

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 2017 году**

ЕЖЕГОДНИК

ОБНИНСК
2018

Утверждено:

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

Согласовано:

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

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

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

УДК 504.064:632.95

Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2017 году» – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун». – 2018. 376 с.

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., Гниломедов В. Д., Богачева Е. Г., Полянская О. Н., Петренко Г. И., Сапожникова А. А., Уваров А. Д., Козлова Е. Г., Тарасенко А. О., Епифанов А. О., Степанова К. В., Ромашин Д. В.

УГМС

Пуканов С. И., Стержнева Е. Л., Моисеенко А. А., Бураго С. Г., Медведева Э. П., Третьяков В. Н., Андриянова Н. В., Васильковская О. П., Криворучко Н. И., Низовская Н. А., Роговский И. А., Осинцева Т. Н., Замятина Э. А., Голубцова И. В., Ляшко О. Л., Землякова Н. В., Дубровская О. Г., Кубай Б. В., Скалыга О. Р., Григорьев В. Д., Черешинская В. Ю., Башкиров Н. И., Севостьянов П. В., Насыров А. М., Сенкевич Н. В., Московская И. В., Таничева И. В., Лепехов В. А., Ивкин А. С., Хазова Е. Ю., Калиновская Л. В., Климашевский А. В., Репникова И. В., Генералова Е. Н., Паршин В. В., Кузьмич В. И., Тевс Н. П., Кейлер В. А., Ткаченко Н. В., Сакова Н. Н., Полякова В. С., Шевченко Н. А., Немцева Т. Г., Девятова Н. Ф., Ульянов Р. Е., Мингазов А. С., Бигильдеева Н. Р., Сергейчук Е. Е., Еремин В. В., Шлёнская Н. С., Борисенко А. Г., Горохольская В. З., Иванова И. Н., Эмина Л. А., Пилипенко Т. Е., Чаус О. М., Устинова А. А., Павлова Т. В., Цепелев В. Ю., Костогладова Н. Н., Хрисанфов Ю. В., Фурсов Н. А., Дудник О. В., Сопин С. Е.

ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ»

Якушкин В. С.

МосНПО «Радон»

Гордеев С. К., Пташкин А. Г., Чистовский Ю. В.

ФГУП «НО РАО»

Иванова О. И., Старкова М. В.

ОАО ППГХО

Кириченко Т. Г.

ФГУП «ПО «Маяк»

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

Раздел 3

ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»

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

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., Сопин С. Е. и др.

АО «Концерн Росэнергоатом»

Хлебцевич В. Е.

Балаковская АЭС

Ковязин В. Л., Гребнев А. Н.

Белоярская АЭС

Шонохов А. В., Кропачев Ю. А.

Билибинская АЭС

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

Калининская АЭС

Ткачук В. А., Соколов П. В.

Кольская АЭС	Никишаев П. И., Чирков А. Ю.
Курская АЭС	Речкиман А. Э., Березницкий А. Л.
Ленинградская АЭС	Петров С. И., Сухоруков О. П., Степанов С. В.
Нововоронежская АЭС	Прытков А. Н., Росновский С. В.
Смоленская АЭС	Краснов И. М., Кулеватов А. С.
Ростовская АЭС	Макеев В. В., Банников Г. Н., Симаков А. Ю.
УрО РАН	Чеботина М. Я., Николин О. А.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю. Г., Алексахин А. И., Коновалов А. В., Бакуров А. С., Антонова Т. А., Фирсов Н. В.
ФГУП «ГХК»	Шишлов А. Е., Садырев Д. Ю.
Раздел 4	
ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В. Г., Каткова М. Н., Вакуловский С. М., Яхрюшин В. Н., Полянская О. Н.
Уральское УГМС	Замятина Э. А., Банникова О. А., Роговский И. А., Голубцова И. В.
ФГУП «ПО «Маяк»	Мокров Ю. Г., Алексахин А. И., Бакуров А. С., Антонова Т. А., Фирсов Н. В.
Раздел 5	
ФГБУ «НПО «Тайфун»	Гниломедов В. Д.
РЦРКМ Республики Беларусь	Лабазнов Р. Ю., Герменчук М. Г., Жукова О. М., Бакарикова Ж. В., Коваленко М. К.
Национальный ядерный центр Республики Казахстан	Стрильчук Ю. Г., Лукашенко С. Н., Айдарханов А. О., Ляхова О. Н., Ларионова Н. В., Яковенко Ю. Ю., Умаров М. А., Паницкий А. В., Субботин С. Б. и др.
Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу	Варданян Л., Асикян А.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	8
Введение.....	12
1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ.....	16
Список литературы к введению и разделу 1.....	39
2. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ	41
2.1. Центральный федеральный округ	41
2.1.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	47
2.1.2. РОО Обнинска	53
2.2. Северо-Западный федеральный округ	61
2.2.1. РОО г. Северодвинска.....	68
2.2.2. РОО на территории Мурманской области	78
2.2.3. ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО»	84
2.3. Южный федеральный округ	84
2.3.1. ПЗРО Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	89
2.3.2. ПЗРО Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	89
2.3.3. Республика Крым.....	90
2.4. Северо-Кавказский федеральный округ	92
2.4.1 ПЗРО Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	94
2.5. Приволжский федеральный округ	95
2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровград.....	101
2.5.2. РОО на территории Верхне-Волжского района.....	105
2.6. Уральский федеральный округ	111
2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона	116
2.6.2. ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	118
2.6.3. ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (ЧПЗРО)	120
2.7. Сибирский федеральный округ	120
2.7.1. Новосибирский завод химконцентратов	126
2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	132
2.7.3. Ангарский электролизный химический комбинат.....	140
2.7.4. ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	145
2.7.5. ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО».....	149
2.8. Дальневосточный федеральный округ	151
2.8.1. РОО на территории Камчатской области	156
Список литературы к разделу 2	159

3. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС и крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла	161
3.1. Балаковская АЭС	161
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	210
3.7. Ленинградская АЭС	223
3.8. Нововоронежская АЭС	231
3.9. Ростовская АЭС	240
3.10. Смоленская АЭС	247
3.11. Производственное объединение «Маяк»	253
3.12. Горно-химический комбинат	271
3.13. Сибирский химический комбинат	287
Список литературы к разделу 3	296
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 ЧАЭС	301
Список литературы к разделу 4	303
5. Радиационная обстановка на территориях сопредельных государств	304
5.1. Республика Беларусь	304
5.2. Армения	310
5.3. Радиоэкологическое состояние «южной» части территории Семипалатинского испытательного полигона	311
Список литературы к разделу 5	337
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2017 году	339
Приложение А	342
Приложение В	356
Приложение С	357
Приложение Д	371
Приложение Е	372
Приложение F	375

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
АЭХК	– Ангарский электролизный химический комбинат
БАЭС	– Белоярская АЭС
БиАЭС	– Билибинская АЭС
Бк/кг в.-с.	– Бк/кг воздушно-сухой массы
БН	– ядерный реактор на быстрых нейтронах
ВВЭР	– водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВМФ	– Военно-морской флот
ВНИИ	– Всероссийский НИИ
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	– ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВТ	– вентиляционная труба
ВФУ	– воздухофильтрующая установка
ГМЗ	– гидрометаллургический завод
ГМК	– горно-металлургический комбинат
ГНЦ	– государственный научный центр
ГО	– городской округ
ГУ	– государственное учреждение
ГУП	– государственное унитарное предприятие
ГХК	– Горно-химический комбинат
ГЭС	– гидроэлектростанция
ДВ	– допустимый выброс
ДВФО	– Дальневосточный федеральный округ
ДЖН	– долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 часов)
ДК _Б	– допустимая среднегодовая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
ДОА _{НАС.}	– допустимая среднегодовая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДПС	– дорожно-постовая служба
ДС	– допустимый сброс
ДОУ	– детское образовательное учреждение
ДУА _{НАС.}	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ЕТР	– Европейская территория России
ЖБК	– железобетонный контейнер
ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗАТО	– закрытое административно-территориальное образование
ЗН	– зона наблюдения

ЗС	– замасленные стоки
ИАЦ	– информационно-аналитический центр
ИИИ	– источники ионизирующего излучения
ИПМ	– Институт проблем мониторинга окружающей среды
ИРГ	– инертные радиоактивные газы
ИРМ	– Институт реакторных материалов
ИТЭФ	– Институт теоретической и экспериментальной физики
ИФВЭ	– Институт физики высоких энергий
КАЭС	– Калининская АЭС
КЖН	– короткоживущие радионуклиды (период полураспада менее 24 часов)
КоАЭС	– Кольская АЭС
КПО	– комплекс переработки отходов
КС	– контрольные скважины
КуАЭС	– Курская АЭС
КФО	– Крымский федеральный округ
ЛАСКРО	– Лаборатория АСКРО
ЛАЭС	– Ленинградская АЭС
ЛБК	– левобережный обводной канал
ЛВД	– лаборатория внешней дозиметрии
ЛВДК	– лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК	– лаборатория внешнего радиационного контроля
ЛГХП	– ландшафтно-геохимический полигон
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛКРЗ	– лаборатория контроля радиационного загрязнения
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛООС	– лаборатория охраны окружающей среды
МДА	– минимально детектируемая активность
МЗУА	– минимально значимая удельная активность
МИА	– минимально измеряемая активность
МНТЦ	– Международный научно-технический центр
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность амбиентного эквивалента дозы внешнего γ -излучения
МЯВ	– мирный ядерный взрыв
НВАЭС	– Нововоронежская АЭС
НЗХК	– Новосибирский завод химконцентратов
НИАЭП	– Нижегородский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Атомэнергопроект»
НИИ	– научно-исследовательский институт
НИИАР	– НИИ атомных реакторов
НИИП	– НИИ приборов
НИС	– научно-исследовательское судно
НИТИ	– Научно-исследовательский технологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л. Я. Карпова
НПИ	– научно-прикладные исследования
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НС	– наблюдательная скважина
ОГМС	– объединенная гидрометеорологическая станция
ОИЯИ	– Объединенный институт ядерных исследований
ОКБМ	– Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И. И. Африкантова
ОРБ	– отдел радиационной безопасности
ОСК	– объединенный спецкорпус
ОСПОРБ	– основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОТВС	– отработавшая тепловыделяющая сборка

ОЯРБ	– отдел ядерной и радиационной безопасности
ОФХМА	– отдел физико-химических методов анализа
ОЯТ	– отработавшее ядерное топливо
ПАТЭС	– плавучая атомная теплоэлектростанция
ПБК	– правобережный обводной канал
ПДВ	– предельно допустимый выброс
ПДС	– предельно допустимый сброс
ПЗРО	– пункт захоронения радиоактивных отходов
ПЛК	– промливневая канализация
ПНРЗ, ПНРЗ	– пост наблюдения за загрязнением, пост наблюдения за радиоактивным загрязнением
ПО	– производственное объединение
ППГХО	– Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ПСЗ	– приборостроительный завод
ПФО	– Приволжский федеральный округ
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
РАН	– Российская академия наук
РАО	– радиоактивные отходы
РБМК	– реактор большой мощности кипящий
РДУ	– Республиканские допустимые уровни
РИ	– Радиевый институт
РМЗ	– ремонтно-механический завод
РОО	– радиационно опасный объект
РосРАО	– специализированная организация, профессионально занимающаяся обращением с РАО в масштабах всей страны
РРМЛ	– региональная радиометрическая лаборатория
РТ	– Республика Татарстан
РТП	– ремонтно-технологическое предприятие
РФ	– Российская Федерация
РФЯЦ	– Российский федеральный ядерный центр
РЦРKM	– Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
РЭМ	– радиационно-экологический мониторинг
СанПиН	– санитарные правила и нормы
САЭС	– Смоленская АЭС
СВО	– спецводоочистка
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
СЗФО	– Северо-Западный федеральный округ
СК «Радон»	– спецкомбинат «Радон»
СКФО	– Северо-Кавказский федеральный округ
СКЦ	– сернокислотный цех
СНЛК	– станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	– санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СПРК	– стационарный пост радиационного контроля
СРК	– система радиационного контроля
СРМ	– система радиационного мониторинга
СУЗ	– система управления и защиты
СФ НИКИЭТ	– Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
СФМ	– станция фонового мониторинга
СФО	– Сибирский федеральный округ
СХК	– Сибирский химический комбинат
США	– Соединенные Штаты Америки
ТВС	– тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	– тепловыделяющий элемент

