7,3·10 <sup>5</sup>	6,0·10 <sup>4</sup>	6,7·10 <sup>5</sup>
<sup>131</sup> I	1,80·10 <sup>10</sup>	3,6·10 <sup>8</sup>	3,6·10 <sup>7</sup>	3,3·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Cs	9,00·10 <sup>8</sup>	9,2·10 <sup>5</sup>	2,0·10 <sup>6</sup>	-1,1·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,00·10 <sup>9</sup>	6,7·10 <sup>6</sup>	1,2·10 <sup>7</sup>	-5,3·10 <sup>6</sup>

Примечания: - – радионуклид не нормировался;

Данные о выбросах представлены в соответствии с требованиями п. 4.1 СТО 1.1.1.04.001.0143-2015 «Положение о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» с учетом 1/2 НПИ нормируемых радионуклидов, не обнаруживаемых при проведении контроля в течение отчетного года.

Из приведенных в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2019 г. на НВАЭС годовые выбросы <sup>41</sup>Ar, <sup>135</sup>Xe, <sup>60</sup>Co, <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs уменьшились по сравнению с 2018 г. в 1,1; 1,1; 3,8; 2,2 и 1,8 раза соответственно, выбросы <sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C, <sup>87</sup>Kr, <sup>88</sup>Kr, <sup>133</sup>Xe, <sup>138</sup>Xe, <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>65</sup>Zn, <sup>110m</sup>Ag, <sup>124</sup>Sb и <sup>131</sup>I увеличились в 11,6; 19,8; 10,9; 5,4; 4,9; 38,3; 8,8; 39,8; 9,3; 1,5; 12,2; 10,1 раза соответственно. Выбросы всех контролируемых радионуклидов были значительно ниже допустимых.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыбопроизводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод. Наливной пруд-охладитель блока № 5, характеристики которого были приведены в [9], 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 [9].

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 3.8.2. В 2019 г. объем сброса из водовыпуска НВАЭС составил 5,5·10<sup>4</sup> м<sup>3</sup>, а из водовыпуска №4 НВАЭС-2 – 1,5·10<sup>5</sup> м<sup>3</sup>. Из табл. 3.8.2 видно, что сбросы радионуклидов в 2019 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно этим данным, годовые сбросы <sup>137</sup>Cs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) из водовыпуска НВАЭС в 2019 г. не превышали 0,8 % от допустимого сброса, а из водовыпуска №4 НВАЭС-2 – 6,2 %. Годовой сброс <sup>60</sup>Co в р. Дон из водовыпуска НВАЭС в 2019 г. не превышал 0,91 % от допустимого сброса, а из водовыпуска №4 НВАЭС-2 – 6,5 %. Основной вклад в актив-

ность сбросов вносил тритий, величина его сбросов не превышала в 2019 г. 54 % от ДС. Помимо указанных радионуклидов, в 2019 г. в сбросах также регистрировались  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{106}\text{Ru}$  и  $^{134}\text{Cs}$ .

Таблица 3.8.2

**Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк**

Источник сточных вод	Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение ( ), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
				2019 г.	2018 г.	
Водовыпуск НВАЭС (поля фильтрации)	р. Дон	$^3\text{H}$	$3,6 \cdot 10^{13}$	$2,0 \cdot 10^{13}$	$1,5 \cdot 10^{13}$	$4,5 \cdot 10^{12}$
		$^{51}\text{Cr}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{54}\text{Mn}$	$6,3 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$-1,7 \cdot 10^6$
		$^{58}\text{Co}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{59}\text{Fe}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{60}\text{Co}$	$2,2 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^7$	$-2,4 \cdot 10^6$
		$^{103}\text{Ru}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{106}\text{Ru}$	$2,3 \cdot 10^{10}$	$1,4 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$-2,0 \cdot 10^6$
		$^{131}\text{I}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{134}\text{Cs}$	$2,6 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$-2,2 \cdot 10^6$
		$^{137}\text{Cs}$	$4,6 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^6$
		$^{141}\text{Ce}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
		$^{144}\text{Ce}$	н/н	н/н	$1,6 \cdot 10^7$	-
Водовыпуск №4 НВАЭС-2	р. Дон	$^3\text{H}$	$1,1 \cdot 10^{15}$	$2,7 \cdot 10^{12}$	$4,8 \cdot 10^{12}$	$-2,0 \cdot 10^{12}$
		$^{51}\text{Cr}$	н/н	н/н	$6,1 \cdot 10^8$	-
		$^{54}\text{Mn}$	н/н	н/н	$9,7 \cdot 10^7$	-
		$^{58}\text{Co}$	н/н	н/н	$7,9 \cdot 10^7$	-
		$^{59}\text{Fe}$	н/н	н/н	$1,4 \cdot 10^8$	-
		$^{60}\text{Co}$	$2,2 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$	$3,3 \cdot 10^7$
		$^{65}\text{Zn}$	н/н	н/н	$1,7 \cdot 10^8$	-
		$^{89}\text{Sr}$	н/н	н/н	$3,4 \cdot 10^9$	-
		$^{90}\text{Sr}$	н/н	н/н	$3,4 \cdot 10^9$	-
		$^{95}\text{Zr}$	н/н	н/н	$1,3 \cdot 10^8$	-
		$^{103}\text{Ru}$	н/н	н/н	$6,8 \cdot 10^7$	-
		$^{106}\text{Ru}$	н/н	н/н	$2,4 \cdot 10^8$	-
		$^{131}\text{I}$	н/н	н/н	$7,2 \cdot 10^7$	-
		$^{134}\text{Cs}$	$9,0 \cdot 10^8$	$8,5 \cdot 10^7$	$7,5 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^7$
		$^{137}\text{Cs}$	$1,4 \cdot 10^9$	$8,6 \cdot 10^7$	$8,5 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^6$
$^{141}\text{Ce}$	н/н	н/н	$1,1 \cdot 10^8$	-		
$^{144}\text{Ce}$	н/н	н/н	$5,0 \cdot 10^8$	-		
В целом по производственной территории	р. Дон	$^3\text{H}$	$1,1 \cdot 10^{15}$	$2,2 \cdot 10^{13}$	н/н	-
		$^{54}\text{Mn}$	$6,3 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^7$	н/н	-
		$^{60}\text{Co}$	$2,2 \cdot 10^9$	$1,6 \cdot 10^8$	н/н	-
		$^{106}\text{Ru}$	$2,3 \cdot 10^{10}$	$1,4 \cdot 10^7$	н/н	-
		$^{134}\text{Cs}$	$2,6 \cdot 10^9$	$9,9 \cdot 10^7$	н/н	-
$^{137}\text{Cs}$	$4,6 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^8$	н/н	-		

«н/н» - данный радионуклид не нормируется, согласно выданному разрешению на сбросы в водные объекты.

В соответствии с требованиями п. 4.1 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 объем сброса.

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг НВАЭС в радиусе до 50 км проводится ЛВРК НВАЭС, а в радиусе до 100 км – УГМС ЦЧО.



В 2019 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на семи стационарных постах, один из которых расположен на промплощадке, два – в СЗЗ, три – в ЗН и один – в контрольном пункте (г. Лиски в 50 км в юго-восточном направлении от АЭС). Пробы отбирались непрерывно с помощью стационарных аспирационных установок типа ФВА-49;
- радиоактивность атмосферных выпадений – на 20 стационарных постах, расположенных на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7 – 10 дней;
- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;
- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, рыбе, зерне, картофеле);
- МАЭД с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 22 постов, и во время маршрутных обследований;
- годовая поглощенная доза  $\beta$ -излучения на местности на 33 стационарных дозиметрических постах.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись  $\Sigma\beta$ , содержание и изотопный состав  $\beta$ -излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился  $\gamma$ -спектрометрическим методом. Измерение  $\Sigma\beta$  проб проводилось на радиометрах типа РУБ-01П. Для измерения МАЭД использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500.

В 2019 г. УГМС ЦЧО в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 3.8.1):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-3А» на ткань ФПП-15-1,5 с экспозицией 5 дней;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в 5 пунктах с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- МАЭД на 13 стационарных постах каждые три часа.

Радионуклидный состав и активность проб в УГМС ЦЧО определялись на  $\beta$ -спектрометре «Гамма-1П» с полупроводниковым детектором типа GEM40P4-76. Суммарная  $\beta$ -активность измерялась на альфа-, бета-радиометрах УМФ-2000 и на радиометре типа РУБ-01П5. Объемная активность <sup>90</sup>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 объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2018 – 2019 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2019 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2018 г. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности <sup>54</sup>Mn и <sup>58</sup>Co уменьшились соответственно в 5,9 и 11,8 раза относительно уровня 2018 г., а активности <sup>137</sup>Cs увеличились в 1,5 раза. В ЗН среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs умень-

шились в 1,3 раза, среднегодовые объемные активности  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$  увеличились в 59 и 8,4 раза по сравнению с предыдущим годом. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах  $(12,8 - 27,5) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что примерно в 3,8 – 8,1 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.8.3

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК НВАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОНАС., Бк/м <sup>3</sup>
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
$^{54}\text{Mn}$	0,8	4,7	5,9	0,1	< МДА	< МДА	72
$^{58}\text{Co}$	1,3	15,3	6,6	< МДА	< МДА	< МДА	68
$^{60}\text{Co}$	12,8	12,5	13,5	1,6	< МДА	0,6	11
$^{137}\text{Cs}$	27,5	18,2	15,8	20,0	12,8	15,5	27

Примечание: МДА = 3 Бк/счетный образец.

В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на семь – восемь порядков ниже установленных нормативов ДОНАС. по НРБ-99/2009 [2].

Данные УГМС ЦЧО об объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе приведены в табл. 3.8.4.

Таблица 3.8.4

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемные  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2019 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.
Нововоронеж	с	Объемная активность, $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>												21,4	18,3
	м	21,3	15,7	10,8	14,5	16,1	22,1	15,6	24,5	29,5	26,7	32,3	27,9		
Анна	с	Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки												0,7	0,8
	м	47,5	28,9	18,4	24,8	23,0	32,8	23,0	39,9	43,9	57,2	50,1	65,1		
Воронеж	с	0,5	0,7	0,7	0,6	0,8	0,5	0,7	0,5	0,8	0,9	1,0	0,9	0,7	0,7
	м	1,9	1,9	2,9	2,6	2,6	1,3	3,0	2,2	3,7	2,9	3,9	3,4		
Лиски	с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	0,8	0,8	0,6	0,7
	м	1,8	1,2	1,2	2,0	1,6	1,9	2,6	2,8	3,5	3,5	2,3	3,0		
Нижнедевицк	с	0,5	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
	м	2,6	2,9	1,2	1,7	2,6	1,7	2,0	1,6	3,8	3,5	3,0	4,0		
Нововоронеж	с	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8	0,8	1,0	0,9	0,6	0,7
	м	3,6	2,2	2,2	3,1	1,9	1,9	3,1	1,8	2,6	2,5	3,6	2,4		
Нововоронеж	с	0,4	0,6	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,7	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7
	м	1,1	1,9	2,1	1,6	3,8	2,1	1,8	2,7	3,0	2,1	2,8	3,4		

Согласно данным табл. 3.8.4 в 2019 г. объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы составила  $18,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что незначительно отличается от средневзвешенной объемной активности  $\Sigma\beta$  в центре ЕТР ( $18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2019 г. также приведены в табл. 3.8.4. Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. в различных пунктах 100-км зоны незначительно изменились по сравнению с 2018 г. и были в 1,4–1,8 раза ниже среднегодового фонового значения для Центра ЕТР (1,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в п. Лиски в декабре и составляли 4,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2019 г., полученные УГМС ЦЧО, приведены в табл. 3.8.5. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции

г. Нововоронежа и для проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Таблица 3.8.5

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·квартал (данные УГМС ЦЧО)**

Квартал	г. Нововоронеж		Зона 13		
	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	<sup>137</sup> Cs	<sup>7</sup> Be	
I	н	64	н	106	
II	н	152	0,03	146	
III	0,10	142	н	126	
IV	н	100	н	72	
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2019 г.	<b>0,10</b>	<b>458</b>	<b>0,03</b>	<b>450</b>
	2018 г.	0,06	932	0,06	520

*Примечания:* н – ниже порога обнаружения.

Из радионуклидов техногенного происхождения в пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 присутствовал <sup>137</sup>Cs. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в 2019 г. в г. Нововоронеже увеличились в 1,7 раза по сравнению с 2018 г. и составили 0,10 Бк/м<sup>2</sup>·год, в зоне 13 – уменьшились в 2 раза и составляли 0,03 Бк/м<sup>2</sup>·год.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2019 г. <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co регистрировались в выпадениях в СЗЗ и контрольном пункте (Лиски). Выпадения <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co в СЗЗ составили 1,6 и 1,0 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно, а в КП – 1,7 и 1,3 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно. При этом общая активность выпадения радионуклидов в 2019 г. в СЗЗ и КП заметно увеличилась.

***Вода и другие объекты окружающей среды***

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2019 г. определялось ЛВРК НВАЭС в местах постоянного мониторинга: в р. Дон – в шести точках, в пруде-охладителе – в двух точках и в пруде рыбхоза – в одной точке.

В табл. 3.8.6 приведены данные об объемных активностях <sup>137</sup>Cs в поверхностных водах в районе АЭС. Видно, что в 2019 г. объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» в большинстве точек была ниже предела обнаружения, а в двух оставшихся точках составляла 10 Бк/м<sup>3</sup>, что на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Объемная активность <sup>60</sup>Co в поверхностных водах в 2019 г. была ниже предела обнаружения. Объемная активность трития в поверхностных водах в 2019 г. составляла от 4 Бк/кг (6 км выше сброса блоков № 1, 2; 15 км ниже сброса блоков № 1, 2) до 141 Бк/кг (Старица).

Содержание <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения, содержание трития составляло 2 Бк/кг.

ЛВРК НВАЭС также проводит мониторинг содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Наличие <sup>60</sup>Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков № 1 и 2 и в рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС, прослеживается с 1995 г. Удельные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co в донных отложениях (табл. 3.8.6) рыбопроизводного пруда в 2019 г. составляли 0,3 и 0,1 Бк/кг в.-с. соответственно. В пруде-охладителе удельная активность <sup>137</sup>Cs в донных отложениях составляла 0,8 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность <sup>137</sup>Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 1,0 до

4,6 Бк/кг в.-с.;  $^{60}\text{Co}$  – от предела обнаружения до 4,3 Бк/кг в.-с. В целом, содержание радионуклидов в донных отложениях исследуемых водоемов уменьшилось по сравнению с предыдущими годами [1, 5, 9].

Таблица 3.8.6

**Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС  
(данные ЛВРК НВАЭС)**

Место отбора проб	Вода, Бк/м <sup>3</sup>				Донные отложения, Бк/кг в.-с.			
	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
<u>р. Дон</u>								
6 км выше сброса блоков № 1, 2	н	8	н	н	2,3	4,1	н	н
Старица	н	6	н	н	4,2	3,5	0,4	0,2
Водозабор блоков № 1, 2	н	8	н	н	2,8	7,4	н	н
Сбросной канал блоков № 1, 2	н	6	н	н	1,0	16,0	0,1	29,0
100 м ниже сброса блоков № 1, 2	10	7	н	н	1,5	3,5	4,3	6,2
Пирс НВАЭС-2	н	7	н	н	4,6	1,3	0,4	0,3
15 км ниже сброса блоков № 1, 2	н	7	н	н	3,7	2,1	0,3	0,3
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>								
Пляж	10	7	н	н	0,8	1,0	н	н
Водозабор блока № 5	н	6	н	н	0,8	0,8	н	н
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	н	8	н	н	0,3	3,6	0,1	0,3

Примечания: н – ниже предела обнаружения;  
- – данные не поступали.

Мониторинг грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 проводился ЛВРК в 17 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему в основном обусловлено  $^{60}\text{Co}$ . В воде 12 из 17 контрольных скважин был обнаружен  $^{60}\text{Co}$ , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,2 Бк/кг (в скважинах № 61 и № 103) до 9,0 Бк/кг (в скважинах № 45 и 80), что находится ниже уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде  $^{60}\text{Co}$  (УВ = 40 Бк/л по НРБ-99/2009 [2]). В других скважинах ХЖО-2, как в зоне загрязнения, так и вне зоны, объемная активность  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^3\text{H}$  в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. в СЗЗ составляла 1,4 кБк/м<sup>2</sup>, в ЗН – 1,7 кБк/м<sup>2</sup>, в контрольном пункте Лиски – 7,5 кБк/м<sup>2</sup>. Повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве во всех пунктах мониторинга по сравнению с уровнем глобального загрязнения связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.  $^{60}\text{Co}$  в ЗН и КП не обнаружен.

Были проведены измерения содержания радионуклидов в растительности.  $^{60}\text{Co}$  в пробах растительности обнаружен не был. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности в 2009 г. составляло: в СЗЗ – 0,9 Бк/кг, в ЗН – 0,1 Бк/кг, в КП (Лиски) – 1,0 Бк/кг.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в местной сельскохозяйственной продукции в 2019 г. было на три–четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [3]: в мясе – 0,20 Бк/кг, в рыбе – 0,04–0,07 Бк/кг, в картофеле – ниже предела обнаружения, в пшенице – 0,06 Бк/кг, в молоке – 0,03 Бк/кг сырой массы.  $^{131}\text{I}$  в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения МАЭД в 2019 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС, составляли 0,09 – 0,11 мкЗв/ч. Максимальное значение МАЭД в СЗЗ достигало 0,19 мкЗв/ч, в ЗН – также 0,19 мкЗв/ч.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО, в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2019 г. среднемесячные значения МАЭД изменялись от 0,07 до 0,15 мкЗв/ч. Максимальное измеренное значение МАЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (0,18 мкЗв/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2018 года.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне 0,49 – 1,03 мЗв, что несколько выше в некоторых пунктах наблюдений значения, полученного в контрольном пункте Лиски – 0,59 мЗв. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне 0,42 – 0,94 мЗв.

Для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.8.7).

Таблица 3.8.7

**Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении техногенных радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000 – 2019 годов.**

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co	<sup>90</sup> Sr	<sup>58</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	
Ингаляция	3,6·10 <sup>-12</sup>	2,1·10 <sup>-12</sup>	-	6,8·10 <sup>-14</sup>	1,9·10 <sup>-13</sup>	6,0·10 <sup>-12</sup>
Потребление воды	2,8·10 <sup>-9</sup>	-	1,1·10 <sup>-8</sup>	-	-	1,4·10 <sup>-8</sup>
Потребление продуктов питания*	1,1·10 <sup>-8</sup>	7,0·10 <sup>-11</sup>	-	3,5·10 <sup>-12</sup>	1,1·10 <sup>-11</sup>	1,1·10 <sup>-8</sup>
Внешнее облучение от почвы	7,3·10 <sup>-8</sup>	7,3·10 <sup>-11</sup>	-	8,7·10 <sup>-12</sup>	2,5·10 <sup>-10</sup>	7,3·10 <sup>-8</sup>
Сумма	8,7·10 <sup>-8</sup>	1,4·10 <sup>-10</sup>	1,1·10 <sup>-8</sup>	1,2·10 <sup>-11</sup>	2,6·10 <sup>-10</sup>	9,8·10 <sup>-8</sup>

Примечания: \* – модельные оценки;  
- – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой радиационный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000 – 2019 гг. составил около 9,8·10<sup>-8</sup>, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10<sup>-6</sup>.

Из анализа приведенных выше данных следует, что НВАЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку. Обнаружено присутствие <sup>60</sup>Co в донных отложениях реки Дон и рыбопитомника «Нововоронежский». В приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС наблюдались отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона <sup>60</sup>Co, <sup>54</sup>Mn. Наблюдаемые объемные активности контролируемых радионуклидов в приземном воздухе на семь–восемь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009.

### 3.9. Ростовская АЭС

Филиал АО «Концерн «Росэнергоатом»» «Ростовская атомная станция» (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 2019 г. в эксплуатации находились 4 энергоблока Ростовской АЭС с реакторами ВВЭР-1000, введенными 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 83 человека на 1 км<sup>2</sup>, общая численность населения в ЗН – 224 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска, расположенного в 13,5 км от АЭС, составляет около 171 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от Ростовской АЭС, – около 15 тыс. человек.

Климат региона континентальный с недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом и неустойчивой малоснежной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет +7,9 °С, абсолютный максимум +41 °С, абсолютный минимум -35 °С. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет -7,4 °С, наиболее теплого (июль) – +23,4 °С. Среднее количество осадков – 388 – 428 мм в год. За вегетационный период выпадает в среднем 200 – 220 мм осадков, что недостаточно для интенсивного земледелия, поэтому в земледелии используется полив водами Цимлянского водохранилища. В течение большей части года преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров. Средняя годовая скорость ветра в районе расположения АЭС составляет 5 м/с.

Газоаэрозольные выбросы на Ростовской АЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-03 [10], в атмосферу в 2019 г. и для сравнения в 2018 г. приведены в табл. 3.9.1.

Таблица 3.9.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на Ростовской АЭС, Бк**

Венттруба АС	Радионуклиды	Допустимый выброс	Суммарный выброс за год, Бк		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2019 г.	2018 г.	
Энергоблок №1	<sup>3</sup> H	1,95·10 <sup>14</sup>	2,53·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>14</sup> C	6,58·10 <sup>11</sup>	4,18·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>41</sup> Ar	2,55·10 <sup>14</sup>	3,07·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>88</sup> Kr	1,16·10 <sup>13</sup>	5,54·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	7,89·10 <sup>6</sup>	1,04·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>60</sup> Co	7,73·10 <sup>6</sup>	8,45·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>134</sup> Cs	8,65·10 <sup>6</sup>	8,68·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>137</sup> Cs	6,71·10 <sup>6</sup>	9,94·10 <sup>4</sup>	-	-
Энергоблок №2	<sup>3</sup> H	9,72·10 <sup>13</sup>	2,72·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>14</sup> C	4,43·10 <sup>12</sup>	4,50·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>41</sup> Ar	2,29·10 <sup>13</sup>	1,59·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>88</sup> Kr	1,25·10 <sup>13</sup>	2,87·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	3,59·10 <sup>6</sup>	1,12·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>60</sup> Co	3,32·10 <sup>6</sup>	9,08·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>134</sup> Cs	3,15·10 <sup>6</sup>	9,33·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>137</sup> Cs	3,86·10 <sup>6</sup>	1,07·10 <sup>5</sup>	-	-
Энергоблок №3	<sup>3</sup> H	3,47·10 <sup>13</sup>	2,82·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>14</sup> C	2,49·10 <sup>11</sup>	4,66·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>41</sup> Ar	1,40·10 <sup>14</sup>	2,50·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>87</sup> Kr	6,98·10 <sup>12</sup>	4,40·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>88</sup> Kr	6,24·10 <sup>12</sup>	4,51·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	4,21·10 <sup>6</sup>	1,16·10 <sup>5</sup>	-	-

	<sup>60</sup> Co	3,12·10 <sup>6</sup>	9,42·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>134</sup> Cs	1,66·10 <sup>6</sup>	9,67·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>137</sup> Cs	6,53·10 <sup>6</sup>	1,11·10 <sup>5</sup>	-	-
Энергоблок №4	<sup>85m</sup> Kr	7,59·10 <sup>13</sup>	4,21·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>87</sup> Kr	8,58·10 <sup>13</sup>	1,35·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>88</sup> Kr	2,01·10 <sup>14</sup>	1,39·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>133</sup> Xe	1,45·10 <sup>15</sup>	6,00·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>135</sup> Xe	2,68·10 <sup>14</sup>	3,73·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>138</sup> Xe	4,03·10 <sup>13</sup>	5,73·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	5,03·10 <sup>9</sup>	1,19·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>60</sup> Co	8,27·10 <sup>5</sup>	9,65·10 <sup>4</sup>	-	-
	<sup>134</sup> Cs	3,49·10 <sup>8</sup>	9,91·10 <sup>4</sup>	-	-
<sup>137</sup> Cs	4,53·10 <sup>8</sup>	1,14·10 <sup>5</sup>	-	-	
Спецкорпус	<sup>3</sup> H	1,06·10 <sup>14</sup>	9,08·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>14</sup> C	6,28·10 <sup>13</sup>	1,50·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	1,99·10 <sup>14</sup>	3,75·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>60</sup> Co	7,13·10 <sup>14</sup>	3,05·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>134</sup> Cs	5,68·10 <sup>12</sup>	3,12·10 <sup>5</sup>	-	-
	<sup>137</sup> Cs	4,18·10 <sup>14</sup>	3,57·10 <sup>5</sup>	-	-
ББ-1 э/б № 1	<sup>3</sup> H	7,59·10 <sup>13</sup>	2,52·10 <sup>11</sup>	-	-
ББ-2 э/б № 1	<sup>3</sup> H	9,27·10 <sup>13</sup>	1,75·10 <sup>11</sup>	-	-
ББ-3 э/б № 1	<sup>3</sup> H	2,32·10 <sup>14</sup>	6,61·10 <sup>10</sup>	-	-
Всего с производственной площадки Ростовской АЭС	<sup>3</sup> H	1,45·10 <sup>15</sup>	8,39·10 <sup>11</sup>	-	-
	<sup>14</sup> C	2,68·10 <sup>14</sup>	2,84·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>41</sup> Ar	4,03·10 <sup>13</sup>	7,17·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>85m</sup> Kr	5,07·10 <sup>9</sup>	4,21·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>87</sup> Kr	1,25·10 <sup>8</sup>	5,75·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>88</sup> Kr	7,36·10 <sup>8</sup>	1,43·10 <sup>11</sup>	-	-
	<sup>133</sup> Xe	1,95·10 <sup>14</sup>	6,00·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>135</sup> Xe	6,58·10 <sup>11</sup>	3,73·10 <sup>9</sup>	-	-
	<sup>138</sup> Xe	2,55·10 <sup>14</sup>	5,73·10 <sup>10</sup>	-	-
	<sup>131</sup> I	1,16·10 <sup>13</sup>	8,26·10 <sup>5</sup>	8,08·10 <sup>7</sup>	-8,00·10 <sup>7</sup>
	<sup>60</sup> Co	7,89·10 <sup>6</sup>	6,71·10 <sup>5</sup>	5,23·10 <sup>7</sup>	-5,16·10 <sup>7</sup>
	<sup>134</sup> Cs	7,73·10 <sup>6</sup>	6,88·10 <sup>5</sup>	2,59·10 <sup>7</sup>	-2,52·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	8,65·10 <sup>6</sup>	7,88·10 <sup>5</sup>	5,00·10 <sup>7</sup>	-4,92·10 <sup>7</sup>	

В соответствии с требованиями «Положения о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143–2015), в случае, если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение ½ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса.

По сравнению с предыдущим годом в 2019 г. на Ростовской АЭС значительно увеличилось число контролируемых нуклидов. Суммарные выбросы <sup>60</sup>Co, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs уменьшились в 38-98 раз. Фактические годовые газоаerosольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2019 г. составляли от 0,002 до 58,5 % от допустимых выбросов.

Сбросы ПЛК на Ростовской АЭС осуществляются через сбросной канал в водоем-охладитель. Отработанная хозяйственная вода поступает на очистные сооружения АЭС и затем в водоем-охладитель. Объем сброса технических вод в водоем-охладитель в 2019 г. составил 163·10<sup>3</sup> м<sup>3</sup>. Водоем-охладитель Ростовской АЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского

водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км<sup>2</sup>, среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – 6·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу (1,1·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>/год).

В 2019 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности.

Радиационный мониторинг в 30-км зоне в районе расположения Ростовской АЭС осуществляет участок радиационного контроля окружающей среды (УРКОС), а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг АЭС – Северо-Кавказский УГМС.

В 2019 г. УРКОС на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для последующего анализа отбирались пробы:

- аэрозолей в 10 точках с помощью воздухофильтрующих установок (ВФУ) (средний объем прокачанного воздуха – 400 м<sup>3</sup>/ч);
- атмосферных выпадений в 18 точках с помощью кювет площадью 0,16 и 0,31 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 15 – 20 см с месячной экспозицией;
- почвы на глубину 5 см от поверхности один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель, Цимлянское водохранилище вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения и подземные воды из НС);
- донных отложений в водоеме-охладителе и Цимлянском водохранилище;
- сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировалась МАЭД и поглощенная доза на местности.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», СКС-07П «Кондор», «DSA-1000», «Canberra», «Quantulus-1220», «Tri\_Carb 3110 TR», радиометрами КРК-1 и УМФ-2000. Контроль поглощенной дозы на местности проводился с помощью термолюминесцентных дозиметров типа ДТЛ-01 и Harshaw, размещенных в 17 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МАЭД проводилось с помощью переносных дозиметра КП-АД6, спектрометра сцинтилляционного Inspector-1000, 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 5 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 2019 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне Ростовской АЭС проводились наблюдения за МАЭД на 8 станциях каждые 3 часа, на 6 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  $\Sigma\beta$  активность. Радиоизотопный анализ



объединенных за месяц проб аэрозолей и объединенных за квартал проб выпадений, а также анализ проб осадков на тритий проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун».

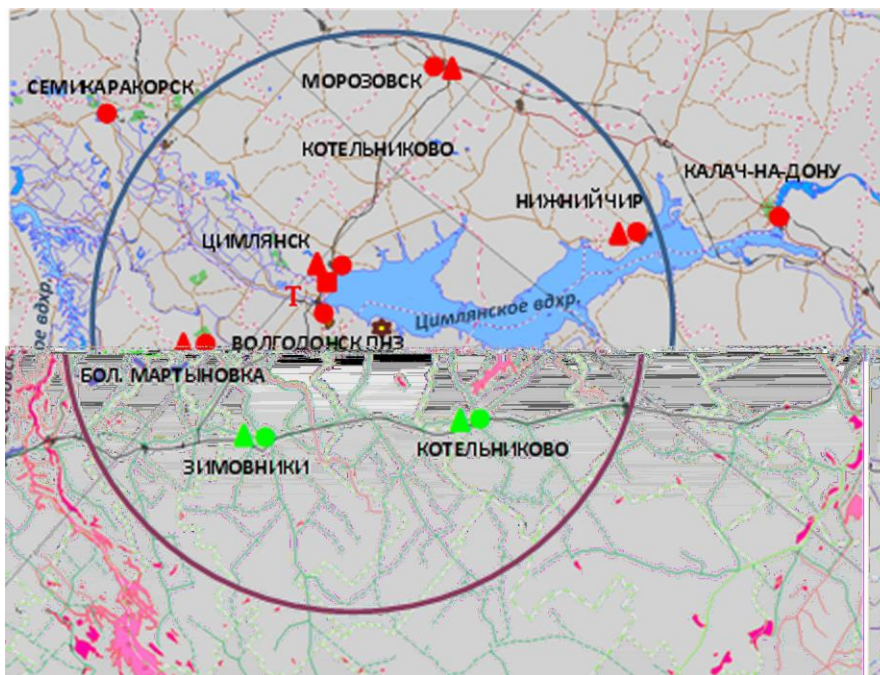


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков.

### Приземная атмосфера

Данные Северо-Кавказского УГМС об объемной  $\Sigma\beta$ -активности в воздухе и  $\Sigma\beta$ -активности выпадений представлены в табл. 3.9.2.

Таблица 3.9.2

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные величины  $\Sigma\beta$ -активности выпадений и объемные значения  $\Sigma\beta$ -активности в приземном слое воздуха в 100-км зоне Ростовской АЭС (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.
<b>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</b>															
Зимовники	с	0,83	0,61	0,69	0,82	0,64	0,78	0,51	0,70	0,76	0,87	0,69	0,71	0,7	0,6
	м	3,94	1,53	1,75	2,04	1,43	1,54	0,95	2,19	1,40	2,46	1,24	1,38		
Константиновск	с	0,60	0,96	0,71	0,64	0,61	0,68	0,45	0,39	0,51	0,66	0,64	0,49	0,6	0,6
	м	2,20	4,28	2,91	1,24	2,55	1,62	0,93	0,79	1,06	2,72	1,19	1,05		
Котельниково	с	1,00	1,56	0,87	1,07	0,96	1,25	1,02	0,85	1,04	1,51	1,51	0,92	1,1	0,7
	м	6,62	4,44	2,40	3,47	2,24	2,36	3,63	1,98	2,67	2,48	3,74	2,76		
Морозовск	с	1,53	0,83	0,54	0,61	0,59	0,56	0,63	0,68	0,74	0,69	0,73	2,53	0,9	0,5
	м	6,04	2,33	1,16	1,38	1,09	1,12	1,11	1,40	1,56	2,22	1,72	38,53		
Нижний Чир	с	0,96	0,69	0,67	1,15	0,69	0,67	0,57	0,66	0,57	0,68	0,82	1,24	0,8	0,8
	м	7,85	1,75	2,27	4,00	1,04	2,10	0,95	2,30	1,06	1,40	1,82	6,16		
Цимлянск	с	1,75	2,07	0,84	1,14	1,29	0,89	1,19	0,83	1,14	0,72	0,99	1,26	1,2	1,5
	м	8,82	9,65	1,69	4,36	8,62	2,38	5,34	3,07	5,55	1,11	4,55	6,14		
<b>Объемная активность, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>															
Цимлянск	с	6,6	9,1	4,7	5,7	6,8	10,1	9,5	11,5	7,5	6,1	10,9	5,1	7,8	13,6
	м	16,6	31,7	8,6	7,9	8,2	13,1	13,3	15,4	15,5	8,0	20,8	9,2		

Из табл. 3.9.2 видно, что в 2019 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$ -активность в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, уменьшилась в 1,7 раза по сравнению с 2018 г. и составила  $7,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной  $\Sigma\beta$ -активности ( $12,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2015 – 2019 годы приведены в табл. 3.9.3. В 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs уменьшилась в 1,1 раза по сравнению с 2018 г. и составила  $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза меньше средневзвешенного значения по Югу ЕТР ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. в г. Цимлянске была в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла  $0,37 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности радионуклидов на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.9.3

**Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Цимлянск	2015	7,8	5,7	6,8	3,8	6,0	6,7
	2016	2,3	2,8	2,1	2,4	2,4	1,9
	2017	1,1	2,0	2,5	0,6	1,5	2,9
	2018	2,4	3,5	2,1	2,0	2,5	2,8
	<b>2019</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,6</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Цимлянск	2015	0,79		0,72		0,76	1,22
	2016	0,75		0,23		0,49	0,48
	2017	0,45		2,50		1,48	0,87
	2018	0,87		0,51		0,69	1,06
	<b>2019</b>	<b>0,44</b>		<b>0,30</b>		<b>0,37</b>	<b>0,47</b>

По данным УРКОС Ростовской АЭС, в 2019 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ –  $16 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН –  $15 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) –  $18 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и контрольного пункта составляла  $2,6 \cdot 10^{-7}$ ,  $2,2 \cdot 10^{-7}$  и  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Объемная активность <sup>60</sup>Co, <sup>54</sup>Mn, <sup>131</sup>I и <sup>134</sup>Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры: МДА для <sup>54</sup>Mn составляет  $0,05 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>60</sup>Co –  $0,05 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>131</sup>I –  $0,11 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>134</sup>Cs –  $0,05 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$ -активности выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС в 2019 г. составляли 0,6 – 1,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (см. табл. 3.9.2), в трех пунктах наблюдения увеличились и в двух пунктах превысили средневзвешенные по Югу ЕТР выпадения (0,93 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

По данным УРКОС Ростовской АЭС, в 2019 г. значение  $\Sigma\beta$ -активности выпадений в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте составляло 0,12; 0,13 и 0,17 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно и было примерно на уровне 2018 года.

Результаты проведенного в ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2019 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС

(г. Цимлянск) составляла 1,48 Бк/л и была в 1,2 раза меньше усредненной по всем пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (1,78 Бк/л).

#### ***Почва, вода, донные отложения***

В пробах почвы, отобранных УРКОС Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2019 г., содержание  $^{137}\text{Cs}$  составляло: в СЗЗ – 0,11 кБк/м<sup>2</sup>, в ЗН – 0,43 кБк/м<sup>2</sup> и в с. Дубовское – 0,24 кБк/м<sup>2</sup>. Содержание  $^{134}\text{Cs}$  было менее 0,06 кБк/м<sup>2</sup> в СЗЗ, ЗН и КП. Среднегодовое содержание  $^{60}\text{Co}$  в 2018 г. в СЗЗ, ЗН и КП было менее 0,05 кБк/м<sup>2</sup>.

Результаты измерений УРКОС проб воды показали, что в 2019 г. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в питьевой воде (г. Волгодонск, ст. Подгоренская, ст. Жуковская, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителя была ниже минимально детектируемой активности. В Цимлянском водохранилище объемная  $\Sigma\beta$  активность составляла 160 Бк/м<sup>3</sup>, а в водоеме-охладителе – 270 Бк/м<sup>3</sup>. Все полученные результаты значительно ниже контрольного уровня объемной  $\Sigma\beta$  для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л). Содержание трития в пробах питьевой воды и воды Цимлянского водохранилища ниже минимально детектируемой активности (1,1 Бк/л), а в водоеме-охладителе – 38,0 Бк/л.

Донные отложения из водоемов отбирались УРКОС Ростовской АЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Среднегодовая удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 0,8 и 0,9 Бк/кг в.-с. соответственно; в донных отложениях водоема-охладителя – 2,8 Бк/кг в.-с. по  $^{137}\text{Cs}$  и менее 1,3 Бк/кг в.-с. по  $^{60}\text{Co}$ .  $\Sigma\beta$  донных отложений в Цимлянском водохранилище увеличилась в 6,6 раз по сравнению с 2018 г. и составила 392 Бк/кг в.-с., а в водоеме-охладителе немного увеличилась и составила 536 Бк/кг в.-с.

На территории Ростовской АЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 49 НС, предназначенных для мониторинга радиоактивности подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. Разброс значений объемной  $\Sigma\beta$ -активности в воде скважин в течение года был от 200 до 250 Бк/м<sup>3</sup>.

#### ***Продукты питания местного производства***

Пробы продуктов питания отбирались в следующих пунктах: ст. Жуковская, ст. Подгоренская, г. Волгодонск, а также в с. Дубовское. Рыба отбиралась из водоема-охладителя и Цимлянского водохранилища.

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока, куриных яиц), выловленной рыбы, а также ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН Ростовской АЭС, проведенный УРКОС, показал, что в 2019 г., как и в предыдущем, содержание в них  $^{137}\text{Cs}$  было ниже минимально детектируемой активности. Содержание  $^{131}\text{I}$  определялось только в молоке и было ниже МДА.

Полученные значения  $\Sigma\beta$ -активности во всех обследованных продуктах питания не превышали значений «нулевого фона».

#### ***Радиационный фон на местности***

Среднегодовая МАЭД в 2019 г. на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (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 8 пунктов наблюдения за МАЭД Северо-Кавказского УГМС, среднегодовая МАЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует естественному  $\gamma$ -фону.

Годовая доза на местности вокруг Ростовской АЭС, измеренная с помощью системы термолюминесцентных дозиметров в районе размещения АЭС (в 16 пунктах) и в контрольном пункте (с. Дубовское), составила в СЗЗ – от 0,52 до 0,69 мЗв; в ЗН – от 0,56 до 0,68 мЗв, в контрольном пункте – 0,84 мЗв.

По результатам расчетов ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных на основе данных радиационного мониторинга в районе Ростовской АЭС по методике [4], среднегодовой радиационный риск (с учетом регионального фона) для населения, проживающего в ЗН станции, от  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за 2000 – 2019 годы составил около  $2,9 \cdot 10^{-7}$  (табл. 3.9.4), что не превышает значения пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Таблица 3.9.4

**Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в ЗН Ростовской АЭС, при поступлении  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в организм человека различными путями, 2000 – 2019 гг. (с учетом регионального фона)**

Путь облучения	Радионуклид	Риск
Ингаляция	$^{137}\text{Cs}$	$1,2 \cdot 10^{-12}$
	$^{90}\text{Sr}$	$1,3 \cdot 10^{-12}$
Потребление продуктов питания*	$^{137}\text{Cs}$	$6,5 \cdot 10^{-8}$
Потребление воды	$^{137}\text{Cs}$	$1,9 \cdot 10^{-9}$
Внешнее облучение от почвы	$^{137}\text{Cs}$	$2,3 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск		$2,9 \cdot 10^{-7}$

*Примечание:* \* – модельные оценки

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

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и УРКОС Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что значимого влияния Ростовской АЭС в 2019 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг нее не выявлено.