ТЛД	– термолюминесцентный дозиметр
ТПА	– телеуправляемый подводный аппарат
ТРО	– твердые радиоактивные отходы
ТСРК	– технологический специализированный ремонтный комплекс
ТЭЦ	– теплоэлектроцентраль
УВ	– уровень вмешательства при поступлении радионуклидов с водой для населения по НРБ-99 и НРБ-99/2009
УГМС	– управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
УГРУ	– Урановое горнорудное управление
УМЗА	– Управление мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ
УМФ	– установка малофоновая
УФО	– Уральский федеральный округ
УЭХК	– Уральский электрохимический комбинат
ФГБУ	– Федеральное государственное бюджетное учреждение
ФГУП	– Федеральное государственное унитарное предприятие
ФИАЦ	– Федеральный ИАЦ
ФМБА	– Федеральное медико-биологическое агентство
ФПП	– фильтр Петрянова полихлорвиниловый
ФЭИ	– Физико-энергетический институт
ХЖО	– хранилище жидких отходов
ХЖТО	– хранилище жидких и твердых отходов
ХМЗ	– химико-металлургический завод
ХОРО	– хранилище отвержденных 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	– Челябинский пункт захоронения радиоактивных отходов – челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	– Электрохимический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЮФО	– Южный федеральный округ
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2017 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 2017 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, Казахстана 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), утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 №40 [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 ³			Питьевая вода*, Бк/л			
	НРБ-76/87 [4] ДК _Б	НРБ-96 [5] ДОА _{НАС.}	НРБ-99 НРБ-99/2009 ДОА _{НАС.}	НРБ-76/87 ДК _Б	НРБ-96 ДУА _{НАС.}	НРБ-99 УВ	НРБ-99/2009 УВ
³ H	11·10 ³ (пары)	7,6·10 ³	1,9·10 ³	15·10 ⁴	3·10 ⁴	7,7·10 ³	7,6·10 ³
⁹⁰ Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	5,0	4,9
¹³¹ I	5,6	18	7,3	37	57	6,3	6,2
¹³⁷ Cs	18	29	27	560	96	11	11
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	1,1·10 ⁻³	2,9·10 ⁻³	2,5·10 ⁻³	81	5,0	0,56	0,55

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

По состоянию на начало 2017 г. количество пунктов наблюдения СРМ Росгидромета на территории Российской Федерации было следующим:

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

359 – 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 ⁹⁰Sr;

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

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

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

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

Таблица 2

Виды наблюдений и количество постов СРМ в федеральных округах РФ

Федеральный округ	МЭД*	Количество постов наблюдения					
		Радиоактивные аэрозоли в атмосферном воздухе (ВФУ)	Радиоактивные выпадения (планшеты)	Стронций в речной и озерной воде (С)	Стронций в морской воде (М)	Тритий в речной воде (Р)	Тритий в атмосфер. осадках (Т)
Центральный	147	6	46	3	-	1	2
Северо-Западный	173	11	32	9	6	2	4
Южный	89	4	22	3	1	2	2
Северо-Кавказский	44	-	9	-	-	-	-
Приволжский	191	6	36	4	-	1	5
Уральский	132	6	58	12	-	1	1
Сибирский	290	14	87	5	-	2	6
Дальневосточный	190**	6	64	8	3	6	12
Крымский	16	-	5	-	-	-	-
Всего по РФ	1272	53	359	44	11	15	32

Примечание: – наблюдения не проводятся;

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

** – с учетом станции, где МЭД измеряется с помощью автоматических комплексов, – 204.

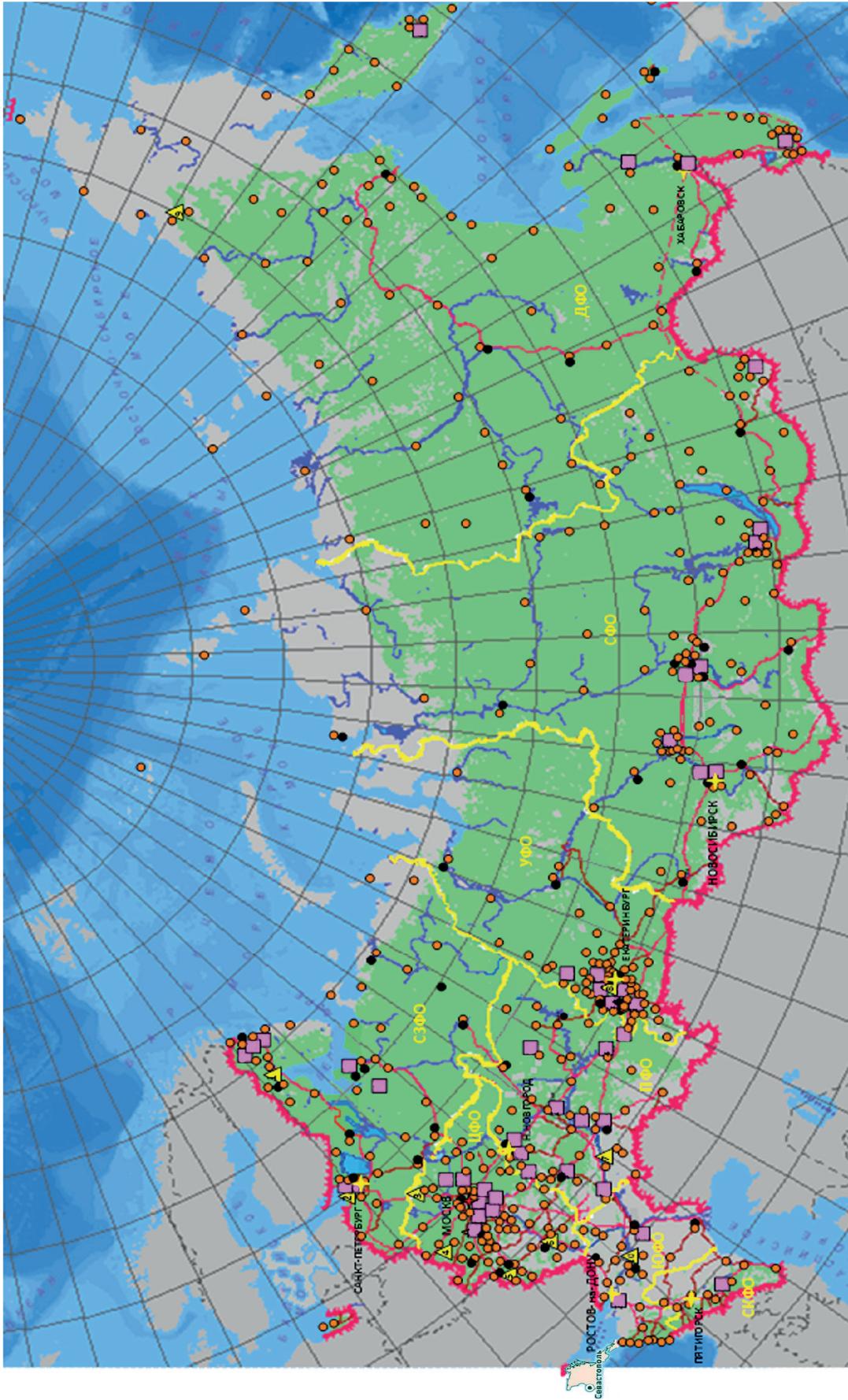


Рис. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного мониторинга Росгидромета:
● — отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок; ▲ — АЭС;
○ — отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов; ■ — радиационно опасные объекты.

1. 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 2017 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 β -активность ($\Sigma\beta$) суточных проб аэрозолей определялась дважды, через сутки и через четверо суток после окончания отбора пробы с помощью тонкопленочного сцинтилляционного детектора или полупроводникового детектора 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^3 или по измерению через четверо суток превышает в 5 и более раз фоновый уровень за предыдущий месяц, то определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью γ -спектрометрического анализа. Если значения объемной $\Sigma\beta$ не превышают вышеуказанных критериев, то пробы из пунктов, расположенных в 100-км зонах РОО, объединяются за месяц, а из пунктов вне 100-км зон РОО – за квартал. Затем проводился γ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения активности техногенных и природных γ -излучающих радионуклидов и радиохимический анализ для определения содержания ^{90}Sr . С помощью радиохимического анализа объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, определялись ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$. Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6-14].

На рис. 1.1 показаны среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$, взвешенные по территориям отдельных географических районов России на Европейской и Азиатской частях (ЕТР и АТР)

и по территории России в целом. Города Брянск и Курск показаны отдельно в связи с тем, что они расположены вблизи районов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Также отдельно показан п. Новогорный в Челябинской обл., расположенный вблизи ПО «Маяк». На диаграмме отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, где из-за проблем с энергообеспечением воздухофильтрующих установок с 1998 года наблюдения не проводятся.