### 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 км<sup>2</sup>. Плотины расположена в месте впадения в р. Десну ее правого притока р. Сельчанки, в 7 км от п. Екимовичи.

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируются три энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 – вторая очередь), введенные в эксплуатацию в 1982, 1985 и 1990 гг. соответственно с уран-графитовыми канальными реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей проектной электрической мощностью 3 000 МВт.

Климат района САЭС умеренно континентальный, формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс. Ветровой режим района водохранилища в течение года характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В теплый период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в холодный – южных ветров.

СЗЗ САЭС определена кругом радиусом 3 км. Размер ЗН для первой и второй очереди САЭС определен кругом радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди. Площадь ЗН – 2 797,7 км<sup>2</sup>. 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 – 21,2 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. введен в эксплуатацию комплекс переработки радиоактивных отходов Смоленской АЭС.

Поступление радионуклидов в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами происходит на САЭС через вентиляционные трубы (ВТ-1, ВТ-2). Содержание регламентируемых радионуклидов в газоаэрозольных выбросах САЭС в 2019 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2018 год.

Таблица 3.10.1

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>60</sup> Со	2,50·10 <sup>9</sup>	7,31·10 <sup>7</sup>	5,96·10 <sup>7</sup>	+1,35·10 <sup>7</sup>
<sup>3</sup> Н	1,18·10 <sup>15</sup>	1,29·10 <sup>10</sup>	7,68·10 <sup>9</sup>	+5,22·10 <sup>9</sup>
<sup>14</sup> С	1,81·10 <sup>13</sup>	2,15·10 <sup>9</sup>	1,05·10 <sup>9</sup>	+1,10·10 <sup>9</sup>
<sup>24</sup> Na	1,05·10 <sup>14</sup>	< 7,80·10 <sup>8</sup>	3,62·10 <sup>8</sup>	+4,18·10 <sup>8</sup>
<sup>54</sup> Mn	1,16·10 <sup>12</sup>	< 3,35·10 <sup>7</sup>	3,05·10 <sup>8</sup>	-2,72·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,40·10 <sup>9</sup>	< 2,59·10 <sup>7</sup>	1,17·10 <sup>7</sup>	+1,42·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	4,00·10 <sup>9</sup>	3,10·10 <sup>7</sup>	1,77·10 <sup>7</sup>	+1,33·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	9,30·10 <sup>10</sup>	1,18·10 <sup>8</sup>	9,99·10 <sup>7</sup>	+1,81·10 <sup>7</sup>
<sup>133</sup> I	1,33·10 <sup>13</sup>	1,20·10 <sup>8</sup>	4,76·10 <sup>7</sup>	+7,24·10 <sup>7</sup>
Сумма ИРГ	2,69·10 <sup>16</sup>	3,62·10 <sup>14</sup>	5,91·10 <sup>14</sup>	- 2,29·10 <sup>14</sup>

*Примечание:* значения выбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами полученными расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса).

Из табл. 3.10.1 видно, что в 2019 г. выросли выбросы всех нормируемых радионуклидов, кроме ИРГ и <sup>54</sup>Mn, при этом значения всех годовых выбросов не превышали установленных нормативов. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносят ИРГ, суммарная активность которых снизилась в 1,6 раза. Среднесуточные и среднемесячные выбросы регламентируемых радионуклидов не превышали установленных контрольных уровней для САЭС.

В качестве водоема-охладителя на САЭС используется Десногорское водохранилище. Поступление радионуклидов в Десногорское водохранилище с дебалансными водами САЭС реализуется следующим образом: из контрольных баков чистого конденсата через техводовод и закрытый отводящий канал – в р. Сельчанка и/или р. Гнездна и далее – в водоем-охладитель; из баков душевых вод санпропускников через очистные сооружения ХФК – в водоем-охладитель; из баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения ПЛК – в водоем-охладитель.

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами САЭС в 2018 – 2019 гг. приведены в табл. 3.10.2.

Таблица 3.10.2

**Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>3</sup> H	$3,13 \cdot 10^{13}$	$2,52 \cdot 10^{11}$	$3,25 \cdot 10^{11}$	$-7,30 \cdot 10^{10}$
<sup>51</sup> Cr	$1,13 \cdot 10^{12}$	$6,84 \cdot 10^3$	-	$+6,84 \cdot 10^3$
<sup>54</sup> Mn	$1,69 \cdot 10^{10}$	$1,72 \cdot 10^6$	$4,42 \cdot 10^6$	$-2,70 \cdot 10^6$
<sup>59</sup> Fe	$2,38 \cdot 10^{10}$	$7,56 \cdot 10^5$	$1,03 \cdot 10^6$	$-2,74 \cdot 10^5$
<sup>58</sup> Co	$2,10 \cdot 10^{11}$	-	$6,66 \cdot 10^4$	$-6,66 \cdot 10^4$
<sup>60</sup> Co	$2,20 \cdot 10^{11}$	$1,64 \cdot 10^6$	$4,25 \cdot 10^6$	$-2,61 \cdot 10^6$
<sup>89</sup> Sr	$1,66 \cdot 10^{10}$	-	$1,06 \cdot 10^5$	$-1,06 \cdot 10^5$
<sup>90</sup> Sr	$1,54 \cdot 10^9$	-	$1,52 \cdot 10^4$	$-1,52 \cdot 10^4$
<sup>134</sup> Cs	$2,26 \cdot 10^9$	-	$5,30 \cdot 10^3$	$-5,30 \cdot 10^3$
<sup>137</sup> Cs	$2,99 \cdot 10^9$	$1,32 \cdot 10^6$	$1,87 \cdot 10^6$	$-5,50 \cdot 10^5$

Примечания: - - данные отсутствуют;

значения сбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса).

Общий объем сброса сточных вод в 2019 г. составил 40 838 м<sup>3</sup>. Из приведенных в табл. 3.10.2 данных видно, что в 2019 г. по сравнению с 2018 г. снизились активности всех нормируемых радионуклидов, кроме <sup>51</sup>Cr. Наибольший вклад в активность сброса вносит тритий. Сброс трития в 2019 г. по сравнению с 2018 г. снизился в 1,3 раза и составил 8,1 % от допустимого.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется ЛВРК САЭС, а в 100-км зоне САЭС – Центральным УГМС и УГМС ЦЧО, а также Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Республики Беларусь.

В СЗЗ и ЗН САЭС в 2019 г. ЛВРК САЭС осуществлялся контроль следующих характеристик окружающей среды:

- объемной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы аспирационным методом с экспозицией 10 дней с использованием установок воздухофильтрующих УВФ-2, расположенных на постах постоянного наблюдения;
- активности радиоактивных выпадений на местности с помощью кювет, установленных в СЗЗ на территории очистных сооружений и ЗН, экспонируемых в течение 30 дней;
- содержания радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях и рыбе открытых водоемов в районе САЭС, а также в питьевой водопроводной воде;
- 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  $\gamma$ -излучения на постах постоянного наблюдения с периодичностью один раз в 10 дней переносными приборами, а также непрерывно с помощью системы АСКРО САЭС;
- годовой поглощенной дозы на местности термолюминесцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на 25 постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны АЭС.

В 100-км зоне САЭС в 2019 г. Центральным УГМС и УГМС ЦЧО на 7 стационарных пунктах проводились наблюдения за МАЭД и на 4 пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 3.10.1).

РЦРКМ Республики Беларусь в 2019 г. на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики (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  $\Sigma\beta$  активности, производился ежедневный отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием ВФУ.

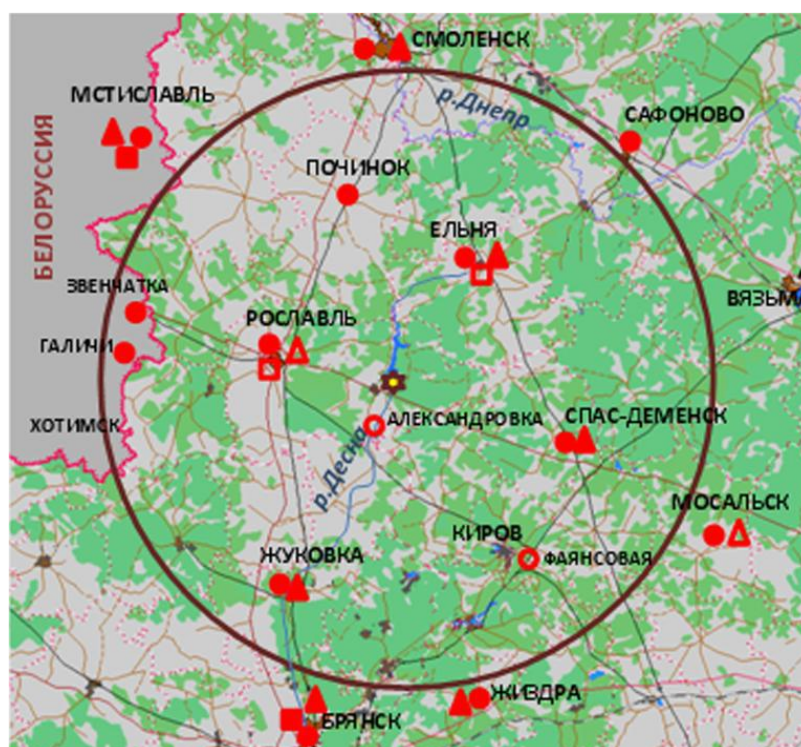


Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ □ – планируемые наблюдения.

### ***Приземная атмосфера***

В табл. 3.10.3 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС в 2019 году. Из всех техногенных радионуклидов, разрешённых к выбросу, в 2019 г. достоверно определялись только  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона  $^{60}\text{Co}$  регистрировался как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в СЗЗ было в

12,5 раза больше, чем в ЗН. Значение среднегодовой объемной активности  $^{60}\text{Co}$  в 2019 г. по сравнению с 2018 г. уменьшилось в 2,3 раза в СЗЗ и в 4,3 раза в ЗН. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН АЭС в 2019 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), в 3,2 и 2,5 раза соответственно. В целом, в 2019 г. объемные 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 объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{134}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
СЗЗ	10,8	15,7	< 3,16	< 4,61	50,1	113
ЗН	8,53	10,1	< 3,17	< 2,96	4,00	17,3

По данным РЦРКМ Республики Беларусь, среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  активность в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 3.10.1) в 2019 г. колебалась в пределах  $(8,5 - 17,0) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в Мстиславле составила  $12,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что ниже уровня средневзвешенной объемной  $\Sigma\beta$  по Центру ЕТР ( $18,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2019 г. составила  $30 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе г. Мстиславля в 3,5 раз выше, чем в ЗН САЭС, и в 8,8 раза выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ( $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, представленных в табл. 3.10.4, среднемесячные суточные значения  $\Sigma\beta$  активности атмосферных выпадений в течение 2019 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (г. Спас-Деменск, в ноябре), среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР ( $1,14$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки), изменяясь в пределах 0,5 – 0,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 3.10.4  
Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Центрального УГМС и УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.
Ельня	с	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	<b>0,5</b>	0,4
	м	2,0	0,9	1,1	0,7	0,6	1,7	1,1	1,3	1,1	1,0	0,8	0,9		
Смоленск	с	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	<b>0,5</b>	0,4
	м	0,7	1,2	0,8	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,5	1,0	1,3	1,0		
Жуковка*	с	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	<b>0,6</b>	0,7
	м	1,1	1,4	1,5	1,2	1,7	1,2	1,1	1,2	1,8	1,3	1,4	1,5		
Спас-Деменск	с	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	<b>0,6</b>	0,6
	м	1,3	1,3	1,0	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,1	2,0	1,6	1,8		

Примечание: \* – данные УГМС ЦЧО.

В выпадениях на территории СЗЗ из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы  $^{137}\text{Cs}$  ( $1,8 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и  $^{60}\text{Co}$  ( $3,0 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). В ЗН выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  были ниже МДА. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  не превосходило значений «нулевого фона» ( $0,2$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Выпадения  $^{134}\text{Cs}$  были ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ.

#### **Вода, донные отложения**

В воде рек Сельчанка и Гнездна, в местах сброса дебалансных вод САЭС, а также в воде р. Десны ниже плотины ЛВРК САЭС в 2019 г. из контролируемых техногенных радионуклидов ре-



гистрировался только  $^{137}\text{Cs}$  со среднегодовой объемной активностью 2,4; 2,4 и 2,3 мБк/л соответственно, что ниже значения в контрольной точке (2,9 мБк/л). Контрольная точка находится на р. Десна выше сбросов с САЭС. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 3.10.5.

Таблица 3.10.5

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг с.-м. (данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
р. Соложа	< 2,2	24	< 2,0	< 1,0
д. Трояново	< 1,7	4,1	< 1,7	< 0,5
Очистные сооружения	9,6	9,3	< 1,0	< 1,5
Плотина	3,0	3,8	< 1,2	< 1,1
Городской пляж	1,5	3,6	< 0,87	< 1,0
р. Десна ниже плотины	3,6	4,1	< 1,4	< 2,0
Контрольная точка (р. Десна выше сбросов, в месте впадения р. Соложи в р. Десна )	10	11	< 0,89	< 1,4

В 2019 г. в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС из контролируемых радионуклидов регистрировался только  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальное значение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах донных отложений наблюдалось в контрольной точке. Активность  $^{137}\text{Cs}$  в данной точке обусловлена не сбросами с САЭС, а глобальными выпадениями вследствие испытаний ядерного оружия и аварии на Чернобыльской АЭС. Как видно из табл. 3.10.5, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 г. снизилась относительно предыдущего года во всех точках наблюдения, в районе очистных сооружений – осталась на том же уровне.

Контроль содержания радионуклидов в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется с периодичностью один раз в квартал отдельно для греющих сред теплосети и водопроводов питьевого назначения. Пробы воды объемом 100 л подвергаются предварительному концентрированию на ионообменной смоле КУ-2 с последующим проведением  $\gamma$ -спектрометрического анализа. МДА метода по  $^{137}\text{Cs}$  приблизительно равна 6,6 мБк/л. Радионуклиды техногенного происхождения в пробах не обнаружены.

***Почва, продукты питания местного производства***

В табл. 3.10.6 приведены данные ЛВРК САЭС за 2018 – 2019 гг. о плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  почвы в СЗЗ и ЗН. Данные по контрольному пункту в д. Холмец за 2019 и 2018 гг. отсутствуют.

В пробах почвы регистрировался только  $^{137}\text{Cs}$ , содержание других техногенных радионуклидов было ниже МДА. В 2019 г., по сравнению с 2018 г., содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве СЗЗ и ЗН снизилось в 2,7 и 2,9 раза соответственно.

Таблица 3.10.6

Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м<sup>2</sup> (данные ЛВРК САЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.
<sup>137</sup> Cs	0,29	0,77	0,56	1,6	-	-
<sup>134</sup> Cs	< 0,09	< 0,1	< 0,10	< 0,08	-	-

Примечание: - - данные отсутствуют.

Содержание <sup>137</sup>Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС в 2019 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01[3] и ниже МДА для всех продуктов питания. Значения <sup>137</sup>Cs не превышали: в грибах – 3,0; в рыбе – 1,8; в овощах, фруктах – 2,2; в зерне – 0,92; в молоке – 1,4; в ягодах – 1,6 Бк/кг сырой массы.

**Радиационный фон на местности**

Среднегодовая величина МАЭД по данным АСКРО САЭС в 2019 г. в СЗЗ составляла 0,10 мкЗв/ч, в ЗН – 0,09 мкЗв/ч, что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (0,10 мкЗв/ч). По данным маршрутных обследований, на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МАЭД было равным 0,11 и 0,09 мкЗв/ч соответственно. Максимальные значения МАЭД не превышали 0,13 мкЗв/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, в 2019 г. среднемесячные значения МАЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,10 до 0,18 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь свидетельствуют о том, что в 2019 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовое значение МАЭД в г. Мстиславле не превышало уровня естественного радиационного фона (до 0,20 мкЗв/ч).

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности, характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от САЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировался для СЗЗ и ЗН в пределах (0,70 – 0,86) мГр, что находится на уровне естественного радиационного фона, сложившегося до пуска САЭС («нулевой фон» – 0,79 мГр).

Для населения, проживающего в ЗН САЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления техногенных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [4] (табл. 3.5.7).

Таблица 3.10.7

Радиационные риски от САЭС, риск/год.

Путь облучения	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Ингаляция	$2,07 \cdot 10^{-12}$	$2,61 \cdot 10^{-12}$	$2,16 \cdot 10^{-12}$	$2,38 \cdot 10^{-12}$	$8,94 \cdot 10^{-13}$	$7,79 \cdot 10^{-13}$	$1,88 \cdot 10^{-12}$	$1,59 \cdot 10^{-12}$	$1,80 \cdot 10^{-12}$
Питание	-	-	-	$3,25 \cdot 10^{-8}$	$1,37 \cdot 10^{-7}$	$4,55 \cdot 10^{-8}$	$4,55 \cdot 10^{-8}$	$5,85 \cdot 10^{-8}$	$3,98 \cdot 10^{-8}$
Внешнее	$5,66 \cdot 10^{-8}$	$4,55 \cdot 10^{-8}$	$3,17 \cdot 10^{-8}$	$3,17 \cdot 10^{-8}$	$3,73 \cdot 10^{-8}$	$2,48 \cdot 10^{-8}$	$2,21 \cdot 10^{-8}$	$7,73 \cdot 10^{-9}$	$3,22 \cdot 10^{-8}$
Вода	$1,01 \cdot 10^{-9}$	$1,42 \cdot 10^{-9}$	$8,90 \cdot 10^{-10}$	$1,01 \cdot 10^{-9}$	$1,19 \cdot 10^{-9}$	$1,84 \cdot 10^{-9}$	$1,07 \cdot 10^{-9}$	$1,36 \cdot 10^{-9}$	$1,22 \cdot 10^{-9}$
<b>Сумма</b>	<b><math>5,76 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>4,70 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>3,26 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>6,53 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>1,75 \cdot 10^{-7}</math></b>	<b><math>7,22 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>6,86 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>6,76 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b><math>7,32 \cdot 10^{-8}</math></b>

Примечание - - отсутствие данных мониторинга

Среднегодовой техногенный радиационный риск для населения, проживающего в ЗН САЭС, за период 2012 – 2019 гг. составил около  $7,3 \cdot 10^{-8}$ , что не превышает уровня пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$ .

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере ЗН САЭС наблюдается отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона  $^{60}\text{Co}$  и превышен региональный уровень по объемной активности  $^{137}\text{Cs}$ , наблюдаемые объемные активности которых в воздухе на семь – восемь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009 [2].

### **3.11. ФГУП «Производственное объединение «Маяк»**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк» (ФГУП «ПО «Маяк») находится на восточном склоне Южного Урала, в междуречье рек Теча и Мишеляк, вблизи городов Кыштым и Касли, на территории закрытого административно-территориального образования Озерского 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 [11]. В 2018 г. выполнены основные мероприятия по присоединению предприятия ФГУП «Базальт» к ФГУП «ПО «Маяк». Основная задача предприятия «Базальт» – обеспечение предприятий российской атомной отрасли продукцией из стратегически важного металла бериллия.

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 [12 – 14]. Причиной послужили как работа предприятия, в особенности радиохимического завода на первых этапах его функционирования в условиях неотработанных технологий производства оружейного плутония и, в меньшей степени, реакторного производства, так и ряд аварийных ситуаций. В 1949 – 1956 гг. жидкие РАО сбрасывались в р. Теча, поэтому пойма и донные отложения р. Течи загрязнены радионуклидами, а иловые отложения в верхней части реки рассматриваются как твердые РАО [15].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружен Теченский каскад водоемов: водоем В-3 (бывший Кокшаровский пруд), водоем В-4 (бывший Метлинский пруд), водоем-10 (В-10) и водоем-11 (В-11). Плотина № 10 сооружена в 1956 г., но из-за высоких темпов заполнения водоема В-10 в 1964 г. была сооружена плотина № 11, которая образовала новый водоем В-11. Заполнение водоема В-11 жидкими РАО начато в 1966 г. В Теченском каскаде водоемов накоплено около  $8 \cdot 10^{15}$  Бк долгоживущих  $\beta$ -активных радионуклидов [15].

Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, поверхностные и подземные воды. Фильтрация загрязненных вод в открытую гидрографическую систему р. Теча происходит через и под боковыми ограждающими дамбами в правобережный (ПБК) и левобережный (ЛБК) обводные каналы, сооруженные для сброса речных и паводковых вод вокруг Теченского каскада водоемов, а также под телом плотины № 11.

Наиболее крупной из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ФГУП «ПО «Маяк», был взрыв емкости с высокоактивными ЖРО 29 сентября 1957 г. В атмосферу было выброшено около  $7,4 \cdot 10^{17}$  Бк радионуклидов, из которых около 90 % выпали на промышленной площадке предприятия, а остальные  $7,4 \cdot 10^{16}$  Бк осели в прилегающем регионе, обусловив загрязнение части территорий Челябинской, Свердловской и Тюменской областей [16]. Эта загрязненная территория впоследствии получила название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). В долгосрочном аспекте основную радиационную опасность на территории ВУРС представляло наличие в выбросе долгоживущего  $^{90}\text{Sr}$ . Весной 1967 г. произошло радиоактивное загрязнение территории, примыкающей к площадке ФГУП «ПО «Маяк», вследствие ветрового переноса загрязненных донных отложений с обнажившихся берегов водоема Карачай, использовавшегося в качестве хранилища ЖРО. В ветровой перенос было вовлечено около  $2,2 \cdot 10^{13}$  Бк в основном  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Радиационная обстановка на этих загрязненных территориях обсуждается в разделе 4.1.

В ноябре 2015 г. акватория оз. Карачай была полностью ликвидирована (закрыта скальным грунтом), что исключает вынос радионуклидов с водной поверхности водоема при аномальных метеоусловиях и повторения ситуации 1967 г. В настоящее время водоем Карачай остается источником радиоактивного загрязнения окружающей среды вблизи ФГУП «ПО «Маяк». В результате фильтрации происходит радиоактивное и химическое загрязнение подземных вод вокруг водоема.

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [2] и ОСПОРБ-99/2010 [7] вокруг промышленной зоны предприятия установлены СЗЗ и ЗН [18], размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора (ФМБА РФ). Площадь СЗЗ, границы которой совпадают с границами промплощадки, составляет  $247,8 \text{ км}^2$ . В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около  $1\,800 \text{ км}^2$ . СЗЗ, ЗН и зоны аварийного загрязнения: ВУРС, «цезиевый» след 1967 г., пойма р. Теча – составляют зону влияния предприятия.

По состоянию на 31.12.2018 общая площадь территории вокруг ФГУП «ПО «Маяк», загрязненной радионуклидами, составляет  $443,8 \text{ км}^2$  [11, 17], из них  $247,8 \text{ км}^2$  находятся в санитарно-защитной зоне,  $196 \text{ км}^2$  – в зоне наблюдения.

В штатном режиме работы предприятия поступление радионуклидов в окружающую природную среду обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами, сбросами жидких радиоактивных веществ, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод и захоронением жидких и твердых отходов всех уровней активности. Более подробные данные о поступлении радионуклидов в окружающую среду в результате деятельности предприятия приведены в Приложении С.

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу на ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 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 (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>51</sup> Cr	8,88·10 <sup>8</sup>	–	5,17·10 <sup>6</sup>	–
<sup>60</sup> Co	6,13·10 <sup>8</sup>	7,13·10 <sup>5</sup>	1,96·10 <sup>6</sup>	-1,25·10 <sup>6</sup>
<sup>90</sup> Sr	7,60·10 <sup>12</sup>	3,56·10 <sup>8</sup>	4,34·10 <sup>8</sup>	-0,78·10 <sup>8</sup>
<sup>95</sup> Zr	9,76·10 <sup>8</sup>	6,52·10 <sup>5</sup>	5,30·10 <sup>4</sup>	+5,99·10 <sup>5</sup>
<sup>106</sup> Ru	2,92·10 <sup>10</sup>	6,79·10 <sup>8</sup>	1,68·10 <sup>8</sup>	+5,11·10 <sup>8</sup>
<sup>125</sup> Sb	3,12·10 <sup>9</sup>	4,66·10 <sup>7</sup>	1,44·10 <sup>7</sup>	+3,22·10 <sup>7</sup>
<sup>129</sup> I	4,18·10 <sup>11</sup>	2,58·10 <sup>10</sup>	4,02·10 <sup>9</sup>	+2,18·10 <sup>10</sup>
<sup>131</sup> I	7,49·10 <sup>11</sup>	6,86·10 <sup>7</sup>	1,23·10 <sup>8</sup>	-5,44·10 <sup>7</sup>
<sup>134</sup> Cs	8,53·10 <sup>9</sup>	3,61·10 <sup>7</sup>	2,13·10 <sup>7</sup>	+1,48·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	5,70·10 <sup>10</sup>	9,19·10 <sup>8</sup>	1,36·10 <sup>9</sup>	-4,41·10 <sup>8</sup>
<sup>144</sup> Ce	7,92·10 <sup>9</sup>	2,72·10 <sup>7</sup>	1,36·10 <sup>8</sup>	-1,09·10 <sup>8</sup>
<sup>239</sup> Pu	4,92·10 <sup>10</sup>	7,41·10 <sup>8</sup>	6,35·10 <sup>8</sup>	+1,06·10 <sup>8</sup>
<sup>3</sup> H	1,76·10 <sup>16</sup>	1,53·10 <sup>15</sup>	1,18·10 <sup>15</sup>	+0,35·10 <sup>15</sup>
<sup>95</sup> Nb	4,00·10 <sup>9</sup>	6,52·10 <sup>5</sup>	5,30·10 <sup>4</sup>	+5,99·10 <sup>5</sup>
Сумма ИРГ	4,44·10 <sup>17</sup>	4,10·10 <sup>16</sup>	4,08·10 <sup>16</sup>	+0,02·10 <sup>16</sup>

Данные, представленные в табл. 3.11.1 показывают, что в 2019 г. выбросы составляли от 0,005 % (для <sup>90</sup>Sr) до 9,2 % (сумма ИРГ) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2018 г. в 2019 г. увеличились выбросы <sup>95</sup>Zr и <sup>95</sup>Nb в 12 раз, <sup>106</sup>Ru – в 4 раза, <sup>125</sup>Sb – в 3 раза, <sup>129</sup>I – в 6 раз, <sup>134</sup>Cs – в 1,7 раза, <sup>3</sup>H и <sup>239</sup>Pu – в 1,2 раза. Выбросы ΣИРГ остались на уровне 2018 г., тогда как выбросы <sup>144</sup>Ce снизились в 5 раз, <sup>60</sup>Co – в 2,7 раза, <sup>131</sup>I – в 1,8 раза, <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs – в 1,2 и 1,5 раза соответственно.

Сбросы <sup>90</sup>Sr со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ФГУП «ПО «Маяк» в 2018 – 2019 гг. приведены в табл. 3.11.2.

Таблица 3.11.2

**Сбросы <sup>90</sup>Sr со сточными водами ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида*	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
<sup>90</sup> Sr	1,95·10 <sup>12</sup>	5,0·10 <sup>10</sup>	7,90·10 <sup>10</sup>	-2,9·10 <sup>10</sup>

Примечание: \* – по другим радионуклидам норматив допустимого сброса не установлен

Из табл. 3.11.2 видно, что в 2019 г. сбросы <sup>90</sup>Sr уменьшились в 1,6 раза по сравнению с 2018 г. и не превышали утвержденного норматива по допустимому сбросу радионуклида.

На ФГУП «ПО «Маяк» система радиационного и радиэкологического контроля и мониторинга (СРКМ) в районе расположения предприятия была создана в 1951 году 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 путем оптимизации сети наблюдений. В настоящее время общее число пунктов контроля (все среды) превышает 700, а число проб-определений в аналитических лабораториях предприятия, обеспечивающих измерения СРКМ, превышает несколько десятков тысяч в год [19, 20]. После реализации на ФГУП «ПО «Маяк» ряда крупных природоохранных

мероприятий (закрытие акватории водоема Карачай, снижения сбросов радионуклидов в окружающую среду, оптимизации системы обращения с радиоактивными отходами и др.), произошло существенное (на 1-2 порядка величины) снижение объемной активности техногенных радионуклидов в атмосфере.

Эксплуатация СРКМ осуществляется на основании «Программы радиационного и химического контроля в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» [21], которая регулярно (не реже одного раза в 3 года) пересматривается и утверждается в установленном порядке. Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб.

СРКМ ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя:

- выполнение огромного объема ежедневных (рутинных) измерений состояния ООС, предназначенных для гарантированного подтверждения соответствия текущей радиационной обстановки установленным требованиям и нормам. Такие измерения выполняются по упрощенным методикам, с использованием типовых средств измерения (отбора проб) и относятся к радиационному контролю;

- периодического проведения в рамках НИР трудоемких и длительных прецизионных измерений и исследований, предназначенных для подтверждения правомерности используемых рутинных методов контроля.

В совокупности используемая система СРКМ удовлетворяет требованиям радиационного мониторинга. Многолетний опыт эксплуатации СРКМ показал её достоверность, оперативность и эффективность и позволил надежно обеспечить радиационную безопасность персонала, населения и природной среды путем использования, в том числе, ряда простых, но эффективных решений. Так, например, широкое использование проверенных временем методов планшета и конусов позволило организовать обширную сеть контроля загрязнения атмосферы, включая труднодоступные участки местности, не обеспеченные энергоснабжением [22].

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 ведется аспирационным и седиментационным методами. Непрерывный контроль производится за всеми технологическими и вентиляционными выбросами, которые после многоступенчатой предварительной очистки от радиоактивных аэрозолей и газов поступают в атмосферу. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу регламентируются утверждёнными нормативами допустимых выбросов. Нормативы пересматриваются каждые пять лет на основе результатов инвентаризации источников выбросов и расчетных результатов рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере [11].

Контроль водных объектов включает в себя контроль сбросов и состояния озер (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 путем регулярных наблюдений за уровнем подземных вод и перио-

дических 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 [11].

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 [11].

Непрерывный контроль радиационной обстановки на территории предприятия, в санитарно-защитной зоне и в населенных пунктах зоны наблюдения проводится с использованием автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) по следующим параметрам: мощность внешней дозы гамма-излучения; суммарная объемная активность альфа- и бета-излучающих радионуклидов; метеорологические показатели.

Штатный контроль состояния окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН предприятия проводится лабораторией экологической безопасности и охраны окружающей среды центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) по программе согласованной с органами госсанэпиднадзора.

Радиационный контроль, проводимый ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», включает:

- определение объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере в 23 пунктах ЗН безаспирационным методом (методом «марлевых конусов») и с использованием 9 ВФУ (8 ВФУ находятся на территории промплощадки, одна – в г. Озерск);

- определение интенсивности радиоактивных выпадений в 23 пунктах ЗН методом тканевых планшетов;

- измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц;

- определение удельной активности радионуклидов в почве, растительности и снежном покрове;

- определение ежемесячно или ежеквартально объемной активности гамма-излучающих радионуклидов и  $^{90}\text{Sr}$  в воде в 21 пункте открытой гидрографической сети, трития – в 14 пунктах и альфа-излучающих радионуклидов – в 9 пунктах;

- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радионуклидного состава и объемной активности радионуклидов в 114 скважинах и 1–3 раза в год с определением объемной активности трития в 104 скважинах [17].

В связи с большим объемом контроля на ФГУП «ПО «Маяк» для определения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы широко используется индикаторный метод мониторинга с помощью марлевых конусов со временем экспозиции один месяц. Этот способ носит оценочный (индикаторный) характер и используется для выявления случаев превышения установленных контрольных уровней.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие

щие радионуклиды:  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , сумма  $\alpha$ -излучающих радионуклидов, сумма бета-излучающих радионуклидов,  $^3\text{H}$ , а также ряд других техногенных и природных  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих радионуклидов. Для измерения МЭД используются переносные дозиметрические приборы: ДКГ-02У, ДКС-96, МКС-А02-2М, МКС-А03-3Н, МКС-АТ1117М [17]. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью сцинтилляционного и полупроводникового  $\gamma$ -спектрометров. Измерение содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -активных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических  $\alpha$ - и  $\beta$ -радиометрах NRR-610, МФ-60, СЕБ-01, АРС и низкофоновых спектрометрах  $\alpha$ -излучения типа СЭАМ, СЕА. Объемная активность трития определялась с помощью жидкостного  $\beta$ -радиометра трития типа ЖУ-2 (м) [17].

Лабораторный анализ проб объектов окружающей среды проводит аккредитованная лаборатория ФГУП «ПО Маяк».

Мониторинг загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС [23]. В 2019 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (ежесуточно, с помощью ВФУ с использованием фильтра ФПП-15-1,5) в 3 пунктах;
- за атмосферными выпадениями  $\Sigma\beta$  радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 17 пунктах, из них выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  определялись в 11 пунктах;
- за МАЭД в 17 пунктах;
- за радиоактивным загрязнением воды рек:  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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 Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: полупроводникового  $\gamma$ -спектрометра фирмы «Ortec»,  $\alpha$ - и  $\beta$ -радиометров УМФ-2000 и РУБ-01П. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  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-07Д «Дрозд», ДКГ-02У 2 «Арбитр».

### ***Приземная атмосфера***

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН в течение последних лет, согласно данным ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», находились примерно на одном уровне.

Необходимо отметить, что осенью 2017 г. в пробах атмосферного воздуха и выпадений в отдельных пунктах территории ЗН наблюдался  $^{106}\text{Ru}$ . Анализ этих результатов с учетом географического положения пунктов контроля, в которых был зафиксирован  $^{106}\text{Ru}$ , и метеоусловий за этот период свидетельствует о глобальном характере загрязнения. Зафиксированные фактические значения объемной активности этих радионуклидов составили тысячные доли допустимой среднегодовой объемной активности (ДАО<sub>нас</sub>), которая по [2] составляет для  $^{106}\text{Ru}$   $4,4 \cdot 10^3$  мБк/м<sup>3</sup>.



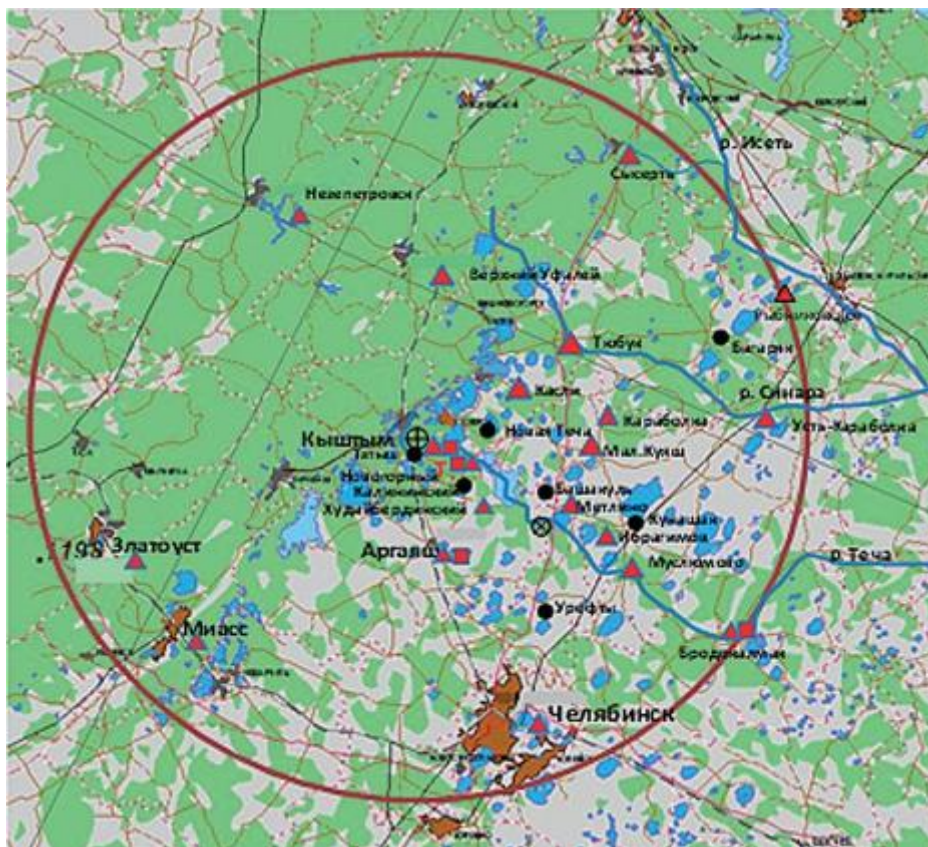


Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» и ПЗРО:

- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений с суточной экспозицией и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон»).

ФГУП «ПО «Маяк» осуществляет контроль загрязнения атмосферы с использованием 9 ВФУ, 38 планшетов и «конусов» – индикаторных методов контроля объемной активности. В ЗН находятся 23 планшета и «конуса» [22].

Результаты мониторинга приземной атмосферы ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк» в ЗН и в зоне влияния в 2019 г. представлены в табл. 3.11.3 и 3.11.4.

Из табл. 3.11.3, 3.11.4 видно, что в ЗН и в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» значения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и альфа-излучающих радионуклидов на несколько порядков ниже величины  $\text{ДОА}_{\text{нас}}$  по НРБ-99/2009 [2].

Данные таблиц 3.11.3 и 3.11.4 существенно различаются. По данным таблицы 3.11.3 в г. Озерске объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы менее  $0,1-0,2 \text{ мБк/м}^3$ . По данным таблицы 3.11.4 объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы г. Озерска в среднем составляет  $0,0042 \text{ мБк/м}^3$ , т.е. в 24–48 раз меньше. Вероятно, это связано с разными методами пробоотбора и измерений (на основе «конусов» и ВФУ).

Таблица 3.11.3

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs
Зона наблюдения		
г. Озерск	< 40	< 20
г. Озерск, п. №2	< 40	< 10
п. Метлино	< 50	< 10
п. Новогорный	< 60	< 10
г. Кыштым	< 40	< 20
п. Худайбердинск	< 50	< 10
п. Аргаяш	< 20	< 10
п. Слюдорудник	< 60	< 10
п. Красный Партизан	< 40	< 10
с. Татарская Караболка	< 70	< 30
п. Башакуль	< 40	< 10
п. Большой Куяш	< 30	< 10
с. Сарыкульмяк	< 30	< 10
Среднее по зоне наблюдения	<44*	<13*
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»		
с. Багаряк (ВУРС)	< 60	< 10
п. Кунашак (след 1967 г.)	< 70	< 10
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»		
Щелкун	< 50	< 10
ДОО <sub>нас</sub> Бк/м <sup>3</sup> [2]	–	27

Примечание: \* – с учетом значений ниже МДА.

Таблица 3.11.4

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории г. Озерска за 2019 г., мБк/м<sup>3</sup> (результаты с ВФУ, данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Месяц	Сумма бета-излучающих нуклидов <sup>1)</sup>	<sup>137</sup> Cs	Сумма альфа-излучающих нуклидов*
Январь	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$
Февраль	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$
Март	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$
Апрель	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-4}$
Май	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$
Июнь	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$
Июль	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Август	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$
Сентябрь	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$
Октябрь	$6,1 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-4}$
Ноябрь	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-4}$
Декабрь	$8,8 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$
Среднее	$9,9 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$
ДОО <sub>нас</sub> Бк/м <sup>3</sup> [2]	–	27	–

Примечание: \* – включая активность естественных радионуклидов

В 2019 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС в пп. Кыштым, Аргаяш и Новогорный. Среднемесячные и среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе ЗН по данным Уральского УГМС представлены в табл. 3.11.5 [23].

Данные, представленные в табл. 3.11.5. показывают, что в 2019 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в п. Аргаяш, г. Кыштым и п. Новогорный снизилась по сравнению с 2018 г. в 1,2–1,4 раза. Среднемесячные объемные  $\Sigma\beta$  в пункте наблюдения Аргаяш изменялись от  $6,56 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (июнь) до  $25,70 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (январь), в п. Новогорный-2 – от  $8,12 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (ноябрь) до  $22,89 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (январь), в г. Кыштым – от  $18,59 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (август) до  $38,85 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (февраль).