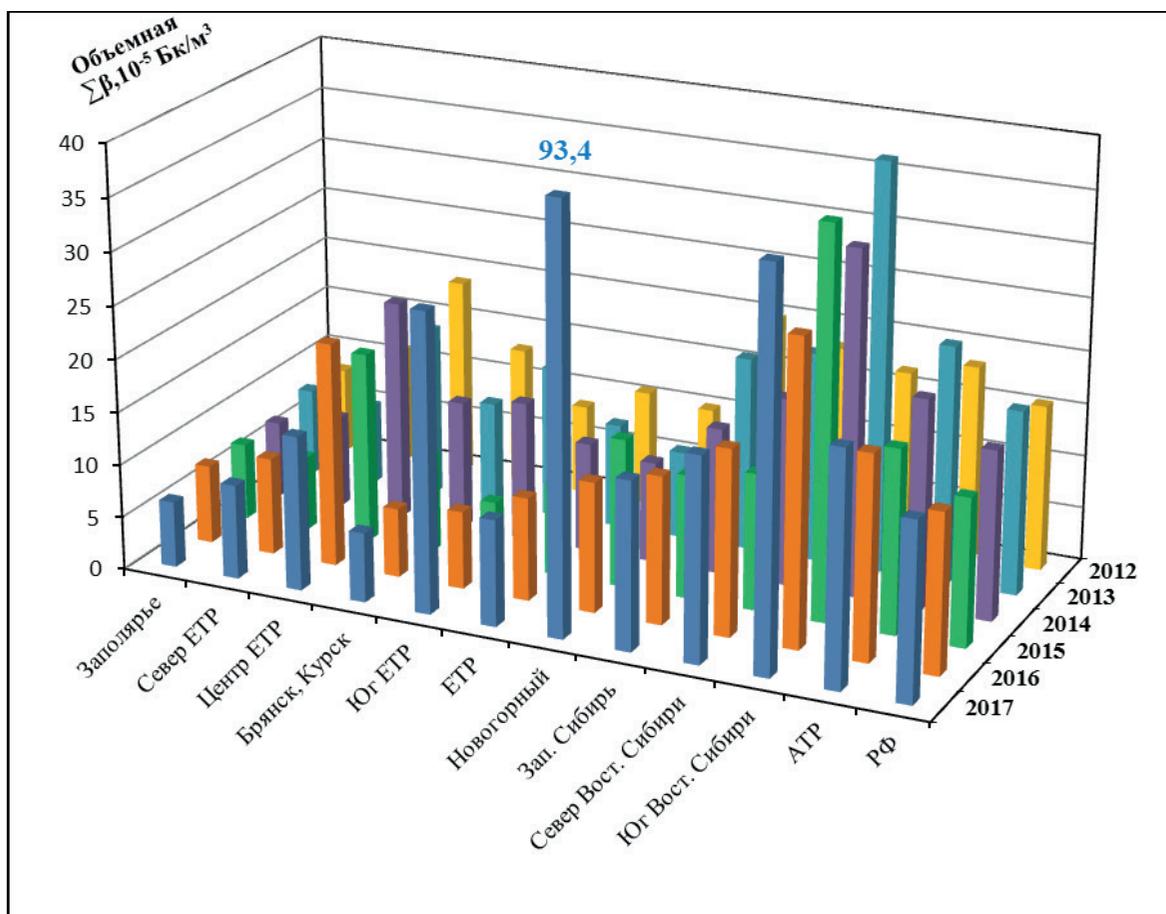


Рис. 1.1. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2012-2017 годах

Группировка пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим регионам РФ дана в Приложении А. 2. В приложениях А. 3 – А. 5 даны средневзвешенные значения объемной $\Sigma\beta$, активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы отдельных географических районов РФ и в целом на территории РФ в 2017 году.

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

В 2017 году наиболее высокие значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдались на юге ЕТР и юге Восточной Сибири $28,1$ и $37,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 соответственно. Средневзвешенное по территории РФ значение объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2017 году составляло $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 и было несколько выше диапазона за предшествующие 10 лет ($13,9 \cdot 10^{-5}$ - $17,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3). Выраженной временной тенденции изменения величины объемной $\Sigma\beta$ в последние годы не наблюдается, что можно расценивать как свидетельство стабилизации общей радиационной обстановки в приземном слое атмосферы (таблица 1.1).

Величина объемной $\Sigma\beta$ на юге Восточной Сибири значительно выросла в 2013 году – до $38,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (с $16,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2012 г.). В 2014-2016 годах значения колебались в диапазоне $28,7 \cdot 10^{-5}$ - $36,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2017 году высокое значение сохранилось – $37,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В зоне загрязнения ЧАЭС (Брянск, Курск) объемная $\Sigma\beta$ практически не изменилась с 2016 года – $6,5 \cdot 10^{-5}$ и $6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2017 году. В Новогорном объемная $\Sigma\beta$ увеличилась почти в 8 раз – с $12,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2016 году до $93,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2017 году. Наиболее значительное снижение отмечено в Центре ЕТР – от $21,1 \cdot 10^{-5}$ до $13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Некоторое снижение произошло в Заполярье от $7,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $6,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и на Севере ЕТР от $9,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (рис. 1.1).

Таблица 1.1

Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2007-2017 годах.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране											Допустимые уровни
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Воздух													ДОО _{нас.} , Бк/м ³
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере													
$\Sigma\beta$	10 ⁻⁵ Бк/м ³	15,1	15,4	17,9	14,5	14,9	15,1	17,4	16	13,9	15,0	19,6	-
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	2,8	2,3	2,4	2,4	54,8	2,5	2,6	2,6	2,4	1,8	1,6	27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	0,9	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,63	0,85	1,19	1,23	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (Обнинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	5,4	5	9,9	11	6	3	24,9	7,1	27,0	8,2	9,45	2,5·10 ⁻³
Радиоактивные атмосферные выпадения													
$\Sigma\beta$	Бк/м ² сутки	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,14	1,1	1,13	1,2	1,1	1,0	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82	0,16	0,18	0,14	0,19	0,14	0,17	-
³ H	кБк/м ² год	1,4	1,34	1,21	1,15	1,21	1,26	1,04	0,8	0,83	0,87	0,87	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках													
³ H	Бк/л	2,4	2,6	2,5	2,2	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,7	1,75	-
Вода													УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде													
⁹⁰ Sr*	мБк/л	5,1 (5,7)	4,5 (6,0)	4,3 (5,6)	4,2 (4,3)	4,1 (4,5)	4,8 (5,0)	4,3 (4,5)	4,9 (5,0)	4,8 (5,0)	4,6 (5,2)	5,5 (5,8)	4,9
³ H	Бк/л	1,9-3,8	2,1-3,3	1,6-3,1	1,6-2,9	1,6-2,5	1,3-3,4	1,2-2,7	1,2-2,4	1,9	1,7	1,7	7600
Объемная активность радионуклидов в морской воде													
⁹⁰ Sr	мБк/л	1,0-6,6	1,1-6,1	1,4-7,4	0,9-5,0	1,2-5,1	1,1-5,4	1,0-6,7	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1**	1,6-3,9**	-

Примечание: ДОО_{нас.} – допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009;
 УВ – уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009;
 * – дано осреднение объемной активности ⁹⁰Sr в воде без учета проб, отобранных в 2005-2012 годах в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2013-2015 годах – без р. Нева, в 2016-2017 годах без рек Кама, Вишера, Колва, данные в скобках с учетом всех проб;
 ** – без Таганрогского залива Азовского моря (в Таганрогском заливе – 5,6 мБк/л);
 «-» – Допустимые уровни не установлены.

По оперативным данным сети радиационного мониторинга Росгидромета, в 2017 году на территории России был зафиксировано 2 случая повышения объемной $\Sigma\beta$ до экстремально

высоких значений: Аргаяш – превышение над фоном в 988 раз и Новогорный – в 439 раз (в 2016 г. случаев экстремально высоких значений не было) и 60 случаев высоких значений (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в аэрозолях (в 2016 г. – 72 случая). Большинство их зафиксировано в пунктах наблюдения в районе южного Урала и южной части ЕТР в сентябре и октябре по пути распространения рутения-106. В 2017 году на территории России было зафиксировано 37 случаев высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений (в 2016 г. 2 случая).

Максимум объемной $\Sigma\beta$ за пределами районов расположения РОО в 2017 году наблюдался в сентябре в период прохождения выбросов рутения-106 в Волгограде и Цимлянске – $2,15 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ и $1,48 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ соответственно. В этот же период в 100-км зоне ПО «Маяк», в пунктах Аргаяш и Новогорный максимальные значения объемной $\Sigma\beta$ зафиксированы на уровне $7,61 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ и $5,23 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ соответственно.

Повышенные величины объемной $\Sigma\beta$ в 2017 году наблюдались в пунктах: Благовещенск ($350 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Большая Мурта ($212 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Верхнее Дуброво ($157 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Иркутск ($149 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Владивосток ($145 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Томск ($139 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Сухобузимское ($133 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Хабаровск ($131 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Ангарск ($127 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Якутск ($120 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Омск ($108 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Максимальные превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми значениями в 2017 году наблюдались, помимо Аргаяша и Новогорного, в городах Волгограде – в 231, Цимлянске – в 139 раз, Метлино – в 114 раз. Чаще всего высокие значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдалось в пунктах: Сыктывкар – 21 случай, Вологда – 14, Сухобузимское – 8, Большая Мурта, Онега, Саранск, Ухта и Нарьян-Мар – по 4, Усть-Цильма, Худайбердинск и Новогорный – по 3, Аргаяш, Бугульма, Курагино и Кызыл – по 2 и еще 17 пунктов – по 1.

Наибольшее число случаев высоких значений в 2017 году на территории России отмечалось в сентябре и октябре – 18 и 26.

На рис. 1.2 показана динамика среднемесячной объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2016-2017 годах на территории РФ. Среднемесячные величины объемной $\Sigma\beta$, взвешенные по географическим регионам, приведены в Приложении А. 3.

Объемная $\Sigma\beta$ вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны с 2000 года вышла на уровни, близкие наблюдающимся на незагрязненной территории ЕТР (в 2017 г. – $10,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднее за 2017 год значение объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе в г. Брянске составляло $3,45 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Курске – $15,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Наиболее высокие среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в отдельных населенных пунктах наблюдались на территории ЕТР в сентябре в Волгограде и Цимлянске – $362 \cdot 10^{-5}$ и $252 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в Петрозаводске в течение всего года, за исключением февраля, марта и сентября, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ находилась в диапазоне от $20,7 \cdot 10^{-5}$ до $33,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В отдельные месяцы среднемесячная величина объемной $\Sigma\beta$ превышала уровень в $20 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в Кирове, Курчатове, Нижнем Новгороде, Курске, Нововоронеже, Обнинске и Казани.

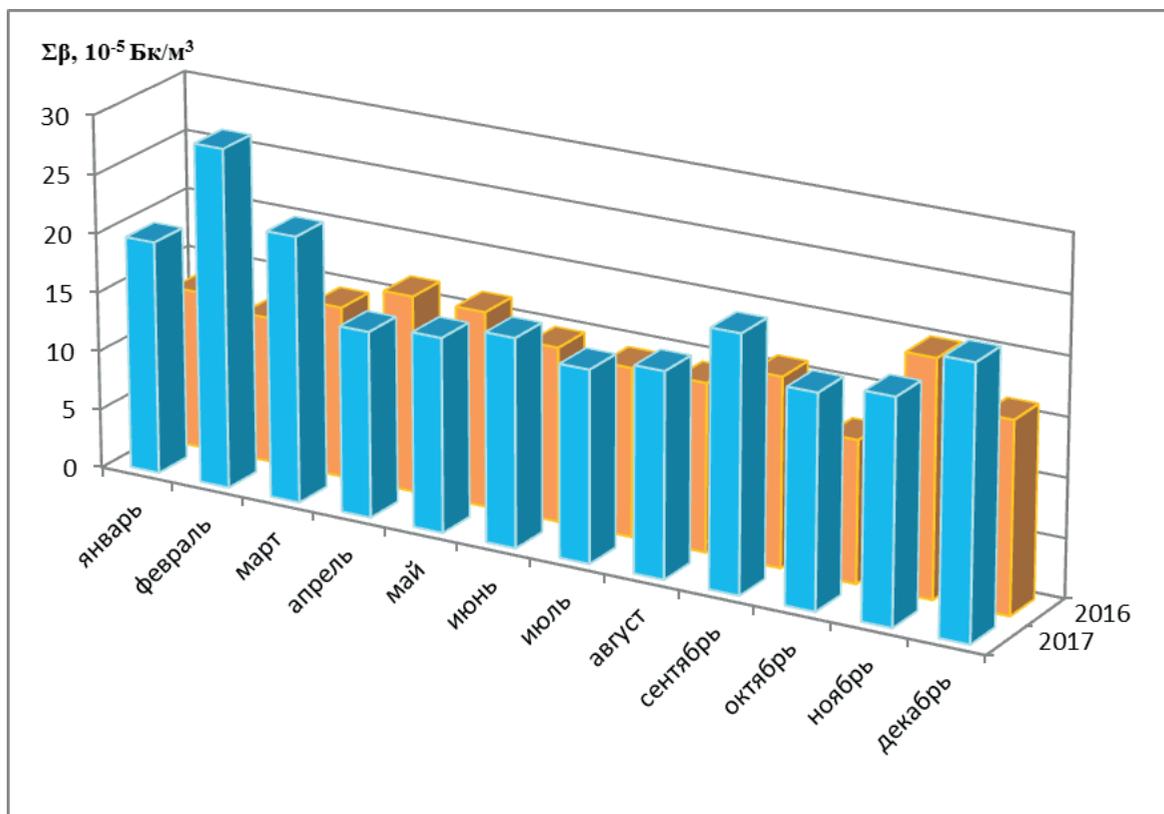


Рис. 1.2. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$, средневзвешенная по территории РФ в 2016-2017 годах

В 2016 году среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в некоторых пунктах на территории ЕТР (города Обнинск, Балаково, Казань, Киров, Петрозаводск) в отдельные месяцы были выше, чем в 2017 году, и находились в диапазоне от $35 \cdot 10^{-5}$ до $47 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Однако среднегодовая величина объемной $\Sigma\beta$ по территории ЕТР в 2017 году была несколько выше, чем в 2016 году – $10,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $9,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это связано с регистрацией в пунктах наблюдения южной части ЕТР и Урала повышенных значений объемной $\Sigma\beta$ в сентябре-октябре, при прохождении выбросов рутения-106 (¹⁰⁶Ru).

Рабочая группа Росгидромета, созданная для определения причин и источника ¹⁰⁶Ru на территории России в сентябре-октябре 2017 года, на основе анализа состояния атмосферы и данных станций радиационного мониторинга пришла к заключению, что однозначно определить причины и источник появления ¹⁰⁶Ru не представляется возможным. Предположительно первичный источник мог находиться на территории Уральского федерального округа.

Впервые высокая концентрация ¹⁰⁶Ru в приземном воздухе была зафиксирована вблизи г. Кыштым 24 сентября. В дальнейшем его присутствие отмечалось на территории России и европейских стран в конце сентября и первой декаде октября. Зарегистрированные на территории России уровни объемной активности ¹⁰⁶Ru лежат в диапазоне от $2,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в нижнем Поволжье до $3078 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ на южном Урале.

Уровни содержания ¹⁰⁶Ru в атмосферном воздухе были на два-пять порядков ниже установленных допустимых уровней, которые составляют $4,4$ Бк/м³, в соответствии с нормативными требованиями [1]. Зарегистрированные уровни содержания ¹⁰⁶Ru в атмосферных аэрозолях не представляли радиационной опасности для населения и не требовали принятия защитных мер.

На территории АТР наиболее высокие среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ наблюдались в течение всего года в Благовещенске – в интервале от $71,1 \cdot 10^{-5}$ в ноябре до $209 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в декабре, во Владивостоке – от $32,1 \cdot 10^{-5}$ в июне до $72,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в октябре, в Якутске – от $24,8 \cdot 10^{-5}$ в сентябре до $81,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в феврале. В отдельные месяцы объемная $\Sigma\beta$ в диапазоне $50 \cdot 10^{-5}$ - $80 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ наблюдалась в Томске, Большой Мурте, Хабаровске и Иркутске. Среднегодовая величина объемной $\Sigma\beta$ по территории АТР в 2017 году была $25,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $19,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2016 году. Повышение объемной $\Sigma\beta$, как правило, происходило за счет природных радионуклидов, в пробах обнаруживались только продукты распада радия и тория.

На рис. 1.3 показаны средние объемные активности ^{137}Cs в воздухе в 2012-2017 годах, взвешенные по территориям отдельных географических районов России, по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом.

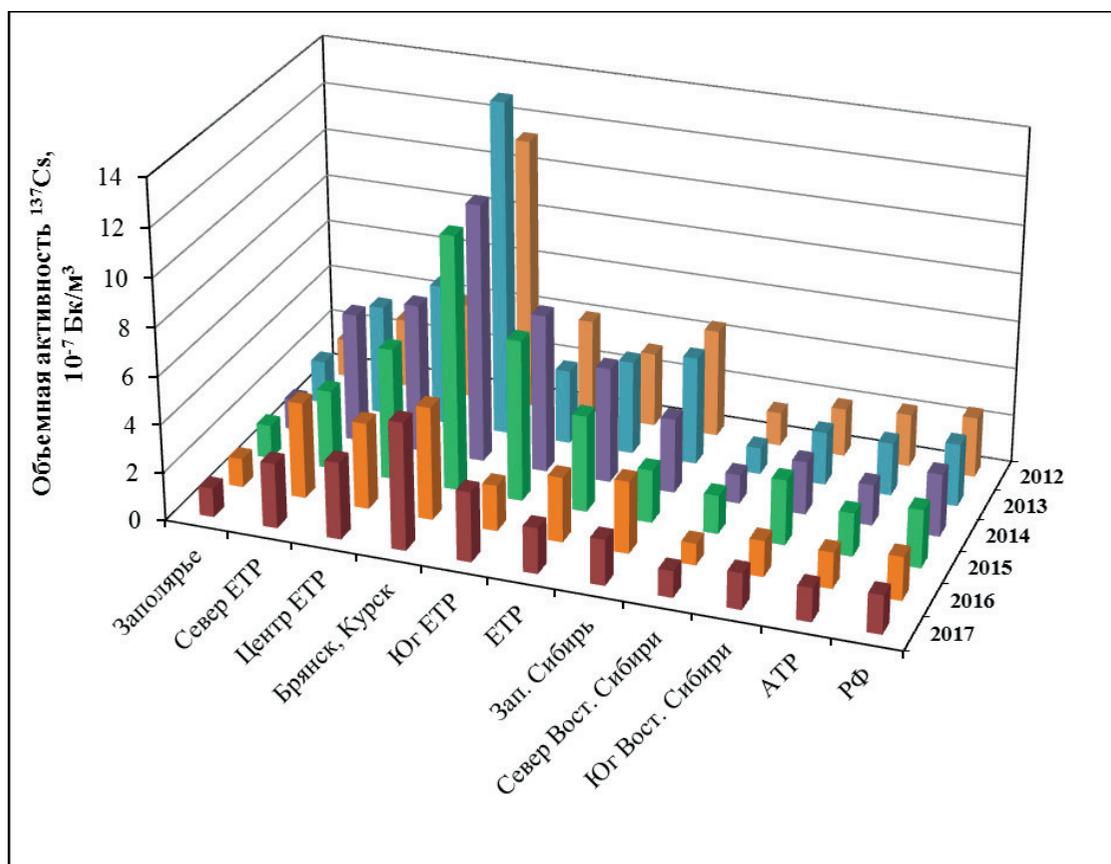


Рис. 1.3. Средние значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2012-2017 годах

Наиболее высокие значения объемной активности ^{137}Cs постоянно фиксируются в загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоне (Брянск, Курск), в разные годы они в 1,5-2 раза превышают средние уровни центра ЕТР. В 2017 году средняя объемная активность ^{137}Cs уменьшилась в целом по РФ и почти во всех регионах, за исключением севера восточной Сибири и юга ЕТР – до $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (в 2016 г. было $0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наиболее заметное снижение наблюдается на севере ЕТР – от $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ – и в западной Сибири – от $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Такие изменения скорее следует рассматривать как стабилизацию радиационной обстановки на территории России.

Существенно более высокие значения объемной активности ^{137}Cs наблюдаются в п. Новогорном (Челябинская обл., ПО «Маяк»), наибольшие значения относятся к 2012 году – $437 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на два порядка выше, чем в других регионах и в 170 раз больше средневзвешенной по РФ в том же году ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В последующие годы она постоянно снижалась и в 2017 году составила $16,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, (в 2015- $67,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2016- $28,1 \cdot 10^{-7}$).

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

На рис. 1.4 представлены среднемесячные значения объемной активности ^{137}Cs в воздухе в 2016-2017 годах, взвешенные по территории РФ. Наибольшие значения в 2016 году наблюдались в июле-сентябре – $(2,4-2,7) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в 2017 году в апреле-июне – $(2,0-2,1) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Средневзвешенные по отдельным районам величины среднемесячной объемной активности ^{137}Cs приведены в Приложении А. 4.

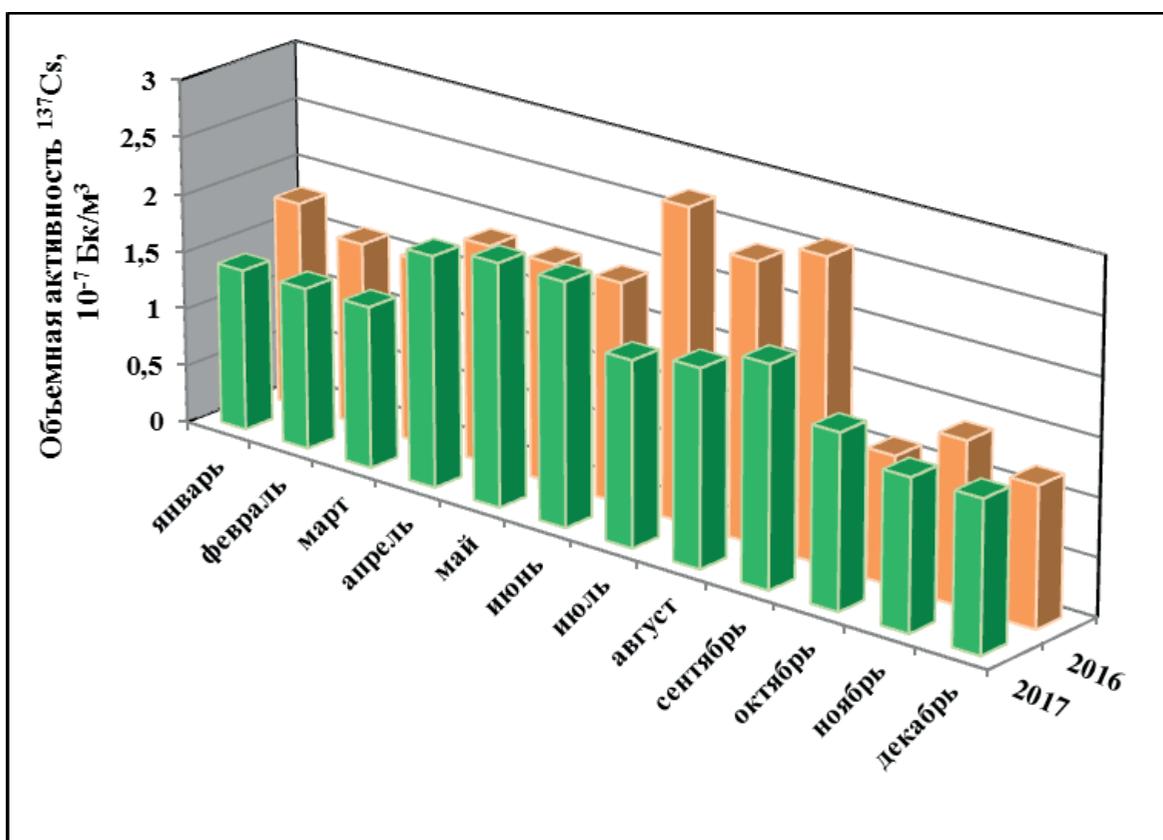


Рис. 1.4. Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs по территории РФ в воздухе приземного слоя атмосферы в 2016-2017 годах

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в октябре в Мурманске – $46,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (при среднегодовом значении $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Курчатове (Курская АЭС) в июне – $27,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (среднегодовое – $11,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в Зашееке – $24,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в сентябре (среднегодовое – $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Несколько повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались вблизи загрязненной в результате чернобыльской аварии зоны России в городах Брянске и Курске – $5,6 \cdot 10^{-7}$ в апреле и $13,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 в мае соответственно (среднегодовое – $3,2 \cdot 10^{-7}$ и $6,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) и в 100-км зоне ПО «Маяк», в ноябре в пунктах Кыштым и Новогорный – $14,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 и $23,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 .