Таблица 3.11.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.
Аргаяш	с	25,70	21,67	11,68	11,64	12,83	6,56	12,06	9,94	8,30	11,39	11,90	20,40	13,67	16,49
	м	41,48	33,66	15,57	17,97	20,29	10,72	16,18	21,09	19,43	18,64	16,34	28,33		
Новогорный-2	с	22,89	18,79	14,32	15,14	21,21	13,12	13,02	11,92	8,36	11,37	8,12	15,96	14,52	19,85
	м	31,62	21,91	19,86	20,71	42,23	21,18	17,78	17,67	17,33	21,25	10,55	21,74		
Кыштым	с	38,22	38,85	21,97	26,11	32,25	18,64	24,98	18,59	19,64	24,77	30,34	37,52	27,66	33,80
	м	57,71	63,89	34,58	30,27	46,32	34,72	35,86	27,54	39,74	43,20	46,89	62,63		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
<b>2019 г.</b>		<b>28,94</b>	<b>26,44</b>	<b>15,99</b>	<b>17,63</b>	<b>22,10</b>	<b>12,77</b>	<b>16,69</b>	<b>13,48</b>	<b>12,10</b>	<b>15,84</b>	<b>16,79</b>	<b>24,63</b>	<b>18,62</b>	
2018 г.		37,67	56,65	27,06	12,07	8,86	11,04	14,64	13,36	18,42	12,79	18,69	49,26		23,38

Следует отметить, что наибольшие значения среднемесячной объемной  $\Sigma\beta$  во всех трех пунктах наблюдения зафиксированы в январе-феврале 2019 г. Среднегодовое значение объемной  $\Sigma\beta$ , усредненное по всем трем пунктам зоны наблюдения ( $18,62 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), незначительно отличается от средневзвешенной объемной  $\Sigma\beta$  по территории РФ ( $15,72 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В 2019 г. в приземном слое воздуха 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» не было зарегистрировано случаев превышения значений объемной суммарной бета-активности фоновых уровней для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.

В табл. 3.11.6 приведены объемные активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в вышеуказанных пунктах мониторинга.

Таблица 3.11.6

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского УГМС)**

Месяц	Пункт наблюдения		
	Аргаяш	Кыштым	Новогорный-2
Январь	8,1	12,5	12,9
Февраль	2,4	8,2	9,2
Март	1,6	17,5	7,9
Апрель	МДА	20,7	18,7
Май	10,2	20,4	14,8
Июнь	4,8	22,5	4,2
Июль	3,8	23,6	5,6
Август	1,9	7,6	21,8
Сентябрь	1,6	6,1	10,0
Октябрь	1,7	5,9	10,9
Ноябрь	1,9	4,7	14,4
Декабрь	4,6	3,9	63,3
Среднее:			
<b>2019 г.</b>	<b>3,5</b>	<b>12,8</b>	<b>16,1</b>
<b>2018 г.</b>	<b>7,5</b>	<b>8,3</b>	<b>18,5</b>
ДОА <sub>нас.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>	27		

Наибольшее среднегодовое содержание <sup>137</sup>Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорный –  $16,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе п. Аргаяш снизилась в 2 раза по сравнению с 2018 г. и превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в

4,6 раза. В 2019 г. в г. Кыштым среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе увеличилась в 1,5 раза по сравнению с 2018 г. В п. Новогорный-2 значения среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы существенно не отличались от данных, полученных в 2018 г. Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» ( $63,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в п. Новогорный-2) было в 39 раз выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но на семь порядков ниже ДОА<sub>нас</sub> для  $^{137}\text{Cs}$  по НРБ-99/2009 [2]. По данным мониторинга 2019 г. в п. Аргаяш, г. Кыштым и п. Новогорный среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность в 2 – 10 раз. Величина среднегодовой концентрации  $^{137}\text{Cs}$  (усредненной по всем пунктам наблюдения) в приземном слое атмосферы ЗН ( $10,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) превышала средневзвешенную по территории РФ в 2019 г. ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 6,8 раза, но была на семь порядков ниже величины ДОА<sub>нас</sub> по НРБ-99/2009 [2].

### ***Радиоактивные выпадения***

Результаты измерений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк», по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.7. Также для сравнения приведена  $\Sigma\beta$  выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.7 видно, что среднегодовая величина  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2019 г. ( $0,7$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) осталась на уровне 2018 г. ( $0,7$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и фонового значения для Уральского региона. В отдельные дни зарегистрированы атмосферные выпадения с суммарной бета-активностью, превышающей фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 3 и более раз.

В 2019 году не было зарегистрировано ни одного случая значительного превышения фоновых уровней атмосферных выпадений с суммарной бета-активностью.

В табл. 3.11.8 приведены данные об атмосферных выпадениях  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зоне ФГУП ПО «Маяк» в 2019 году.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  из атмосферы в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. ( $9,7$  Бк/м<sup>2</sup>·год) остались на уровне 2018 г. ( $10,3$  Бк/м<sup>2</sup>·год) и в 4,2 раза превышали региональный фон ( $2,3$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Наибольшие годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  отмечались в п. Новогорный ( $34,9$  Бк/м<sup>2</sup>·год) – в 15 раз выше регионального фона. Максимальные выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в п. Новогорный в 2019 г. зарегистрированы во II квартале. Следует отметить, что годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в п. Новогорный в 2019 г. ( $34,9$  Бк/м<sup>2</sup>·год) остались на уровне 2018 г. ( $35,4$  Бк/м<sup>2</sup>·год), тогда как в 2017 г. значение атмосферных выпадений  $^{90}\text{Sr}$  в вышеуказанном пункте наблюдений составило  $70,3$  Бк/м<sup>2</sup>·год.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах наблюдения 100-км зоны ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. (табл. 3.11.9) колебались в диапазоне от  $0,4$  до  $9,7$  Бк/м<sup>2</sup>·год. Средняя сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  за год в 100-км зоне наблюдения снизилась в 2,2 раза по сравнению с данными 2018 г. ( $3,9$  Бк/м<sup>2</sup>·год) и составила  $1,8$  Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 2,3 раза выше региональных фоновых выпадений ( $0,8$  Бк/м<sup>2</sup>·год) и в 13 раз выше средневзвешенных по территории РФ ( $0,14$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное значение суммарных годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  ( $9,7$  Бк/м<sup>2</sup>·год) в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., как и в предыдущие годы наблюдений, зафиксированы в п. Новогорный, что в 12 раз выше регионального

фона в 2019 г. Максимальные месячные выпадения <sup>137</sup>Cs в п. Новогорный наблюдались в августе и составляли 3,02 Бк/м<sup>2</sup>·месяц.

Таблица 3.11.7

**Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения ΣВ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдений		Месяц												Средне- годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	с	0,55	0,60	0,70	0,74	0,84	0,65	0,92	0,85	0,68	0,62	0,60	0,62	0,70	256
	м	1,16	1,03	1,57	1,36	1,97	1,20	3,89	2,25	1,68	1,76	1,16	1,25		
Бродокалмак	с	0,57	0,60	0,68	0,66	0,85	0,64	0,80	0,99	0,81	0,76	0,66	0,66	0,72	263
	м	1,22	1,22	1,40	1,29	2,06	1,44	3,08	5,27	1,74	1,61	1,29	1,16		
Верхний Уфалей	с	0,58	0,57	0,56	0,65	0,76	0,73	0,63	0,86	0,77	0,76	0,63	0,66	0,68	248
	м	1,03	1,47	1,18	1,35	1,71	1,67	2,31	2,25	1,29	2,44	1,30	1,48		
Златоуст	с	0,65	0,70	0,74	0,77	0,88	0,83	0,91	0,92	0,81	0,93	0,69	0,70	0,79	288
	м	1,33	1,20	2,25	1,71	3,15	3,08	4,11	3,28	1,99	3,53	1,74	1,29		
Ибрагимово	с	0,51	0,60	0,68	0,73	0,68	0,70	0,53	0,85	0,66	0,67	0,61	0,64	0,66	241
	м	1,03	1,10	1,47	2,58	1,20	1,70	0,96	3,84	1,38	1,09	1,48	1,03		
Караболка	с	0,57	0,60	0,62	0,63	0,79	0,71	0,70	1,04	0,92	0,83	0,61	0,64	0,72	263
	м	1,22	1,09	1,67	1,33	1,46	1,93	1,74	5,53	2,38	1,85	1,80	1,63		
Касли	с	0,69	0,74	0,75	0,82	0,94	0,68	0,62	1,00	0,84	0,98	0,71	0,66	0,79	288
	м	1,16	1,22	1,97	1,70	2,25	1,54	2,25	3,80	2,44	2,44	1,29	1,16		
Кыштым	с	0,63	0,68	0,68	0,84	0,77	0,69	0,90	0,89	0,82	0,76	0,75	0,73	0,76	277
	м	1,35	1,10	1,32	1,51	1,93	2,13	3,15	2,93	1,99	1,61	2,47	1,41		
Метлино	с	0,57	0,57	0,65	0,76	1,03	0,75	0,99	1,11	0,93	0,83	0,69	0,63	0,79	288
	м	1,07	1,16	2,37	1,47	2,44	1,93	3,34	7,33	2,12	2,83	1,22	1,20		
Миасс	с	0,65	0,67	0,81	0,78	0,95	0,62	0,85	0,96	0,73	0,79	0,61	0,59	0,75	274
	м	1,03	1,32	2,91	1,48	2,57	1,41	5,85	3,60	1,35	1,70	1,29	1,03		
Новогорный	с	0,72	0,74	0,87	0,91	1,02	0,75	0,99	1,00	0,82	0,80	0,79	0,71	0,84	307
	м	1,27	1,48	2,13	1,60	2,29	1,73	3,78	3,07	1,86	1,74	1,80	1,40		
Нязепетровск	с	0,59	0,56	0,59	0,63	0,77	0,64	0,82	1,01	0,75	0,92	0,71	0,72	0,73	266
	м	1,16	1,18	1,41	1,24	1,74	1,27	1,90	4,82	1,58	2,63	1,86	1,61		
Рыбниковское	с	0,51	0,31	0,52	0,84	0,54	0,49	0,80	0,99	0,70	0,73	0,78	0,79	0,67	245
	м	3,66	0,66	2,32	3,81	2,01	2,26	3,73	5,87	1,90	1,59	5,02	3,17		
Сысерть	с	0,68	0,40	0,73	0,78	0,87	0,52	0,78	0,74	0,68	0,47	0,50	0,79	0,66	241
	м	1,58	0,77	3,27	1,98	5,09	1,64	3,66	2,52	3,07	1,62	1,52	2,71		
Тюбук	с	0,73	0,69	0,68	0,61	0,71	0,69	0,74	1,05	0,69	0,71	0,64	0,56	0,71	259
	м	1,20	1,33	1,86	1,22	2,25	1,29	2,89	3,92	1,74	3,02	1,35	1,09		
Худайбердинский	с	0,55	0,62	0,59	0,66	0,78	0,63	0,91	0,97	0,91	0,74	0,73	0,65	0,73	266
	м	1,20	0,95	1,47	1,33	1,67	1,35	5,98	2,25	1,54	1,58	1,37	1,44		
Челябинск	с	0,57	0,67	0,55	0,73	0,84	0,71	0,82	0,87	0,75	0,76	0,65	0,72	0,72	263
	м	1,07	1,10	1,59	1,55	1,99	1,71	2,18	1,80	1,33	1,73	1,97	1,92		
Среднее:	2019 г.	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	256
	2018 г.	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6		
Фон для Уральского региона:	2019 г.	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,7	256
	2018 г.	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6		

Таблица 3.11.8

**Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Средне- годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	0,40			0,35			0,34			0,24			0,33	4,0
Бродокалмак	0,55			0,29			0,53			0,32			0,42	5,0
Ибрагимово	0,74			1,27			1,47			1,04			1,13	13,6
Караболка	0,82			0,83			0,95			0,79			0,85	10,2
Касли	0,33			0,35			0,56			0,46			0,43	5,2
Кыштым	0,34			0,30			0,29			0,28			0,30	3,6
Метлино	0,24			1,61			0,83			0,21			0,72	8,6

Новогорный	2,59	3,95	3,18	1,92	2,91	34,9
Рыбниковское	0,98	0,57	0,32	0,64	0,63	7,6
Тюбук	0,24	0,46	0,57	0,19	0,37	4,4
Худайбердинский	0,39	1,11	1,09	0,84	0,86	10,3
Среднее:						
<b>2019 г.</b>	0,69	1,01	0,92	0,63	0,81	9,7
2018 г.	0,53	0,97	0,99	0,95	0,86	10,3
Фон для Уральского региона:						
<b>2019 г.</b>	0,20 0,18 0,22	0,24 0,25 0,26	0,17 0,18 0,16	0,13 0,14 0,12	0,19	2,3
2018 г.	0,12 0,15 0,17	0,19 0,21 0,20	0,23 0,21 0,19	0,18 0,17 0,20	0,19	2,3

Таблица 3.11.9

**Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	МДА	МДА	0,271	МДА	МДА	0,087	МДА	0,115	МДА	МДА	МДА	МДА	0,039	0,5
Бродокалмак	МДА	0,185	МДА	0,189	МДА	0,329	0,118	0,133	0,133	0,241	МДА	0,141	0,122	1,5
Ибрагимово	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,110	МДА	0,082	МДА	МДА	0,195	0,082	0,039	0,5
Караболка	0,197	МДА	МДА	МДА	МДА	0,077	МДА	МДА	0,147	МДА	МДА	МДА	0,035	0,4
Касли	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,182	0,080	МДА	МДА	0,142	0,034	0,4
Кыштым	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,534	МДА	МДА	МДА	0,076	0,051	0,6
Метлино	МДА	МДА	МДА	МДА	МДА	0,100	0,398	0,254	0,238	МДА	МДА	0,080	0,089	1,1
Новогорный	МДА	0,898	1,559	1,165	0,580	МДА	1,347	3,022	1,126	МДА	МДА	МДА	0,808	9,7
Рыбниковское	МДА	МДА	МДА	0,269	МДА	МДА	МДА	0,113	0,076	0,281	0,189	0,198	0,094	1,1
Тюбук	0,204	0,508	МДА	МДА	МДА	МДА	0,113	МДА	МДА	МДА	МДА	0,127	0,079	0,9
Худайбердинский	0,219	МДА	1,345	МДА	МДА	0,386	0,125	0,311	0,236	МДА	0,223	0,222	0,256	3,1
Среднее:														
<b>2019 г.</b>	0,056	0,145	0,289	0,148	0,053	0,099	0,191	0,431	0,185	0,047	0,055	0,097	0,150	1,8
2018 г.	0,074	0,293	0,411	0,353	0,377	0,655	0,166	0,419	0,475	0,298	0,203	0,163	0,324	3,9
Фон для Уральского региона:														
<b>2019 г.</b>	0,060	0,069	0,049	0,131	0,044	0,106	0,084	0,048	0,147	0,058	МДА	0,048	0,070	0,8
2018 г.	0,038	0,025	0,030	МДА	0,024	0,010	0,160	0,016	0,141	МДА	0,190	0,083	0,060	0,7

Примечание: МДА ≤ 0,001 Бк/м<sup>2</sup>·месяц

В табл. 3.11.10 приведены данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2019 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Таблица 3.11.10

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·год (данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	Σβ	<sup>137</sup> Cs
Зона наблюдения		
г. Озерск	< 170	< 80
г. Озерск, п. №2	< 645	< 240
п. Новогорный	< 120	< 80
г. Кыштым	< 280	< 140
п. Худайбердинск	< 100	< 80
п. Слюдорудник	< 70	< 40
п. Красный Партизан	< 110	< 80
п. Башакуль	< 140	< 80
п. Большой Куяш	< 290	< 90
с. Сарыкульмяк	< 160	< 60
Среднее по зоне наблюдения	< 209**	< 97**
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»		



Пробы воды Уральским УГМС в 2019 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно, из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка – Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года.

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 3.11.11 и 3.11.12 соответственно, а из рек Караболка и Синара – в табл. 3.11.13, а также в разделе 4.1, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и лаборатории ФГБУ «НПО «Гайфун». В табл. 3.11.11 и 3.11.12 приведены данные по результатам измерений, в том числе данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк».

Данные ФГБУ «НПО «Гайфун» и Уральского УГМС, приведенные в табл. 3.11.11, показывают, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи у с. Муслюмово (в 78 км от источника) в 2019 г. изменялась в диапазоне от 1,9 до 11,0 Бк/л, а среднее значение (6,6 Бк/л) уменьшилось в 1,5 раза по сравнению с данными 2018 г. (9,5 Бк/л). Максимальное значение было зафиксировано в октябре и составило 11,0 Бк/л, что в 2,2 раза выше уровня вмешательства для  $^{90}\text{Sr}$  в питьевой воде по НРБ-99/2009 [2] и на три порядка выше фонового уровня для рек России (4,5 мБк/л).

Таблица 3.11.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2019 г., Бк/л  
(данные Уральского УГМС, НПО «Гайфун» и ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Месяц	Муслюмово					Першинское		Затеченское		
	$^{90}\text{Sr}^{1)}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}$	$^3\text{H}^{1)}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{1)}$	$^3\text{H}^{1)}$
Январь	8,2	9,2	< 0,4	1,890	147	4,8	0,011	–	–	–
Февраль	8,3	7,4	< 0,4	0,190	212	4,9	0,009	–	–	–
Март	5,6	6,0	< 0,4	0,160	173	5,61	0,005	–	–	–
Апрель	3,1	1,9	< 0,4	0,180	110	2,5	0,043	–	–	–
Май	9,0	3,4	1,7 <sup>2)</sup>	0,080	66	2,7	0,010	–	–	–
Июнь	2,5	4,0	< 0,4	0,120	55	2,7	0,017	–	–	–
Июль	3,4	5,1	< 0,4	0,100	72	4,4	0,002	2,8	< 0,4	< 40
Август	4,3	8,2	< 0,4	0,180	68	3,3	0,008	–	–	–
Сентябрь	9,1	9,3	< 0,4	0,160	165	5,6	0,003	–	–	–
Октябрь	11,0	7,8	< 0,4	0,110	130	4,8	0,003	–	–	–
Ноябрь	8,8	7,3	< 0,45	0,200	130	4,7	0,004	–	–	–
Декабрь	5,4	7,3	0,53	0,250	220	4,9	0,015	3,8	1,6	55
Среднее:										
2019 г.	<b>6,6</b>	<b>6,4</b>	<b>&lt;0,52<sup>3)</sup></b>	<b>0,3</b>	<b>129</b>	<b>4,2</b>	<b>0,01</b>	<b>3,3</b>	<b>1,0</b>	<b>48</b>
2018 г.	9,4	9,5	<0,4	0,3	101	4,4	0,01	3,0	< 0,4	44
УВ [2]	4,9	4,9	11	11	7600	4,9	11	4,9	11	7600

Примечания: <sup>1)</sup> – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;

<sup>2)</sup> – погрешность пробоотбора в период весеннего половодья (взвеси);

<sup>3)</sup> – с учетом значений ниже МДА;

– – измерения не проводились.

Самые высокие среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  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 объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7 – 13,7 Бк/л. За последние десять лет 2010–2019 гг. среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Теча 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).



Таблица 3.11.12

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2019 г., Бк/л  
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Месяц	Далматово	Красноисетское			Щадринск		Мехонское	
	<sup>90</sup> Sr*	<sup>90</sup> Sr*	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
Январь	–	–	0,837	0,004	0,383	0,003	0,169	0,004
Февраль	–	–	0,587	0,002	0,481	0,002	0,368	0,010
Март	–	–	0,326	0,003	0,488	0,004	0,272	0,003
Апрель	–	–	0,413	0,004	0,217	0,008	0,136	0,002
Май	–	–	0,531	0,006	0,664	0,003	0,203	0,006
Июнь	0,23	0,36	1,520	0,011	0,399	0,005	0,282	0,003
Июль	–	–	0,591	0,004	0,240	0,005	0,343	0,004
Август	–	–	0,506	0,003	0,274	0,002	0,238	0,003
Сентябрь	–	–	0,534	0,002	0,654	0,003	0,397	0,003
Октябрь	<0,06	0,50	0,604	0,002	0,429	0,003	0,323	0,003
Ноябрь	–	–	0,552	0,003	0,371	0,005	0,345	0,002
Декабрь	–	–	0,816	0,005	0,616	0,003	0,360	0,003
Среднее:								
2019 г.	<b>0,15</b>	<b>0,43</b>	<b>0,7</b>	<b>0,004</b>	<b>0,4</b>	<b>0,004</b>	<b>0,3</b>	<b>0,004</b>
2018 г.	0,15	0,43	1,1	0,006	0,4	0,009	0,2	0,009
УВ [2]	4,9	4,9	4,9	11	4,9	11	4,9	11

Примечания: \* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;  
-- измерения не проводились.

Вниз по течению р. Течи содержание <sup>90</sup>Sr в воде в 2019 г. в с. Затеченское осталось примерно на уровне 2018 г. (3,0 Бк/л) и составило 3,3 Бк/л. В с. Першинское содержание <sup>90</sup>Sr (4,2 Бк/л) в воде в 2019 г. также осталось на уровне 2018 г. (4,4 Бк/л).

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Щадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде уменьшалась от 0,7 до 0,3 Бк/л (табл. 3.11.12). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде в 2019 г. составила 0,15 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть (по данным ФГБУ «НПО «Тайфун» и Уральского УГМС) объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г. осталась на уровне 2018 г. и была в 7 – 16 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. Следует отметить, что объемная активность <sup>90</sup>Sr в п. Красноисетское снизилась в 1,6 раза по сравнению с данными, полученными в 2018 г.

Объемная активность <sup>137</sup>Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.11 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г., наблюдавшаяся в воде р. Течи (с. Муслюмово, с. Першинское), осталась на уровне 2018 г. и была в 37 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [2]. По мере удаления от ФГУП «ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исети объемная активность этого радионуклида значительно снижается (табл. 3.11.12). Во всех пунктах отбора проб в р. Исеть объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2019 г. снизилась в 1,5–2,3 раза по сравнению с 2018 г.

Среднегодовая объемная активность трития (129 Бк/л) в воде р. Теча в с. Муслюмово в 59 раз ниже УВ, в с. Затеченское – в 158 раз ниже УВ. Следует отметить, что в 2019 г. объемная активность трития в воде р. Теча (с. Муслюмово, с. Затеченское) осталась на уровне 2018 г.

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», показали повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (табл. 3.11.11) видно,

что объемная активность трития в воде р. Течи в 2019 г. превышала фоновый уровень в реках России (1,62 Бк/л) примерно в 79 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 129 Бк/л у с. Муслумово до 48 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника (рис. 3.11.2).

Из табл. 3.11.13 видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^3\text{H}$  в водах рек Караболка и Синара ниже, чем в реках Исеть и Теча (табл. 3.11.13) и не превышает УВ. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^3\text{H}$  во всех пунктах контроля имела низкие значения и осталась на уровне предыдущих лет.

Таблица 3.11.13

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Караболка и р. Синара в 2019 г., Бк/л**  
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)

Месяц	р. Караболка					Устье р. Синара	
	д. Усть-Караболка		с. Тагарская Караболка*			$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^3\text{H}$		
Январь	0,978	0,020	–	–	–	0,104	0,003
Февраль	0,858	0,020	1,56	< 0,2	<30	0,082	0,004
Март	0,613	0,010	–	–	–	0,098	0,008
Апрель	0,451	0,020	–	–	–	0,082	0,005
Май	0,432	0,010	1,14	< 0,4	<30	0,250	0,006
Июнь	0,754	0,010	–	–	–	0,184	0,003
Июль	0,785	0,010	–	–	–	0,151	0,003
Август	0,464	0,010	1,64	< 0,4	<30	0,077	0,004
Сентябрь	0,554	0,010	–	–	–	0,081	0,004
Октябрь	0,572	0,010	–	–	–	0,121	0,001
Ноябрь	0,630	0,010	2,73	< 0,4	<30	0,091	0,005
Декабрь	0,655	0,010	–	–	–	0,088	0,005
Среднее:							
<b>2019 г.</b>	<b>0,6</b>	<b>0,013</b>				<b>0,12</b>	<b>0,004</b>
2018 г.	0,6	0,015	1,77	< 0,4**	<30**	0,12	0,006

Примечания: \* – данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк» за 2018 г.;

\*\* – с учетом значений ниже МДА;

– – отбор проб не проводился.

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2019 г. приведены в табл. 3.11.14. Иртышско-Каслинская и Кыштымская система озер является местом расположения детских оздоровительных лагерей, баз отдыха и садоводческих товариществ. Озера используются для питьевого и технического водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, а также имеют рыбохозяйственное значение [22].

Из табл. 3.11.14 видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водах этих озер в 2019 г. колебалась от 0,06 до 0,33 Бк/л, а объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в водах всех озер была < 0,4 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде озер в 14 и в 27 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [2] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртыш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Б. Акуля и в оз. Иртыш в 2019 г. было на порядок ниже УВ в питьевой воде для населения.

Результаты наблюдения за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк в 2019 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, приведены в табл. 3.11.15. Контроль радиоактивного загрязнения р. Мишеляк проводится в четырех створах. В табл. 3.11.15 приведены результаты контроля в выходном створе реки.

**Объемная активность радионуклидов в озерах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Озеро	Объемная активность	
	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
Силач	< 0,12	< 0,4
Сунгуль	< 0,12	< 0,4
Киреты	< 0,12	< 0,4
Б. Касли	< 0,12	< 0,4
М. Касли	0,12	< 0,4
Куташи	0,25	< 0,4
Иртяш	< 0,12	< 0,4
Б. Нанога	0,25	< 0,4
М. Нанога	0,33	< 0,4
Б. Акуля	0,22	< 0,4
Акакуль	0,28	< 0,4
Увильды	< 0,06	< 0,4
Улагач	0,11	< 0,4
УВ по НРБ-99/2009 [2]	4,9	11

Таблица 3.11.15

**Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2019 г. (данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		<sup>90</sup> Sr	<sup>3</sup> H	<sup>137</sup> Cs
р. Мишеляк выходной створ	Январь	< 0,12	58	< 3,0
	Февраль	0,16	55	< 3,0
	Март	0,20	< 40	< 3,0
	Апрель	< 0,12	66	< 3,0
	Май	< 0,12	79	< 3,0
	Июнь	< 0,12	82	< 3,0
	Июль	0,23	< 40	< 3,0
	Август	0,18	109	< 3,0
	Сентябрь	0,12	89	< 3,0
	Октябрь	0,26	103	< 3,0
	Ноябрь	0,38	157	< 3,5
	Декабрь	0,24	55	< 1,4
	Средняя за 2019 г.	0,19*	78*	< 2,9*
Средняя за 2018 г.	0,25	84	< 3,0*	
УВ по НРБ-99/2009		4,9	7600	11

Примечание: \* – с учетом значений ниже МДА.

Из табл. 3.11.15 видно, что в 2019 г. объемная активность <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs и <sup>3</sup>H в воде р. Мишеляк осталась на уровне 2018 г. Содержание контролируемых радионуклидов в воде р. Мишеляк значительно ниже УВ по НРБ-99/2009.

***Снежный покров, растительность, почва***

В марте 2019 г. в ЗН ФГУП «ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны

пробы снега, а в сентябре в 10 пунктах – пробы растительности (трава). Результаты анализа этих проб на  $\Sigma\beta$  и содержание  $^{137}\text{Cs}$  приведены в табл. 3.11.16.

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  (табл. 3.11.16) в 2019 г. снизилась в 1,4 раза относительно уровня предыдущего года. Плотность загрязнения снежного покрова  $^{137}\text{Cs}$  осталась на уровне 2018 г. Наибольшие плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  (21,33 Бк/м<sup>2</sup>) и  $^{137}\text{Cs}$  (2,6 Бк/м<sup>2</sup>) были зарегистрированы в районе г. Кыштым и п. Новогорный соответственно.

Таблица 3.11.16

Содержание  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. (данные Уральского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м <sup>2</sup>				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	04.03.2019	05.03.2018	04.03.2019	05.03.2018	02.09.2019	30.08.2018	02.09.2019	30.08.2018
Ибрагимово	2,93	2,34	1,7	1,2	251,5	614,3	0,4	4,5
Касли	12,68	14,35	1,7	1,5	397,0	1108,3	0,5	4,3
Кыштым	21,33	9,89	1,6	1,6	793,7	953,9	1,1	3,3
ЛЭП-60	5,83	5,75	1,4	1,0	949,4	1064,6	0,8	3,1
Малый Куяш	10,52	6,68	2,3	1,3	399,7	742,7	1,5	4,7
Метлино	11,27	11,68	1,9	2,3	653,2	859,3	2,7	5,3
Новая Теча	14,82	4,77	1,8	0,9	494,1	987,7	1,7	3,4
Новогорный	9,02	7,18	2,6	2,9	630,0	837,0	13,4	4,0
Татыш	15,22	11,93	2,0	1,9	1062,9	1289,9	0,8	2,2
Худайбердинский	13,41	8,07	2,0	2,1	584,8	811,9	0,5	2,8
Среднее по зоне наблюдения	11,7	8,3	1,9	1,7	621,6	927,0	2,3	3,8

По данным (табл. 3.11.16), полученным в 2019 г. удельная  $\Sigma\beta$  в пробах растительности (621,6 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк», снизилась в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом (927 Бк/кг), удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  (2,3 Бк/кг) снизилась в 1,7 раза по сравнению с 2018 г. (3,8 Бк/кг). Наибольшая удельная  $\Sigma\beta$  растительности (1062,9 Бк/кг) наблюдалась в п. Татыш, а  $^{137}\text{Cs}$  (13,4 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 1,7 и 5,8 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. также проводила отбор проб растительности в зоне влияния предприятия (табл. 3.11.17). В соответствии с результатами анализа, содержание радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах растительности в 2019 г. изменялось в диапазоне 16–313 Бк/кг и 6,6–19 Бк/кг соответственно. Наибольшая удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в ЗН зафиксирована в пробах растительности, отобранных в п. Новогорный и г. Озерске,  $^{137}\text{Cs}$  – в г. Озерске, п. Красный Партизан и п. Слюдорудник. Наибольшая удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в зоне аварийного загрязнения территории наблюдалась в с. Булзи и п. Кунашак соответственно.

Плотность радиоактивного загрязнения почвенного покрова территории зоны наблюдения  $^{137}\text{Cs}$  и Pu на ее периферийных участках соответствует региональным фоновым значениям,  $^{90}\text{Sr}$  – выше в 1,9 раза. (табл. 3.11.18)

Таблица 3.11.17

**Содержание основных дозообразующих радионуклидов в пробах растительности в зоне влияния  
ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт отбора проб	Растительность, Бк/кг	
	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
<b>Зона наблюдения</b>		
г. Озерск	8,2	41
г. Озерск, п. №2	11,4	101
п. Метлино	8,3	80
п. Новогорный	6,6	125
п. Аргаяш	8,6	24
п. Большой Куяш	6,9	24
п. Башакуль	8,9	41
с. Калининское	10	16
п. Красный Партизан	14	19
г. Кыштым	9,2	39
п. Слюдорудник	13	21
Среднее по зоне наблюдения	9,6	48,3
<b>Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»</b>		
с. Булзи (ВУРС)	8,3	313
с. Багаряк (ВУРС)	9,1	26
с. Муслимово (р. Теча)	7,4	40
п. Кунашак (след 1967 г.)	18	110
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	10,7	122,3
<b>Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»</b>		
п. Щелкун (ВУРС)	8,1	38
г. В. Уфалей	19	21
Среднее по всей зоне	10,3	63,5

Таблица 3.11.18

**Максимальные значения плотности загрязнения почвы на территории ЗН ФГУП «ПО «Маяк»  
в 2018 г. (данные ФГУП «ПО «Маяк») [11]**

Радионуклид	Региональное (фоновое) значение кБк/м <sup>2</sup>	Внешняя граница (периферия), кБк/м <sup>2</sup>
<sup>90</sup> Sr	3,9	7,4
<sup>137</sup> Cs	3,8	4,7
Pu	0,7	1,2

**Радиационный фон на местности**

Среднегодовые значения МАЭД в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г., по данным Уральского УГМС, находились в пределах 0,10 – 0,12 мкЗв/ч (при среднем значении 0,11 мкЗв/ч) и были на уровне данных за последние несколько лет и естественного  $\gamma$ -фона для Уральского региона (0,11 мкЗв/ч).

Таблица 3.11.19

**Годовая эффективная доза облучения населения на территории  
ЗН ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. (данные ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Годовая эффективная доза мЗв/год
г. Озёрск	0,05
г. Озёрск, п. №2	0,08
п. Новогорный	0,36
п. Метлино	0,02
п. Башакуль	0,07
п. Худайбердинск	0,04
г. Кыштым	0,02
Предел, установленный НРБ-99/2009 [2]	1,00

Значения индивидуальной эффективной дозы облучения населения, обусловленной сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк», в 2019 г. составляли от 0,02 до 0,36 мЗв/год (табл. 3.11.19) при допустимом уровне по НРБ-99/2009 – 1 мЗв/год. Основной вклад в эффективную дозу облучения вносит внешнее облучение. Приведенные результаты являются завышенной верхней оценкой действительных значений.

Подводя итоги, можно сказать, что в 2019 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной.

Величина среднегодовой концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы ЗН ( $10,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) превышала средневзвешенную по территории РФ в 2019 г. ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 6,8 раза, но была на семь порядков ниже величины ДОА<sub>нас</sub> по НРБ-99/2009 [2]. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» ( $18,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) незначительно превышала средневзвешенную по территории РФ  $\Sigma\beta$  ( $15,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В 2019 г. годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  из атмосферы ( $9,7$  Бк/м<sup>2</sup>·год) в среднем по 100-км зоне ФГУП «ПО «Маяк» остались на уровне 2018 г. ( $10,3$  Бк/м<sup>2</sup>·год),  $^{137}\text{Cs}$  ( $1,8$  Бк/м<sup>2</sup>·год) – снизились в 2,2 раза по сравнению с данными 2018 г. ( $3,9$  Бк/м<sup>2</sup>·год).

В водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» пределы среднегодовых концентраций  $^{90}\text{Sr}$  составили 0,1 – 6,6 Бк/л. Среднегодовые концентрации этого радионуклида на два-три порядка выше среднегодовой для рек России ( $0,0045$  Бк/л). Среднегодовая объемная активность трития в водных объектах зоны влияния ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. изменялась в диапазоне 30–129 Бк/л и превышала фоновый уровень в реках России ( $1,62$  Бк/л) примерно в 18–79 раз, но была значительно ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

В целом, радиационная обстановка на территории ЗН ФГУП «ПО «Маяк» стабильна. Значения контролируемых параметров радиационной обстановки в ЗН предприятия, включая территорию, загрязненную 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, почва, поверхностные воды) [24].

### 3.12. Горно-химический комбинат

Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат» государственной корпорации «Росатом» (далее – ГХК) – уникальный объект использования атомной энергии с подземным расположением основных ядерных производств, не имеющее аналогов в мире. Предприятие расположено на правом берегу р. Енисей в 9 км от г. Железногорска и в 60 км ниже по течению реки от г. Красноярска.

ГХК занимает площадь около 360 км<sup>2</sup> вдоль берега реки. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56,19 км<sup>2</sup>. СЗЗ комбината протяженностью 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 1 000 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 Сосноборск. На территории ЗАТО Железногорск проживает около 93 тыс. человек. В 20-км ЗН ФГУП «ГХК» расположено 13 сельских населенных пунктов с общей численностью населения 7,5 тыс. человек. На берегах Енисея в границах ЗН ФГУП «ГХК» расположено более 30 населенных пунктов, в том числе города Енисейск и Лесосибирск, с численностью населения 18 тыс. и 64 тыс. человек [25]. Ближайшими к комбинату населенными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 2000 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 радиологическую обстановку оказали радиоактивные сбросы комбината [26]. Радиоактивный след ГХК был обнаружен летом 1971 г. на удалении около 2 000 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  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях Енисейского залива, достигающие  $15 \text{ кБк/м}^2$ , что в  $4 \div 8$  раз было выше уровней загрязнения, обусловленных глобальными выпадениями. Кроме этого в донных отложениях было обнаружено также присутствие  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{65}\text{Zn}$ . Эти факты свидетельствовали о наличии возможного источника радиоактивного загрязнения бассейна реки Енисей, что и подтвердилось дальнейшими исследованиями. Многолетние сбросы радионуклидов привели к загрязнению ими компонент экосистемы реки Енисей, включая ряд участков поймы.

В 1992 г. на ГХК были остановлены для последующего вывода из эксплуатации два прямоточных уран-графитовых реактора комбината – АД и АДЭ-1. В настоящее время реакторы АД и АДЭ-1 приведены в ядерно безопасное состояние и находятся на стадии подготовки к длительной выдержке. В соответствии с Соглашением 1997 г. между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, реактор АДЭ-2 остановлен 15 апреля 2010 г. С 2016 г. предприятие осуществляло комплекс мероприятий по загрузке, транспортировке и переработке высокообогащенного ядерного топлива промышленных уран-графитовых реакторов. В 2017 г. эта работа была завершена, ФГУП «ГХК» полностью освобожден от ОЯТ данного типа, которое направлено на переработку на другое предприятие Росатома – ФГУП ПО «Маяк» (г. Озерск, Челябинская область).

Радиохимический завод введен в эксплуатацию в 1964 г. для переработки облученных в промышленных реакторах урановых блоков с целью извлечения из них урана и плутония. Образующиеся при переработке облученного урана жидкие высокоактивные отходы хранятся в специальных емкостях из нержавеющей стали. Жидкие отходы средней и низкой активности закачиваются на подземное захоронение на полигон «Северный».

Очистные сооружения комбината введены в эксплуатацию в 1958 г. и предназначены для очистки жидких низкоактивных сбросов реакторного и радиохимического заводов, газоаэрозольных выбросов реакторного завода, утилизации и захоронения всех видов отходов.