Приведенные выше максимальные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs превышали средневзвешенное значение по территории РФ до 30 раз, однако были на семь-восемь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДООА_{НАС.} равна 27 Бк/ м^3) по НРБ-99/2009 [1].

Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2017 году представлена на рис. 1.5. Наибольшая среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы наблюдалась на юге Восточной Сибири ($2,78 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3), наименьшая, – в Заполярье и в загрязненной зоне (города Брянск и Курск) – $0,53 \cdot 10^{-7}$ и $0,59 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 соответственно.

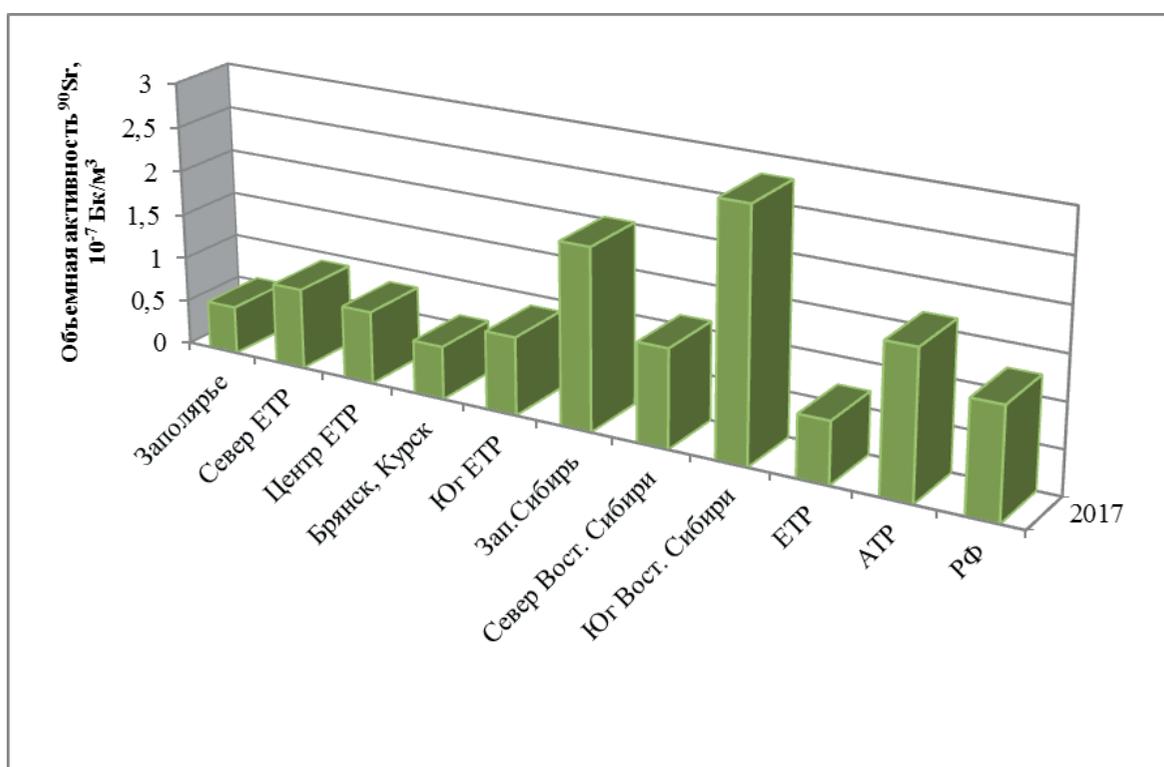


Рис. 1.5. Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2017 году

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}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.

На ЕТР повышенные по сравнению с фоновыми объемные активности ^{90}Sr в 2017 году были зафиксированы в 1-ом полугодии в Санкт-Петербурге – $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 и во 2-ом полугодии в Петрозаводске и Цимлянске – $2,2 \cdot 10^{-7}$ и $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 соответственно. Наиболее высокие полугодичные объемные активности ^{90}Sr в 2017 году наблюдались: в 1-ом полугодии в Иркутске (АЭХК и ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО») – $7,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , и в 1-ом и 2-ом полугодии

в Благовещенске – $9,1 \cdot 10^{-7}$ и $8,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, п. Сухобузимское (100-км зона ГХК) – $4,9 \cdot 10^{-7}$ и $4,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, п. В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС) – $5,0 \cdot 10^{-7}$ и $5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Указанные выше объемные активности ⁹⁰Sr до 10 раз превышали средневзвешенную активность по территории РФ, но на семь порядков ниже ДОА_{НАС.} ⁹⁰Sr в воздухе ($2,7$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1]. Объемная активность ⁹⁰Sr вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (Брянск, Курск) с 2010 года не превышала уровней, наблюдавшихся на незагрязненной территории центра ЕТР ($0,23 \cdot 10^{-7}$ - $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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

Следует отметить, что объемные активности ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr проводится по полугодиям.

На рис. 1.6 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 2000–2017 годах. В 2016-2017 годах среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ повысилась до уровней 2000-2004 годов – $1,19 \cdot 10^{-7}$ и $1,23 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что несколько выше значений 2005-2015 годов – $(0,73-0,97) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

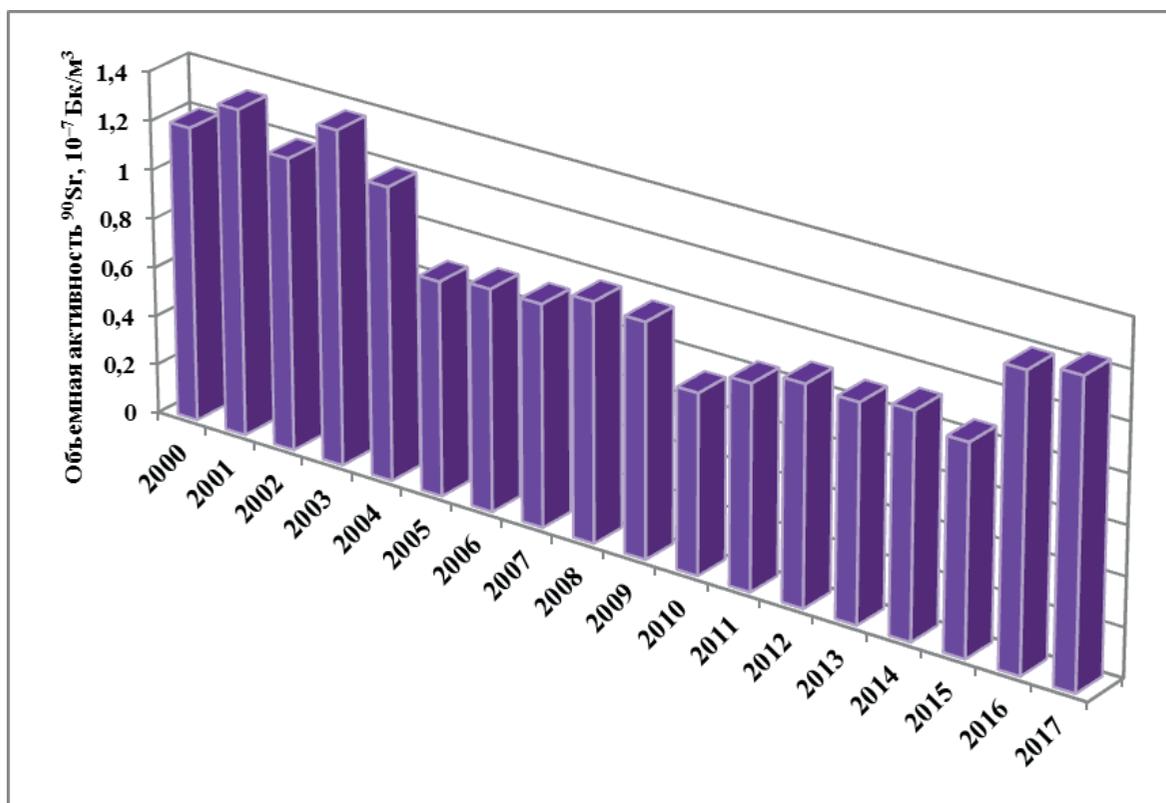


Рис. 1.6. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воздухе приземного слоя атмосферы, средневзвешенная по территории РФ в 2000-2017 годах

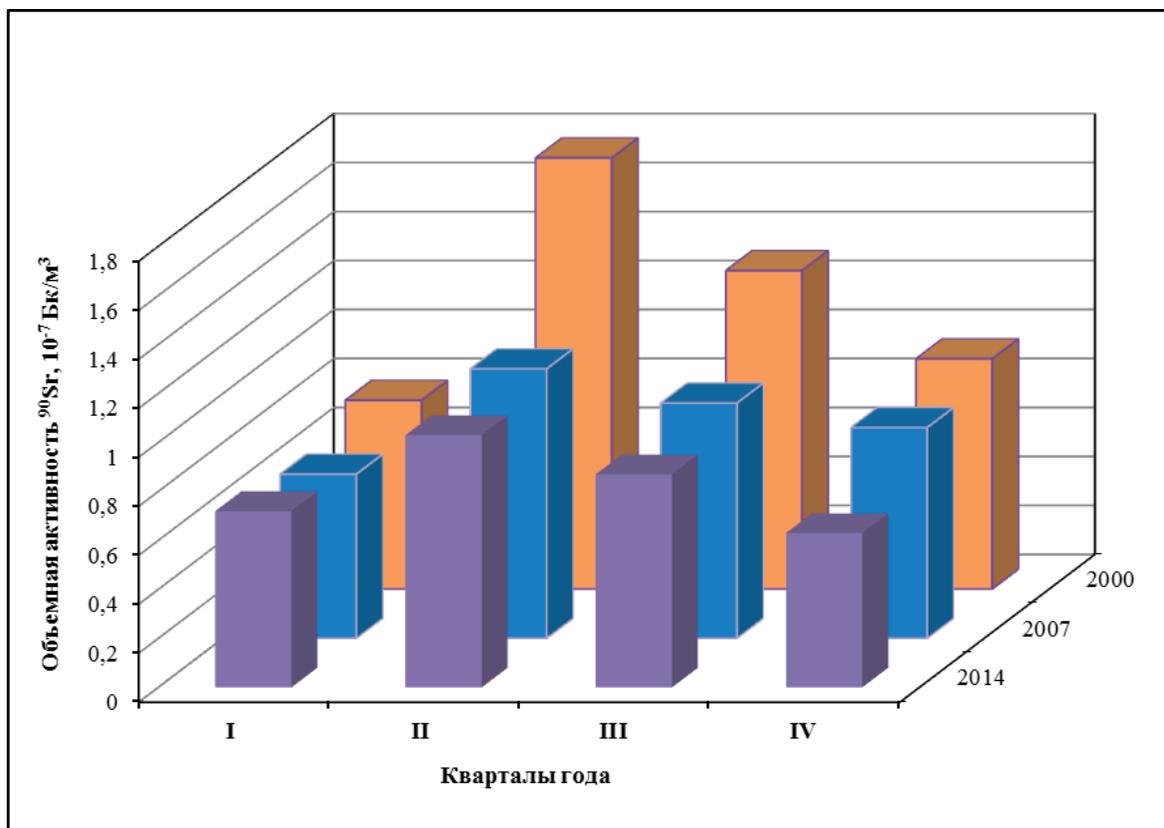


Рис. 1.7. Средняя поквартальная объемная активность ^{90}Sr в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2000, 2007 и 2014 годах

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

Хорошо видно, что в г. Обнинске в 2009 и 2010 годах средняя объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ была почти в 2 раза больше, чем в 2007-2008 годах. В 2011 и 2012 годах наблюдалось уменьшение объемной активности до $6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $3 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. В 2013 году среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ резко выросла до $24,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ за счет высокого уровня в октябре – $247 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В 2014 году среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ значительно уменьшилась до $7,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, а в 2015 году вновь увеличилось до $27,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, как и в 2013 году, за счет резких кратковременных скачков активности в феврале и октябре – $123 \cdot 10^{-9}$ и $60,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ соответственно. Среднемесячная объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в г. Обнинске в 2017 году изменялись от $1,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в январе до $23,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в апреле, при среднегодовом значении $9,45 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что несколько больше, чем в 2016 году ($8,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³).