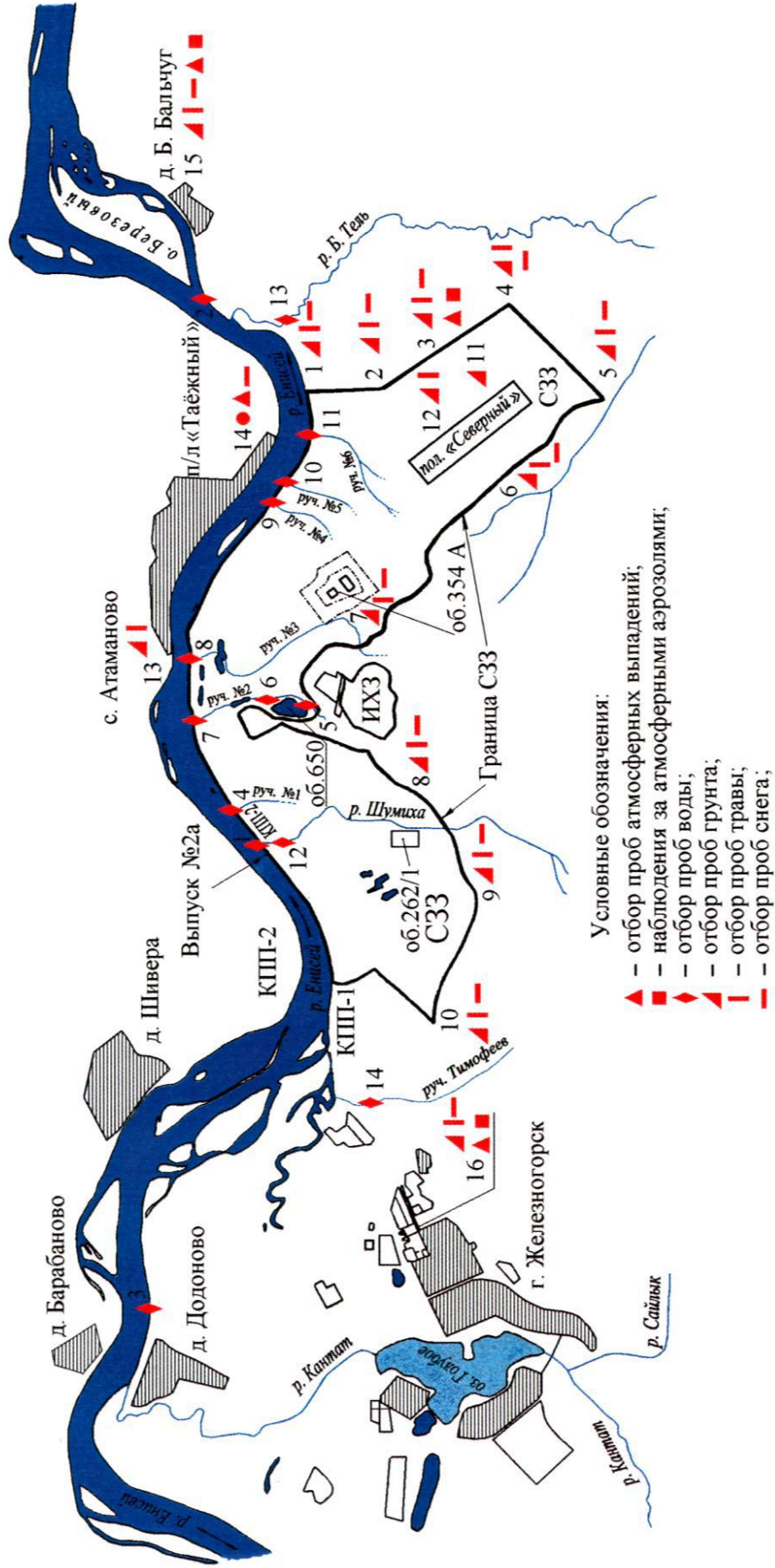


Рис. 3.12.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК



Очищенные до нормативных требований жидкие нетехнологические воды сбрасываются в р. Енисей. ЖРО различной активности захораниваются на полигоне «Северный». Твердые радиоактивные отходы (ТРО) помещаются в специальные грунтовые и бетонные хранилища. Газовые и аэрозольные выбросы после очистки удаляются в атмосферу.

Полигон «Северный» расположен на правом берегу р. Енисей на высокой (100 м) террасе (водораздел рек Енисей и Большая Тель) в 3 км от комбината вниз по течению реки в сторону с. Большой Бальчуг (рис. 3.12.1). Границы полигона удалены на расстояние 2,5 – 4 км от основных водных артерий. Суммарная площадь горного отвода под полигон составляет примерно 45 км<sup>2</sup>, объем подземного пространства – около 11 000 м<sup>3</sup>. ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 130 – 220 м и 400 – 500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты.

В настоящее время три основных подразделения в структуре ГХК продолжают оставаться предприятиями потенциальной радиационной опасности – изотопно-химический, реакторный и радиохимический заводы. Изотопно-химический завод в своем составе имеет «мокрое» водоохлаждаемое и «сухое» воздухоохлаждаемое хранилище ОЯТ, а также цех пускового комплекса опытно-демонстрационного центра (ОДЦ) по переработке ОЯТ. Реакторный завод отвечает за вывод из эксплуатации всех объектов предприятия, в их числе остановленные реакторы, а также хранилища. Радиохимический завод предназначен для переработки облученных блоков из природного урана с целью выделения из них оружейного плутония и невыгоревшего урана. В настоящее время завод производит смешанное уран-плутониевое топливо (МОКС-топливо) для энергоблока Белоярской АЭС.

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

- сброс радиоактивных вод охлаждения 2-х прямоточных реакторов в р. Енисей;
- ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промышленной площадке комбината.

В 2019 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

На производстве вывода из эксплуатации ЯРОО (ранее – реакторный завод) в 2019 году выбросов не обнаруживалось. Радионуклидный состав выбросов завода фабрикации топлива (ранее – радиохимический завод) в 2019 году обусловлен продолжающимися работами по перекачке пульпы РАО и урансодержащего сырья, а так же работами по производству МОКС-топлива и опытными работами. В составе выбросов завода фабрикации топлива в 2019 году обнаружены <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co, <sup>90</sup>Sr, <sup>241</sup>Am, изотопы плутония. На заводе регенерации топлива (ранее – изотопно-химический завод) в 2019 году обнаружены следующие радионуклиды: <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co, изотопы плутония.

По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2019 г. годовые выбросы в атмосферу радионуклидов на ГХК были на один – семь порядков ниже величины допустимых выбросов.

Таблица 3.12.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
ИРГ	$1,14 \cdot 10^{18}$	$7,35 \cdot 10^{11}$	$7,11 \cdot 10^{11}$	$+2,40 \cdot 10^{10}$
$^3\text{H}$	$1,18 \cdot 10^{17}$	-	$6,84 \cdot 10^{12}$	-
$^{60}\text{Co}$	$2,78 \cdot 10^{11}$	$5,50 \cdot 10^7$	$7,10 \cdot 10^7$	$-1,60 \cdot 10^7$
$^{90}\text{Sr}$	$5,04 \cdot 10^{11}$	$5,44 \cdot 10^7$	$2,86 \cdot 10^7$	$+2,58 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$5,50 \cdot 10^{12}$	$1,27 \cdot 10^8$	$6,53 \cdot 10^7$	$+6,17 \cdot 10^7$
$^{238}\text{Pu}$	$5,37 \cdot 10^9$	$1,41 \cdot 10^8$	$6,81 \cdot 10^7$	$+7,29 \cdot 10^7$
$^{239}\text{Pu}$	$3,58 \cdot 10^{11}$	$1,42 \cdot 10^9$	$8,58 \cdot 10^8$	$+5,62 \cdot 10^8$

Примечание: - – радионуклид не обнаружен.

Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 и 1961 гг. соответственно) являлись в течение более многих лет основными источниками поступления радионуклидов в р. Енисей. По сравнению с 1991 г. сброс в р. Енисей радионуклидов значительно снижен и с 1993 г. осуществляется после бассейна выдержки, построенного для снижения активности среднеживущих радионуклидов. Однако последствия сброса загрязненных стоков, произведенных до 1992 г., прослеживаются на всем протяжении р. Енисей. Многолетние сбросы долгоживущих радионуклидов обусловили загрязнение ими донных отложений и почвы пойменных участков реки. Прекращение прямых сбросов мало повлияло на содержание долгоживущих радионуклидов в речных донных отложениях и почве поймы, в которых сосредоточена существенная часть радиоактивности. Тем не менее с 1992 г. использование только одного энергетического реактора и бассейна выдержки привело к значительному снижению концентрации радионуклидов, особенно короткоживущих, в воде р. Енисей, а также в водной растительности и рыбе.

Величины сбросов радионуклидов в р. Енисей в 2019 г., представленные в табл. 3.12.2, остались примерно на уровне 2018 г. и не превышали установленных нормативов. В 2019 г. в сбросах не были зарегистрированы  $^3\text{H}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ . Как видно из приведенной ниже таблицы, основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Таблица 3.12.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
$^{60}\text{Co}$	$1,96 \cdot 10^{12}$	$1,92 \cdot 10^8$	$3,93 \cdot 10^8$	$-2,01 \cdot 10^8$
$^{90}\text{Sr}$	$4,85 \cdot 10^{11}$	$2,45 \cdot 10^9$	$8,24 \cdot 10^9$	$-5,79 \cdot 10^9$
$^{137}\text{Cs}$	$7,25 \cdot 10^{11}$	$6,44 \cdot 10^9$	$1,83 \cdot 10^{10}$	$-1,19 \cdot 10^{10}$
$^{238}\text{Pu}$	$3,42 \cdot 10^{10}$	$4,68 \cdot 10^8$	$2,79 \cdot 10^8$	$+1,89 \cdot 10^8$
$^{239}\text{Pu}$	$3,25 \cdot 10^{10}$	-	$7,24 \cdot 10^8$	-

Примечание: - – сброс не производился.

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Лабораторией радиоэкологического мониторинга (ЛРЭМ), входящей в состав экологического управления ФГУП «ГХК». В 2019 г. ЛРЭМ контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (см. рис. 3.12.1):

– объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха на трех стационарных пунктах контроля, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объ-

ект 262/1) с учетом розы ветров, еще 6 пунктов расположены на промплощадке ГХК. Аэрозоли улавливали на аналитические фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с помощью ВФУ производительностью около 300 м<sup>3</sup>/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, 2 из которых фоновых;

– содержание радионуклидов в снеге в 15 точках;

– объемная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (отбор проб производился с мая по октябрь); фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось в 17 км выше выпуска № 2а в районе д. Додоново;

– мощность дозы внешнего  $\gamma$ -излучения во время маршрутных обследований, а также с помощью системы АСКРО ГХК, состоящей из 12 постов контроля, размещенных на расстоянии от 4 до 28 км от источника выбросов с учетом расположения населенных пунктов; измерения производились с экспозицией 512 с (~ 9 мин), сбор данных осуществлялся 4 раза в сутки (каждые 6 часов). За 2019 год выполнено более 700 тыс. измерений.

Суммарная  $\beta$ -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  $\gamma$ -излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре. Содержание <sup>239+240</sup>Pu и <sup>90</sup>Sr определялось радиохимическими методами.

Для проведения мониторинга ЛРЭМ обеспечена автомобильным транспортом высокой проходимости, имеются необходимые плавсредства (моторные лодки и водолазный бот), комплект стационарного и переносного пробоотборного оборудования. Важным методическим достижением ЛРЭМ является возможность определения содержания техногенных радионуклидов в компонентах природной среды на уровне характеристик радиационного фона.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС (рис. 3.12.2).

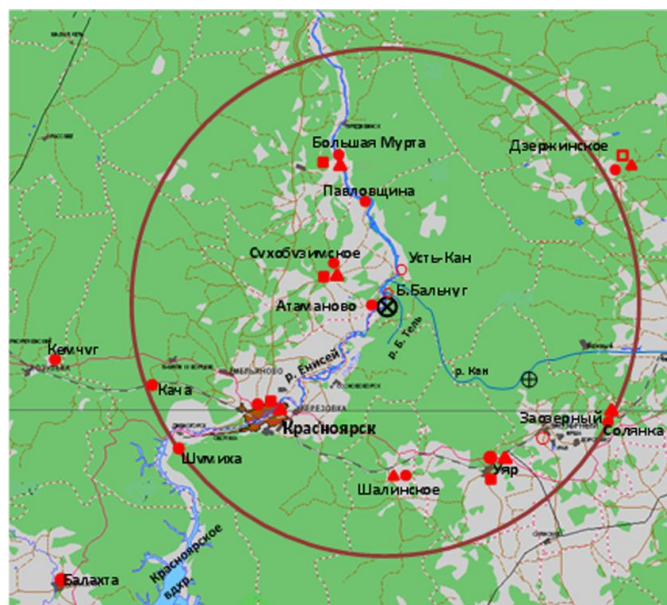


Рис. 3.12.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

- ⊗ – ГХК;
- ⊕ – ЭХЗ;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◻ – планируемые наблюдения.

В 2019 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в 4 пунктах (ВФУ);
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в 7 пунктах с помощью горизонтальных планшетов;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 11 метеостанциях (8 раз в сутки) и двух гидропостах (2 раза в сутки), а также при проведении маршрутной  $\gamma$ -съемки местности по 2 маршрутам и 2 населённым пунктам (деревни Додоново и Большой Бальчуг) (рис. 3.12.3);
- за содержанием радионуклидов в почве и снеге во время маршрутных обследований в пунктах, расположенных в разных направлениях от комбината в радиусе до 20 км;
- за объемной активностью радионуклидов в воде р. Енисей и других рек 100-км зоны во время маршрутных обследований.



Таблица 3.12.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2019 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (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	126	103	7	36	15	39
	м	153	130	15	176	77	146
Февраль	с	96	87	6	24	13	20
	м	130	170	21	56	27	47
Март	с	45	55	5	16	12	14
	м	70	80	14	42	26	33
Апрель	с	29	32	5	18	11	10
	м	39	42	19	52	28	30
Май	с	47	50	6	24	11	13
	м	60	59	12	87	29	28
Июнь	с	38	39	6	19	12	15
	м	44	51	11	36	29	43
Июль	с	55	55	7	17	12	16
	м	66	92	17	36	25	53
Август	с	58	59	7	22	13	17
	м	77	93	19	36	24	52
Сентябрь	с	44	45	6	19	10	14
	м	64	80	14	50	23	33
Октябрь	с	50	28	5	13	8	14
	м	73	44	17	46	21	37
Ноябрь	с	57	42	8	20	9	11
	м	90	48	33	42	18	20
Декабрь	с	104	96	6	26	11	-*
	м	160	270	13	69	28	-*
Среднее:							
2019 г.		<b>62</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>17</b>
2018 г.		69	62	5	27	13	13

Примечание: \* – на метеостанции Уяр по причине неисправности электродвигателя ВФУ «Тайфун-5» не отобраны пробы аэрозолей за период с 7-8 декабря 2019 год по 31-1 января 2020 года.

В 2019 г. в 100-км зоне ГХК ни в одном из пунктов наблюдения не было зафиксировано случаев радиоактивного загрязнения аэрозолей выше критерия  $3700 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных ЛРЭМ в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.12.4 [27].

Таблица 3.12.4

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛРЭМ)

Радионуклид	Размещение пунктов мониторинга относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 3.12.1)				ДОА <sub>нас</sub> по НРБ-99/2009, Бк/м <sup>3</sup>
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3		9 км на юго-запад, г. Железногорск, ЗН, т. 16		
	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	
<sup>60</sup> Со	< 3	< 3	< 3	< 6	11
<sup>90</sup> Sr	< 200	9	< 200	< 3	2,7
<sup>134</sup> Cs	< 2	–	< 2	–	19
<sup>137</sup> Cs	22	16	17	5,7	27
<sup>154</sup> Eu	6	–	< 20	–	2,3
<sup>238</sup> Pu	6,6	4,8	2,7	2,3	$2,7 \cdot 10^{-3}$
<sup>239+240</sup> Pu	23	23	12	15	$2,5 \cdot 10^{-3}$
<sup>241</sup> Am	< 20	< 20	< 20	< 20	$2,9 \cdot 10^{-3}$
$\Sigma\beta$	6200	6900	5800	6200	

Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99/2009. Из табл. 3.12.4 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , как и в прошлом году, была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, за исключением  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{154}\text{Eu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$ . Отметим резкое снижение чувствительности определения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном воздухе (в 67 раз), не позволившее в отличие от 2018 г. определить содержание этого радионуклида в атмосферном воздухе в 2019 г. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ и ЗН была в 1,4 и 3,0 раза выше 2018 г. соответственно. При этом содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средне-взвешенную по территории Западной Сибири объемную активность  $^{137}\text{Cs}$  ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>): в СЗЗ – в 9,6 раза, в ЗН – в 7,4 раза. Объемная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в СЗЗ осталась на уровне 2018 года ( $23$  Бк/м<sup>3</sup>), в ЗН – уменьшилась в 1,3 раза, однако в обоих случаях была на четыре порядка ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2].

В табл. 3.12.5 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 3.12.1), проведенного лабораториями ФГБУ «НПО «Тайфун» и Среднесибирского УГМС.

Таблица 3.12.5

Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг ГХК в 2010 – 2019 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун» и Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Большая Мурта	2010	2,8	1,9	2,4	2,0	2,3	3,4
	2011	14,3	204,7	4,0	3,6	56,7	46,1
	2012	3,9	7,2	11,0	2,6	6,2	4,5
	2013	3,3	н	8,2	4,5	4,0	4,5
	2014	4,8	4,1	5,3	2,8	4,3	3,1
	2015	2,8	4,7	2,8	2,0	3,1	2,2
	2016	2,7	2,8	4,6	1,3	2,9	3,0
	2017	2,8	н	1,0	1,4	1,6	1,9
	2018	2,2	1,2	2,8	н	1,8	1,7
	<b>2019</b>	<b>1,9</b>	<b>н</b>	<b>2,2</b>	<b>н</b>	<b>1,5</b>	<b>2,3</b>
Красноярск (опытное поле)	2010	2,0	1,3	3,2	1,9	2,1	3,4
	2011	н	119,5	0,4	13,4	33,3	46,1
	2012	н	1,6	4,0	0,3	1,5	4,5
	2013	1,3	1,5	1,2	4,0	2,0	4,5
	2014	1,4	1,5	5,1	0,6	2,2	3,1
	2015	н	2,1	н	н	-	2,2
	2016	н	н	н	2,3	1,8	3,0
	2017	н	н	н	н	1,0	1,9
	2018	н	н	н	н	н	1,7
	<b>2019</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>2,3</b>
Сухобузимское	2010	2,0	2,4	2,4	1,3	2,0	3,4
	2011	9,0	170,8	3,8	2,2	46,5	46,1
	2012	2,4	6,2	8,7	1,8	4,8	4,5
	2013	1,8	н	14,0	2,8	4,7	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
	<b>2019</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>2,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>2,3</b>
Уяр	2010	0,4	0,4	1,4	0,7	0,7	3,4

2011	15,2	146,7	2,3	1,4	41,4	46,1
2012	0,7	4,7	5,4	н	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
<b>2019</b>	<b>н</b>	<b>2,2</b>	<b>2,6</b>	<b>н</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>

Примечание: н – ниже порога обнаружения.

Из табл. 3.12.5 видно, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК, так же как и по территории Западной Сибири, существенно не меняется. В 2011 г. наблюдалось увеличение среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  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. В 2019 г. среднегодовые объемные активности радионуклида снизились по сравнению с 2018 г. в п. Большая Мурта – в 1,2 раза, в п. Сухобузимское – в 1,4 раза, и в п. Уяр – в 1,1 раза.

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах наблюдения в 2019 г. в 1,3 – 1,5 раза ниже средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Самые высокие объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в пробах, отобранных в III квартале (в июле) в Сухобузимском ( $5,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и Уяре ( $4,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Все зафиксированные значения существенно ниже допустимых среднегодовых объемных активностей для  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе, установленных для населения нормами НРБ-99/2009 ( $\text{ДОО}_{\text{НАС.}} = 27$  Бк/м<sup>3</sup>).

### **Радиоактивные выпадения**

В 2019 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 неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы). Однако необходимо отметить, что в 2019 г.  $\Sigma\beta$  выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2018 г. и ни в одном из пунктов контроля не было зафиксировано случаев превышения критерия радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений в суточных пробах 110 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Наибольшие годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2019 г. наблюдались в пунктах наблюдения Солянка и Держинское и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался  $^{137}\text{Cs}$ . В 2019 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ уменьшились относительно 2018 г. в 1,2 раза, в ЗН – увеличились приблизительно в 1,4 раза (за исключением пункта контроля в с. Большой Балчуг, где выпадения  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились в 1,3 раза), а в фоновых точках (д. Крутая, п. Емельяново) увеличились в 1,4 и 1,6 раза соответственно. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках в 3 – 5 раз.



Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2019 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 [29]. Из таблицы 3.12.6 видно, что в 2019 г. средняя по 100-км зоне ГХК  $\Sigma\beta$  выпадений практически во всех пунктах наблюдения уменьшилась по сравнению с 2018 г. и была в 1,8 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири (1,25 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,3 – 10,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 3.12.6

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
Большая Мурга	с	0,7	1,1	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9
	м	2,0	2,4	1,7	3,0	2,1	1,6	2,0	1,3	1,4	2,3	2,8	1,3		
Дзержинское	с	0,6	0,9	0,6	1,2	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
	м	1,7	3,4	1,3	8,4	2,0	2,8	2,3	3,2	2,1	2,2	1,6	2,1		
Красноярск (опытное поле)	с	0,7	0,3	1,0	0,4	0,4	0,3	0,6	0,6	0,6	0,9	0,5	0,4	0,6	1,0
	м	5,8	1,3	7,4	0,9	1,1	0,9	2,3	1,1	1,9	7,9	1,6	1,5		
Солянка	с	0,9	0,8	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	1,1	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8
	м	1,7	2,3	1,8	1,7	2,0	1,9	1,5	10,0	1,6	2,3	3,0	2,5		
Сухобузимское	с	0,6	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,5	0,6	0,8	1,2	1,0	1,0	0,7	0,7
	м	1,6	1,9	2,0	2,1	1,0	1,4	1,7	2,0	4,0	2,3	2,4	2,4		
Уяр	с	0,7	0,6	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
	м	1,7	1,2	1,9	2,0	1,4	1,9	3,1	2,8	1,8	3,1	2,0	1,8		
Шалинское	с	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,7	0,5	0,7	0,8
	м	2,2	2,6	2,3	2,1	1,5	2,5	5,8	2,4	1,3	2,8	1,9	1,4		
Среднее по 100-км зоне:	2019 г.	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	0,8
	2018 г.	1,1	1,2	1,0	0,8	0,9	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9		

### ***Почва, растительность***

Отбор проб почвы для мониторинга ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2019 г. производился ЛРЭМ ГХК с помощью специального керна с фиксированной площадью отбора. На каждом исследуемом участке отбиралось по две параллельных пробы почвы на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего 10-см слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы.

Мониторинг удельной активности техногенных радионуклидов в растительности осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор проб почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельных пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади. Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения.

В табл. 3.12.7 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание <sup>137</sup>Cs как основного радионуклида техногенного происхождения [27]. Из табл. 3.12.7 видно, что плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2019 г. составляла от 0,6 до 2,8 кБк/м<sup>2</sup>. Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 0,9 и 1,5 кБк/м<sup>2</sup>. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от 1,0 до 1,2 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках < 1,0 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы

γ-излучения в точках отбора проб (10 – 12 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного γ-фона.

Таблица 3.12.7

**Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2019 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 <sup>2</sup>	Трава, Бк/м <sup>2</sup>	
<b>Санитарно-защитная зона</b>					
9,5 км на северо-восток, т. 1	26 ± 4	1,1 ± 0,3	1,8 ± 0,3	0,27 ± 0,07	10 ± 5
9 км на северо-восток, т. 2	48 ± 5	1,0 ± 0,3	2,8 ± 0,3	0,49 ± 0,13	10 ± 5
10 км на северо-восток, т. 3	32 ± 4	<1,0	2,5 ± 0,3	<0,4	10 ± 5
11 км на северо-восток, т. 4	12 ± 2	<1,0	1,3 ± 0,2	<0,4	10 ± 5
10,5 км на северо-восток, т. 5	19 ± 2	<1,0	1,8 ± 0,2	<0,4	11 ± 6
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	23 ± 3	<1,0	1,8 ± 0,3	<0,4	11 ± 6
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	32 ± 4	1,0 ± 0,3	2,5 ± 0,3	0,49 ± 0,13	11 ± 6
1 км на северо-восток, т. 8	7 ± 1	<1,0	0,7 ± 0,1	<0,4	12 ± 6
3 км на юг, т. 9	18 ± 2	<1,0	1,1 ± 0,1	<0,4	11 ± 6
4 км на юго-запад, т. 10	17 ± 3	1,2 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,43 ± 0,12	11 ± 6
<b>Зона наблюдения</b>					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	8 ± 2	<1,0	0,6 ± 0,1	<0,4	10 ± 5
15 км на северо-восток, с. Б. Бальчуг, т. 15	32 ± 4	<1,0	2,2 ± 0,3	<0,4	10 ± 5
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	17 ± 3	<1,0	1,3 ± 0,2	<0,4	10 ± 5
<b>Контрольные точки</b>					
70 км на запад, п. Емельяново	16 ± 2	<1,0	0,9 ± 0,1	<0,4	10 ± 5
73 км на запад, д. Крутая	30 ± 4	<1,0	1,5 ± 0,2	<0,4	10 ± 5

В 2019 г. Среднесибирским УГМС пробы почвы не отбирались (отбор и анализ проб почвы при нормальной работе РОО и отсутствии аварий осуществляется 1 раз в 5 лет, согласно приказу Росгидромета №156 от 31.10.2000).

***Снежный покров***

В период с 21 февраля по 15 марта 2019 г. специалистами Среднесибирского УГМС были отобраны 2 пробы снега возле населённых пунктов Атаманово и Додоново и 1 проба («фоновая») – на территории метеостанции Красноярск, опытное поле. Для концентрирования радиоактивности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию. В 2019 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  во всех пунктах пробоотбора было ниже предела измерения (табл. 3.12.8) [29].

Также отбор проб снега в 2019 г. производился ЛРЭМ ГХК в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 25.02.2019 по 15.03.2019. В каждой точке контроля пробы отбирались на всю глубину снежного покрова. Общая бета-активность проб снежного покрова и содержание  $^{137}\text{Cs}$  приведена в таблицах 3.12.9 и 3.12.10 [27].

Таблица 3.12.8

**Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2019 г.  
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения снежного покрова, Бк/м <sup>2</sup>	
		$\Sigma\beta$ , Бк/л	<sup>137</sup> Cs, мБк/л	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs
Атаманово	21.02	0,39	нпи	25,44	нпи
Додоново	15.03	0,33	нпи	9,33	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	22.02	0,28	нпи	24,84	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения.

Таблица 3.12.9

**Общая бета-активность в снежном покрове в 2019 году**

№ п/п	Место отбора проб	Общая бета-активность
		Бк/м <sup>2</sup>
<b>Санитарно-защитная зона (СЗЗ)</b>		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	39 ± 7
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	22 ± 4
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	26 ± 5
4	11 км на северо-восток от источника выбросов (4 СЗЗ)	16 ± 3
5	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	23 ± 4
6	4 км на восток от границы ограждения об.354а (6 СЗЗ)	21 ± 4
7	1 км на юг от границы ограждения об.354а (7 СЗЗ)	28 ± 5
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	23 ± 6
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	25 ± 5
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	44 ± 8
<b>Зона наблюдения (ЗН)</b>		
11	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	21 ± 6
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	15 ± 4
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	10 ± 2
<b>Точки для контроля фона</b>		
14	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	13 ± 2
15	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	17 ± 3

Таблица 3.12.10

**Содержание <sup>137</sup>Cs в снежном покрове в 2019 году**

№ п/п	Место отбора проб	Цезий-137
		Бк/м <sup>2</sup>
<b>Санитарно-защитная зона (СЗЗ)</b>		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	< 0,2
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	< 0,2
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	0,48 ± 0,24
4	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	< 0,2
5	4 км на восток от границы ограждения об.354а (6 СЗЗ)	< 0,2
6	1 км на юг от границы ограждения об.354а (7 СЗЗ)	< 0,2
7	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	< 0,2
8	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	0,24 ± 0,13
9	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	0,56 ± 0,26
<b>Зона наблюдения (ЗН)</b>		
10	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	0,19 ± 0,07
11	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	< 0,2
12	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	< 0,2
<b>Точки для контроля фона</b>		
13	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	< 0,2
14	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	< 0,2

**Поверхностные воды**

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей ЛРЭМ ежегодно определяется в двух контроль-

ных створах у правого берега: в 250 м и в 10 км ниже выпуска сбросных вод ГХК, что на 1 км выше первого населенного пункта по правому берегу – с. Большой Бальчуг (см. рис. 3.12.1, точки 1, 2). В период навигации пробы отбирались с лодки на расстоянии ~ 100 м от правого берега (в струе сточных вод), а в зимний период – непосредственно с берега. В первом створе пробы воды отбирались с мая по октябрь, поскольку в зимний период нет безопасных подходов с берега. Фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось ежемесячно в течение всего года у д. Додоново, расположенной в 17 км выше выпуска сбросных вод ГХК (рис. 3.12.1, т. 3). Для повышения чувствительности и достоверности результатов осадки, полученные после концентрирования месячных проб, объединялись за год. Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей приведены в табл. 3.12.11 [27], там же приведены уровни вмешательства по НРБ-99/2009.

Таблица 3.12.11

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2019 г., Бк/л  
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [3]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше с. Б. Бальчуг), т. 2	
<sup>60</sup> Co	< 0,002	< 0,002	40
<sup>90</sup> Sr	0,0049 ± 0,0019	0,0037 ± 0,0013	4,9
<sup>137</sup> Cs	< 0,002	< 0,002	11
<sup>239+240</sup> Pu	< 0,001	< 0,001	0,55

*Примечание.* Фоновые объемные активности в 2019 г. для <sup>90</sup>Sr – 3 мБк/л, для <sup>137</sup>Cs – < 2 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново)

Из табл. 3.12.11 видно, что основной вклад в объемную активность воды вносил <sup>90</sup>Sr. По сравнению с 2018 г. содержание <sup>90</sup>Sr в воде в 250 м ниже выпуска уменьшилось в 2,7 раза, а в 10 км ниже сброса – увеличилось в 1,2 раза. По результатам измерений концентрации радионуклидов были на три–четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009.

На расстоянии 1 650 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 <sup>90</sup>Sr и <sup>3</sup>H. Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 г., по данным Среднесибирского УГМС, была на уровне 2018 г. и составила 3,7 мБк/л, что в 1,1 раза ниже средней объемной активности <sup>90</sup>Sr в воде рек АТР (4,2 мБк/л). В 2019 г. среднегодовая объемная активность <sup>3</sup>H в пробах воды, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», составляла 1,7 Бк/л, что в 1,1 раза ниже, чем в 2018 г. (1,9 Бк/л).

В период с 18 апреля по 24 мая 2019 г. Среднесибирским УГМС были отобраны 4 пробы речной воды (табл. 3.12.12 [29]). Вода отбиралась в реках возле населенных 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 1,13 Бк/л.

Для обнаружения возможной миграции радионуклидов с грунтовыми водами из хранилищ ТРО и ЖРО, а также возможной утечки радиоактивных продуктов из линий спецканализации в случае нарушения их герметичности на ГХК осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих ли-

нии спецканализации (рис. 3.12.1). В 2019 г. отбор проб производился с мая по октябрь. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 3.12.13 [27].

Таблица 3.12.12

**Объемная  $\Sigma\beta$  в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2019 г.  
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт мониторинга	Дата отбора	МАЭД, мкЗв/ч на высоте		Объемная $\Sigma\beta$ , Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, с. Атаманово	18.04	0,12	0,13	0,58 (0,59)
р. Енисей, с. Большой Бальчуг	24.05	0,07	0,12	0,50 (0,63)
р. Большая Тель, с. Большой Бальчуг	24.05	0,08	0,11	1,13 (1,05)
р. Енисей, г. Красноярск (фоновая точка)	22.05	0,09	0,09	0,45 (0,81)

Примечание. В скобках приведены данные за 2018 г.

Таблица 3.12.13

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2019 г., Бк/л (данные ЛРЭМ ГХК)**

Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{60}\text{Co}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
ручей № 1, устье, т. 4	0,0033	<0,01	<0,002	<0,001	<0,2	<0,4
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,002	0,021	<0,002		<0,2	<0,4
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,002	0,25	<0,002		<0,2	<0,6
ручей № 2, устье, т. 7	0,0056	0,10	<0,002	0,0009	<0,2	<0,4
ручей № 3, устье, т. 8	0,14	0,029	0,003	0,0032	<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	0,0044		<0,2	<0,4
ручей № 6, устье, т. 11	<0,002	<0,02	<0,002	<0,001	<0,2	<0,4
р. Шумиха, устье, т. 12	0,012	0,071	<0,002	<0,001	<0,2	<0,4
р. Б. Тель, т. 13	<0,002	0,0093	<0,002			<0,2
ручей Тимофеев, устье, т. 14				<0,001		
УВ по НРБ-99/2009 [3]	11	4,9	40	0,55	0,2	1

Из табл. 3.12.13 видно, что в 2019 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [2]. Повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 3.12.11, примечание) выявлено в воде большинства ручьев, что связано в основном с миграцией радионуклидов с загрязненных участков территорий, примыкающих к промплощадке предприятия. Максимальные объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  (0,25 Бк/л) и  $^{137}\text{Cs}$  (0,14 Бк/л) наблюдались в ручье № 2 (т.6) и в ручье № 3 (т.8), однако они были соответственно в 20 и 79 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [2]. Максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в пробах воды ручьев в 70 и 83 раза превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Мониторинг радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСКРО. По данным ЛРЭМ ГХК, в 2019 г. среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует  $\gamma$ -фону Западно-Сибирского региона [27].

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне ГХК также контролировалась Среднесибирским УГМС. Значения МАЭД, полученные в 2019 г. в результате измерений на 11 метеостанциях и 2 гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли находились в пределах колебаний естественного радиоактивного  $\gamma$ -фона, не превышая установленного для перехода на оперативный радиационный контроль значения (0,30 мкЗв/ч).

В целом, по данным объектового и государственного мониторинга, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2019 г. оставалась стабильной. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности, измеряемая в пунктах мониторинга 100-км зоны комбината, не отличалась от естественного фона. Среднегодовая объемная активность радионуклидов, обусловленная выбросами предприятия, в атмосферном воздухе в СЗЗ и населенных пунктах была значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009. Однако содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном воздухе СЗЗ и ЗН комбината на порядок выше уровня регионального фона. В приземном воздухе СЗЗ и ЗН ГХК наблюдается присутствие изотопов плутония. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве в основном соответствовало глобальному уровню. В устьях некоторых ручьев и рек, протекающих в СЗЗ и впадающих в р. Енисей, содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде более чем на порядок превышает фоновый уровень в р. Енисей, что обусловлено миграцией радионуклидов с участков, загрязненных в результате прошлой деятельности ГХК.

С учетом потенциальной радиационной опасности ГХК необходим постоянный мониторинг радиационной обстановки в регионе расположения комбината.

### **3.13. Сибирский химический комбинат**

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 около 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 обогащенного  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ , 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 5 заводов, четыре из них по обращению с радиоактивными веществами и ядерными материалами: завод разделения изотопов, сублиматный завод, радиохимический завод, химико-металлургический завод; 6 вспомогательных подразделений, 8 дочерних обществ [30].

Производственная деятельность СХК сопровождается образованием низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. На территории комбината расположены 50 хранилищ жидких и твердых РАО, являющихся потенциально опасными. Суммарная активность отходов, хранящихся в них, оценивается в 125 млн Кюри.

В соответствии с соглашением между Томской областью и Росатомом на площадке АО «Сибирский химический комбинат» будут созданы ряд объектов атомной энергетики, в числе которых опытно-демонстрационный комплекс с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-300 и пристанционный ядерный топливный цикл. В конце 2019 года был подписан договор на строительство энергоблока с реакторной установкой БРЕСТ-300 в рамках проекта «Прорыв».

Общая площадь СЗЗ СХК составляет 112 км<sup>2</sup> с протяженностью границы по периметру 50 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 519 км<sup>2</sup> с протяженностью границы по периметру 94,1 км. В СЗЗ СХК находятся населенные пункты: г. Северск и д. Чернильшиково. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населенных пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к СЗЗ СХК.

В 2019 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят  $\alpha$ - и  $\beta$ -активные радионуклиды. В 2019 г. выбросы как  $\Sigma\alpha$ , так и  $\Sigma\beta$  уменьшились в 1,1 раза по сравнению с 2018 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 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		2019 г.	2018 г.	
$\Sigma\alpha$	$1,57 \cdot 10^{11}$	$3,17 \cdot 10^9$	$3,37 \cdot 10^9$	$-2,00 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$3,48 \cdot 10^{11}$	$2,39 \cdot 10^9$	$2,52 \cdot 10^9$	$-1,30 \cdot 10^8$

*Примечания:*  $\Sigma\alpha$  – сумма  $\alpha$ -активных радионуклидов;  
 $\Sigma\beta$  – сумма  $\beta$ -активных радионуклидов.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашка в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1, в который поступали радиоактивные стоки. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашка и далее в р. Томь в районе д. Чернильщикова (Чернильщиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к накоплению радионуклидов в донных отложениях и почве затопляемой поймы.

В 2019 году в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, регистрировались  $\alpha$ - и  $\beta$ -активные радионуклиды. Сбросы  $\beta$ -активных радионуклидов составили 9,4% от допустимого сброса (табл. 3.13.2).

Таблица 3.13.2

**Сбросы радионуклидов со сточными водами СХК в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс	
		2019 г.	2018 г.
$\Sigma\alpha$		$1,55 \cdot 10^9$	-
$\Sigma\beta$	$7,40 \cdot 10^{10}$	$6,99 \cdot 10^9$	-

*Примечания:*  $\Sigma\alpha$  – сумма  $\alpha$ -активных радионуклидов;  
 $\Sigma\beta$  – сумма  $\beta$ -активных радионуклидов.

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  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ⊗ – СХК.

В 2019 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в одном пункте;
- радиоактивность атмосферных выпадений, посредством отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на 9 станциях;
- содержание  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоемов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в этой зоне СХК измерялась суммарная бета-активность снега;

– мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности измерялась в 2018 г. в 100-км зоне влияния РОО СХК на пяти станциях СНЛК, четырех стационарных ПНЗ в г. Томске, на посту в д. Козюлино и на 22 постах автоматического мониторинга (далее – АПМ) автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (далее – АСКРО) Томской области, а также на 7 станциях наблюдений за 100-км зоной влияния РОО СХК.

#### ***Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения***

Суммарная  $\beta$ -активность в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью  $\beta$ -радиометра РУБ-01П. Для  $\gamma$ -спектрометрического анализа использовался полупроводниковый  $\gamma$ -спектрометр. Радиохимический анализ проводился с использованием малофоновой установки РТ-10. Для измерения мощности дозы  $\gamma$ -излучения использовались переносные дозиметры типа ДКГ-07Д «Дрозд», ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д «Грач», ДКГ-02У «Арбитр», датчики АСКРО.

В 100-км зоне СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере осуществлялся на станции М-П Томск с помощью ВФУ, запущенной в эксплуатацию с августа 2015 г. 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 СХК характерны ветра северо-восточного направления. Таким образом, радионуклидный состав проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, характеризует уровни регионального радиоактивного загрязнения атмосферы и, по сути, является фоновым.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Томск (100-км зоне СХК) в 2019 г., приведены в табл. 3.13.3, в г. Колпашево – в табл. 3.13.4 [31].

Таблица 3.13.3

**Радиоактивное загрязнение проб аэрозолей М-П Томск в 2019 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Вид загрязнения	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>Σβ</b>	54,9	106,5	15,5	13,7	23,6	11,3	8,2	6,7	6,3	5,1	7,6	3,6	<b>21,9</b>
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
<u>Стронций-90</u>	<b>0,018</b>						...						<b>0,018</b>
Цезий-137	н			н			н			н			н
Бериллий-7	806,4			550,4			601,6			333,7			<b>573,0</b>
Калий-40	5,60			3,66			5,05			4,17			<b>4,62</b>

*Примечание:* ... - проба в работе;  
н – ниже предела обнаружения.

Среднемесячная концентрация Σβ в пробах аэрозолей составила  $21,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальная суточная концентрация Σβ в г. Томск, равная  $228,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, наблюдалась в пробе, экспонированной 16 – 21 февраля 2019 г. Максимальная среднемесячная концентрация  $106,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> наблюдалась в феврале 2019 г. Полугодовая концентрация <sup>90</sup>Sr в пробах аэрозолей в г. Томск по результатам первого полугодия 2019 г. составила  $0,018 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В 2019 году <sup>137</sup>Cs в пробах аэрозолей в г. Томск не обнаружен.

Из табл. 3.13.4 видно, что среднемесячная концентрация Σβ, равная  $2,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, была в 1,9 раза ниже, чем в 2018 г. ( $4,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальная суточная концентрация Σβ в г. Колпашево, равная  $14,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, наблюдалась в феврале 2019 г.; максимальная среднемесячная концентрация Σβ  $6,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> также наблюдалась в феврале. Концентрация <sup>90</sup>Sr в пробах аэрозолей в г. Колпашево была измерена только за первое полугодие 2019 г. и составила  $0,004 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 4 раза ниже, чем в 2018 г. ( $0,001 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая концентрация <sup>137</sup>Cs в пробах аэрозолей в г. Колпашево в 2019 г. в первом квартале составила  $0,007 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Необходимо также отметить, что концентрация техногенных радионуклидов в воздухе была на порядки меньше, чем концентрация природных радионуклидов (<sup>7</sup>Be, <sup>40</sup>K).