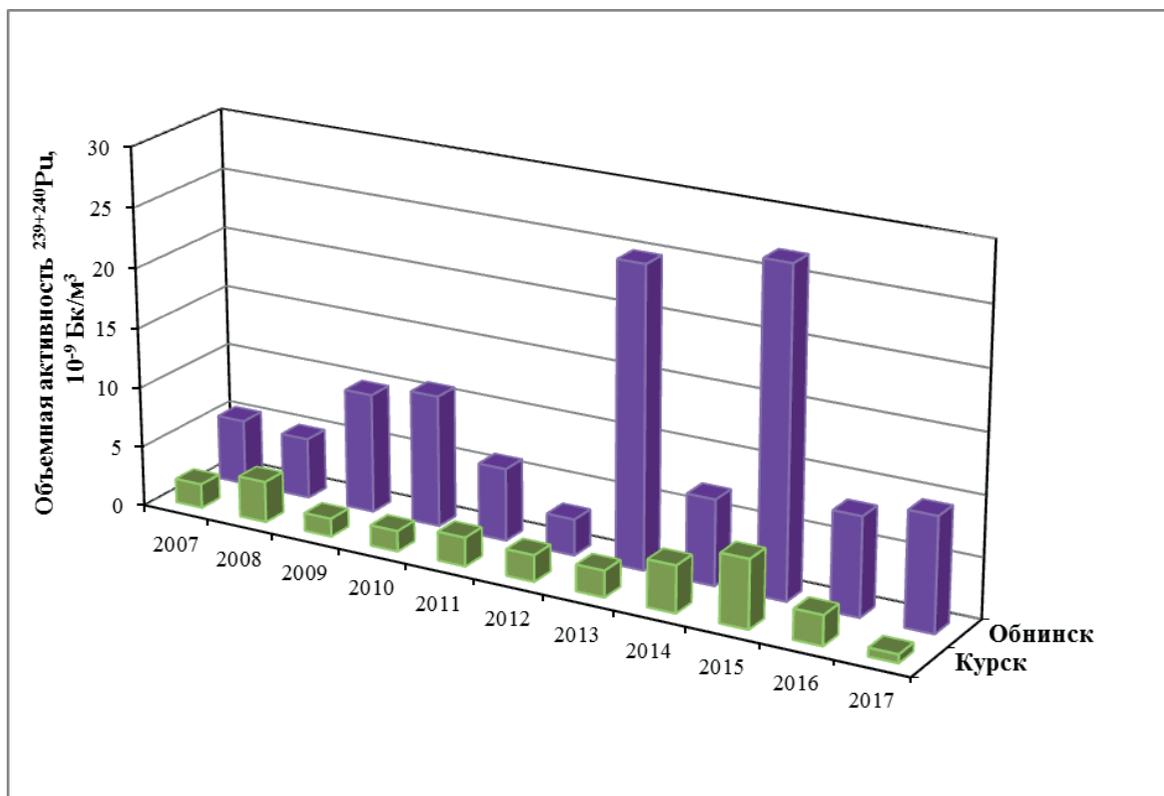


Рис. 1.8. Среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории городов Курска и Обнинска в 2007-2017 годах

Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ГНЦ РФ «Физико – Энергетический институт им. А.И. Лейпунского». Все зафиксированные значения на пять-шесть порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС.}}^{239+240}\text{Pu}$ ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объемные активности изотопов плутония в 2017 году приведены в таблице 3 Приложения А. 5.

Среднемесячные объемные активности ^{238}Pu в 2017 году в г. Обнинске изменялись от $1,2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в январе до $35,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $37,0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в апреле и октябре, при среднегодовом значении $11,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что в 2,6 раза больше, чем в 2016 году – $4,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Среднегодовая объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2017 году, измеряемая по полугодиям, составила $0,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что меньше значения 2016 году – $2,5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, которое было наименьшим с 2007 года. Среднегодовое содержание ^{238}Pu в 2017 году составило $0,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что в 1,5 раза меньше значения 2016 года, равного $1,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ (Приложение А. 5, табл. 3).

В приземном слое атмосферы г. Обнинска ^{131}I обнаруживается преимущественно в молекулярной форме, в 2017 году среднегодовая активность в молекулярной форме составляет $3,9 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³, а в аэрозольной $3,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Всего в 2017 г. было зарегистрировано 112 случаев появления ^{131}I в приземном слое атмосферы. Максимальная величина объемной активности ^{131}I в приземной атмосфере г. Обнинска в 2017 году наблюдалось в начале марта, и составила $2,8 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ (в 2016 г. – $3,4 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{131}I в 2017 году увеличилась в 1,3 раза относительно 2016 года и составила $4,1 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ (в 2016 г. – $3,1 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³). Появление ^{131}I обусловлено местным источником – филиалом АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова».

Все зафиксированные значения были на два – пять порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ДОА_{НАС.}, равного 7,3 Бк/м³.

На рис. 1.9 показана динамика средневзвешенных по территории РФ среднегодовых объемных активностей ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991-2017 годах. Объемные активности радионуклидов в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Концентрации ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr с 1991 года уменьшились к 2010 году в 9 и 3 раза соответственно.

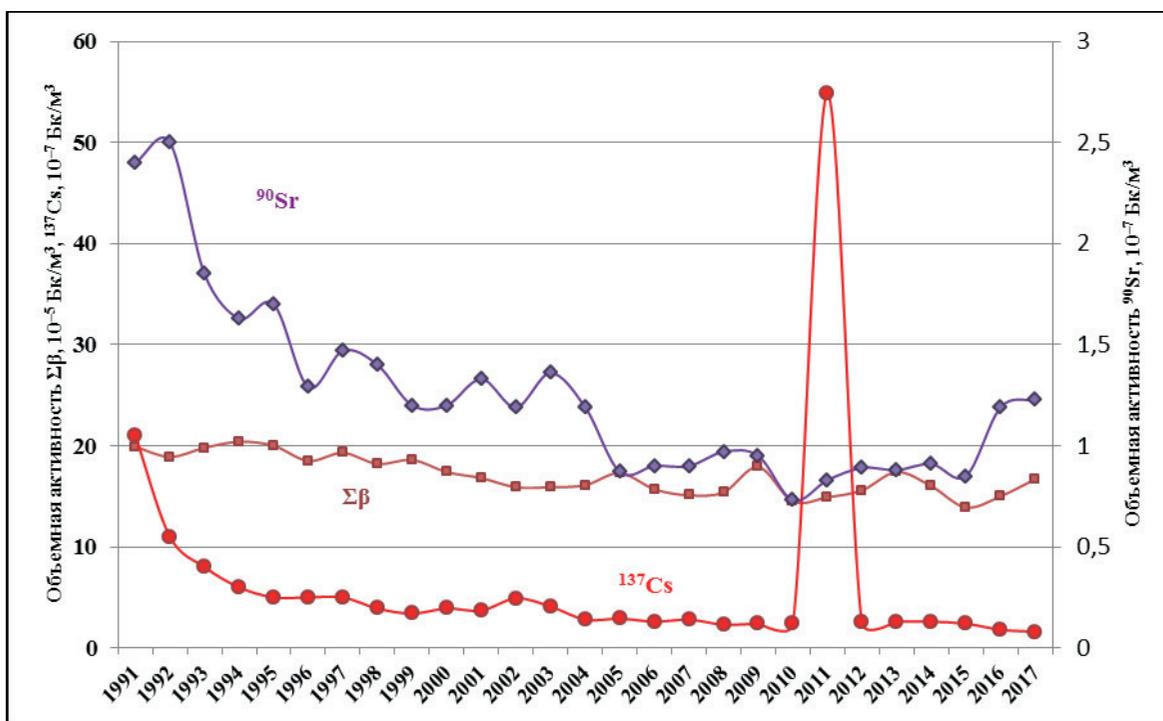


Рис. 1.9. Динамика объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991-2017 годах

В 2011 году произошло увеличение объемной активности ¹³⁷Cs за счет поступления аварийных выбросов японской АЭС «Фукусима-1», в 2012-2017 годах вновь установились значения, близкие уровням 2004-2010 годов, что можно рассматривать как стабилизацию на уровне техногенного фона. Концентрация ⁹⁰Sr 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 (ДОА_{НАС.}) по НРБ-99/2009 [1].

Среднемесячная величина объемной активности трития в атмосферных осадках по территории РФ в 2017 г. колебалась в пределах 0,9-2,5 Бк/л и в среднем за год составила 1,75 Бк/л.

На рис. 1.10 отчетливо выражен годовой ход объемной активности трития с повышенными значениями в теплый период года с мая-июня по сентябрь, устойчиво повторяющийся из года в год.

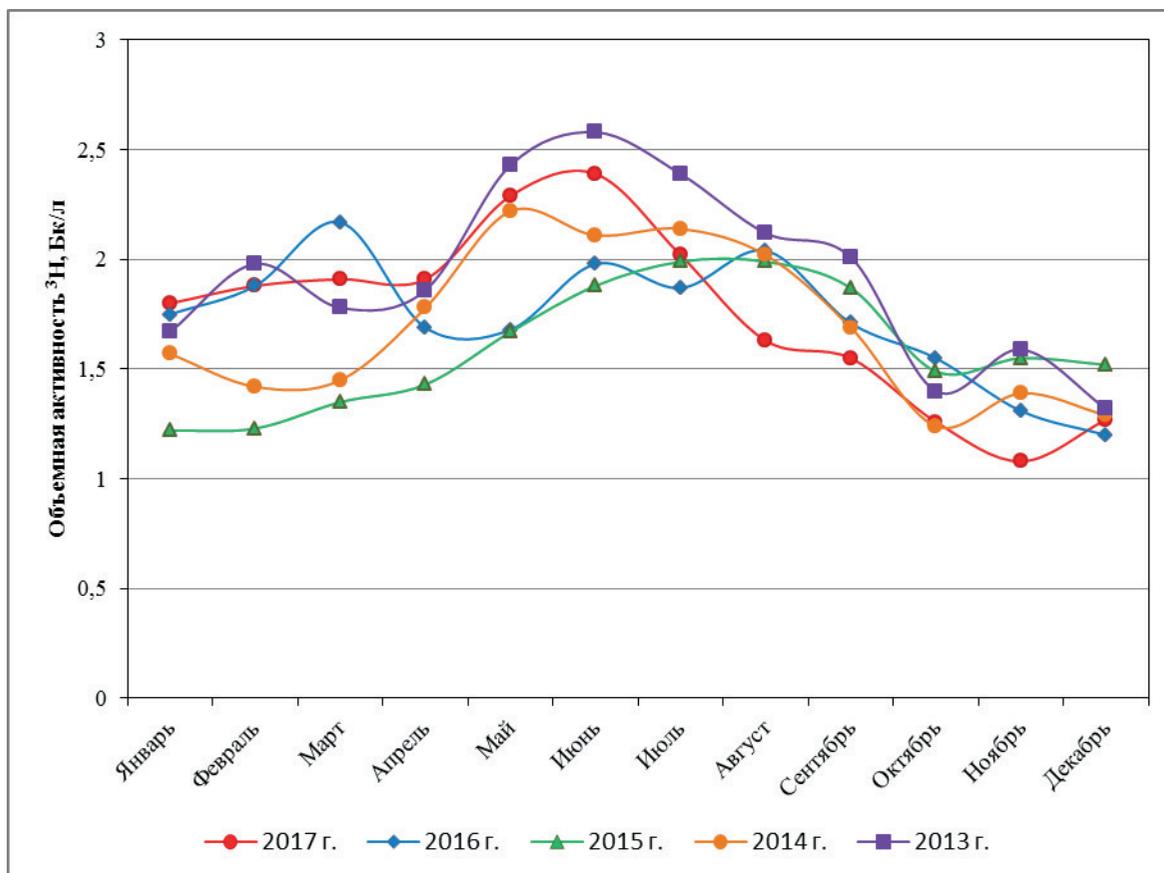


Рис. 1.10. Годовой ход среднемесячных значений объемной активности трития по территории РФ в 2013-2017 годах