Таблица 3.13.4

**Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево (2010 – 2019 годы)**

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$\Sigma\beta, 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$													
2010	-	8	11	5	5	4	4	4	5	6	4	6	5,5
2011	4	5	5	8	5	5	4	3	3	2	3	5	5
2012	4	3	6	7	4	5	7	4	5	3	3	3	5
2013	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
2014	3	3	4	4	4	5	3	4	3	4	4	5	4
2015	4,7	4,4	4,7	5,9	3,4	7,0	4,4	4,5	4,7	4,9	2,7	3,4	4,6
2016	-	3,3	3,1	4,5	2,9	4,0	3,1	3,2	5,4	5,3	13,1	4,4	4,8
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	<b>2,4</b>
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2010	0,3			0,3			0,5			0,4			0,4
2011	0,7			0,5			0,4			0,5			0,5
2012	0,3			0,5			0,5			0,3			0,4
2013	0,3			0,5			0,6			0,3			0,4
2014	0,3			0,3			0,7			0,3			0,4
2015	0,3			0,2			0,6			-			0,4
2016				0,5						0,8			0,7
2017				1,6						0,4			1,0
2018				0,1						0,3			0,2
2019				0,4						...			<b>0,4</b>
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2010	н			н			1,6			н			0,4
2011	4,1			28,2			н			н			8,1
2012	3,0			н			5,3			1,8			2,7
2013	н			1,5			4,9			н			1,6
2014	н			2,9			н			н			0,7
2015	н			н			н			0,9			0,2
2016	н			10,7			1,1			н			0,3
2017	н			н			н			н			н
2018	н			н			н			0,6			0,2
2019	0,7			н			н			н			<b>0,2</b>
$^7\text{Be}, 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$													
2015	93,3			138,7			125,3			67,3			106,2
2016	91,1			97,1			102,4			54,5			86,3
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			<b>137,4</b>
$^{40}\text{K}, 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$													
2015	н			0,247			0,468			0,205			0,230
2016	н			н			0,405			н			0,101
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			<b>0,67</b>

Примечания: -- нет данных;

... - 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. 3.13.5 [32].

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений в районе размещения СХК в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2019 г.	2018 г.	
В 30-км зоне															
М-П (Томск)	с	0,9	0,9	0,7	0,9	0,7	1,0	1,2	1,0	1,6	0,7	0,9	0,9	1,1	
	м	2,2	1,8	1,4	2,7	1,6	3,0	2,5	2,5	1,5	2,3	2,0	1,8	<b>3,0</b>	5,4
Козюлино	с	1,0	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	1,0
	м	2,3	2,2	1,9	1,6	1,9	2,2	1,7	1,8	1,8	1,5	1,5	1,9	<b>2,3</b>	5,2
Среднее по 30-км зоне:															
	2019 г.	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	0,7	0,8	0,9	<b>0,9</b>	
	2018 г.	1,0	0,7	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	1,4	ремонт вент. системы			1,1	
В 100-км зоне															
Болотное*	с	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,2	0,9	0,7	1,3	1,1	1,1
	м	2,4	2,1	2,2	3,6	3,0	4,7	2,1	2,1	2,9	2,6	2,5	4,2	<b>4,7</b>	4,8
Кожевниково	с	0,9	0,7	0,7	0,9	0,9	1,1	0,8	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0
	м	2,1	1,4	2,0	2,1	2,3	2,3	1,5	1,8	2,5	2,1	1,9	2,9	<b>2,9</b>	3,4
Первомайское	с	0,8	0,9	1,0	1,0	0,7	0,9	1,1	0,8	0,7	1,0	0,6	1,4	0,9	1,1
	м	2,0	1,9	2,5	1,9	2,8	2,8	2,3	2,8	1,2	2,0	1,6	3,2	<b>3,2</b>	6,3
Тайга*	с	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	1,2	1,1	0,8	0,7	0,9	0,9
	м	1,7	1,9	2,2	2,1	1,9	2,7	2,2	2,1	2,3	2,7	1,7	1,7	<b>2,7</b>	4,9
Яя*	с	0,7	1,0	1,0	0,8	0,8	1,2	1,0	1,0	1,3	1,1	0,8	1,0	1,0	1,2
	м	1,9	3,8	2,2	1,8	2,0	2,8	2,6	3,0	3,2	4,0	2,4	3,0	<b>4,0</b>	3,9
Среднее по 100-км зоне:															
	2019 г.	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	0,9	1,1	1,0	0,7	1,0	<b>0,9</b>	
	2018 г.	0,8	1,1	0,8	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,1	1,3	0,8		1,1	
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9	1,1
	м	2,4	2,0	2,0	2,0	3,2	5,0	2,1	2,4	2,3	2,6	2,1	2,0	<b>5,0</b>	4,2
Батурино	с	1,9	0,9	0,7	0,9	1,0	0,9	1,2	0,7	0,8	0,9	0,7	1,1	1,0	0,8
	м	2,0	2,7	1,4	1,9	1,7	3,1	2,8	1,8	2,2	1,7	1,4	3,0	<b>3,1</b>	4,9
Колпашево	с	0,6	0,8	0,7	1,2	0,8	1,0	0,8	0,9	0,7	0,9	0,8	1,9	0,9	0,9
	м	1,7	1,6	1,4	2,3	2,0	2,7	1,5	2,2	1,8	2,8	2,7	0,8	<b>2,8</b>	4,4
Молчаново	с	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	1,1	0,9	1,1	0,7	0,8	0,7	0,9	1,0
	м	2,1	2,2	1,9	1,9	2,0	2,0	3,1	2,3	3,4	<b>1,9</b>	<b>2,7</b>	<b>2,1</b>	<b>3,4</b>	3,5
Среднее вне 100-км зоны:															
	2019 г.	1,1	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	1,2	0,9	
	2018 г.	0,9	0,8	0,8	0,8	1,0	1,1	1,0	1,2	1,1	ремонт вент. системы			1,0	

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

Из табл. 3.13.5 видно, что в 2019 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 2019 г. были на уровне значений 2018 г. и находились в пределах средневзвешенного значения  $\Sigma\beta$  выпадений по территории Западной Сибири (0,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе М-П Томск в июне 2019 г. и составила 3,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная  $\Sigma\beta$  выпадений, равная 4,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, была зарегистрирована на станции М-П Болотное (Новосибирская область) в июне 2019 г. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений (5,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) была зафиксирована на станции Александровское (Томская область) в июне 2019 года.

В 100-км зоне СХК значение выпадений <sup>90</sup>Sr за первое полугодие 2019 г. (0,29 Бк/м<sup>2</sup>) было в 1,2 раза ниже по сравнению с 2018 г. (0,35 Бк/м<sup>2</sup>).

Увеличение суммарной удельной активности <sup>90</sup>Sr в пробах выпадений за первое полугодие 2019 г. наблюдалось в 100-км зоне СХК на территории Кемеровской области (0,70 Бк/м<sup>2</sup>) по сравнению с 2018 г. (0,12 Бк/м<sup>2</sup>).

В 12-км зоне СХК суммарная удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пробах выпадений за первые полгода 2019 г. уменьшилась в 1,1 раза (до 0,57 Бк/м<sup>2</sup>) по сравнению с первым полугодием 2018 г. (0,63 Бк/м<sup>2</sup>).

На территории Новосибирской области в 100-км зоне РОО суммарное количество  $^{90}\text{Sr}$  в пробах выпадений за первые полгода 2019 г. уменьшилось в 1,9 раза (до 0,34 Бк/м<sup>2</sup>) по сравнению с первым полугодием 2018 г. (0,63 Бк/м<sup>2</sup>).

***Почва, донные отложения, снежный покров***

Отбор проб почвы в 2019 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 3.13.6 [32]), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве распределено неравномерно. В точках дополнительной сети 12-км зоны наблюдения РОО в 2019 г. среднегодовые значения по  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились в 1,5 раза (5,1 Бк/кг) по сравнению с 2018 г. – 7,7 Бк/кг. В 30-км зоне наблюдения РОО (станции основной сети Томской области) в 2018 г. максимальные значения по  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в пробе почвы М-II Томск – 10,3 Бк/кг. В 2019 г. на этой станции значения по  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились в 3,4 раза – 3,0 Бк/кг. По маршрутному обследованию в ближней зоне наблюдения РОО СХК на всех точках отбора средние значения загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  увеличились в 1,2 раза – с 17,6 Бк/кг в 2018 г. до 21,1 Бк/кг – в 2019 г. Содержание естественных радионуклидов в почве фоновое.

Таблица 3.13.6

**Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2019 году**

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{137}\text{Cs}$
д. Георгиевка	9	13	6,9	8,2	14,3
д. Наумовка	9	13	24,0	21,0	7,3
Спутник	13	9	24,0	20,0	4,4
Зоркальцево	10	10	19,6	15,6	3,8
Козюлино	12	13	25,0	23,0	0,0
Самусь	8	12	10,9	11,2	7,6
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	12	10	25,0	21,0	104,0
Поворот на д. Наумовка	10	11	19,7	15,0	2,1

Отбор проб почвы и донных отложений проводился в СЗЗ СХК в районе р. Ромашка и Чернильщикова протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашка (см. рис. 3.13.2). Отбор проб донных отложений так же, как и в предыдущие годы, осуществлялся из поверхностного слоя дна (объем пробы не менее 1 л) по урезу воды, граница которого ежегодно изменяется; отбор проб почвы – в непосредственной близости от воды. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 3.13.7 [32].



Рис. 3.13.2 Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

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

Таблица 3.13.7

**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 2019 г. (рис. 3.13.2)**

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Чернильщиковская протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
$^{60}\text{Co}$	-	10	-	2
$^{137}\text{Cs}$	460	25	5	19
$^{40}\text{K}$	-	400	-	410
$^{226}\text{Ra}$	23	13	10	17
$^{232}\text{Th}$	30	12	11	17
$^{241}\text{Am}$	-	280	-	57
МЭД	24	8	12	9
	15	9	14	10

Примечания: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м;  
 - - нет данных.

Из таблицы видно, что в 2019 г. в поверхностном слое донных отложений, наряду с естественными радионуклидами, присутствуют, как и в предыдущие годы, долгоживущие  $\gamma$ -излучающие радионуклиды техногенного происхождения:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ . Однако в отличие от предыдущих лет в почве и донных отложениях уже не наблюдаются короткоживущие радионуклиды, такие как  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{103}\text{Ru}$ , которые регистрировались еще в 2009 г., что подтверждает отсутствие сбросов радионуклидов на СХК в поверхностные воды [5].

По мере удаления от устья р. Ромашка наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. В 2019 г., как и в 2018 г., результаты анализа

проб почвы показали, что максимальные значения по  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения СХК – в пойме р. Ромашка – 460 Бк/кг (в т. № 1 на берегу р. Ромашка). Это меньше, чем значение, наблюдаемое в 2018 г. (580 Бк/кг). Максимальные значения проб донных отложений по  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в пробах точки № 1 р. Ромашка – 25 Бк/кг, в 2018 г. – 28 Бк/кг, максимальное значение активности  $^{137}\text{Cs}$  уменьшилось в этой точке в 1,1 раза. Гамма-спектрометрический анализ проб почвы и донных отложений показал, что за СЗЗ в пробах почвы и донных отложений присутствовали в основном естественные радионуклиды и техногенный долгоживущий  $^{137}\text{Cs}$ , содержание которого распределено по площади неравномерно, его значения близки к среднему значению распределения  $^{137}\text{Cs}$  на территории Томской области.

В 2019 г. анализ проб снега не выявил значительных количеств радиоактивных веществ.

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 (см. табл. 3.13.6 и 3.13.7) МАЭД изменялась в пределах 0,08 – 0,15 мкЗв/ч, за исключением т. 1 отбора проб почвы у р. Ромашка, где значение МАЭД на высоте 3 – 4 см составило 0,24 мкЗв/ч.

В соответствии с [31] в 2019 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 0,10 мкЗв/ч, как и в предыдущем 2018 г..

В 2019 г. в 100-км зоне наблюдения комбината максимальное суточное значение МАЭД, равное 0,13 мкЗв/ч, наблюдалось в июне и ноябре на станции М-II Томск. В течение года среднегодовое значение гамма-фона на территории 100-км зоны наблюдения РОО составило 0,09 мкЗв/ч, как и в 2018 году.

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МАЭД по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2019 г. (0,08 и 0,10 мкЗв/ч) показывает соответствие показателям 2018 г. (0,08 и 0,09 мкЗв/ч) [31].

### ***Поверхностные воды***

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2019 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора и анализа проб воды в следующих точках [31] (см. рис. 3.13.2):

- т. 1 – р. Ромашка;
- т. 2 – 500 м от р. Ромашка;
- т. 3 – 1000 м от р. Ромашка;
- т. 4 – 1500 м от р. Ромашка
- т. 5 – в р. Томь ниже СХК (Чернильщикова протока в районе д. Чернильщикова).

При отборе проб производились измерения МАЭД на высоте 3 – 4 см и 1 м над поверхностью воды.

Во всех точках отбора в пробах воды в 2018 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МАЭД в точках наблюдения колебалась от 0,07 до 0,14 мкЗв/ч.

В 2019 г. радиационная обстановка на территории Томской области и в районе влияния РОО СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с дея-

тельностью комбината и внесших существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Выход радионуклидов в окружающую среду за СЗС СХК не обнаружен. Выбросы СХК в атмосферу заметного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды не оказали.

Воздухофильтрующие установки по отбору радиоактивных аэрозолей, находящихся вне зоны влияния СХК – г. Колпашево (Томская область) и в зоне влияния СХК – г. Томск, а также результаты мониторинга позволяют судить в большей степени только о глобальных источниках радиоактивного загрязнения [31]. Неравномерное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве в зоне наблюдения СХК обусловлено многолетней деятельностью комбината (плановыми и аварийными выбросами). После остановки последнего реактора 5 июня 2008 г. в ближней зоне наблюдения СХК в пресной воде поверхностных водоемов значимых количеств радиоактивных веществ не обнаружено. Содержание долгоживущих техногенных радионуклидов в донных отложениях и почве поймы р. Ромашка постепенно уменьшается в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. В течение 2019 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 2019 г. стабильной и не ухудшалась по сравнению с предыдущими годами. С учетом потенциальной радиационной опасности СХК и планов дальнейшего его развития необходимость мониторинга радиационной обстановки в районе СХК сохраняется.

### Список литературы к разделу 3

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 274 с.
2. 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. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н., Санина К.Д., Скакунова М.А., Ве-режанская К.В. Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки. Росгидромет: Рекомендации Р.52.18.787-2013. Обнинск, 2014. 108 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. 315 с.
6. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 90 с.
7. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Госатомнадзор, 2010. 51 с.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. 288 с.

9. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. 273 с.
10. СанПиН 2.6.1.24-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). М., 2003.
11. Отчет по экологической безопасности ФГУП «ПО «Маяк» за 2018 год / Госкорпорация «Росатом»; ФГУП «ПО «Маяк». Озерск: РИЦ ВРБ; Типография ФГУП «ПО «Маяк», 2019. 44 с.
12. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
13. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. 1996. № 1. С. 5 – 10.
14. 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.
15. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2004. № 4. С. 43 – 49.
16. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А., Дрожко Е.Г., Ильин Л.А., Крышев И.И., Линге И.И., Романов Г.Н., Савкин М.Н., Сауров М.М., Тихомиров Ф.А., Холина Ю.Б. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Под общей редакцией Л.И. Ильина и В.А. Губанова. Москва: ИздАТ, 2001.
17. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2017 году. Ежегодник Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2018. 376 с.
18. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
19. 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, № 2, 2015, с. 3-15.
20. Мокров Ю.Г., Алексахин А.И. Мониторинг – основа обеспечения безопасности при выполнении работ по консервации водоема Карачай. Радиоактивные отходы, № 3(4), 2018, с. 60-68.
21. Программа. Радиационный и химический контроль в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения федерального унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк». [Текст]: Пг-ЦЗЛ-240-2017 /ФГУП «ПО «Маяк»; исполн. Антонова Т.А., Фирсов Н.В. - Инв. № ЦЛ 2/730. – 2017.
22. Мокров Ю.Г., Фирсов Н.В., Исаева Н.Б., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 г. Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2019. 18 с.
23. Замятина Э.А., Кадочникова Е.Р. Радиационная обстановка на территории деятельности ФГБУ «Уральское УГМС» в 2019 году. Ежегодник. Екатеринбург: Уральское УГМС, 2020. 45 с.



24. 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, стр. 40-50.
25. Шишлов А.Е., Овсянников В.Г., Кострюченко Н.Е., Каверзина Е.Н., Юрданова Е.Г., Трусова Е.В. и др. Отчет по экологической безопасности ФГУП «Горно-химический комбинат» за 2018год. Железногорск, 2019. 42 с.
26. 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 / В.М. Шершаков. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». 2018. 68 с.
27. Капустин Н.Ф., Шишлов А.Е., Садырев Д.Ю., Малеваный В.А., Петухова О.Л., Суслов К.Ю., Власов Д.О. Справка о радиоэкологической обстановке в районе размещения ФГУП «ГХК» за 2019 год. Железногорск: Экологическое управление ФГУП «ГХК», 2020. 24 с.
28. Шленская Н.С. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности ФГБУ «Среднесибирское УГМС» по осуществлению радиационного мониторинга в 2019 году. Красноярск: ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 2020. 44 с.
29. Шленская Н.С. Отчет ФГБУ «Среднесибирское УГМС» по мониторингу радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории 100-км зоны ФГУП «ГХК» в 2019 году. Красноярск: ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 2020. 23 с.
30. Котов С.А., Измestьев К.М., Власов А.А., Маничкин А.Н., Шушаков В.В., Бахтин Е.В., Витушкина О.Б., Болдарева С.М., Зенченко А.В., Зубков В.А. Отчет по экологической безопасности АО «Сибирский химический комбинат» за 2018 год. Северск, 2019. 40 с.
31. Ушаков В.Г., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка вокруг радиационно-опасного объекта СХК на территории Томской области в 2019 г. Ежегодник. Томск: Томский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2020. 20 с.
32. Ядрихинская О.Л., Черешинская В.Ю. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» в 2019 году. Новосибирск: ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2020. 56 с.

#### 4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА ПО «МАЯК» И НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

##### 4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва емкости с высокоактивными РАО в 1957 г. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа 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 протяженности, радионуклидном составе загрязнения и уровнях загрязнения приведены в [1]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  по состоянию на 1997 г. Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС).

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 10 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и МАЭД [2]. Кроме того, Уральским УГМС проводится мониторинг загрязнения радионуклидами вод р. Синары и впадающей в нее р. Караболки, протекающих по территории ВУРСа. Пробы воды из системы рек Караболка – Синара отбирались Уральским УГМС в 2019 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП ПО «Маяк» в 2019 г. проводило отбор проб воды раз в год в болоте Бугай, являющимся истоком р. Караболк (площадь болота составляет  $100 \text{ км}^2$ ) [3]. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 3.2.1 в разделе 3.2 и на рис. 3.11.1 и 3.11.2 в разделе 3.11.

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и величина  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2019 г., а также за предыдущие годы приведены в табл. 4.1.1 [2].  $\Sigma\beta$  выпадений в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе,  $^{137}\text{Cs}$  – в объединенных за месяц пробах,  $^{90}\text{Sr}$  – в пробах, объединенных за квартал.

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что в 2019 г. годовая  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений была на уровне 2018 г. и на уровне фонового значения по Уральскому региону. В 2019 г. не зарегистрировано случаев повышенных значений  $\Sigma\beta$  радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) на территории ВУРСа.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , усредненные по территории ВУРСа, в 2019 г. уменьшились в 2,4 раза по сравнению с 2018 г. и стали на уровне фоновых годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  для Уральского региона (которые составили в 2019 г.  $0,84 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ). Максимальные месячные выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в июне ( $0,13 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$ ), в то время как региональный фоновый уровень составлял  $0,11 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$ . По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ВУРС наблюдались в п. Байны ( $1,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ).

В 2019 г. усредненные по территории ВУРСа выпадения  $^{90}\text{Sr}$  остались на уровне 2018 г., но в 2,4 раза превышали региональный фоновый уровень. Средние по территории ВУРСа выпадения ко-

лебались на уровне 0,34 – 0,56 Бк/м<sup>2</sup>·квартал. Максимальные годовые выпадения <sup>90</sup>Sr в 2019 г. наблюдались в п. Рыбниковское (7,6 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Таблица 4.1.1

**Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2017 – 2019 гг., Бк/м<sup>2</sup>·год (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Σβ			<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2018 г.	2017 г.
Аргаяш	256	245	296	0,5	2,6	2,5	4,0	5,8	3,7
Байны	219	270	215	1,6	2,5	1,0	6,0	5,9	6,8
Богданович	204	274	212	1,2	4,3	1,3	5,0	4,3	6,0
Бродокалмак	263	234	219	1,5	3,2	2,3	5,0	7,9	6,7
Бутка	204	256	204	0,32	2,9	1,5	5,4	8,5	6,5
Ирбит	223	248	186	0,3	1,2	1,1	4,3	5,5	8,4
Каменск-Уральский	219	248	226	1,0	1,7	1,7	6,2	6,7	3,6
Камышлов	259	321	215	1,1	1,2	1,7	6,6	6,5	5,2
Рыбниковское	245	245	226	1,1	1,9	2,2	7,6	6,5	4,8
Тавда	245	310	212	0,56	1,4	0,9	5,0	5,0	7,0
Среднее по территории ВУРСа	234	266	223	0,91	2,2	1,6	5,5	6,2	5,9
Фон для Уральского региона	248	248	241	0,84	0,72	0,11	2,3	2,3	3,1

Динамика годовых выпадений <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr на территории ВУРСа, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2019 год приведена на рис. 4.1.1.

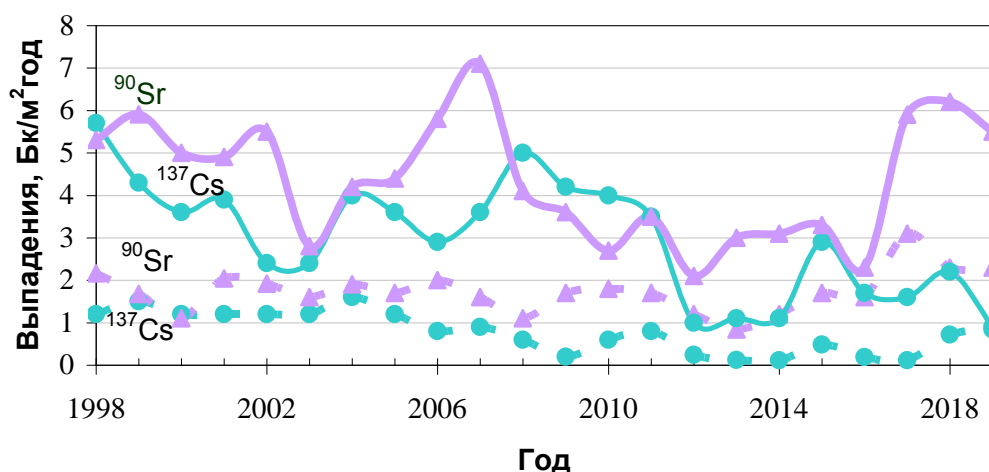


Рис. 4.1.1 Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

- - - фоновые уровни по Уральскому региону;
- выпадения, усредненные по территории ВУРСа.

Из рис. 4.1.1 видно, что фоновые выпадения <sup>137</sup>Cs по Уральскому региону со временем имеют тенденцию к уменьшению. Фоновые выпадения <sup>90</sup>Sr с 1998 по 2013 г. колебались в пределах 1,1 – 2,2 Бк/м<sup>2</sup>·год, с 2014 года отмечается постепенное их увеличение. В 2019 г. фоновые выпадения <sup>90</sup>Sr составили 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год. Средние по территории ВУРС выпадения <sup>137</sup>Cs уменьшаются, с 1998 г. они уменьшились примерно в 2 раза и в 2019 г. составили 0,9 Бк/м<sup>2</sup>·год. Средние по территории ВУРСа выпадения <sup>90</sup>Sr в 2019 г. были одни из самых высоких за последние 20 лет, так же как и фоновое выпадение этого радионуклида. Отношение содержания <sup>137</sup>Cs к <sup>90</sup>Sr в выпадениях заданный период изменялось в пределах 0,27 – 1,22. Отношение этих радионуклидов сразу

после образования ВУРСа составляло 0,05, а в «цезиевом» следе, частично перекрывающем ВУРС в 1967 г., отношение было равно 3 [1].

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 3.11.2 в разделе 3.11.

Таблица 4.1.2

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2019 г., Бк/л (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	р. Караболка		р. Синара,		
	д. Усть Караболка		устье		
	<sup>137</sup> Cs <sup>1)</sup>	<sup>90</sup> Sr <sup>1)</sup>	<sup>137</sup> Cs <sup>1)</sup>	<sup>90</sup> Sr <sup>1)</sup>	<sup>90</sup> Sr <sup>2)</sup>
Январь	0,02	0,98	0,003	0,104	0,28
Февраль	0,02	0,86	0,004	0,082	-
Март	0,01	0,61	0,008	0,098	-
Апрель	0,02	0,45	0,005	0,082	-
Май	0,01	0,43	0,006	0,250	0,14
Июнь	0,01	0,75	0,003	0,184	-
Июль	0,01	0,79	0,003	0,151	0,15
Август	0,01	0,46	0,004	0,077	-
Сентябрь	0,01	0,55	0,004	0,081	-
Октябрь	0,01	0,57	0,001	0,121	-
Ноябрь	0,01	0,63	0,005	0,091	0,16
Декабрь	0,01	0,66	0,005	0,088	-
Среднее:					
<b>2019 г.</b>	<b>0,01</b>	<b>0,65</b>	<b>0,004</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>
2018 г.	0,02	0,62	0,006	0,12	-
2017 г.	0,02	0,61	0,007	0,13	0,15
2016 г.	0,02	0,65	0,006	0,15	0,35
2015 г.	0,01	0,71	0,006	0,26	-
УВ	11	4,9	11	4,9	4,9

Примечания: <sup>1)</sup>– данные Уральского УГМС;

<sup>2)</sup> – данные НПО «Тайфун».

По данным Уральского УГМС, в 2019 г. содержание <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в р. Синара и р. Караболка было на уровне 2016 – 2018 гг. Следует отметить, что объемная активность радионуклидов в воде рек Синара и Караболка в 2019 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание <sup>90</sup>Sr в этих реках было в 18-58 раз выше фонового уровня для рек России (4,3 мБк/л). По данным ПО «Маяк», среднегодовая объемная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2019 г. составила: <sup>90</sup>Sr – 2,0 Бк/л, <sup>137</sup>Cs – < 0,4 Бк/л, <sup>3</sup>H – < 40 Бк/л [3], что не превышает УВ для этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [4].

Среднегодовая МАЭД  $\gamma$ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2019 г. колебалась от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч [2] и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

#### 4.2 Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. на территории Российской Федерации подверглись загрязнению <sup>137</sup>Cs с уровнями 1 Ки/км<sup>2</sup> (37 кБк/м<sup>2</sup>) 19 субъектов Федерации. В 2019 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 15 насе-

ленных пунктах, расположенном в зоне радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в Гордеевском и Новозыбковском районах Брянской области. Обследования включали измерения МАЭД на территориях населенных пунктов в точках отбора и отбор проб почвы на глубину 30 – 40 см для последующего гамма-спектрометрического анализа в лабораторных условиях. В таблице 4.2.1 приведены обобщенные данные о количестве обследованных в 2012 – 2019 гг. населенных пунктов (н.п.).

Таблица 4.2.1

**Количество загрязненных в результате аварии на ЧАЭС населенных пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2012 – 2018 годах**

Республика, область	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Белгородская								
Брянская	76	24	10		38	12	1	15
Воронежская								
Калужская	38		3					
Курская								
Ленинградская					28			
Липецкая				1				
Орловская		80	88					
Пензенская								
Рязанская								
Тульская				50				
Респ. Мордовия								
Всего н.п./проб	114/1102	104/912	101/956	51/550	66/833	12/120	1/10	15/175

В целом, полученные в результате проведенных обследований экспериментальные результаты по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в почве населенных пунктов хорошо согласуются с расчетными оценками, учитывающими уменьшение загрязнения почвы только за счет распада  $^{137}\text{Cs}$  [5, 6].

В табл. 4.2.2 представлены данные по количеству населенных пунктов в загрязненных районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  по состоянию на 01.01.2020 [7].

Таблица 4.2.2

**Распределение количества населенных пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязненных в результате чернобыльской аварии, по уровню загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  (по состоянию на 01.01.2020)**

№	Субъекты РФ	Количество н.п.	< 1 Ки/км <sup>2</sup>	1 – 5 Ки/км <sup>2</sup>	5 – 15 Ки/км <sup>2</sup>	15 – 40 Ки/км <sup>2</sup>	> 40 Ки/км <sup>2</sup>
Центральный федеральный округ							
1	Белгородская	543	535	8			
2	Брянская	1850	1362	307	166	14	1
3	Воронежская	1148	1140	8			
4	Калужская	563	380	178	5		
5	Курская	1104	1046	58			
6	Липецкая	212	205	7			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1540	1214	326			
9	Рязанская	566	477	89			
10	Смоленская	79	79				
11	Тамбовская	111	111				
12	Тульская	2348	1550	780	18		
Южный федеральный округ							
13	Волгоградская	5	5				
14	Ростовская	2	2				
Приволжский федеральный округ							
15	Нижегородская	138	138				
16	Пензенская	170	164	6			
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	Респ. Чувашия	27	27				
Северо-Западный федеральный округ							
23	Новгородская	82	82				
24	Ленинградская	156	153	3			
	Всего:						
	на 01.01.2020	<b>11164</b>	<b>9190</b>	<b>1770</b>	<b>189</b>	<b>14</b>	<b>1</b>
	на 01.01.2005	11687	8308	3017	306	53	2
	на 01.01.1999	11695	7529	3664	428	74	2

Количество населенных пунктов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС по федеральным округам на 01.01.2012 и 01.01.2020:

– Центральный федеральный округ – (2684) 1965 населенных пункта с уровнями загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup>, из них (278) 204 населенных пункта имеет уровни загрязнения более 5 Ки/км<sup>2</sup>;

– Южный федеральный округ – (1) 0 населенный пункт с уровнем загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup>;

– Приволжский федеральный округ – (24) 6 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup>;

Северо-Западный федеральный округ – (13) 3 населенных пункта с уровнем загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup>.

#### Список литературы к разделу 4

1. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / Под редакцией Ю.А. Израэля. М: ИГКЭ Росгидромета и РАН: Фонд «Инфосфера». 2013. 138 с.
2. Роговский И.А., Банникова О.А., Замятина Э.А., Кадочникова Е.Р. Радиационная обстановка на территории деятельности. Уральского УГМС в 2019 году. Ежегодник. Екатеринбург: Уральское УГМС, 2020.
3. Мокров Ю.Г., Фирсов Н.В., Исаева Н.Б., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2019 году.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
5. Квасникова Е.В., Вакуловский С.М., Гордеев С.К., Жукова О.М., Константинов С.В., Манзон Д.А., Яхрюшин В.Н. Радиационный мониторинг в Брянском Полесье через 21 год после аварии на Чернобыльской АЭС // Метеорология и гидрология. 2009. № 7. С. 65 – 78.
6. Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Бородин Р.В., Уваров А.Д. Радиоактивное загрязнение территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) в результате чернобыльской аварии. Обнинск, 2012. 312 с.
7. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) // Ежегодник. Обнинск: ФГБУ «НПО «Гайфун», 2020. 224 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, Нароч, Ошмяны) с суточной экспозицией и в 1 пункте (Могилев) с десятидневной экспозицией;
- ежедневный отбор проб радиоактивных выпадений в 7 пунктах наблюдения с суточной экспозицией и в 18 пунктах с десятидневной экспозицией;
- измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МАЭД) на 41 посту (ежесуточно);
- отбор проб воды на 6 реках Беларуси, протекающих по загрязненным 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 водоем-охладитель Игналинской АЭС; 3 пункта наблюдений в районе размещения Белорусской АЭС: р. Виляя (д. Быстрица), оз. Нарочь (п.н. Нарочь), оз. Свирь (п. Свирь).

#### *Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения*

На рис. 5.1 и 5.2 показаны среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  и содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2010–2019 годах. В Приложении D.1, табл. 1 приведены среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  и среднегодовое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы в 2019 году.

В 2019 году среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере на территории Беларуси была в основном ниже уровней 2018 года (Приложение D.1, табл. 1).

Максимальные среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в 2019 году наблюдались в диапазоне от  $5,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $36,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Наибольшее значение зафиксировано в Могилеве в апреле, наименьшее – в Нароче в марте. Второе по величине среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  было зафиксировано также в Могилеве в ноябре –  $27,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В апреле в Гомеле и Минске было по  $26,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Все другие среднемесячные уровни объемной  $\Sigma\beta$  в 2019 году были меньше этих величин.

В 2018 году среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  были более высокие, так в городах Минске и Гомеле –  $48,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в сентябре и  $47,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в феврале соответственно. Высокие значения были зафиксированы также в Могилеве –  $34,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в апреле, Мозыре –  $27,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в феврале.

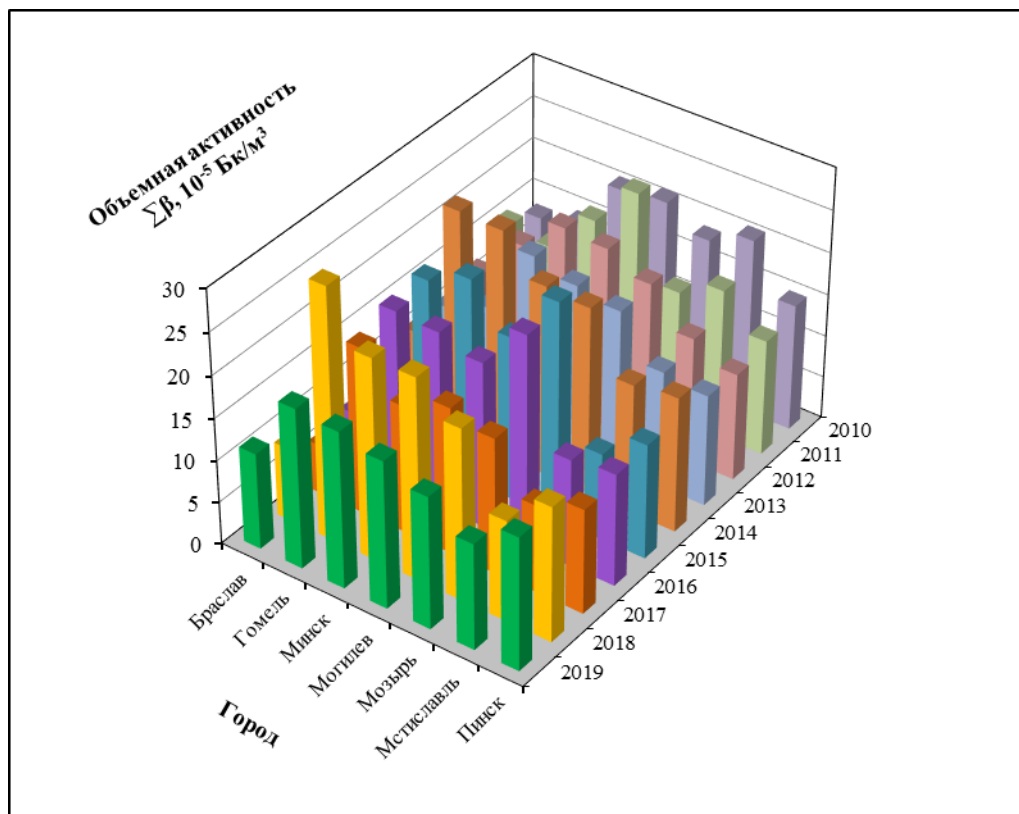


Рис. 5.1. Среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2019 годах

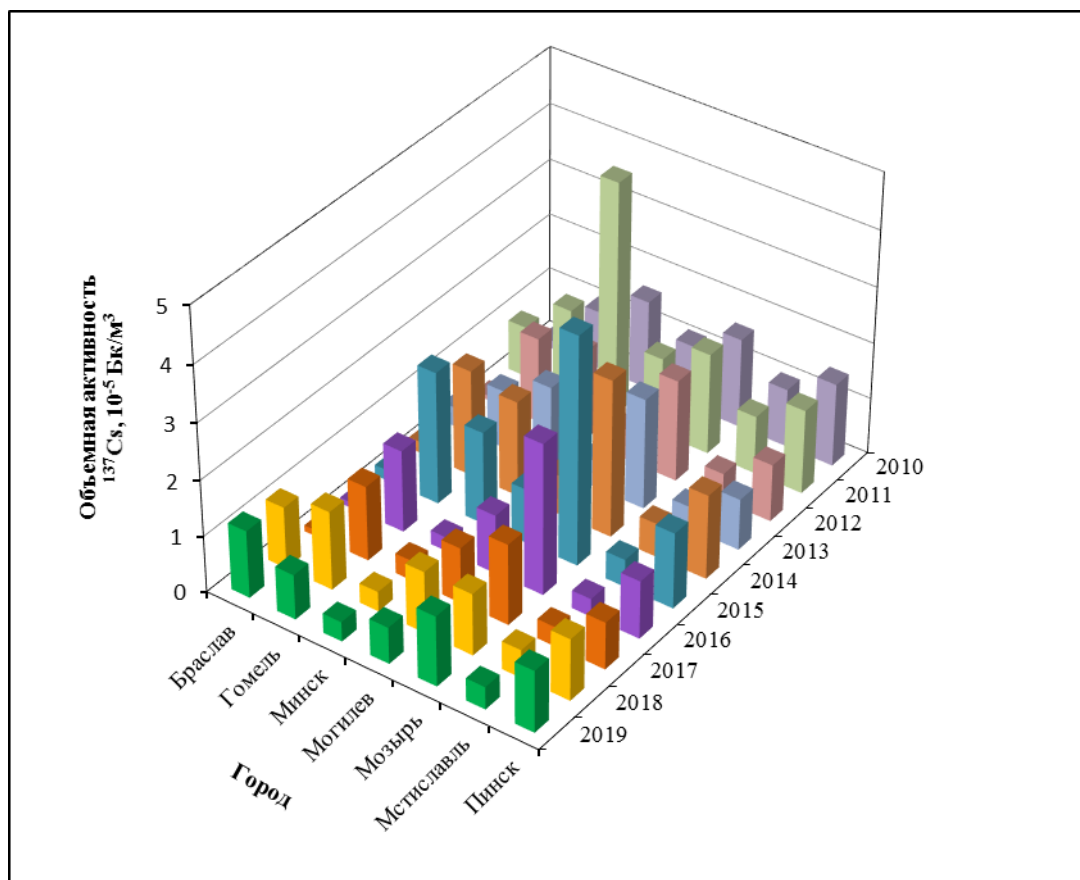


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2019 годах



Среднегодовые величины объемной  $\Sigma\beta$  в 2019 году были ниже, чем в 2018 году, за исключением Браслава, где наблюдалось увеличение от  $8,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $11,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В Мстиславле и Пинске уровень активности практически не изменился –  $12,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2018 году и  $12,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2019 году и  $16,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2018 году и  $15,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в 2019 году соответственно (рис. 5.1). В остальных случаях наблюдается снижение среднегодовой величины объемной  $\Sigma\beta$  – в Гомеле от  $30,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $19,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в Минске от  $24,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $18,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в Могилеве от  $24,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $17,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в Мозыре от  $20,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $15,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Превышений контрольного уровня объемной  $\Sigma\beta$  приземного слоя атмосферы ( $3700 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 2019 году в контролируемых городах не зафиксировано.

Среднегодовая величина объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы за последние 10 лет представлена на рисунке 5.2. За этот период наблюдалось два максимума среднегодовых значений содержания <sup>137</sup>Cs. 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, как на Украине, так и в зоне отчуждения на территории Республики Беларусь.

В 2019 году крупных пожаров, способных привести к повышению уровня радиоактивного загрязнения воздуха, не зафиксировано.

Сложившиеся в весенний период 2019 года климатические условия, как и в 2016-2018 годах, привели к снижению уровня пожароопасности. Пожаров, аналогичных пожарам 2015 года, на радиоактивно загрязненной территории не наблюдалось, что положительно сказалось на радиационной обстановке. Содержание <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы находилось на уровне установившихся многолетних значений (без учета данных 2011 и 2015 годов).

Среднегодовое содержание в атмосферном воздухе в 2019 году на всех пунктах наблюдения мало изменилось по сравнению с 2018 годом (рис. 5.2). Наиболее заметное снижение активности <sup>137</sup>Cs отмечено в Гомеле – от  $1,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $0,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и Могилеве – от  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $0,65 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Незначительное увеличение отмечено в Мозыре – от  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $1,25 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и Браславе – от  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $1,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В 2019 году продолжались наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе природных радионуклидов. В объединенных за месяц пробах аэрозолей определялась объемная активность <sup>7</sup>Be и <sup>210</sup>Pb. Активности этих радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали многолетним значениям. Содержание <sup>7</sup>Be находилось в диапазоне от  $72,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $619,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, <sup>210</sup>Pb – от  $2,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $85,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Наиболее высокие активности <sup>7</sup>Be характерны для теплых месяцев с более высокой солнечной радиацией и более активной вертикальной циркуляцией атмосферы, за счет его поступления из верхних слоев атмосферы, где он образуется за счет космического облучения. Пик объемной активности <sup>210</sup>Pb на многих пунктах наблюдения в 2019 года пришелся на ноябрь.

Зафиксированные значения объемной активности <sup>137</sup>Cs на 6-8 порядков ниже допустимого уровня содержания <sup>137</sup>Cs в воздухе, который составляет 27 Бк/м<sup>3</sup> [4].

### ***Атмосферные выпадения***

Наиболее высокие среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений были зафиксированы на пунктах наблюдений: г. Минск – 2,1 Бк/м<sup>2</sup>сут, п.н. Шарковщина – 2,0 Бк/м<sup>2</sup>сут, городах Верхнедвинск, Витебск и Костюковичи – 1,6 Бк/м<sup>2</sup>сут.

Наиболее высокие среднемесячные уровни  $\Sigma\beta$  в пробах радиоактивных выпадений в 2019 году зарегистрированы в пунктах наблюдений в городах: Славгород (3,1 Бк/м<sup>2</sup>сут в декабре), Верхнедвинск (2,9 Бк/м<sup>2</sup>сут в мае и 3,6 Бк/м<sup>2</sup>сут в марте), Гродно (2,9 Бк/м<sup>2</sup>сут в январе и 3,3 Бк/м<sup>2</sup>сут в октябре), Минск (3,6 Бк/м<sup>2</sup>сут в феврале, 3,7 Бк/м<sup>2</sup>сут в марте и 3,8 Бк/м<sup>2</sup>сут в декабре), п.н. Шарковщина (3,2 Бк/м<sup>2</sup>сут в апреле и 3,4 Бк/м<sup>2</sup>сут в декабре).

Наиболее высокие среднемесячные уровни  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2018 году зарегистрированы в пунктах наблюдений: Славгород – 3,5 Бк/м<sup>2</sup>сут в январе и 3,8 Бк/м<sup>2</sup>сут в декабре; Домжерицы – 3,6 Бк/м<sup>2</sup>сут в декабре; Верхнедвинск – 3,3 Бк/м<sup>2</sup>сут в мае; Горки – 3,1 Бк/м<sup>2</sup>сут в марте.

В целом уровни радиационных выпадений  $\Sigma\beta$  на территории Республики в 2019 году сохранились на уровне 2018 года.

Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 2019 году в пунктах наблюдения не зафиксировано.

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 2019 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 0,36 до 0,65 мкЗв/ч, в Славгороде - от 0,16 до 0,25 мкЗв/ч, при этом среднегодовые значения МАЭД составляли в Брагине 0,53 мкЗв/ч, в Славгороде - 0,19 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 2019 году проводился на 6 реках Беларуси (рис. 5.3), протекающих по территориям, загрязненным в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи).

На контролируемых реках пробы воды отбирались ежеквартально с одновременным определением расходов. В отобранных пробах определялось содержание <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr.

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2019 году оставалась стабильной. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды РДУ-99 [2]: для  $^{137}\text{Cs}$  – 10 Бк/л, для  $^{90}\text{Sr}$  – 0,37 Бк/л. Хотя в поверхностных водах большинства контролируемых рек объемная активность этих радионуклидов все еще выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

В 2019 году содержание  $^{137}\text{Cs}$  в Припяти (г. Мозырь) находилось в пределах от 2 до 4 мБк/л (в 2018 г. 2-4мБк/л); в Днестре (г. Речица) – от 5 до 31 мБк/л (в 2018 г. 2-6 мБк/л); в Соже (г. Гомель) – от 8 до 35 мБк/л (в 2018 г. 2-10 мБк/л); в Ипути (г. Добруш) – от 6 до 14 мБк/л (в 2018 г. 4-23 мБк/л); в Беседи (д. Светиловичи) – от 7 до 102 мБк/л (в 2018 г. 3-12 мБк/л).

На рис. 5.3 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  снизилась до уровня 2017 года и составила 3 мБк/л. Увеличение произошло в 2-8 раз. Наибольшая активность  $^{137}\text{Cs}$  зафиксирована в Беседи (д. Светиловичи) - 40 мБк/л.

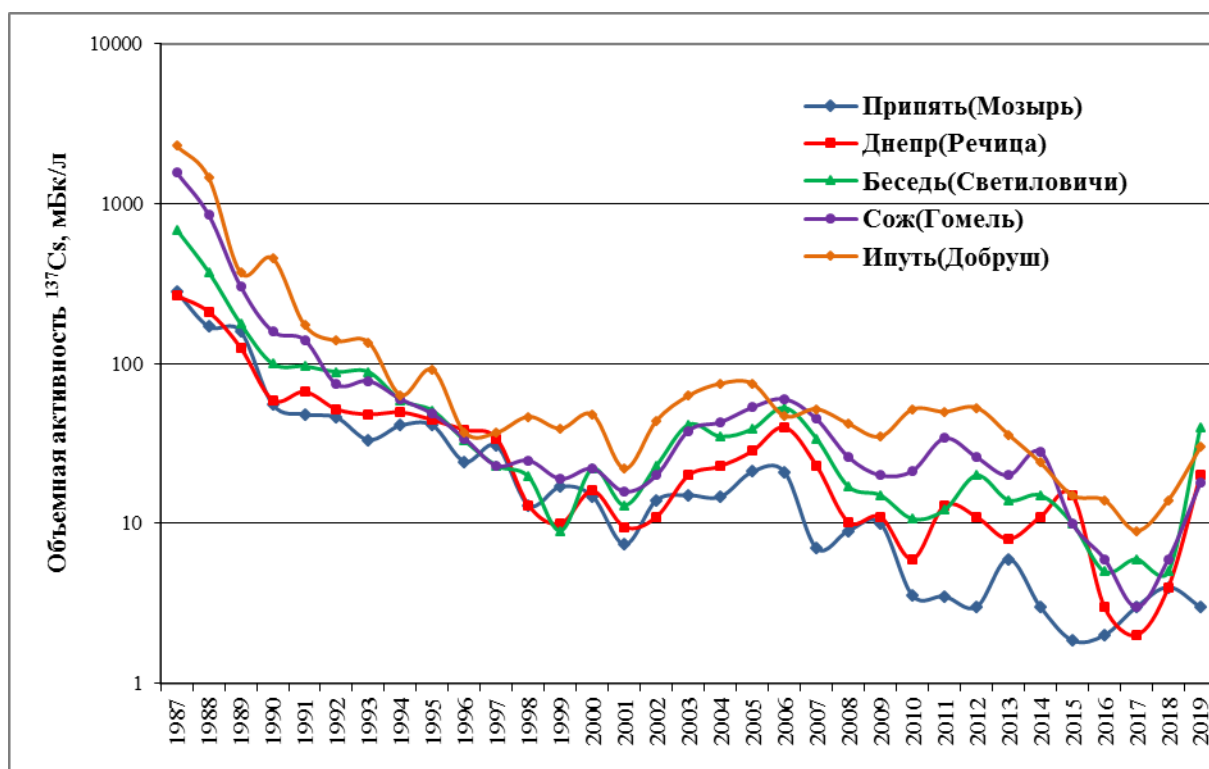


Рис. 5.3. Динамика среднегодовых концентраций  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах рек Беларуси в 1987–2019 годах

Диапазон объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды, отобранных в 2019 году составил в Припяти (г. Мозырь) от 2 до 4 мБк/л; в Днестре (г. Речица) – от 5 до 31 мБк/л; в Соже (г. Гомель) – от 8 до 35 мБк/л; в Ипути (г. Добруш) – от 6 до 14 мБк/л; в Беседи (д. Светиловичи) – от 7 до 102 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: концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 году достигали 841 мБк/л.

Тем не менее, за счет выноса и естественного распада объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в больших и средних реках в последние годы значительно уменьшилась. Однако в водах большинства контролируемых рек активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  все еще выше предаварийных уровней.

Среднегодовые величины объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде имеют тенденцию к снижению, однако в некоторых случаях наблюдается незначительный рост (рис. 5.4). Объемная активность этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку  $^{90}\text{Sr}$  в почве находится в основном в сорбированном состоянии или в растворенной форме, и его вынос заметно усиливается во влажные периоды.

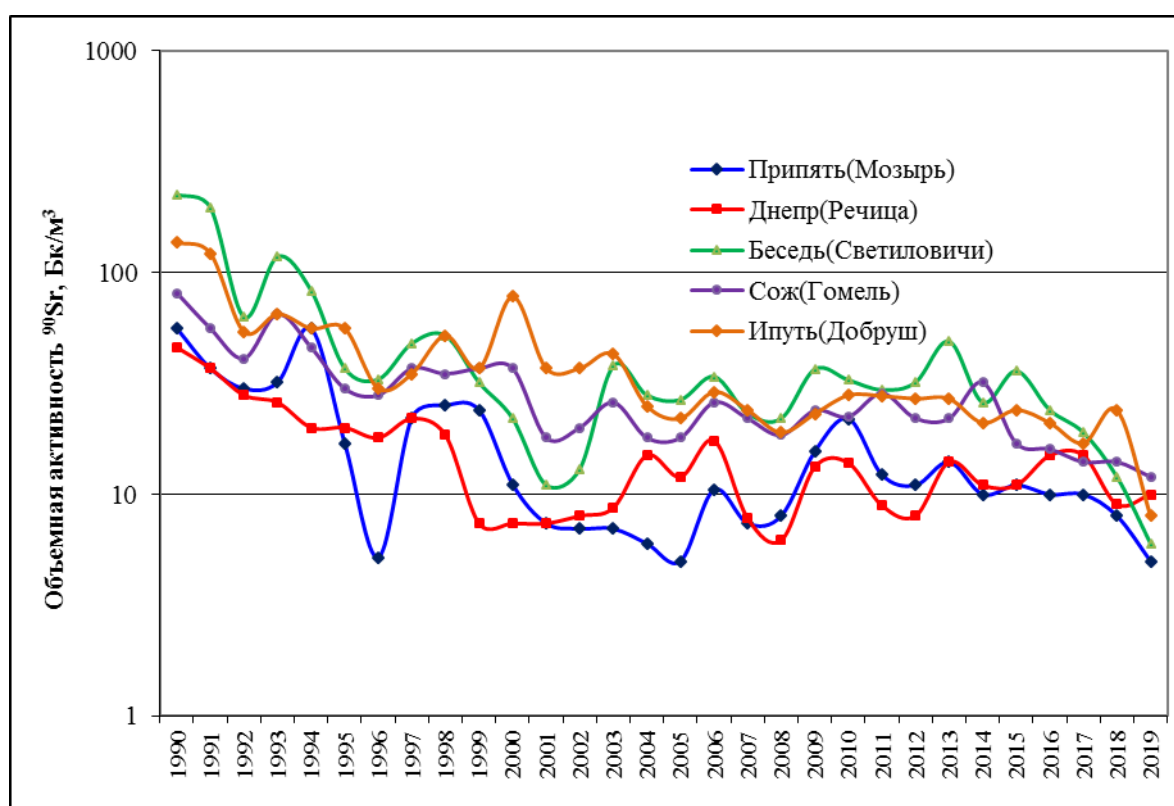


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах рек Беларуси в 1990–2019 годах

Среднегодовые концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах в период 1990–2006 годов имели отчетливую 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  $^{90}\text{Sr}$  в почве находится в основном в ионообменной форме, его вынос талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворенном состоянии. В годы повышенной водности, как правило, наблюдается увеличение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде. 2019 год не отличался большой водностью, поэтому среднегодовые активности этого радионуклида в поверхностных водах в 2019 году снижались, за исключением Днепра, где концентрация незначительно увеличилась от 9 мБк/л в 2018 году до 10 мБк/л.

В воде реки Нижняя Брагинка, которая частично дренирует территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, уровни радиоактивного загрязнения значительно выше, чем на остальных реках. Концентрация  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 году достигала 1028 мБк/л.

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 году в единичных пробах вод Припяти (г. Мозырь) находилось в пределах от 3 до 7 мБк/л; Днепра (г. Речица) – от 3 до 29 мБк/л; Сожи (г. Гомель) – от 3 до 31 мБк/л; Ипути (г. Добруш) – от 3 до 14 мБк/л; Беседи (д. Светиловичи) – от 3 до 13 мБк/л.

Зафиксированные в 2019 году содержания  $^{90}\text{Sr}$  в 2019 году в Припяти (г. Мозырь) находилось в пределах от 3 до 7 Бк/м<sup>3</sup>; в Днестре (г. Речица) – от 3 до 29 Бк/м<sup>3</sup>; в Соже (г. Гомель) – от 3 до 31 Бк/м<sup>3</sup>; в Ипути (г. Добруш) – от 3 до 14 Бк/м<sup>3</sup>; в Беседи (д. Светиловичи) – от 3 до 13 Бк/м<sup>3</sup>.

В 2019 году наблюдается снижение и сужение диапазона среднегодовых концентраций  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде контролируемых рек. Диапазон значений составил 5 - 12 мБк/л. Наименьшее значение наблюдается в Припяти (г. Мозырь), наибольшее – в Соже (г. Гомель).

Таким образом, значения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах наиболее загрязненной реки Нижняя Брагинка сопоставимы с референтными уровнями, предусмотренными Гигиеническим нормативом «Критерии радиационного воздействия» [4] (10 000 мБк/л), однако, не превышают их. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  впервые со времени аварии на Чернобыльской АЭС опустилась 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  $^{137}\text{Cs}$  в пробах поверхностных вод не превышало 4 мБк/л, содержание  $^{90}\text{Sr}$  – 8 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 2019 году в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, короткоживущих радионуклидов, в том числе  $^{131}\text{I}$  не обнаружено.

Таким образом данные радиационного мониторинга показывают, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2019 году оставалась стабильной. Уровни МАЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

## 5.2. Армения

В Ереване, на ст. Аэрологическая проводятся наблюдения за  $\Sigma\beta$  выпадений из атмосферы. Среднемесячная величина плотности суточных выпадений в 2018 году колебалась в пределах от 0,63 до 1,20 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 2019 году диапазон среднемесячных значений  $\Sigma\beta$  выпадений сократился – 0,64 - 1,05 Бк/м<sup>2</sup>·сутки [3]. Среднегодовая плотность также уменьшилась с 0,94 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в 2018 году до 0,76 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в 2019 году. Годовая динамика плотности  $\Sigma\beta$  выпадений и ее среднегодовая величина в 2019 году приблизились к значениям 2017 года, когда диапазон

среднемесячных значений был в пределах от 0,51 до 1,05 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. а среднегодовая величина составила 0,72 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

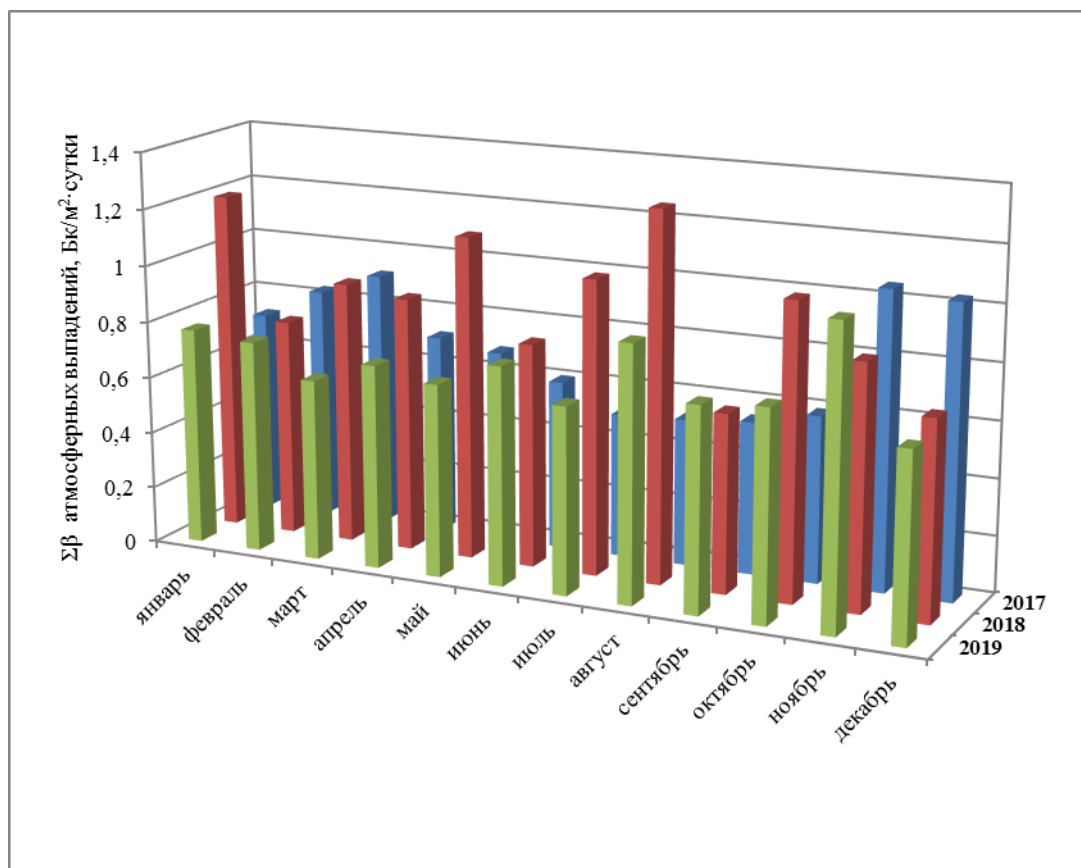


Рис. 5.7. Динамика среднемесячной суточной  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в Ереване (ст. Аэрологическая) в 2017-2019 годах, Бк/м<sup>2</sup>·сутки

Ежедневные измерения МЭД, проводимые на ст. Аэрологическая в г. Ереване, показали, что значения колеблются в интервале от 14,4 мкР/ч до 17,4 мкР/ч, что лежит в пределах естественных колебаний  $\gamma$ -фона. Ежедневные измерения МЭД, проводимые на 15 постах, показали, что превышения допустимого уровня МЭД не наблюдалось.

### Список литературы к разделу 5

1. Бакарикова Ж.В., Коваленко М.К., Глинская С.Н. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2019 г. – Минск: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2020.
2. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>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 2019 г. Министерство по

чрезвычайным ситуациям РА ГНО «Служба по гидрометеорологии и активным воздействиям на атмосферные явления». – Ереван, 2020. – 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 2019 ГОДУ**

В 2019 году на территории России и за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

В августе 2019 года в районе с. Нёнокса Архангельской области в акватории Белого моря произошел радиационный инцидент с выбросом в окружающую среду инертных радиоактивных газов. По информации ФГБУ «Северное УГМС» 8 августа в 12.00 часов мск в г. Северодвинск наблюдалось кратковременное повышение МАЭД на 6-ти постах Архангельской территориальной АСКРО. В 14.30 часов мск 8 августа была зафиксирована стабилизация радиационного гамма-фона. Кратковременное повышение МАЭД не повлияло на основные параметры радиационной обстановки в Архангельской области, угроза здоровью и жизни населения отсутствовала.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы за пределами загрязненных зон в 2019 году составляли для суммарной  $\beta$ -активности долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных радионуклидов  $15,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>137</sup>Cs –  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>90</sup>Sr –  $1,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Анализ многолетних данных показывает, что содержание техногенных радионуклидов в воздухе постепенно уменьшается, претерпевая год от года незначительные колебания. В 2019 году объемная суммарная  $\beta$ -активность снизилась в 1,2 раза, объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr остались на уровне предыдущего года и были на шесть-семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2019 году наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на пять и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Средневзвешенная по территории РФ суммарная  $\beta$ -активность выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность в 2019 году ( $1,03$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) осталась на уровне 2018 года ( $1,0$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Выпадения <sup>90</sup>Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее  $0,2$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Выпадения <sup>137</sup>Cs ( $0,14$  Бк/м<sup>2</sup>·год) оставались на уровне предыдущих 5 лет ( $0,12$ –  $0,19$  Бк/м<sup>2</sup>·год).

Радиационный фон на территории РФ, включая 100-км зоны РОО и территории, загрязненные вследствие радиационных аварий и инцидентов, в основном не превышал многолетних фоновых значений  $0,1$  –  $0,2$  мкЗв/ч.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2019 году на всей территории РФ было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве, сложившимся в предыдущие годы.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено выносом <sup>90</sup>Sr, накопившегося в почве в процессе глобальных выпадений, поверхностными и грунтовыми водами. В реках РФ (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2019 году в среднем составила  $3,6$  мБк/л, что является самым низ-



ким значением за последние 30 лет. В целом, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках была на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009.

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2019 году (1,78 Бк/л) было несколько выше значений 2018 года (1,65 Бк/л,) но по-прежнему ближе к нижней границе интервала значений за период 2004–2019 гг. (1,6–2,8 Бк/л). Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2019 году осталась на уровне 2018 года ( $13,5 \cdot 10^{15}$  Бк) и составила  $15,2 \cdot 10^{15}$  Бк.

Среднегодовая объемная активность трития в среднем по основным рекам РФ вне загрязненных зон обусловлена выпадениями трития с осадками и, так же как в осадках, постепенно снижается. В 2019 году она составляла 1,6 Бк/л, изменяясь по отдельным рекам в диапазоне от 0,9 до 2,2 Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде наблюдалась в р. Индигирка (п. Индигирский), но 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 2019 году объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2018 годом. Максимальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  наблюдалась, как и ранее, в Азовском море (Таганрогский залив) – 3,7 мБк/л), а минимальная – в Тихом океане (Авачинская губа) – 1,1 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 года в 12 областях на начало 2019 года остаются территории с плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>. В Центральном федеральном округе в 1965 населенных пунктах плотность загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>, из них в 204 – уровни загрязнения более 5 Ки/км<sup>2</sup>. В Приволжском и Северо-Западном округах в шести и трех населенных пунктах соответственно плотность загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  составляет 1 – 5 Ки/км<sup>2</sup>.

На АТР, как и ранее, загрязнен район Южного Урала, где находятся:

– «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), образовавшийся вследствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 году, с отношением  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} = 0,12$ ;

– частично перекрывающий ВУРС «цезиевый» след, образовавшийся в 1967 году вследствие ветрового выноса загрязненной радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в СЗЗ ПО «Маяк», с отношением  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} = 3$ .

Почва загрязненных зон ЕТР и АТР продолжает оставаться источником вторичного ветрового подъема радиоактивной пыли. Поэтому на этих территориях наблюдается повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе, превышающее фоновые уровни по стране.

В районах ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, наблюдается постепенное снижение уровней радиоактивного загрязнения в основном за счет естественного распада радионуклидов. Атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (усредненные по 10 пунктам) в 2019 году увеличились в 1,2 раза и составляли 0,87 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 4 раза выше выпадений вне загрязненных зон ЕТР (0,21 Бк/м<sup>2</sup>·год). Наибольшие выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора остались на уровне 2017-2018 гг. и составили 4,2 Бк/м<sup>2</sup>·год. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2019 году также осталась на уровне прошлого года и составляла  $3,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2 раза выше фонового уровня для ЕТР ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), но на семь порядков ниже ДОО<sub>нас</sub> по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на территории ВУРС в 2019 году оставались на уровне 2017-2018 г.г. и составляли  $5,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ . Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились в 2,4 раза по сравнению с 2018 годом ( $0,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2019 году были на уровне средних фоновых выпадений для Уральского региона, а годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  превышали этот уровень в 2,4 раза.

В 2019 году уровни радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  ( $9,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 11 пунктам) в 2019 году остались на уровне 2018 года и в 4,2 раза превышали региональный фоновый уровень ( $2,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  ( $1,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) были в 2,2 раза ниже уровня 2018 года ( $3,9 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ), но в 2,3 раза превышали региональный фоновый уровень ( $0,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Максимальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  ( $9,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) и  $^{90}\text{Sr}$  ( $35 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) из атмосферы наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. В п. Новогорный наблюдалась и самая высокая на территории России среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе –  $16,1\cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ , превышающая средневзвешенное значение по территории России в 12 раз. Это значение на шесть порядков ниже допустимого уровня в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (п. Муслимово в 78 км от источника) составляла  $6,6 \text{ Бк/л}$ , что на три порядка выше среднего значения для рек России и в 1,3 раза превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009.

В целом радиационная обстановка в 2019 году 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

<b>Атомные электростанции</b>	
Открытое акционерное общество «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях», г. Москва, со следующими филиалами:	
1	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Балаковская атомная станция», Натальинское муниципальное образование Балаковского муниципального района, Саратовская область
2	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Белоярская атомная станция», г. Заречный, Свердловская область
3	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Билибинская атомная станция», г. Билибино, Чукотский автономный округ
4	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Ростовская атомная станция», г. Волгодонск-28, Ростовская область
5	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Калининская атомная станция», г. Удомля, Тверская область
6	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Кольская атомная станция», г. Полярные Зори, Мурманская область
7	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Курская атомная станция», г. Курчатова, Курская область
8	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Ленинградская атомная станция», г. Сосновый Бор, Ленинградская область
9	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Нововоронежская атомная станция», г. Нововоронеж, Воронежская область
10	Филиал АО «Концерн “Росэнергоатом”» «Смоленская атомная станция», г. Десногорск, Смоленская область
<b>Радиационно опасные объекты</b>	
1	Акционерное общество «10-й ордена Трудового Красного Знамени судоремонтный завод», г. Полярный, Мурманская обл.
2	Акционерное общество «30-й судоремонтный завод», г. Фокино, поселок 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 обл.
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 обл.
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 обл.
13	Акционерное общество «Далур», с. Уксянское, Далматовский район, Курганская обл.
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 обл.
17	Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии – Атомстрой», г. Москва.
18	Акционерное общество «Научно-исследовательский институт приборов», г. Лыткарино, Московская обл.
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 обл.
21	Акционерное общество «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения имени И.И. Африкантова», г. Нижний Новгород.
22	Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежаля», г. Москва.
23	Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени и ордена труда ЧССР опытное конструкторское бюро «ГИДРОПРЕСС», г. Подольск, Московская обл.
24	Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», г. Обнинск, Калужская обл.
25	Акционерное общество «Производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие», г. Северодвинск, Архангельская обл.
26	Акционерное общество «Производственное объединение «Электрохимический завод», г. Зеленогорск, Красноярский край.
27	Акционерное общество «Радиевый институт им. 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 обл.
32	Акционерное общество «ТВЭЛ», г. Москва.
33	Акционерное общество «Уральский электрохимический комбинат», г. Новоуральск, Свердловская обл.
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 «Звездочка», г. Северодвинск, Архангельская обл.
37	Акционерное общество «Чепецкий механический завод», г. Глазов, Удмуртская Республика.
38	Открытое акционерное общество «Гидрометаллургический завод», г. Лермонтов, Ставропольский край.
39	Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Московская обл.
40	Публичное акционерное общество «Амурский судостроительный завод», г. Комсомольск-на-Амуре, Хабаровский край.
41	Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод», г. Электросталь, Московская обл.
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 обл.
50	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва.

51	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина, Ленинградская обл.
52	Федеральное государственное унитарное предприятие «Аварийно-технический центр Минатома России», г. Санкт-Петербург.
53	Федеральное государственное унитарное предприятие атомного флота, г. Мурманск.
54	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. 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 обл.
57	Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр», г. Санкт-Петербург.
58	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт Научно-производственное объединение «ЛУЧ», г. Подольск, Московская обл.
59	Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова», г. Сосновый Бор, Ленинградская обл.
60	Федеральное государственное унитарное предприятие «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами», г. Москва.
61	Федеральное государственное унитарное предприятие «Объединенный 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. Трехгорный, Челябинская обл.
64	Федеральное государственное унитарное предприятие Производственное объединение «Маяк», г. Озерск, Челябинская обл.
65	Федеральное государственное унитарное предприятие Производственное объединение «Север» г. Новосибирск.
66	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский научный центр «Прикладная химия» г. Санкт-Петербург.
67	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», г. Снежинск, Челябинская обл.
68	Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный ядерный центр – Всероссийский исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров, Нижегородская обл.
69	Федеральное государственное унитарное предприятие «Уральский электромеханический завод», г. Екатеринбург.
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. Озерск, Челябинская обл.
72	Акционерное общество «Федеральный научно - производственный центр «Производственное объединение «Старт» имени М.В. Проценко», г. Заречный, Пензенская обл. (Пункт дополнительно включен распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2018 года №1819-р).
73	Акционерное общество «Техснабэкспорт», г. Москва. (Пункт дополнительно включен распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 года №2591-р).

**Примечание.** Эксплуатацию особо радиационно опасных и ядерно опасных производств и объектов осуществляют также воинские части и организации Вооруженных сил Российской Федерации, имеющие в своем составе ядерные боеприпасы, ядерные энергетические установки и ядерные исследовательские установки.

Приложение А.2

**Группировка пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ**

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

*Примечания:* н/р – не работает;

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

\*\*– данные по пунктам наблюдения: Кыштым, Новогорный, Аргаяш (все пункты входят в 100-км зона ПО «Маяк») при подсчете средневзвешенных объемных активностей  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по АТР и РФ в целом не учитывались

Приложение А.3

Объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2019 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	7,2	30,4	5,5	11,5	9,6
Февраль	-	5,1	7,2	16,7	4,4	13,4	8,1
Март	-	4,1	6,4	11,4	5,5	9,6	6,3
Апрель	-	3,7	10,5	19,3	9	9,7	8,3
Май	-	4	11,2	20	7,4	10,8	8,8
Июнь	-	3,9	10,9	19,9	9	14,3	9,1
Июль	-	4,6	9,1	15,8	7,3	12,9	8,2
Август	-	4,5	10,1	16,6	9,2	14,8	8,8
Сентябрь	-	3,7	9	17,3	10,8	13,6	8,2
Октябрь	-	3,4	4	17,4	8,3	12,6	6,7
Ноябрь	-	3,6	4,9	22,9	7,3	15,8	8,1
Декабрь	-	3,8	5,1	18,5	7,7	15,1	7,5
Среднее:							
<b>2019 г.</b>	-	<b>4,0</b>	<b>8,0</b>	<b>18,8</b>	<b>7,6</b>	<b>12,8</b>	<b>8,1</b>
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
2014 г.	-	7,2	8,7	20,8	12,2	13,2	10,3
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	22,9	24,2	8,6	46,2	20	15,9	
Февраль	18,8	25,5	18,2	45,2	25,5	18,6	
Март	14,3	11	34,8	38,3	29,7	20,5	
Апрель	15,1	10,8	18,1	39	20,5	15,7	
Май	21,2	13,4	14,5	22,6	15,9	13,1	
Июнь	13,1	9,7	21,9	19,4	18,4	14,7	
Июль	13	10,2	23,4	25,1	20,5	15,7	
Август	11,9	10	21,2	22,6	18,7	14,8	
Сентябрь	8,4	8,9	29,6	24,2	23,4	17,4	
Октябрь	11,4	9,1	25,5	34,2	23,2	16,7	
Ноябрь	8,1	12	16,5	18,2	15,7	12,7	
Декабрь	16	17,5	13,5	21,5	16,1	12,7	
Среднее:							
<b>2019 г.</b>	<b>14,5</b>	<b>13,5</b>	<b>20,5</b>	<b>29,7</b>	<b>20,6</b>	<b>15,7</b>	
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	
2014 г.	9,5	13,8	17,6	32,5	19,7	16,0	

Примечание: -- нет данных.

Приложение А.4

Среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2019 г.,  $10^{-7}\cdot\text{Бк}/\text{м}^3$

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	0,8	1,7	3,1	1,7	2,9	1,6
Февраль	-	0,8	1,7	2,9	1,7	3,1	1,6
Март	-	0,8	1,5	3,3	2,8	3	1,6
Апрель	-	0,6	1,6	3,6	5,7	2,8	1,6
Май	-	0,6	1,6	3,6	3,1	3	1,6
Июнь	-	0,6	1,8	3,7	3,1	3,4	1,7
Июль	-	0,8	1,2	3,9	7,1	3,4	1,7
Август	-	0,8	1,5	3,8	6,3	3	1,7
Сентябрь	-	0,8	1,9	4,2	7,4	3,2	1,9
Октябрь	-	0,7	1,3	3,2	5,8	1,9	1,4
Ноябрь	-	0,7	1,7	2,3	3,7	2	1,4
Декабрь	-	0,7	0,9	2,7	1,9	1,9	1,2
Среднее:							
<b>2019 г.</b>		<b>0,7</b>	<b>1,5</b>	<b>3,4</b>	<b>4,2</b>	<b>2,8</b>	<b>1,6</b>
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
2014 г.	-	1,3	5,4	6,2	10,8	6,6	4,8
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	12,9	1,8	1	1	1,2	1,3	
Февраль	9,2	1,8	1	1	1,2	1,3	
Март	7,9	0,8	1	1	1,2	1,4	
Апрель	18,7	3,1	1	1	1,5	1,5	
Май	14,8	3,1	1	1	1,5	1,5	
Июнь	4,2	3,1	1	1	1,5	1,6	
Июль	5,6	2,3	1	1,2	1,3	1,5	
Август	21,8	2,3	1	1,2	1,3	1,5	
Сентябрь	10,2	2,3	1	1,2	1,3	1,6	
Октябрь	10,9	2	0,7	1	1,1	1,2	
Ноябрь	14,4	2	0,7	1	1,1	1,2	
Декабрь	63,3	2	0,7	1	1,1	1,1	
Среднее:							
<b>2019 г.</b>	<b>16,2</b>	<b>2,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	
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	
2014 г.	92,6	3,1	1,2	2,2	1,7	2,6	

Примечание: -- нет данных.



Приложение А.5

Таблица 1

**Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2019 г., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>**

Район	I полугодие	II полугодие	Среднее за год
Европейская территория России			
Заполярье	0,29	0,19	0,24
Север	0,59	0,40	0,49
Центр	0,39	0,51	0,45
Юг	0,63	0,31	0,47
Брянск, Курск	0,41	0,47	0,44
Азиатская территория России			
Западная Сибирь*	1,57	1,44	1,51
Север Восточной Сибири	1,03	0,68	0,85
Юг Восточной Сибири	1,88	1,14	1,51

Примечания: \* – при подсчете не учитывались данные по п. В.Дуброво.

Таблица 2

**Средневзвешенные по территории страны объемные активности <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в 2001–2019 годах, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>**

Квартал	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
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	<b>0,95</b>
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	<b>1,12</b>
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	<b>1,12</b>
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	<b>1,12</b>
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	<b>1,04</b>

Примечание: без п. В. Дуброво и г. Обнинска (за октябрь 2013 г.).

Таблица 3

**Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в городах Обнинск и Курск в 2019 г., 10<sup>-9</sup> Бк/м<sup>3</sup>**

Месяц	г. Обнинск		г. Курск	
	<sup>238</sup> Pu	<sup>239,240</sup> Pu	<sup>238</sup> Pu	<sup>239,240</sup> Pu
Январь	1,14	0,57		
Февраль	0,36	0,54	0,68	0,20
Март	3,87	2,58		
Апрель	7,59	38,5		
Май	-	-	0,68	0,20
Июнь	5,01	0,83		
Июль	0,63	5,08		
Август	3,45	3,13	-	1,97
Сентябрь	4,81	0,80		
Октябрь	0,80	0,80		
Ноябрь	1,57	1,18	-	1,97
Декабрь	2,09	-		
<b>Среднее: 2019 г.</b>	<b>2,85</b>	<b>4,91</b>	<b>0,68</b>	<b>1,09</b>
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 учета данных за октябрь 2013 г. и за октябрь 2014 г.

Приложение А.6

**Группировка пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями  
по географическим районам РФ**

<b>Европейская территория России</b>
<p><b><u>Заполярье*</u></b> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бух. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><b><u>Север</u></b> УГМС: Северное (без Диксонского ЦГМС), Северо-Западное (включая Калининградский ЦГМС)</p> <p><b><u>Центр</u></b> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Республики Татарстан, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><b><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u></b> В Центральном УГМС и УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) Данные по пунктам Плавск (Тульская обл.); Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы <math>^{137}\text{Cs}</math> 5–15 Ки/км<sup>2</sup>) при расчете средневзвешенных выпадений <math>^{137}\text{Cs}</math> по ЕТР и РФ не учитывались.</p> <p><b><u>Юг</u></b> Северо-Кавказское (включая Крымское УГМС)</p>
<b>Азиатская территория России</b>
<p><b><u>Западная Сибирь</u></b> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское</p> <p><b><u>Север Восточной Сибири</u></b> УГМС: Якутское (без Тиксинского ЦГМС), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)</p> <p><b><u>Юг Восточной Сибири</u></b> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское</p>

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

Приложение А.7

Таблица 1

**Σβ атмосферных выпадений радионуклидов на территории РФ в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки**

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,91	1,06	1,14	0,72	1,33	1,09
Февраль	0,99	0,92	1,16	0,84	1,26	1,06
Март	0,6	0,67	1,02	0,72	0,80	0,78
Апрель	0,65	0,62	1,01	0,70	0,91	0,79
Май	0,56	0,59	1,14	0,72	0,87	0,79
Июнь	0,85	0,50	0,9	0,56	0,83	0,76
Июль	0,61	0,85	1,0	0,64	0,83	0,84
Август	0,53	0,71	0,99	0,71	0,74	0,76
Сентябрь	0,70	0,66	1,15	0,81	0,80	0,84
Октябрь	0,54	0,57	1,38	0,78	0,84	0,85
Ноябрь	0,55	0,51	1,43	0,91	0,95	0,86
Декабрь	0,64	0,46	1,34	0,87	1,01	0,84
Среднее:						
<b>2019 г.</b>	<b>0,68</b>	<b>0,68</b>	<b>1,14</b>	<b>0,75</b>	<b>0,93</b>	<b>0,85</b>
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
2013 г.	1,30	0,60	1,09	0,64	1,13	0,99
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,38	0,75	1,52	1,0	1,02	
Февраль	1,36	0,87	1,48	1,21	1,17	
Март	1,21	0,90	1,24	1,0	0,95	
Апрель	1,14	0,76	1,17	1,01	0,95	
Май	1,20	0,81	1,35	1,08	1,01	
Июнь	1,20	0,84	1,35	1,10	1,01	
Июль	1,26	0,86	1,36	1,13	1,06	
Август	1,38	0,85	1,34	1,18	1,07	
Сентябрь	1,35	0,87	1,39	1,18	1,09	
Октябрь	1,25	0,70	1,46	1,09	1,02	
Ноябрь	1,12	0,72	1,42	1,03	0,98	
Декабрь	1,15	0,77	1,60	1,09	1,03	
Среднее:						
<b>2019 г.</b>	<b>1,25</b>	<b>0,81</b>	<b>1,39</b>	<b>1,09</b>	<b>1,03</b>	
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	
2013 г.	1,25	1,04	1,13	1,15	1,11	

Таблица 2

**Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2019 г., Бк/м<sup>2</sup>·квартал**

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год								
					2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Заполярье	0,013	0,060	0,016	0,025	0,11	0,14	0,12	0,32	0,28	0,18	0,33	0,20	2,03
Север	0,044	0,050	0,047	0,047	0,19	0,20	0,17	0,27	0,25	0,21	0,27	0,23	1,57
Центр ЕТР (без загр. зоны)	0,00,87	0,077	0,080	0,082	0,33	0,22	0,20	0,22	0,37	0,35	0,64	0,37	1,54
Юг	0,078	0,030	0,068	0,045	0,22	0,26	0,23	0,26	0,41	0,27	0,37	0,29	0,94
Средневзвешенное по ЕТР (без загр. зоны)	0,053	0,058	0,051	0,051	0,21	0,20	0,17	0,27	0,31	0,27	0,42	0,28	1,43
Загрязненная зона	0,11	0,27	0,33	0,16	0,87	0,74	0,72	1,18	1,51	1,32	1,77	1,25	1,76

Приложение А.8

Таблица 1

**Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м<sup>2</sup>·месяц), усредненные по 32 пунктам на территории России**

Месяц	2019г.		2018 г.		2017 г.		2016 г.		2015 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	1,44	37,80	1,37	50,77	1,80	47,72	1,75	50,4	1,22	39,4
Февраль	1,86	49,06	1,67	33,91	1,88	39,51	1,88	51,5	1,23	26,4
Март	1,61	38,85	1,66	49,67	1,91	35,95	2,17	50,5	1,35	24,6
Апрель	2,03	40,26	1,96	59,75	1,91	55,53	1,69	46	1,43	41,4
Май	2,08	80,60	2,13	70,41	2,29	89,74	1,68	66,8	1,67	73,5
Июнь	2,17	104,81	1,85	101,90	2,39	129,21	1,98	98,6	1,88	102,2
Июль	2,42	177,63	2,04	122,24	2,02	150,74	1,87	124,3	1,99	135,4
Август	2,17	146,81	1,97	101,56	1,63	101,66	2,04	159,7	1,99	129,9
Сентябрь	1,62	76,61	1,60	73,81	1,55	76,09	1,71	84,9	1,87	81,9
Октябрь	1,23	53,24	1,22	50,68	1,26	56,08	1,55	44,6	1,49	72,1
Ноябрь	1,15	41,55	1,13	35,61	1,08	40,84	1,31	50,4	1,55	50,9
Декабрь	1,38	39,82	1,21	37,51	1,27	42,51	1,20	39,7	1,52	54
Среднее	1,78	73,92	1,65	65,65	1,75	72,13	1,74	72,3	1,59	69,3
Сумма, кБк/м <sup>2</sup> ·год		0,89		0,79		0,87		0,87		0,83
Выпадения на территории РФ, Бк		15,2·10 <sup>15</sup>		13,5·10 <sup>15</sup>		14,8·10 <sup>15</sup>		14,8·10 <sup>15</sup>		14,2·10 <sup>15</sup>

Таблица 2

**Среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr в реках и озерах РФ, мБк/л**

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
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
<b>2019</b>	<b>3,0 (4,5)</b>	<b>4,2</b>	<b>3,6 (4,4)</b>	<b>2,0</b>	<b>5,7</b>

*Примечания:* за 2005-2012 и 2016-2017 годы приводятся среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr без учета данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учетом;  
за 2013-2015 годы – без учета данных по р. Нева (Новосаратовка), а в скобках – с их учетом;  
\* – данные только по оз. Онежскому;  
- – пробы не отбирались.