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 ($DOA_{НАС.}$) по НРБ-99/2009 [1].

Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2017 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения $\Sigma\beta$ и радионуклидного состава проб аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [6-13].

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

Как видно на рис. 1.11, в 2017 году по сравнению с предыдущим годом средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений мало изменились по территории РФ и по отдельным районам. В центре ЕТР величина $\Sigma\beta$ выпадений уменьшилась от 1,13 Бк/м² в 2016 году до 0,89 Бк/м² в 2017 году. На севере восточной Сибири уменьшение $\Sigma\beta$ выпадений составило – от 1,11 Бк/м²

до 0,87 Бк/м². Незначительное увеличение наблюдалось только на север ЕТР – от 0,67 Бк/м² в 2016 году до 0,73 Бк/м² в 2017 году.

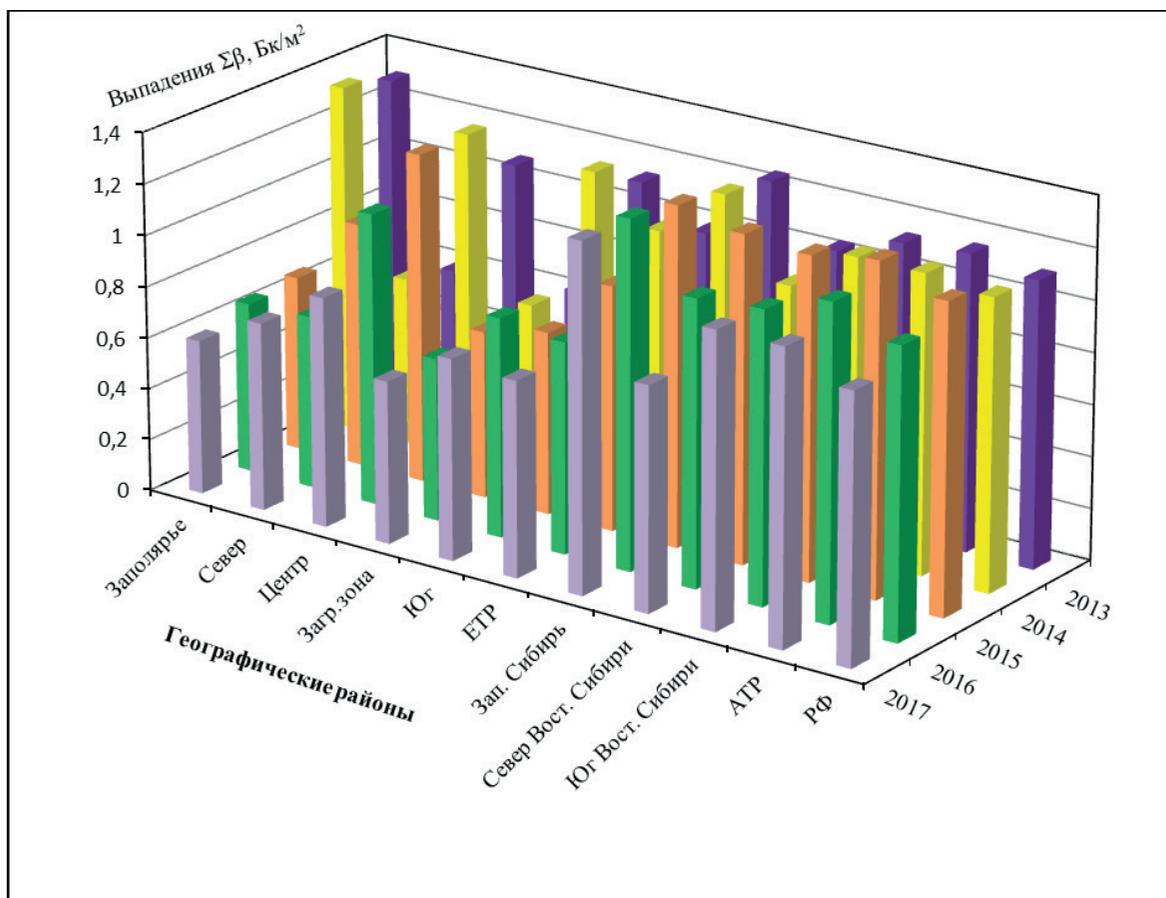


Рис. 1.11. Средневзвешенные годовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений по географическим районам РФ в 2012-2017 годах

Случаев экстремально высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2017 году зарегистрировано не было.

Максимальные величины $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения на территории Южного Урала (Челябинский ЦГМС): Метлино (79,6 Бк/м²·сутки), Худайбердинский (54,0 Бк/м²·сутки), Кыштым (52,2 Бк/м²·сутки), Новогорный (52,1 Бк/м²·сутки) и Аргаяш (32,6 Бк/м²·сутки). Все эти значения были зафиксированы в сентябре. В это же время максимальные величины $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в пунктах наблюдения южной части ЕТР – в Уфе (37,2 Бк/м²·сутки) и Бугульме (Татарстан – 31,3 Бк/м²·сутки). Эти высокие величины, очевидно, связаны с периодом прохождения выброса рутения-106, произошедшего в конце сентября 2017 года. Следует отметить, что среднегодовые величины $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах остались в интервале 0,7-1,1 Бк/м², что ниже средней величины по РФ (1,6 Бк/м²).

Существенно меньшие максимумы $\Sigma\beta$ выпадений были зафиксированы в разные месяцы в пунктах наблюдения на территории Иркутского УГМС – в пунктах Зима и Казачинское (по 19,8 Бк/м²·сутки), Бохан (19,1 Бк/м²·сутки), Усть-Ордынский (18,7 Бк/м²·сутки), Усолье-Сибирском (18,3 Бк/м²·сутки). В других пунктах территории в диапазоне от 10 до 17,7 Бк/м²·сутки. В результате среднегодовая величина $\Sigma\beta$ выпадений по территории в 2017 году составила 3,4 Бк/м².

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на территории ЕТР в 2012-2017 годах показаны на рис. 1.12. Средние по кварталам 2017 года значения выпадений ^{137}Cs средневзвешенные по регионам ЕТР приведены в Приложении А. 7, табл. 2. Годовые выпадения ^{137}Cs во всех регионах ЕТР в 2017 году незначительно уменьшились по сравнению с уровнем 2016 года. Только в Заполярье сокращение было заметным – с 0,32 Бк/м² до 0,12 Бк/м².

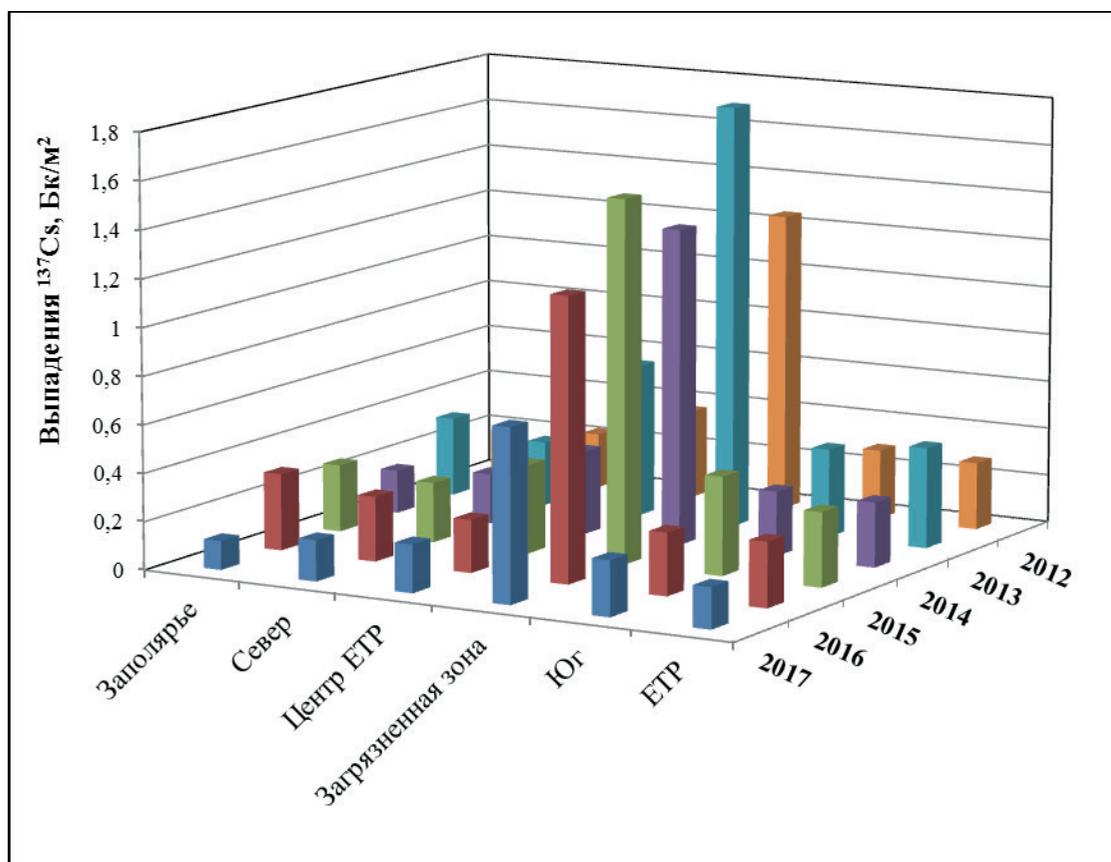


Рис. 1.12. Средневзвешенные годовые значения выпадений ^{137}Cs по регионам ЕТР в 2012-2017 годах

Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения. В Уральском УГМС наблюдались высокие уровни выпадений ^{137}Cs в III и IV кварталах – 2,07 и 0,29 Бк/м²-квартал соответственно. Кроме этого значимые величины выпадений ^{137}Cs фиксировались на территории Приморского УГМС в диапазоне от 0,027 до 0,055 Бк/м²-квартал, сумма за год составила 0,14 Бк/м²-год.