Приложение А.9

Таблица 1

**Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ, Бк/л**

Регион стока	Река (пункт)	Год																			
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	р. Северная Двина (Соломбала)	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6	1,6	1,7	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3	1,2	<b>1,2</b>
	р. Печора (Городецкий Шар)	2,4	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1	2,1	1,9	1,7	2,3	1,9	1,4	1,3	1,5	1,5	1,2	<b>1,4</b>
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,2	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4	1,9	1,7	1,8	1,7	1,6	1,8	1,6	1,7	1,4	<b>1,3</b>
	р. Волга (В. Лебяжье)	2,2	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6	1,6	2,0	2,0	1,6	1,7	1,2	1,3	1,2	1,3	<b>0,9</b>
	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	<b>1,1</b>
Центр ЕТР	р. Дон (Аксай)	1,7	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	2,1	1,9	2,5	1,7	1,5	1,3	1,4	1,9	1,5	<b>1,8</b>
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,2	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6	2,3	2,7	2,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9	<b>1,7</b>
	р. Лена (Хабарова)	3,5	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9	2,8	1,7	3,4	2,3	2,2	2,1	2,1	1,8	2,2	<b>2,1</b>
	р. Колыма (Черский)	2,7	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7	2,2	2,2	2,2	1,9	2,1	1,6	1,8	1,7	1,5	<b>1,5</b>
	р. Н.Тунгуска (Тура)	2,5	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8	2,9	2,6	2,5	2,9	2,0	2,0	1,8	1,8	1,8	1,9	<b>1,9</b>
	р. Индигирка (Индигирский)	3,2	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7	2,8	1,9	3,3	2,1	2,2	2,1	2,1	2,0	2,2	<b>2,2</b>
	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	<b>1,7</b>
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	3,5	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	2,9	2,1	3,2	2,7	2,4	2,3	2,2	2,2	2,3	<b>2,1</b>
	р. Амур (Хабаровск)	3,2	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1	2,6	2,7	2,4	2,5	2,0	2,3	2,0	1,9	2,2	2,1	<b>1,8</b>
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	3,0	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8	2,5	2,0	3,1	2,2	2,1	4,3	1,9	1,9	2,1	<b>1,8</b>

Примечание: - - пробы не отбирались.

Таблица 2

**Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в поверхностных водах морей РФ, мБк/л**

Море	Кол-во проб в 2019 г.	Год																			
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Азовское	1	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	18,2	14,95	12,2	5,6	5,5	<b>3,7-</b>
Черное	-	15,5	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Каспийское	3	-	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4	5,0	5,1	5,4	6,7	8,9	3,47	6,14	3,88	4,79	<b>3,31</b>
Баренцево	4	3,4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1	2,5	1,8	1,7	1,8	2,1	2,4	2,21	2,48	1,98	1,95	<b>1,93</b>
Белое	6	4,0	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,9	3,6	3,5	2,6	2,8	3	4,4	2,75	2,76	2,49	2,30	<b>2,10</b>
Охотское	4	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1	1,6	1,4	1,4	1,2	1	1,6	1,41	1,93	1,94	1,24	<b>1,55</b>
Японское	4	2,4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	1,3	1,5	1,3	1,5	1,5	1,2	1,9	1,29	1,64	1,60	2,0	<b>1,48</b>
Тихий океан*	12	1,7	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4	0,9	1,2	1,1	1,1	1,2	1,14	1,48	1,56	1,64	<b>1,14</b>

Примечания: - - пробы не отбирались;

\* - прибрежные воды Восточной Камчатки.

**Приложение В**

**Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС) с субъектами РФ и федеральными округами**

<b>Европейская территория России:</b>	
<b>Заполярье*</b>	
УГМС: Мурманское (Мурманская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (Ненецкий авт. окр.: Амдерма)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (ЦГМС: Диксонский – север Красноярского края)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Якутское (ЦГМС: Тиксинский – север Республики Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский авт. окр.: о. Шмидта, бух. Провидения, Певек)	Дальневосточный федеральный округ
<b>Север</b>	
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
<b>Центр</b>	
УГМС: Верхне-Волжское (Республики: Марий Эл, Мордовия, Удмуртская и Чувашская, Кировская и Нижегородская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Приволжское ( Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская и Ульяновская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Республика Татарстан	Приволжский федеральный округ
УГМС: Центральное (г. Москва, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская обл.)	Центральный федеральный округ
УГМС: Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) (Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская обл.) (кроме загрязненной зоны)	Центральный федеральный округ
Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС, – УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) и пп. Плавск (Тульская обл.) и Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы <sup>137</sup> Cs 5–15 Ки/км <sup>2</sup> )	Центральный федеральный округ
<b>Юг</b>	
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
<b>Азиатская территория России:</b>	
<b>Западная Сибирь</b>	
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
<b>Север Восточной Сибири</b>	
УГМС: Якутское (Республика Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский АО)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Кольмское (Магаданская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Камчатское (Камчатский край)	Дальневосточный федеральный округ
<b>Юг Восточной Сибири</b>	
УГМС: Забайкальское (Республика Бурятия, Забайкальский край)	Сибирский федеральный округ**
УГМС: Дальневосточное (Хабаровский край, Еврейская автономная область, Амурская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Приморское (Приморский край)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Сахалинское (Сахалинская обл.)	Дальневосточный федеральный округ

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

\*\* – в соответствии с [18] в ноябре 2018 г. переданы в Дальневосточный федеральный округ.

Приложение С

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2019 ГОДУ**

Таблица С.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2019 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.	
<b>БАРИЙ-139</b>			6,33·10 <sup>7</sup>	2,95·10 <sup>8</sup>	+2,32·10 <sup>8</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,88·10 <sup>9</sup>	6,33·10 <sup>7</sup>	2,95·10 <sup>8</sup>	+2,32·10 <sup>8</sup>
<b>БАРИЙ-140</b>			1,98·10 <sup>6</sup>	7,51·10 <sup>6</sup>	+5,33·10 <sup>6</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,60·10 <sup>6</sup>	1,98·10 <sup>6</sup>	-	-1,98·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,01·10 <sup>10</sup>	-	7,51·10 <sup>6</sup>	+7,51·10 <sup>6</sup>
<b>ВИСМУТ-214</b>			5,53·10 <sup>13</sup>	5,46·10 <sup>13</sup>	-7,0·10 <sup>11</sup>
	ПАО «ППГХО»	1,75·10 <sup>14</sup>	5,53·10 <sup>13</sup>	5,46·10 <sup>13</sup>	-7,0·10 <sup>11</sup>
<b>СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ</b>			1,26·10 <sup>8</sup>	9,98·10 <sup>6</sup>	-7,19·10 <sup>8</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,36·10 <sup>8</sup>	1,39·10 <sup>6</sup>	3,25·10 <sup>6</sup>	-1,86·10 <sup>6</sup>
	ФГУП «Атомфлот»	1,35·10 <sup>8</sup>	1,25·10 <sup>8</sup>	6,73·10 <sup>6</sup>	+1,18·10 <sup>8</sup>
<b>ЖЕЛЕЗО-59</b>			-	2,28·10 <sup>7</sup>	+2,28·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,28·10 <sup>8</sup>	-	2,00·10 <sup>7</sup>	+2,00·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	3,16·10 <sup>11</sup>	-	2,78·10 <sup>6</sup>	+2,78·10 <sup>6</sup>
<b>ЙОД-129</b>			4,02·10 <sup>9</sup>	2,58·10 <sup>10</sup>	+2,18·10 <sup>10</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	4,18·10 <sup>11</sup>	4,02·10 <sup>9</sup>	2,58·10 <sup>10</sup>	+2,18·10 <sup>10</sup>
<b>ЙОД -131</b>			3,16·10 <sup>10</sup>	6,30·10 <sup>10</sup>	+3,14·10 <sup>10</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	4,57·10 <sup>8</sup>	7,07·10 <sup>7</sup>	2,97·10 <sup>5</sup>	-7,04·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,80·10 <sup>10</sup>	1,23·10 <sup>7</sup>	1,88·10 <sup>7</sup>	+6,50·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,80·10 <sup>10</sup>	1,57·10 <sup>8</sup>	1,64·10 <sup>8</sup>	+7,00·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	1,80·10 <sup>10</sup>	2,20·10 <sup>8</sup>	4,16·10 <sup>8</sup>	+1,96·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	1,80·10 <sup>10</sup>	7,30·10 <sup>7</sup>	1,17·10 <sup>8</sup>	+4,4·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	4,09·10 <sup>9</sup>	1,10·10 <sup>9</sup>	7,74·10 <sup>9</sup>	+6,64·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	9,30·10 <sup>10</sup>	5,20·10 <sup>8</sup>	2,36·10 <sup>8</sup>	-2,84·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	3,61·10 <sup>7</sup>	3,63·10 <sup>8</sup>	+3,27·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	1,02·10 <sup>9</sup>	8,08·10 <sup>7</sup>	8,26·10 <sup>5</sup>	-8,00·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	9,30·10 <sup>10</sup>	9,99·10 <sup>7</sup>	1,18·10 <sup>8</sup>	+1,81·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,98·10 <sup>10</sup>	2,91·10 <sup>10</sup>	6,07·10 <sup>10</sup>	+3,16·10 <sup>10</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,49·10 <sup>11</sup>	1,23·10 <sup>8</sup>	6,86·10 <sup>8</sup>	-5,44·10 <sup>7</sup>
<b>ЙОД -132</b>			8,99·10 <sup>9</sup>	4,86·10 <sup>9</sup>	-4,13·10 <sup>9</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,82·10 <sup>10</sup>	8,99·10 <sup>9</sup>	4,86·10 <sup>9</sup>	-4,13·10 <sup>9</sup>
<b>ЙОД -134</b>			4,75·10 <sup>7</sup>	-	-4,75·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	8,32·10 <sup>8</sup>	4,75·10 <sup>7</sup>	-	-4,75·10 <sup>7</sup>
<b>ЙОД -135</b>			8,88·10 <sup>8</sup>	1,13·10 <sup>10</sup>	-1,04·10 <sup>10</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,69·10 <sup>9</sup>	8,88·10 <sup>8</sup>	1,13·10 <sup>10</sup>	-1,04·10 <sup>10</sup>
<b>КАЛИЙ-40</b>			7,45·10 <sup>9</sup>	7,32·10 <sup>9</sup>	-1,30·10 <sup>8</sup>
	ПАО «ППГХО»	7,47·10 <sup>9</sup>	7,45·10 <sup>9</sup>	7,32·10 <sup>9</sup>	-1,30·10 <sup>8</sup>
<b>КОБАЛЬТ-57</b>			2,07·10 <sup>6</sup>	1,87·10 <sup>6</sup>	-2,00·10 <sup>5</sup>
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	1,51·10 <sup>10</sup>	1,99·10 <sup>6</sup>	1,77·10 <sup>6</sup>	-2,20·10 <sup>5</sup>
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	1,96·10 <sup>8</sup>	8,30·10 <sup>4</sup>	1,00·10 <sup>5</sup>	+1,70·10 <sup>4</sup>
<b>КОБАЛЬТ-58</b>			4,66·10 <sup>7</sup>	7,29·10 <sup>7</sup>	+2,63·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,00·10 <sup>8</sup>	4,66·10 <sup>7</sup>	7,05·10 <sup>7</sup>	+2,39·10 <sup>6</sup>



Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1,37 \cdot 10^{12}$	$6,00 \cdot 10^4$	$2,39 \cdot 10^6$	$+2,33 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$1,44 \cdot 10^7$	-	$3,01 \cdot 10^4$	$+3,01 \cdot 10^4$
<b>КОБАЛЬТ-60</b>				$1,06 \cdot 10^9$	$6,73 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$2,86 \cdot 10^9$	$1,75 \cdot 10^7$	$2,86 \cdot 10^6$	$-1,46 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$5,69 \cdot 10^{10}$	$8,43 \cdot 10^5$	$3,25 \cdot 10^6$	$+2,41 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,33 \cdot 10^7$	$2,44 \cdot 10^7$	$+1,10 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$3,31 \cdot 10^6$	$1,41 \cdot 10^7$	$+1,08 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,01 \cdot 10^7$	$1,99 \cdot 10^7$	$+9,80 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,08 \cdot 10^8$	$1,43 \cdot 10^8$	$-3,50 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$3,10 \cdot 10^8$	$1,68 \cdot 10^8$	$-1,42 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$8,03 \cdot 10^7$	$2,09 \cdot 10^7$	$-5,94 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$5,96 \cdot 10^7$	$7,31 \cdot 10^7$	$+1,35 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$2,49 \cdot 10^9$	$5,22 \cdot 10^7$	$6,71 \cdot 10^7$	$+1,49 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$7,58 \cdot 10^9$	$2,64 \cdot 10^7$	$7,81 \cdot 10^6$	$-1,86 \cdot 10^6$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$5,33 \cdot 10^5$	$2,38 \cdot 10^5$	$1,37 \cdot 10^4$	$-2,24 \cdot 10^5$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$8,37 \cdot 10^8$	$7,56 \cdot 10^7$	$1,04 \cdot 10^8$	$+2,84 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6,13 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^6$	$7,13 \cdot 10^5$	$-1,25 \cdot 10^6$
	ФГУП «РАДОН» НПК	$7,69 \cdot 10^5$	$2,04 \cdot 10^3$	$8,16 \cdot 10^2$	$-1,22 \cdot 10^3$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,02 \cdot 10^8$	$1,88 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^7$	$-1,78 \cdot 10^8$
	ФГУП «ГХК»	$2,78 \cdot 10^{11}$	$7,10 \cdot 10^7$	$5,50 \cdot 10^7$	$-1,60 \cdot 10^7$
	АО «ОДЦ УТР»	$4,90 \cdot 10^{10}$	$3,43 \cdot 10^7$	$1,09 \cdot 10^7$	$-2,34 \cdot 10^7$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$7,83 \cdot 10^6$	$9,83 \cdot 10^4$	$9,95 \cdot 10^4$	$+1,20 \cdot 10^3$
<b>КЮРИЙ-242</b>				$1,98 \cdot 10^5$	$9,47 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,10 \cdot 10^6$	$1,98 \cdot 10^5$	$9,47 \cdot 10^6$	$+9,27 \cdot 10^6$
<b>КЮРИЙ-244</b>				$1,68 \cdot 10^7$	$1,39 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,50 \cdot 10^7$	$1,68 \cdot 10^7$	$1,39 \cdot 10^7$	$-2,90 \cdot 10^6$
<b>МАРГАНЕЦ-54</b>				$1,13 \cdot 10^8$	$4,32 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$3,10 \cdot 10^{11}$	-	$5,27 \cdot 10^6$	$+5,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$3,48 \cdot 10^9$	-	$1,97 \cdot 10^8$	$+1,97 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$3,83 \cdot 10^{11}$	-	$2,90 \cdot 10^6$	$+2,90 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5,71 \cdot 10^8$	$9,08 \cdot 10^7$	$1,32 \cdot 10^8$	$+4,12 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,45 \cdot 10^7$	$2,26 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^6$	$-2,13 \cdot 10^7$
<b>МЫШЬЯК-76</b>				$2,21 \cdot 10^7$	$4,61 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,21 \cdot 10^8$	$2,21 \cdot 10^7$	$4,61 \cdot 10^7$	$+2,40 \cdot 10^7$
<b>НИОБИЙ-95</b>				$9,64 \cdot 10^7$	$4,85 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,51 \cdot 10^8$	$5,83 \cdot 10^7$	$4,82 \cdot 10^8$	$+4,24 \cdot 10^8$
	ФГУП «Атомфлот»	$4,08 \cdot 10^7$	$3,76 \cdot 10^7$	$2,06 \cdot 10^6$	$-3,55 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,00 \cdot 10^9$	$5,30 \cdot 10^4$	$6,52 \cdot 10^5$	$+5,99 \cdot 10^5$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$6,48 \cdot 10^6$	$1,72 \cdot 10^5$	$1,38 \cdot 10^5$	$-3,40 \cdot 10^4$
<b>ПЛУТОНИЙ-238</b>				$9,78 \cdot 10^7$	$2,10 \cdot 10^8$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$2,21 \cdot 10^6$	$9,30 \cdot 10^3$	$6,30 \cdot 10^3$	$-3,00 \cdot 10^3$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,73 \cdot 10^7$	$2,97 \cdot 10^7$	$6,89 \cdot 10^7$	$+3,92 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$5,37 \cdot 10^9$	$6,81 \cdot 10^7$	$1,41 \cdot 10^8$	$+7,29 \cdot 10^7$
<b>ПЛУТОНИЙ-239</b>				$1,58 \cdot 10^9$	$2,25 \cdot 10^9$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.	
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.		
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$1,51 \cdot 10^8$	$5,24 \cdot 10^7$	$8,25 \cdot 10^6$	$-4,42 \cdot 10^7$	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7,38 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^7$	$8,30 \cdot 10^7$	$+5,61 \cdot 10^7$	
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1,32 \cdot 10^7$	$5,60 \cdot 10^4$	$3,80 \cdot 10^4$	$-1,80 \cdot 10^4$	
	ФГУП «ГХК»	$3,58 \cdot 10^{11}$	$8,58 \cdot 10^8$	$1,42 \cdot 10^9$	$+5,62 \cdot 10^8$	
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,92 \cdot 10^{10}$	$6,35 \cdot 10^8$	$7,41 \cdot 10^8$	$+1,06 \cdot 10^8$	
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$5,63 \cdot 10^6$	$9,69 \cdot 10^4$	$9,93 \cdot 10^4$	$+2,24 \cdot 10^3$	
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$5,33 \cdot 10^7$	$9,98 \cdot 10^4$	$8,10 \cdot 10^4$	$-1,88 \cdot 10^5$	
<b>ПОЛОНИЙ-210</b>				$5,24 \cdot 10^7$	$2,25 \cdot 10^6$	$-5,02 \cdot 10^7$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$1,51 \cdot 10^8$	$5,24 \cdot 10^7$	$2,25 \cdot 10^6$	$-5,02 \cdot 10^7$	
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$2,40 \cdot 10^5$	$2,07 \cdot 10^3$	$2,49 \cdot 10^3$	$+4,20 \cdot 10^2$	
<b>РАДИЙ-226</b>				$1,02 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^7$	$+1,18 \cdot 10^7$
	АО «ЧМЗ»	$4,85 \cdot 10^{12}$	$1,02 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^7$	$+1,18 \cdot 10^7$	
<b>РАДОН-222</b>				$3,94 \cdot 10^{14}$	$4,13 \cdot 10^{14}$	$+1,90 \cdot 10^{13}$
	ПАО «ППХО»	$1,24 \cdot 10^{15}$	$3,94 \cdot 10^{14}$	$4,13 \cdot 10^{14}$	$+1,90 \cdot 10^{13}$	
<b>РУБИДИЙ-88</b>				$2,90 \cdot 10^{10}$	$4,57 \cdot 10^{10}$	$+1,67 \cdot 10^{10}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,28 \cdot 10^{11}$	$2,90 \cdot 10^{10}$	$4,57 \cdot 10^{10}$	$+1,67 \cdot 10^{10}$	
<b>РУБИДИЙ-89</b>				$1,46 \cdot 10^8$	$5,92 \cdot 10^8$	$+4,46 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,66 \cdot 10^9$	$1,46 \cdot 10^8$	$5,92 \cdot 10^8$	$+4,46 \cdot 10^8$	
<b>РУТЕНИЙ-103</b>				$1,14 \cdot 10^7$	$8,05 \cdot 10^7$	$+6,91 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,02 \cdot 10^7$	$1,13 \cdot 10^7$	$8,01 \cdot 10^7$	$+6,88 \cdot 10^7$	
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$6,95 \cdot 10^6$	$9,83 \cdot 10^4$	$3,86 \cdot 10^5$	$+2,88 \cdot 10^5$	
<b>РУТЕНИЙ-106</b>				$2,55 \cdot 10^8$	$6,82 \cdot 10^8$	$+4,27 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,09 \cdot 10^8$	$7,91 \cdot 10^7$	-	$-7,91 \cdot 10^7$	
	ФГУП «ПО «Маяк»	$2,92 \cdot 10^{10}$	$1,68 \cdot 10^8$	$6,79 \cdot 10^8$	$+5,11 \cdot 10^8$	
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$5,31 \cdot 10^8$	$7,37 \cdot 10^6$	$2,95 \cdot 10^6$	$-4,42 \cdot 10^6$	
<b>СВИНЕЦ-210</b>				$4,21 \cdot 10^7$	$1,43 \cdot 10^6$	$-4,07 \cdot 10^7$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$9,07 \cdot 10^8$	$4,21 \cdot 10^7$	$1,43 \cdot 10^6$	$-4,07 \cdot 10^7$	
<b>СВИНЕЦ-214</b>				$7,57 \cdot 10^{13}$	$7,47 \cdot 10^{13}$	$+1,00 \cdot 10^{12}$
	ПАО «ППХО»	$2,68 \cdot 10^{14}$	$7,57 \cdot 10^{13}$	$7,47 \cdot 10^{13}$	$+1,00 \cdot 10^{12}$	
<b>СЕЛЕН-75</b>				$9,97 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^7$	$-8,87 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,13 \cdot 10^{11}$	$9,97 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^7$	$-8,87 \cdot 10^7$	
<b>СТРОНЦИЙ-89</b>				$4,02 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^8$	$+1,23 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$3,35 \cdot 10^8$	$4,02 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^8$	$+1,23 \cdot 10^8$	
<b>СТРОНЦИЙ-90</b>				$8,12 \cdot 10^8$	$5,74 \cdot 10^8$	$-2,38 \cdot 10^8$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$3,61 \cdot 10^9$	$1,68 \cdot 10^8$	$5,72 \cdot 10^6$	$-1,62 \cdot 10^8$	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$3,88 \cdot 10^7$	$5,50 \cdot 10^2$	$4,19 \cdot 10^3$	$+3,64 \cdot 10^3$	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,52 \cdot 10^8$	$3,78 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^8$	$+8,82 \cdot 10^7$	
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$2,29 \cdot 10^8$	-	$8,28 \cdot 10^5$	$+8,28 \cdot 10^5$	
	АО «ОДЦ УГР»	$1,83 \cdot 10^{10}$	$3,91 \cdot 10^6$	$2,09 \cdot 10^7$	$+1,70 \cdot 10^7$	
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1,37 \cdot 10^9$	$5,81 \cdot 10^5$	$7,00 \cdot 10^5$	$+1,19 \cdot 10^5$	
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	$1,39 \cdot 10^8$	$2,71 \cdot 10^6$	$9,03 \cdot 10^5$	$-1,81 \cdot 10^6$	
	ФГУП «ГХК»	$5,04 \cdot 10^{11}$	$2,86 \cdot 10^7$	$5,44 \cdot 10^7$	$+2,58 \cdot 10^7$	
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$6,29 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^5$	$1,53 \cdot 10^5$	$-2,70 \cdot 10^4$	
	ФГУП «ПО «Маяк»	$7,60 \cdot 10^{12}$	$4,34 \cdot 10^8$	$3,56 \cdot 10^8$	$-7,80 \cdot 10^7$	
	ФГУП «РАДОН» НПК	$3,89 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^5$	$6,05 \cdot 10^3$	$-9,90 \cdot 10^4$	
	ФГУП «Атомфлот»	$1,46 \cdot 10^8$	$1,35 \cdot 10^8$	$7,26 \cdot 10^6$	$-1,28 \cdot 10^8$	
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9,41 \cdot 10^7$	$1,48 \cdot 10^6$	$6,38 \cdot 10^5$	$-8,42 \cdot 10^5$	
<b>СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ</b>				$3,49 \cdot 10^9$	$3,29 \cdot 10^9$	$-2,00 \cdot 10^8$
	АО «СХК»	$3,48 \cdot 10^{11}$	$2,52 \cdot 10^9$	$2,39 \cdot 10^9$	$-1,30 \cdot 10^8$	

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.	
	АО «АЭХК»	$9,64 \cdot 10^8$	$2,45 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^7$	$-1,17 \cdot 10^7$
	ПАО «МСЗ»	$1,03 \cdot 10^{10}$	$9,58 \cdot 10^7$	$7,01 \cdot 10^7$	$-2,57 \cdot 10^7$
	ФГУП «РАДОН» НПК	$1,84 \cdot 10^7$	$8,49 \cdot 10^5$	$1,12 \cdot 10^6$	$+2,71 \cdot 10^5$
<b>СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ</b>				$2,52 \cdot 10^9$	$2,39 \cdot 10^9$
	АО «СХК»	$3,48 \cdot 10^{11}$	$2,52 \cdot 10^9$	$2,39 \cdot 10^9$	$-1,30 \cdot 10^8$
	ФГУП «РАДОН» НПК	$3,11 \cdot 10^7$	$3,93 \cdot 10^5$	$6,78 \cdot 10^5$	$+2,85 \cdot 10^5$
<b>СУММА ИРГ</b>				$4,62 \cdot 10^{16}$	$4,59 \cdot 10^{16}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$4,96 \cdot 10^{15}$	$1,59 \cdot 10^{13}$	$4,60 \cdot 10^{11}$	$-1,54 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,76 \cdot 10^{16}$	$8,91 \cdot 10^{12}$	$3,43 \cdot 10^{13}$	$+2,54 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,24 \cdot 10^{15}$	$4,63 \cdot 10^{14}$	$4,06 \cdot 10^{14}$	$-5,70 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1,98 \cdot 10^{15}$	$5,29 \cdot 10^{13}$	$1,12 \cdot 10^{12}$	$-5,18 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,17 \cdot 10^{13}$	$1,12 \cdot 10^{13}$	$-5,00 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$9,38 \cdot 10^{14}$	$4,85 \cdot 10^{14}$	$3,56 \cdot 10^{14}$	$-1,29 \cdot 10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,97 \cdot 10^{16}$	$3,03 \cdot 10^{14}$	$1,60 \cdot 10^{14}$	$-1,43 \cdot 10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,46 \cdot 10^{13}$	$5,53 \cdot 10^{13}$	$+4,07 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$5,16 \cdot 10^{14}$	$9,93 \cdot 10^{13}$	$3,43 \cdot 10^{11}$	$-9,90 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,69 \cdot 10^{16}$	$5,91 \cdot 10^{14}$	$3,62 \cdot 10^{14}$	$-2,29 \cdot 10^{14}$
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$4,36 \cdot 10^{12}$	$2,63 \cdot 10^{10}$	$2,12 \cdot 10^{10}$	$-5,10 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,12 \cdot 10^{15}$	$3,33 \cdot 10^{15}$	$3,49 \cdot 10^{15}$	$+1,60 \cdot 10^{14}$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,73 \cdot 10^{11}$	$1,29 \cdot 10^{11}$	$1,46 \cdot 10^{11}$	$+1,70 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «ГХК»	$1,14 \cdot 10^{18}$	$7,11 \cdot 10^{11}$	$7,35 \cdot 10^{11}$	$+2,40 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$8,18 \cdot 10^{15}$	$3,76 \cdot 10^{11}$	$1,83 \cdot 10^{10}$	$-3,58 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,44 \cdot 10^{17}$	$4,08 \cdot 10^{16}$	$4,10 \cdot 10^{16}$	$+2,00 \cdot 10^{14}$
<b>СУММА НУКЛИДОВ УРАНА</b>				$1,16 \cdot 10^{10}$	$1,82 \cdot 10^{10}$
	АО «ВНИИХТ»	$8,47 \cdot 10^7$	$3,11 \cdot 10^6$	$1,35 \cdot 10^6$	$-1,76 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,37 \cdot 10^7$	$6,12 \cdot 10^7$	$8,37 \cdot 10^7$	$+2,25 \cdot 10^7$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1,10 \cdot 10^6$	$4,70 \cdot 10^3$	$3,20 \cdot 10^3$	$-1,50 \cdot 10^3$
	АО «ЧМЗ»	$4,66 \cdot 10^{14}$	$8,38 \cdot 10^8$	$1,65 \cdot 10^8$	$-6,73 \cdot 10^8$
	АО «ПО ЭХЗ»	$4,57 \cdot 10^9$	$7,46 \cdot 10^7$	$7,14 \cdot 10^7$	$-3,20 \cdot 10^6$
	АО «УЭХК»	$3,00 \cdot 10^8$	$7,94 \cdot 10^7$	$7,29 \cdot 10^7$	$-6,50 \cdot 10^6$
	ПАО «НЗХК»	$4,78 \cdot 10^{10}$	$2,12 \cdot 10^8$	$2,45 \cdot 10^9$	$+2,24 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$1,25 \cdot 10^9$	$8,48 \cdot 10^6$	$1,93 \cdot 10^7$	$+1,08 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПСЗ»	$3,52 \cdot 10^5$	$6,03 \cdot 10^4$	$6,71 \cdot 10^4$	$+6,80 \cdot 10^3$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6,70 \cdot 10^{10}$	$2,72 \cdot 10^9$	$3,74 \cdot 10^9$	$+1,02 \cdot 10^9$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина»	$4,20 \cdot 10^{10}$	$7,61 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^{10}$	$+3,99 \cdot 10^9$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1,83 \cdot 10^7$	$2,99 \cdot 10^5$	$1,63 \cdot 10^5$	$-1,36 \cdot 10^5$
<b>СУРЬМА-124</b>				$2,05 \cdot 10^6$	-
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,08 \cdot 10^8$	$2,05 \cdot 10^6$	-	$-2,05 \cdot 10^6$
<b>СУРЬМА-125</b>				$8,19 \cdot 10^8$	$7,49 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,20 \cdot 10^9$	$6,75 \cdot 10^7$	$7,02 \cdot 10^8$	$+6,35 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3,12 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^7$	$4,66 \cdot 10^7$	$+3,22 \cdot 10^7$
<b>ТЕХНЕЦИЙ-99М</b>				$5,06 \cdot 10^8$	$2,69 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,24 \cdot 10^9$	$5,06 \cdot 10^8$	$2,69 \cdot 10^9$	$+2,18 \cdot 10^9$
<b>ТОРИЙ-230</b>				$4,67 \cdot 10^6$	$7,18 \cdot 10^6$
	АО «ВНИИХТ»	$4,14 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^6$	$4,18 \cdot 10^5$	$-1,12 \cdot 10^6$
	АО «ЧМЗ»	$5,23 \cdot 10^{12}$	$3,13 \cdot 10^6$	$6,76 \cdot 10^6$	$+3,63 \cdot 10^6$
<b>ТОРИЙ-232</b>				$1,63 \cdot 10^9$	$1,76 \cdot 10^9$
	АО «ЧМЗ»	$9,68 \cdot 10^{12}$	$1,02 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^7$	$+1,20 \cdot 10^8$
	ПАО «ЛПГХО»	$1,65 \cdot 10^9$	$1,62 \cdot 10^9$	$1,74 \cdot 10^9$	$+1,20 \cdot 10^8$

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.	
<b>ТОРИЙ-234</b>			2,31·10 <sup>6</sup>	4,22·10 <sup>5</sup>	-1,89·10 <sup>6</sup>
	АО «ВНИИХТ»	4,12·10 <sup>7</sup>	2,31·10 <sup>5</sup>	4,22·10 <sup>5</sup>	-1,89·10 <sup>6</sup>
<b>ТРИТИЙ</b>			1,34·10 <sup>15</sup>	1,73·10 <sup>15</sup>	+3,9·10 <sup>14</sup>
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	2,40·10 <sup>14</sup>	1,69·10 <sup>12</sup>	1,61·10 <sup>12</sup>	-8,00·10 <sup>10</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	5,25·10 <sup>14</sup>	1,53·10 <sup>13</sup>	2,51·10 <sup>12</sup>	-1,28·10 <sup>13</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	9,81·10 <sup>14</sup>	5,87·10 <sup>9</sup>	5,10·10 <sup>10</sup>	+4,51·10 <sup>10</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,99·10 <sup>14</sup>	-	5,23·10 <sup>8</sup>	+5,23·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	4,23·10 <sup>14</sup>	-	5,07·10 <sup>12</sup>	+5,07·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	6,40·10 <sup>14</sup>	-	2,33·10 <sup>12</sup>	+2,33·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,03·10 <sup>15</sup>	5,11·10 <sup>8</sup>	5,13·10 <sup>11</sup>	+5,12·10 <sup>11</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	4,99·10 <sup>14</sup>	-	2,67·10 <sup>12</sup>	+2,67·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	1,43·10 <sup>14</sup>	-	8,39·10 <sup>11</sup>	+8,39·10 <sup>11</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,18·10 <sup>15</sup>	7,68·10 <sup>9</sup>	1,29·10 <sup>9</sup>	+5,22·10 <sup>9</sup>
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	6,21·10 <sup>12</sup>	2,81·10 <sup>10</sup>	4,70·10 <sup>11</sup>	+4,42·10 <sup>11</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,32·10 <sup>13</sup>	4,11·10 <sup>12</sup>	7,91·10 <sup>12</sup>	+3,80·10 <sup>12</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	1,76·10 <sup>16</sup>	1,18·10 <sup>15</sup>	1,53·10 <sup>15</sup>	+3,50·10 <sup>14</sup>
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	1,11·10 <sup>15</sup>	1,16·10 <sup>14</sup>	1,54·10 <sup>14</sup>	+3,80·10 <sup>13</sup>
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	9,25·10 <sup>13</sup>	1,14·10 <sup>13</sup>	1,03·10 <sup>13</sup>	-1,10·10 <sup>12</sup>
<b>ХРОМ-51</b>			3,14·10 <sup>7</sup>	4,86·10 <sup>7</sup>	+1,72·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	9,02·10 <sup>8</sup>	2,62·10 <sup>7</sup>	4,86·10 <sup>7</sup>	+1,72·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	8,88·10 <sup>8</sup>	5,17·10 <sup>6</sup>	-	-5,17·10 <sup>6</sup>
<b>ЦЕЗИЙ-134</b>			1,92·10 <sup>8</sup>	2,67·10 <sup>8</sup>	+7,50·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	4,17·10 <sup>8</sup>	1,17·10 <sup>6</sup>	5,04·10 <sup>5</sup>	-6,66·10 <sup>5</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,68·10 <sup>9</sup>	8,31·10 <sup>5</sup>	2,98·10 <sup>6</sup>	+2,15·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	1,22·10 <sup>5</sup>	2,20·10 <sup>4</sup>	-1,00·10 <sup>5</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	6,03·10 <sup>5</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	+1,27·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	3,29·10 <sup>9</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	1,87·10 <sup>7</sup>	+5,40·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	1,32·10 <sup>6</sup>	1,32·10 <sup>6</sup>	0,00
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	5,85·10 <sup>7</sup>	5,33·10 <sup>7</sup>	-5,20·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,08·10 <sup>10</sup>	2,03·10 <sup>6</sup>	9,17·10 <sup>5</sup>	-1,11·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	1,47·10 <sup>8</sup>	2,59·10 <sup>7</sup>	6,88·10 <sup>5</sup>	-2,52·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	1,17·10 <sup>7</sup>	2,59·10 <sup>7</sup>	+1,42·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	1,15·10 <sup>9</sup>	8,81·10 <sup>5</sup>	2,30·10 <sup>5</sup>	-6,51·10 <sup>5</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,80·10 <sup>8</sup>	5,40·10 <sup>7</sup>	1,19·10 <sup>8</sup>	+6,50·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	8,53·10 <sup>9</sup>	2,13·10 <sup>7</sup>	3,61·10 <sup>7</sup>	+1,48·10 <sup>7</sup>
<b>ЦЕЗИЙ-137</b>			3,37·10 <sup>9</sup>	1,94·10 <sup>9</sup>	-1,43·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	7,15·10 <sup>8</sup>	5,63·10 <sup>6</sup>	1,67·10 <sup>6</sup>	-3,96·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	2,54·10 <sup>9</sup>	6,63·10 <sup>6</sup>	2,27·10 <sup>7</sup>	+1,61·10 <sup>7</sup>

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс,	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел.(+), сниж.(-) выбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
		Бк/год	в 2018 г.	в 2019 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	2,17·10 <sup>4</sup>	2,20·10 <sup>4</sup>	+3,00·10 <sup>2</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	1,32·10 <sup>7</sup>	2,25·10 <sup>7</sup>	+9,30·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	1,26·10 <sup>7</sup>	4,35·10 <sup>7</sup>	+3,09·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	3,68·10 <sup>9</sup>	3,80·10 <sup>7</sup>	3,00·10 <sup>7</sup>	-8,00·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	9,92·10 <sup>7</sup>	7,49·10 <sup>7</sup>	-2,43·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	1,20·10 <sup>7</sup>	6,73·10 <sup>6</sup>	-5,27·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	2,69·10 <sup>8</sup>	4,31·10 <sup>7</sup>	7,88·10 <sup>5</sup>	-4,23·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	1,77·10 <sup>7</sup>	3,10·10 <sup>7</sup>	+1,33·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	2,17·10 <sup>9</sup>	6,81·10 <sup>7</sup>	1,70·10 <sup>7</sup>	-5,11·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	1,17·10 <sup>10</sup>	6,33·10 <sup>6</sup>	5,84·10 <sup>6</sup>	-4,90·10 <sup>5</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	7,60·10 <sup>9</sup>	4,82·10 <sup>8</sup>	5,43·10 <sup>8</sup>	+6,10·10 <sup>7</sup>
	АО «ОДЦ УГР»	5,70·10 <sup>10</sup>	1,76·10 <sup>7</sup>	3,11·10 <sup>7</sup>	+1,35·10 <sup>7</sup>
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	1,96·10 <sup>8</sup>	8,30·10 <sup>4</sup>	1,00·10 <sup>5</sup>	+1,70·10 <sup>4</sup>
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	4,54·10 <sup>9</sup>	2,11·10 <sup>8</sup>	7,15·10 <sup>6</sup>	-2,04·10 <sup>8</sup>
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	1,55·10 <sup>8</sup>	1,10·10 <sup>6</sup>	2,05·10 <sup>5</sup>	-8,95·10 <sup>5</sup>
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,44·10 <sup>7</sup>	1,97·10 <sup>5</sup>	1,38·10 <sup>5</sup>	-5,90·10 <sup>4</sup>
	ФГУП «ГХК»	5,05·10 <sup>12</sup>	6,53·10 <sup>7</sup>	1,27·10 <sup>8</sup>	+6,17·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,57·10 <sup>10</sup>	3,35·10 <sup>5</sup>	2,52·10 <sup>5</sup>	-8,30·10 <sup>4</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	5,70·10 <sup>10</sup>	1,36·10 <sup>9</sup>	9,19·10 <sup>8</sup>	-4,41·10 <sup>8</sup>
	ФГУП «РАДОН» НПК	4,89·10 <sup>7</sup>	2,36·10 <sup>6</sup>	2,77·10 <sup>6</sup>	+4,10·10 <sup>5</sup>
	ФГУП «Атомфлот»	9,88·10 <sup>8</sup>	9,10·10 <sup>8</sup>	4,90·10 <sup>7</sup>	-8,61·10 <sup>8</sup>
<b>ЦЕЗИЙ-138</b>			4,68·10 <sup>9</sup>	2,00·10 <sup>10</sup>	-1,53·10 <sup>10</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,10·10 <sup>11</sup>	4,68·10 <sup>9</sup>	2,00·10 <sup>10</sup>	-1,53·10 <sup>10</sup>
<b>ЦЕРИЙ-141</b>			5,38·10 <sup>6</sup>	5,26·10 <sup>7</sup>	+4,72·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,57·10 <sup>7</sup>	5,08·10 <sup>6</sup>	5,24·10 <sup>7</sup>	+4,73·10 <sup>7</sup>
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,57·10 <sup>7</sup>	2,95·10 <sup>5</sup>	1,76·10 <sup>5</sup>	-1,19·10 <sup>5</sup>
<b>ЦЕРИЙ-144</b>			1,67·10 <sup>8</sup>	7,59·10 <sup>8</sup>	+5,92·10 <sup>8</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,30·10 <sup>7</sup>	3,00·10 <sup>7</sup>	7,32·10 <sup>8</sup>	+7,02·10 <sup>8</sup>
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	7,24·10 <sup>7</sup>	1,08·10 <sup>6</sup>	8,31·10 <sup>5</sup>	-2,49·10 <sup>5</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,92·10 <sup>9</sup>	1,36·10 <sup>8</sup>	2,72·10 <sup>7</sup>	-1,09·10 <sup>8</sup>
<b>ЦИНК-65</b>			2,67·10 <sup>7</sup>	7,60·10 <sup>7</sup>	+4,93·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	7,78·10 <sup>10</sup>	-	2,95·10 <sup>6</sup>	+2,95·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	3,62·10 <sup>11</sup>	-	5,59·10 <sup>5</sup>	+5,59·10 <sup>5</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	6,06·10 <sup>8</sup>	2,66·10 <sup>7</sup>	7,23·10 <sup>7</sup>	+4,57·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	2,51·10 <sup>8</sup>	1,06·10 <sup>5</sup>	2,17·10 <sup>5</sup>	+1,11·10 <sup>5</sup>
<b>ЦИРКОНИЙ-95</b>			5,44·10 <sup>7</sup>	8,54·10 <sup>7</sup>	+3,10·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	3,83·10 <sup>11</sup>	-	1,68·10 <sup>7</sup>	+1,68·10 <sup>7</sup>
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,04·10 <sup>8</sup>	2,89·10 <sup>7</sup>	6,64·10 <sup>7</sup>	+3,75·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «Атомфлот»	2,74·10 <sup>7</sup>	2,53·10 <sup>7</sup>	1,38·10 <sup>6</sup>	-2,39·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	9,76·10 <sup>8</sup>	5,30·10 <sup>4</sup>	6,52·10 <sup>5</sup>	+5,99·10 <sup>5</sup>
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,72·10 <sup>7</sup>	1,22·10 <sup>5</sup>	1,61·10 <sup>5</sup>	+3,90·10 <sup>4</sup>

Таблица С.2

**Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2019 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2018 г.	2019 г.	
<b>ЕВРОПИЙ-154</b>			5,27·10 <sup>6</sup>	-	-5,27·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,22·10 <sup>9</sup>	5,27·10 <sup>6</sup>	-	-5,27·10 <sup>6</sup>
<b>ЖЕЛЕЗО-59</b>			2,09·10 <sup>8</sup>	5,64·10 <sup>7</sup>	-1,53·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	5,92·10 <sup>11</sup>	3,12·10 <sup>7</sup>	-	-3,12·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	6,70·10 <sup>11</sup>	1,16·10 <sup>6</sup>	-	-1,16·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	2,10·10 <sup>10</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	-	-1,33·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	2,89·10 <sup>10</sup>	2,54·10 <sup>7</sup>	5,55·10 <sup>7</sup>	+3,01·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,06·10 <sup>11</sup>	1,55·10 <sup>8</sup>	-	-1,55·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	2,38·10 <sup>10</sup>	1,03·10 <sup>6</sup>	7,56·10 <sup>5</sup>	-2,74·10 <sup>5</sup>
<b>ЙОД-131</b>			3,88·10 <sup>9</sup>	6,85·10 <sup>7</sup>	-3,81·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	4,60·10 <sup>12</sup>	1,30·10 <sup>6</sup>	-	-1,30·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	6,51·10 <sup>10</sup>	7,50·10 <sup>6</sup>	-	-7,50·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	2,60·10 <sup>12</sup>	4,69·10 <sup>5</sup>	-	-4,69·10 <sup>5</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	7,90·10 <sup>8</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	-	-1,33·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,82·10 <sup>12</sup>	3,10·10 <sup>7</sup>	6,85·10 <sup>7</sup>	+3,75·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	2,76·10 <sup>12</sup>	3,83·10 <sup>9</sup>	-	-3,83·10 <sup>9</sup>
<b>КОБАЛЬТ-58</b>			1,32·10 <sup>8</sup>	1,01·10 <sup>8</sup>	-3,10·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	4,13·10 <sup>10</sup>	1,40·10 <sup>6</sup>	-	-1,40·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	3,60·10 <sup>11</sup>	6,48·10 <sup>6</sup>	1,40·10 <sup>7</sup>	+7,52·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	2,90·10 <sup>10</sup>	6,01·10 <sup>5</sup>	-	-6,01·10 <sup>5</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,60·10 <sup>9</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	1,10·10 <sup>7</sup>	-2,30·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,82·10 <sup>12</sup>	1,54·10 <sup>7</sup>	7,59·10 <sup>7</sup>	+6,05·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,25·10 <sup>11</sup>	9,48·10 <sup>7</sup>	-	-9,48·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	2,10·10 <sup>11</sup>	6,66·10 <sup>4</sup>	-	-6,66·10 <sup>4</sup>
<b>КОБАЛЬТ-60</b>			4,70·10 <sup>9</sup>	5,39·10 <sup>8</sup>	-4,16·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,07·10 <sup>9</sup>	4,68·10 <sup>6</sup>	4,66·10 <sup>6</sup>	-2,00·10 <sup>4</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,67·10 <sup>10</sup>	3,81·10 <sup>7</sup>	8,70·10 <sup>7</sup>	+4,89·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	6,00·10 <sup>9</sup>	7,50·10 <sup>6</sup>	1,53·10 <sup>7</sup>	+7,80·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	6,39·10 <sup>10</sup>	3,20·10 <sup>6</sup>	3,60·10 <sup>6</sup>	+4,00·10 <sup>5</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,86·10 <sup>8</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	1,43·10 <sup>7</sup>	+1,00·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	8,54·10 <sup>10</sup>	1,55·10 <sup>7</sup>	5,26·10 <sup>7</sup>	+3,71·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	2,65·10 <sup>11</sup>	4,22·10 <sup>9</sup>	1,61·10 <sup>8</sup>	-4,06·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	2,20·10 <sup>11</sup>	4,25·10 <sup>6</sup>	1,64·10 <sup>6</sup>	-2,61·10 <sup>6</sup>

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2018 г.	2019 г.	
	ФГУП «Атомфлот»	$3,11 \cdot 10^8$	$3,45 \cdot 10^5$	$7,05 \cdot 10^6$	$+6,71 \cdot 10^6$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$7,22 \cdot 10^{10}$	-	$1,62 \cdot 10^5$	$+1,62 \cdot 10^5$
	ФГУП «ГХК»	$1,96 \cdot 10^{12}$	$3,93 \cdot 10^8$	$1,92 \cdot 10^8$	$-2,01 \cdot 10^8$
<b>МАРГАНЕЦ-54</b>			$1,59 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^8$	$-2,90 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$7,06 \cdot 10^{10}$	$3,63 \cdot 10^6$	$3,07 \cdot 10^6$	$-5,60 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$2,90 \cdot 10^9$	$1,15 \cdot 10^4$	$1,07 \cdot 10^7$	$+1,07 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2,13 \cdot 10^{10}$	$7,50 \cdot 10^6$	$7,50 \cdot 10^6$	$-9,60 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,9 \cdot 10^{10}$	$5,59 \cdot 10^5$	-	$-5,59 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$5,25 \cdot 10^8$	$1,33 \cdot 10^7$	$1,41 \cdot 10^7$	$+8,00 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,16 \cdot 10^{11}$	$1,67 \cdot 10^7$	$7,05 \cdot 10^7$	$+5,38 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6,34 \cdot 10^9$	$1,13 \cdot 10^8$	$1,43 \cdot 10^7$	$-9,87 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,69 \cdot 10^{10}$	$4,42 \cdot 10^6$	$1,72 \cdot 10^6$	$-2,70 \cdot 10^6$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1,00 \cdot 10^8$	$2,51 \cdot 10^3$	-	$-2,51 \cdot 10^3$
<b>ПЛУТОНИЙ-238</b>			$2,79 \cdot 10^8$	$4,68 \cdot 10^8$	$+1,89 \cdot 10^8$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина»	$1,30 \cdot 10^7$	$1,66 \cdot 10^5$	$1,35 \cdot 10^5$	$-3,10 \cdot 10^4$
	ФГУП «ГХК»	$3,42 \cdot 10^{10}$	$2,79 \cdot 10^8$	$4,68 \cdot 10^8$	$+1,89 \cdot 10^8$
<b>ПЛУТОНИЙ-239</b>			$2,44 \cdot 10^5$	$2,08 \cdot 10^5$	$-3,60 \cdot 10^4$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина»	$2,96 \cdot 10^6$	$2,44 \cdot 10^5$	$2,08 \cdot 10^5$	$-3,60 \cdot 10^4$
<b>РУТЕНИЙ-106</b>			$4,62 \cdot 10^8$	$4,63 \cdot 10^8$	$+1,00 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,40 \cdot 10^{10}$	$1,30 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^6$	0,00
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1,75 \cdot 10^{10}$	$6,42 \cdot 10^7$	$1,31 \cdot 10^8$	$+6,68 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$5,30 \cdot 10^{10}$	$5,47 \cdot 10^6$	-	$-5,47 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,90 \cdot 10^9$	$1,33 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^8$	$+9,77 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$9,42 \cdot 10^{10}$	$1,27 \cdot 10^8$	$2,07 \cdot 10^8$	$+8,00 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,28 \cdot 10^{10}$	$2,51 \cdot 10^8$	$1,38 \cdot 10^7$	$-2,37 \cdot 10^8$
<b>СТРОНЦИЙ-89</b>			$3,52 \cdot 10^9$	$4,49 \cdot 10^8$	$-3,07 \cdot 10^9$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,90 \cdot 10^{13}$	$1,87 \cdot 10^6$	-	$-1,87 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2,29 \cdot 10^{11}$	$1,76 \cdot 10^6$	-	$-1,76 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,20 \cdot 10^{12}$	$1,26 \cdot 10^7$	-	$-1,26 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,80 \cdot 10^9$	$5,34 \cdot 10^6$	-	$-5,34 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,11 \cdot 10^{13}$	$6,70 \cdot 10^7$	$4,49 \cdot 10^8$	$+3,82 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,66 \cdot 10^{11}$	$1,06 \cdot 10^5$	-	$-1,06 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$4,11 \cdot 10^{12}$	$3,43 \cdot 10^9$	-	$-3,43 \cdot 10^9$
<b>СТРОНЦИЙ-90</b>			$9,11 \cdot 10^{10}$	$5,31 \cdot 10^{10}$	$-3,80 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$5,37 \cdot 10^9$	$2,76 \cdot 10^8$	$2,61 \cdot 10^8$	$-1,50 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$4,29 \cdot 10^9$	$1,76 \cdot 10^6$	$3,60 \cdot 10^6$	$+1,84 \cdot 10^6$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2018 г.	2019 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	8,90·10 <sup>10</sup>	8,44·10 <sup>6</sup>	-	-8,44·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,30·10 <sup>8</sup>	5,34·10 <sup>6</sup>	-	+5,34·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,67·10 <sup>12</sup>	6,22·10 <sup>7</sup>	3,33·10 <sup>8</sup>	+2,71·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,54·10 <sup>9</sup>	1,52·10 <sup>4</sup>	-	-1,52·10 <sup>4</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	3,83·10 <sup>11</sup>	3,43·10 <sup>9</sup>	-	-3,43·10 <sup>9</sup>
	ФГУП «Атомфлот»	8,82·10 <sup>8</sup>	8,82·10 <sup>5</sup>	2,96·10 <sup>7</sup>	+2,87·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «ГХК»	4,85·10 <sup>11</sup>	8,24·10 <sup>9</sup>	2,45·10 <sup>9</sup>	-5,79·10 <sup>9</sup>
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,59·10 <sup>12</sup>	9,22·10 <sup>5</sup>	3,80·10 <sup>5</sup>	-5,42·10 <sup>5</sup>
	ФГУП «ПО «Маяк»	1,95·10 <sup>12</sup>	7,90·10 <sup>10</sup>	5,00·10 <sup>10</sup>	-2,90·10 <sup>10</sup>
	ФГУП «РАДОН» НПК	2,28·10 <sup>9</sup>	4,44·10 <sup>7</sup>	3,83·10 <sup>7</sup>	-6,10·10 <sup>6</sup>
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	4,00·10 <sup>7</sup>	9,13·10 <sup>4</sup>	1,13·10 <sup>6</sup>	+1,04·10 <sup>6</sup>
<b>СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ</b>			1,14·10 <sup>7</sup>	1,56·10 <sup>9</sup>	+1,54·10 <sup>9</sup>
	ФГУП «РАДОН» НПК	1,81·10 <sup>9</sup>	1,14·10 <sup>7</sup>	1,07·10 <sup>7</sup>	-7,00·10 <sup>5</sup>
	АО «СХК»		-	1,55·10 <sup>9</sup>	+1,55·10 <sup>9</sup>
<b>СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ</b>			8,57·10 <sup>7</sup>	8,57·10 <sup>7</sup>	+3,06·10 <sup>7</sup>
	ФГУП «РАДОН» НПК	3,77·10 <sup>9</sup>	8,57·10 <sup>7</sup>	3,50·10 <sup>7</sup>	-5,07·10 <sup>7</sup>
	АО «СХК»	7,40·10 <sup>10</sup>	-	6,99·10 <sup>9</sup>	+6,99·10 <sup>9</sup>
<b>ТРИТИЙ</b>			3,97·10 <sup>13</sup>	4,16·10 <sup>13</sup>	+1,90·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	6,27·10 <sup>12</sup>	2,50·10 <sup>11</sup>	2,43·10 <sup>11</sup>	-7,00·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	4,30·10 <sup>14</sup>	3,29·10 <sup>9</sup>	3,44·10 <sup>9</sup>	-1,50·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	8,76·10 <sup>12</sup>	9,10·10 <sup>9</sup>	1,21·10 <sup>10</sup>	+3,00·10 <sup>9</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	5,61·10 <sup>13</sup>	1,37·10 <sup>13</sup>	9,79·10 <sup>12</sup>	-3,91·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,02·10 <sup>14</sup>	1,10·10 <sup>11</sup>	1,24·10 <sup>11</sup>	+1,40·10 <sup>10</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	2,13·10 <sup>14</sup>	3,70·10 <sup>12</sup>	8,86·10 <sup>12</sup>	+5,16·10 <sup>12</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,04·10 <sup>15</sup>	2,15·10 <sup>13</sup>	2,22·10 <sup>13</sup>	+7,00·10 <sup>11</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	3,13·10 <sup>12</sup>	3,25·10 <sup>11</sup>	2,52·10 <sup>11</sup>	-7,30·10 <sup>10</sup>
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	3,25·10 <sup>15</sup>	1,68·10 <sup>10</sup>	1,30·10 <sup>10</sup>	-3,80·10 <sup>9</sup>
	ФГУП «РАДОН» НПК	2,62·10 <sup>13</sup>	3,37·10 <sup>10</sup>	2,34·10 <sup>10</sup>	-1,03·10 <sup>10</sup>
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	2,00·10 <sup>11</sup>	1,19·10 <sup>10</sup>	7,20·10 <sup>9</sup>	-4,70·10 <sup>9</sup>
<b>СУММА НУКЛИДОВ УРАНА</b>			1,93·10 <sup>10</sup>	1,96·10 <sup>10</sup>	+3,00·10 <sup>7</sup>
	ПАО «ЛПГХО»	1,86·10 <sup>10</sup>	1,48·10 <sup>10</sup>	1,82·10 <sup>10</sup>	+3,40·10 <sup>9</sup>
	ПАО «МСЗ»	1,28·10 <sup>10</sup>	4,31·10 <sup>9</sup>	1,21·10 <sup>9</sup>	-3,10·10 <sup>9</sup>
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	6,00·10 <sup>7</sup>	8,98·10 <sup>5</sup>	1,51·10 <sup>6</sup>	+6,12·10 <sup>5</sup>
	ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»	1,58·10 <sup>8</sup>	1,58·10 <sup>8</sup>	1,58·10 <sup>8</sup>	0,00
<b>ХРОМ-51</b>			8,48·10 <sup>8</sup>	2,32·10 <sup>8</sup>	-6,16·10 <sup>8</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	2,53·10 <sup>12</sup>	1,30·10 <sup>7</sup>	-	-1,30·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	4,87·10 <sup>13</sup>	6,13·10 <sup>7</sup>	-	-6,13·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	5,40·10 <sup>13</sup>	3,32·10 <sup>6</sup>	-	-3,32·10 <sup>6</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,10·10 <sup>12</sup>	1,33·10 <sup>7</sup>	-	-1,33·10 <sup>7</sup>
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	5,55·10 <sup>13</sup>	1,29·10 <sup>8</sup>	2,32·10 <sup>8</sup>	+1,03·10 <sup>8</sup>



Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2018 г.	2019 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6,22 \cdot 10^{12}$	$6,28 \cdot 10^9$	-	$-6,28 \cdot 10^9$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,13 \cdot 10^{12}$	-	-	$-1,88 \cdot 10^6$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$3,10 \cdot 10^8$	-	$6,84 \cdot 10^3$	$+6,84 \cdot 10^3$
<b>ЦЕЗИЙ-134</b>			$8,77 \cdot 10^8$	$1,73 \cdot 10^8$	$-7,04 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,73 \cdot 10^9$	$1,82 \cdot 10^6$	$8,29 \cdot 10^6$	$+6,47 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$6,31 \cdot 10^9$	$8,16 \cdot 10^6$	$1,67 \cdot 10^7$	$+8,54 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1,18 \cdot 10^{10}$	$2,07 \cdot 10^6$	$2,08 \cdot 10^6$	$+1,00 \cdot 10^4$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,73 \cdot 10^8$	$1,33 \cdot 10^7$	$1,29 \cdot 10^7$	$-4,00 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$3,74 \cdot 10^{10}$	$1,56 \cdot 10^7$	$3,41 \cdot 10^7$	$+1,85 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1,76 \cdot 10^{10}$	$8,36 \cdot 10^8$	$9,87 \cdot 10^7$	$-7,37 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,26 \cdot 10^9$	$5,30 \cdot 10^3$	-	$-5,30 \cdot 10^3$
	ФГУП «Атомфлот»	$3,89 \cdot 10^7$	-	$2,33 \cdot 10^5$	$+2,33 \cdot 10^5$
<b>ЦЕЗИЙ-137</b>			$1,93 \cdot 10^{10}$	$6,86 \cdot 10^9$	$-1,24 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,60 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^8$	$+4,70 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$9,64 \cdot 10^9$	$8,16 \cdot 10^6$	$1,67 \cdot 10^7$	$+8,54 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1,27 \cdot 10^{10}$	$4,24 \cdot 10^6$	$2,91 \cdot 10^6$	$-1,33 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2,93 \cdot 10^8$	$1,33 \cdot 10^7$	$1,86 \cdot 10^7$	$+5,30 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$5,93 \cdot 10^{10}$	$1,70 \cdot 10^7$	$3,76 \cdot 10^7$	$+2,06 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,88 \cdot 10^{10}$	$8,53 \cdot 10^8$	$1,22 \cdot 10^8$	$-7,31 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,99 \cdot 10^9$	$1,87 \cdot 10^6$	$1,32 \cdot 10^6$	$-5,50 \cdot 10^5$
	ФГУП «РАДОН» НПК	$9,23 \cdot 10^8$	$2,55 \cdot 10^7$	$1,89 \cdot 10^7$	$-6,60 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,69 \cdot 10^7$	$6,24 \cdot 10^6$	$4,88 \cdot 10^7$	$+4,26 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$7,25 \cdot 10^{11}$	$1,83 \cdot 10^{10}$	$6,44 \cdot 10^9$	$-1,19 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2,72 \cdot 10^{12}$	$1,35 \cdot 10^6$	$7,53 \cdot 10^5$	$-5,97 \cdot 10^5$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина»	$9,00 \cdot 10^7$	$9,59 \cdot 10^5$	$2,47 \cdot 10^6$	$+1,51 \cdot 10^6$
<b>ЦЕРИЙ-144</b>			$7,23 \cdot 10^8$	$4,04 \cdot 10^8$	$-3,19 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,22 \cdot 10^{10}$	$1,13 \cdot 10^7$	$5,41 \cdot 10^6$	$-5,89 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2,28 \cdot 10^{10}$	$5,51 \cdot 10^7$	$1,13 \cdot 10^8$	$+5,79 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1,80 \cdot 10^{12}$	$2,25 \cdot 10^6$	-	$-2,25 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,48 \cdot 10^{10}$	$1,33 \cdot 10^7$	$6,86 \cdot 10^7$	$+5,53 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,49 \cdot 10^{11}$	$1,27 \cdot 10^8$	$2,17 \cdot 10^8$	$+9,00 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,07 \cdot 10^{12}$	$5,15 \cdot 10^8$	-	$+5,15 \cdot 10^8$
<b>ЦИНК-65</b>			$2,41 \cdot 10^8$	$1,48 \cdot 10^8$	$-9,30 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,91 \cdot 10^{10}$	$4,54 \cdot 10^6$	$2,10 \cdot 10^6$	$-2,44 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1,52 \cdot 10^{10}$	$1,61 \cdot 10^7$	$3,29 \cdot 10^7$	$+1,68 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6,70 \cdot 10^{10}$	$4,90 \cdot 10^6$	$5,25 \cdot 10^6$	$+3,50 \cdot 10^5$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел.(+), сниж.(-) сбросов в 2019 г. по сравнению с 2018 г.
			2018 г.	2019 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$7,68 \cdot 10^8$	$1,33 \cdot 10^7$	$2,39 \cdot 10^7$	$+1,06 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,29 \cdot 10^{11}$	$3,37 \cdot 10^7$	$8,17 \cdot 10^7$	$+4,80 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1,59 \cdot 10^{11}$	$1,68 \cdot 10^8$	-	$-1,68 \cdot 10^8$
<b>ЦИРКОНИЙ-95</b>			$1,91 \cdot 10^8$	$7,87 \cdot 10^7$	$-1,12 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,49 \cdot 10^{10}$	$3,25 \cdot 10^6$	-	$-3,25 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1,18 \cdot 10^{13}$	$1,32 \cdot 10^7$	-	$-1,32 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,40 \cdot 10^{11}$	$9,50 \cdot 10^5$	-	$-9,50 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2,10 \cdot 10^{10}$	$1,33 \cdot 10^7$	-	$-1,33 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2,20 \cdot 10^{11}$	$2,97 \cdot 10^7$	$7,85 \cdot 10^7$	$+4,88 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$4,63 \cdot 10^{10}$	$1,28 \cdot 10^8$	-	$-1,28 \cdot 10^8$
	ФГУП «Атомфлот»	$7,80 \cdot 10^9$	$2,34 \cdot 10^6$	-	$-2,34 \cdot 10^6$

Приложение D

Таблица 1

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2019 году,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs
Январь	9	-	21	-	16	-	10	-	16	-	15	-	13	-
Февраль	8	-	16	-	12	-	16	-	18	-	8	-	12	-
Март	7	-	16	-	18	-	13	-	21	-	9	-	8	-
Апрель	15	-	27	-	26	-	36	-	22	-	17	-	18	-
Май	12	-	19	-	22	-	16	-	15	-	12	-	13,5	-
Июнь	7	-	22	-	21	-	15	-	13	-	14	-	17	-
Июль	12	-	16	-	19	-	15	-	12	-	11	-	12,5	-
Август	8	-	18	-	18	-	16	-	13	-	12	-	17	-
Сентябрь	7	-	19	-	15	-	13	-	14	-	12,5	-	14	-
Октябрь	14	-	18	-	22	-	14	-	15	-	12,5	-	23,5	-
Ноябрь	25	-	18	-	21	-	27	-	16	-	15	-	24,5	-
Декабрь	13	-	18	-	13	-	19	-	13	-	13	-	16	-
Среднее														
<b>2019 г.</b>	<b>11,4</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>18,4</b>	<b>2,5</b>	<b>17,5</b>	<b>6,5</b>	<b>15,7</b>	<b>12,5</b>	<b>12,6</b>	<b>8,5</b>	<b>15,8</b>	<b>11</b>
2018 г.	8,8	0,2	30	1,4	24	0,3	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	0,33	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 ст. Аэрологическая, г. Ереван в 2019 году, Бк/м<sup>2</sup>·сутки

Месяц	макс.	мин.	сред.	сумма
	2,63	0,06	0,77	23,92
	2,27	0,03	0,75	21,13
	1,81	0,06	0,64	19,91
	2,24	0,03	0,72	21,59
	1,84	0,06	0,68	21,03
	2,21	0,03	0,77	23,08
	2,24	0,06	0,66	20,52
	2,38	0,03	0,90	27,80
	2,66	0,01	0,72	21,50
	2,91	0,02	0,74	23,07
	2,74	0,02	1,05	31,41
	2,12	0,01	0,66	20,35
			<b>0,76</b>	<b>22,94</b>
<b>год</b>				<b>275,31</b>
	2,91		1,05	31,41
мин.		0,01	0,64	19,91

## Приложение Е

Объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2019 г.

Код	Субъект РФ	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.	$\Sigma\beta$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.
01	Республика Адыгея	0,3**	0,05**	128**
02	Республика Алтай	0,2**	0,15**	135**
03	Республика Башкортостан	0,2**	0,15**	135**
04	Республика Бурятия	0,1**	0,15**	297**
05	Республика Дагестан	0,3**	0,05**	128**
06	Республика Ингушетия	0,3**	0,05**	128**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,3**	0,05**	128**
08	Республика Калмыкия	0,3**	0,05**	128**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,3**	0,05**	128**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,3/0,7*	0,08*	183/1259*
11	Республика Коми (Ухта, Сыктывкар)	<0,1/0,1* <0,1/0,1*	0,02* 0,03*	25/133* 26/198*
12	Республика Марий Эл	0,3**	0,05**	188**
13	Республика Мордовия	0,3**	0,05**	188**
14	Республика Саха (Якутия, Якутск)	<0,1 /0,1*	0,11*	291/1314*
15	Республика Северная Осетия	0,3**	0,05**	128**
16	Республика Татарстан (Казань)	<0,1 /0,1*	0,01*	196/1051*
17	Республика Тыва (Кызыл)	<0,1 /0,1*	0,11*	34/207*
18	Удмуртская Республика	0,3**	0,05**	188**
19	Республика Хакасия	0,2**	0,15**	135**
20	Чеченская Республика	0,3**	0,05**	128**
21	Чувашская Республика	0,3**	0,05**	188**
22	Алтайский край (Барнаул)	0,4/0,9*	0,04*	205/1592*
23	Камчатский край	<0,1**	0,09**	205**
24	Краснодарский край	0,3**	0,05**	128**
25	Красноярский край (Красноярск) ГХК 100-км зона (по 3-м п. наблюдения)	<0,1/0,1* /0,3*	0,05* /0,44*	61/325* /2116*
26	Приморский край (Владивосток)	<0,1/0,1*	0,10*	387/1163*
27	Ставропольский край	0,3**	0,05**	128**
28	Хабаровский край (Хабаровск)	<0,1/0,1*	0,07*	526/1221*
29	Амурская область (Благовещенск)	0,1/0,3*	0,28*	472/1729*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,1/0,2* 0,1/0,2*	0,06* 0,04*	44/309* 57/431*
31	Астраханская область (Астрахань.)	0,4/0,5*	0,09*	169/488*
32	Белгородская область	0,3**	0,05**	188**
33	Брянская область (Брянск)	0,4/0,7*	0,04*	35/68*
34	Владимирская область	0,3**	0,05**	188**
35	Волгоградская область (Волгоград)	0,2/0,3*	0,02*	71/337*
36	Вологодская область (Вологда)	<0,1/0,1*	0,01*	39/703*
37	Воронежская область	0,3**	0,05**	188**
38	Ивановская область	0,3**	0,05**	188**
39	Иркутская область (Иркутск) (Ангарск)	0,1/0,2* 0,1/0,1*	0,36* 0,25*	326/1204* 234/915*
40	Калининградская область	0,2**	0,05**	80**
41	Калужская область (Обнинск)	0,4/0,6*	0,07*	235/998*
42	Кемеровская область	0,2**	0,15**	135**
43	Кировская область (Киров)	0,2/0,3*	0,08*	163/365
44	Костромская область	0,3**	0,05**	188**
45	Курганская область	0,2**	0,15**	135**
46	Курская область (Курск)	0,7/1,6*	0,05*	197/718*
47	Ленинградская область	0,2**	0,05**	80**
48	Санкт-Петербург	0,6/0,4*	0,09*	95/238*
49	Липецкая область	0,3**	0,05**	188**
50	Магаданская область (Магадан)	0,1/0,2	0,05*	82/278*
51	Московская область (Подмосковная)	0,4/0,5*	0,05*	210/1037*
52	Москва	0,3**	0,05**	188**
53	Мурманская область (Мурманск, Зашеек)	0,1/0,1* 0,2/0,3*	0,04* 0,02*	79/306* 64/320*

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.
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,3/0,4*	0,07*	213/868*
55	Новгородская область (Охоны)	0,1/0,3*	0,05*	47/123*
56	Новосибирская область	0,2**	0,15**	135**
57	Омская область (Омск)	0,2/0,4*	0,27*	199/884*
58	Оренбургская область	0,3**	0,05**	188**
59	Орловская область	0,3**	0,05**	188**
60	Пензенская область (Пенза)	0,2/0,6*	0,02*	29/95*
61	Пермский край	0,2**	0,15**	135**
62	Псковская область	0,2**	0,05**	80**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	0,3/0,4* 0,2/0,4*	0,03* 0,04*	87/267* 78/317*
64	Рязанская область	0,3**	0,05**	188**
65	Самарская область (Самара)	0,3/0,3*	0,03*	187/4260*
66	Саратовская область	0,3**	0,05**	188**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	0,1/0,2*	0,07*	165/344*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,4/0,5*	0,32*	179/677*
69	Смоленская область	0,3**	0,05**	188**
70	Тамбовская область	0,3**	0,05**	188**
71	Тверская область	0,3**	0,05**	188**
72	Томская область (Томск) (Колпашево)	<0,1/0,1* 0,1/0,2*	0,19* 0,04*	219/2282* 26/144*
73	Тульская область	0,3**	0,05**	188**
74	Тюменская область	0,2**	0,15**	135**
75	Ульяновская область	0,3**	0,05**	188**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,2** 1,3/2,4* 0,4/1,1* 1,6/6,3*	0,15**	135** 277/639* 137/415* 145/422*
77	Забайкальский край (Чита)	<0,1/0,1*	0,06*	82/373*
78	Ярославская область	0,3**	0,05**	188**
79	Еврейский АО	0,1**	0,15**	297**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	<0,1/0,1*	0,02*	19/104*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	<0,1/0,1*	0,04*	86/288*
82	Чукотский АО	<0,1**	0,09**	205**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	<0,1/0,1*	0,02*	74/325*

Примечание: среднее/макс. – среднегодовое значение/максимальное значение (месячное или квартальное для

$^{137}\text{Cs}$ , суточное – для  $\Sigma\beta$ );

\* – значение, полученное экспериментальным (измеренным) путем, при наличии воздухофильтрующих установок (ВФУ) в данном субъекте РФ. Если на территории субъекта РФ расположено несколько ВФУ, то берется их среднее значение;

\*\* – значение, полученное расчетным путем, методом усреднения данных (средневзвешенные величины) по географическим районам РФ: Заполярье, Север, Центр, Юг, Западная Сибирь, Север Восточной Сибири, Юг Восточной Сибири (см. Приложение В)

Приложение F

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

<sup>3</sup> H	тритий	12,35 (лет)	<sup>131</sup> I	йод-131	8,04 (сут)
<sup>7</sup> Be	бериллий-7	53,3 (сут)	<sup>132</sup> I	йод-132	2,30 (час)
<sup>14</sup> C	углерод-14	5,73·10 <sup>3</sup> (лет)	<sup>132</sup> Te	теллур-132	78,2 (час)
<sup>22</sup> Na	натрий-22	2,60 (лет)	<sup>133</sup> I	йод-133	20,8 (час)
<sup>24</sup> Na	натрий-24	15,0 (час)	<sup>135</sup> I	йод-135	6,61 (час)
<sup>32</sup> P	фосфор-32	14,3 (сут)	<sup>133</sup> Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
<sup>40</sup> K	калий-40	1,28·10 <sup>9</sup> (лет)	<sup>135</sup> Xe	ксенон-135	9,083 (час)
<sup>41</sup> Ar	аргон-41	1,83 (час)	<sup>135m</sup> Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
<sup>44</sup> Ti	титан-44	47,3 (лет)	<sup>138</sup> Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
<sup>46</sup> Sc	скандий-46	83,8 (сут)	<sup>134</sup> Cs	цезий-134	2,062 (лет)
<sup>51</sup> Cr	хром-51	27,7 (сут)	<sup>137</sup> Cs	цезий-137	30,174 (лет)
<sup>54</sup> Mn	марганец-54	312,5 (сут)	<sup>133</sup> Ba	барий-133	10,5 (лет)
<sup>56</sup> Mn	марганец-56	2,6 (час)	<sup>140</sup> Ba	барий-140	12,74 (сут)
<sup>55</sup> Fe	железо-55	2,72 (лет)	<sup>140</sup> La	лантан-140	1,68 (сут)
<sup>59</sup> Fe	железо-59	45 (сут)	<sup>139</sup> Ce	церий-139	139,3 (сут)
<sup>57</sup> Co	кобальт-57	270,9 (сут)	<sup>141</sup> Ce	церий-141	32,5 (сут)
<sup>58</sup> Co	кобальт-58	70,8 (сут)	<sup>144</sup> Ce	церий-144	284,3 (сут)
<sup>60</sup> Co	кобальт-60	5,27 (лет)	<sup>144</sup> Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
<sup>59</sup> Ni	никель-59	7,50·10 <sup>4</sup> (лет)	<sup>145</sup> Sm	самарий-145	340 (сут)
<sup>63</sup> Ni	никель-63	100,1 (лет)	<sup>147</sup> Pm	прометий-147	2,62 (лет)
<sup>64</sup> Cu	медь-64	12,7 (час)	<sup>152</sup> Eu	европий-152	13,33 (лет)
<sup>65</sup> Zn	цинк-65	243,9 (сут)	<sup>154</sup> Eu	европий-154	8,80 (лет)
<sup>68</sup> Ge	германий-68	288 (сут)	<sup>153</sup> Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
<sup>68</sup> Ga	галлий-68	68,0 (мин)	<sup>169</sup> Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
<sup>75</sup> Se	селен-75	118,45 (сут)	<sup>170</sup> Tm	тулий-170	128,6 (сут)
<sup>76</sup> As	мышьяк-76	26,32 (час)	<sup>182</sup> Ta	тантал-182	115,0 (сут)
<sup>85</sup> Kr	криптон-85	10,71 (лет)	<sup>192</sup> Ir	иридий-192	74,02 (сут)
<sup>85m</sup> Kr	криптон-85m	4,48 (час)	<sup>203</sup> Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
<sup>87</sup> Kr	криптон-87	76,31 (мин)	<sup>204</sup> Tl	таллий-204	3,78 (лет)
<sup>88</sup> Kr	криптон-88	2,84 (час)	<sup>209</sup> Po	полоний-209	102 (лет)
<sup>89</sup> Sr	стронций-89	50,5 (сут)	<sup>210</sup> Pb	свинец-210	22,3 (лет)
<sup>90</sup> Sr	стронций-90	29,12 (лет)	<sup>210</sup> Po	полоний-210	138,4 (сут)
<sup>88</sup> Y	иттрий-88	107,15 (сут)	<sup>212</sup> Pb	свинец-212	10,64 (час)
<sup>90</sup> Y	иттрий-90	2,67 (сут)	<sup>220</sup> Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
<sup>91</sup> Y	иттрий-91	58,5 (сут)	<sup>222</sup> Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
<sup>91m</sup> Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	<sup>226</sup> Ra	радий-226	1,6·10 <sup>3</sup> (лет)
<sup>95</sup> Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	<sup>228</sup> Ra	радий-228	5,75 (лет)
<sup>95</sup> Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	<sup>228</sup> Ac	актиний-228	6,13 (час)
<sup>99</sup> Mo	молибден-99	2,75 (сут)	<sup>232</sup> Th	торий-232	1,405·10 <sup>10</sup> (лет)
<sup>99m</sup> Tc	технеций-99m	6,006 (час)	<sup>234</sup> U	уран-234	2,445·10 <sup>5</sup> (лет)
<sup>103</sup> Ru	рутений-103	39,28 (сут)	<sup>235</sup> U	уран-235	7,04·10 <sup>8</sup> (лет)
<sup>106</sup> Ru	рутений-106	368,2 (сут)	<sup>238</sup> U	уран-238	4,47·10 <sup>9</sup> (лет)
<sup>106</sup> Rh	родий-106	29,9 (с)	<sup>239</sup> U	уран-239	23,40 (мин)
<sup>110m</sup> Ag	серебро-110m	250 (сут)	<sup>239</sup> Np	нептуний-239	2,355 (сут)
<sup>109</sup> Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	<sup>238</sup> Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
<sup>115</sup> Cd	кадмий-115	53,46 (час)	<sup>239</sup> Pu	плутоний-239	2,41·10 <sup>4</sup> (лет)
<sup>113</sup> Sn	олово-113	115,2 (сут)	<sup>240</sup> Pu	плутоний-240	6,54·10 <sup>3</sup> (лет)
<sup>119m</sup> Sn	олово-119m	250 (сут)	<sup>241</sup> Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
<sup>122</sup> Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	<sup>241</sup> Am	америций-241	432 (лет)
<sup>124</sup> Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	<sup>243</sup> Am	америций-243	7380 (лет)
<sup>125</sup> Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	<sup>252</sup> Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