В целом, выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2017 году составили 0,17 Бк/м², против 0,14 Бк/м² в 2016 году.

На загрязненных после чернобыльской аварии территориях годовые выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам – Брянск; в Тульской обл.: Волово, Ефремов, Тула, Узловая; в Орловской: Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел; в Курской: Фатеж; в Калужской – Жиздра) в 2017 году уменьшились по сравнению с 2016 годом с 1,18 до 0,72 Бк/м²-год, что в 4,5 раз превышает средневзвешенное значение по территории ЕТР (0,16 Бк/м²-год).

В некоторых населенных пунктах загрязненной после чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs в 2017 году были намного выше. Высокие плотности выпадений ^{137}Cs на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской обл. и составили 5,2 Бк/м²-год (в 2016 г. –

6,9 Бк/м²-год, 2004-2010 годах – от 7,8 до 17,8 Бк/м²-год). В 2011 году (авария на АЭС «Фукусима») величина выпадения ¹³⁷Cs составила здесь 6,1 Бк/м²-год.

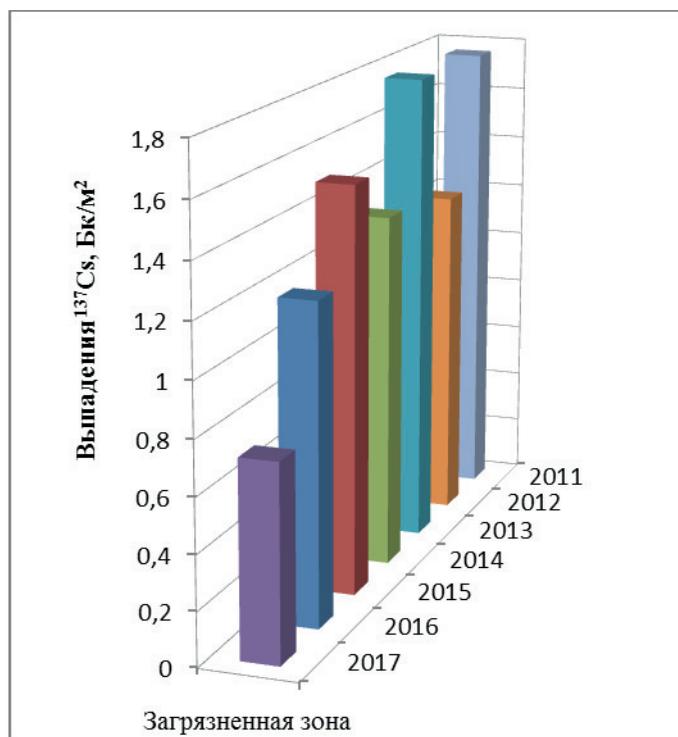


Рис. 1.13. Годовые значения выпадений ¹³⁷Cs в загрязненной зоне на территории ЕТР в 2011-2017 годах

Высокая плотность выпадения ¹³⁷Cs на территории ЕТР в 2017 году наблюдалась в Тверской обл. в п. Максатиха – 3,3 Бк/м², что заметно меньше, чем в 2016 и 2015 годах – 4,2 Бк/м² и 5,7 Бк/м². Повышенная 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 ¹³⁷Cs после инцидента в апреле 2013 года в среднем по Тверской обл. повысились на три порядка – с 0,12 Бк/м² в первом квартале до 105 Бк/м² во втором. Центральная часть выброса прошла восточнее Твери, через п. Максатиха, в Твери плотность выпадений существенно ниже и составила в 2017 году 0,9 Бк/м², как и в 2015-2016 годах.

На АТР наибольшие годовые выпадения ¹³⁷Cs (53,1 Бк/м²-год) наблюдались в 2012 году в районе ПО «Маяк» в п. Новогорный. Годовая плотность выпадений в 2017 году здесь составила 16,3 Бк/м²-год (в 2016 г. – 13,1 Бк/м²-год). Средние месячные выпадения ¹³⁷Cs в п. Новогорном были в пределах 0,05-6,8 Бк/м²-месяц.

Величина выпадений ⁹⁰Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (<0,3 Бк/м²-год).

Среднемесячная объемная активность трития (³H) в атмосферных осадках за 2012-2017 годы, усредненные по 32 пунктам, показаны на рис. 1.14. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2013-2017 годах и суммарная активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России, приведены в Приложении А. 8, табл. 1.

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2017 году изменялись в диапазоне 1,1–2,4 Бк/л. Среднегодовое значение объемной активности

трития в осадках на всей территории РФ в 2017 году практически не изменилось по сравнению с 2016 годом – 1,75 Бк/л и 1,74 Бк/л.

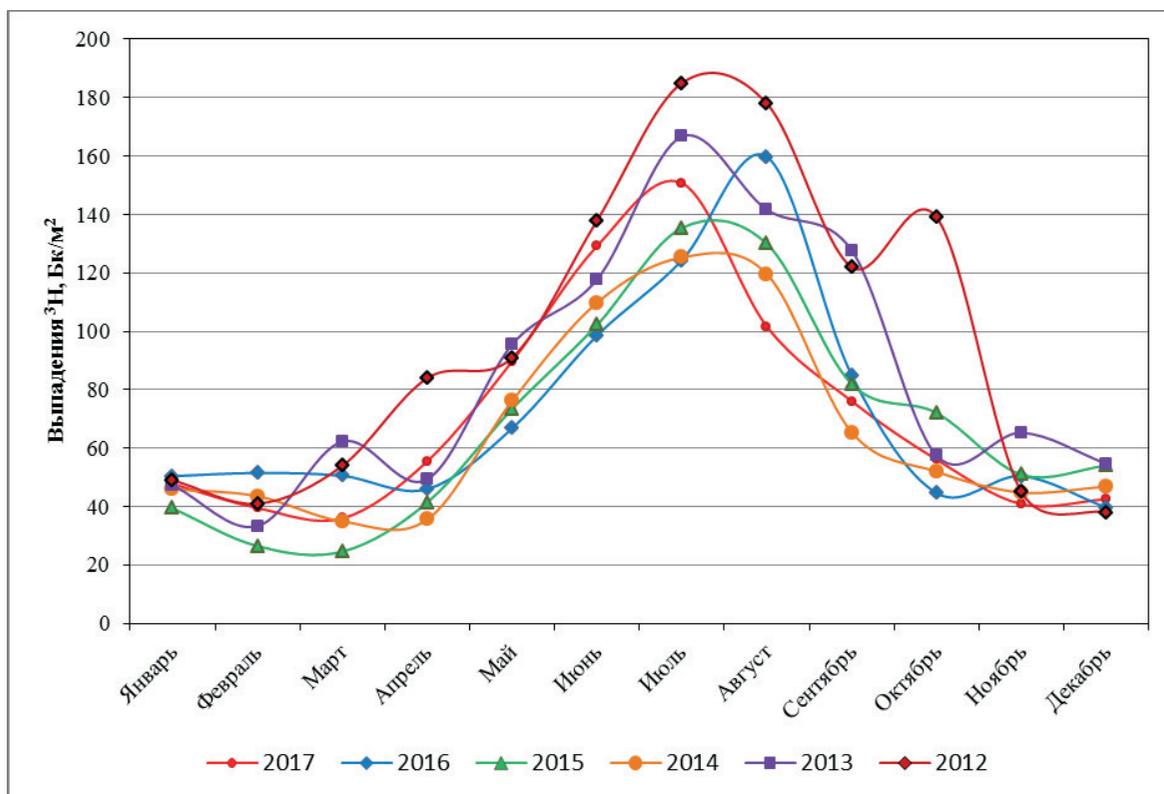


Рис. 1.14. Годовой ход среднемесячных выпадений трития по территории РФ в 2012-2017 годах

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.

Средние месячные выпадения трития из атмосферы с осадками в 2017 году колебались в пределах 36–151 Бк/м², составив в среднем 72 Бк/м². Средняя величина среднемесячных выпадений не изменилась по сравнению с 2016 годом, как и сумма выпадений по территории РФ в целом – $14,8 \cdot 10^{15}$ Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как произведение плотности годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории России ($17,075 \cdot 10^6$ км²).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2016-2017 годах составило 1,7 Бк/л, что близко к нижней границе интервала значений за период 2004-2015 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]. Авария на АЭС «Фукусима-1» не оказала заметного влияния на среднемесячные величины выпадений и объемной активности трития в атмосферных осадках, как и на суммарные показатели по всей территории РФ.

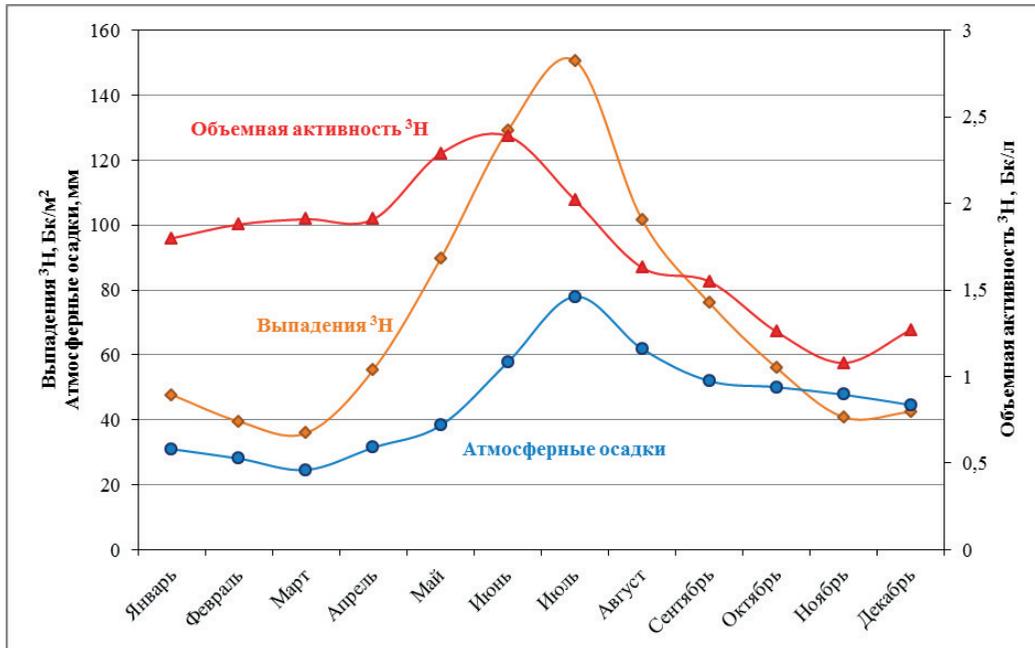


Рис. 1.15. Среднемесячная объемная активность ^3H в атмосферных осадках, среднемесячные выпадения из атмосферы и среднемесячные атмосферные осадки, осредненные по 32 пунктам на территории РФ в 2017 году

На рис. 1.16 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития, ^{137}Cs и значений $\Sigma\beta$ выпадений на территории РФ в 1991-2017 годах. Выпадения ^{137}Cs за указанный период уменьшились более чем в 12 раз, выпадения трития – в 2-2,5 раза, а $\Sigma\beta$ выпадений – в 1,5 раза. В 2011 году за счет вклада аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» увеличилось выпадение ^{137}Cs , но в 2012 году значения вернулись к уровню 2010 года. На величинах $\Sigma\beta$ выпадений и выпадениях трития аварийные выбросы практически не отразились.

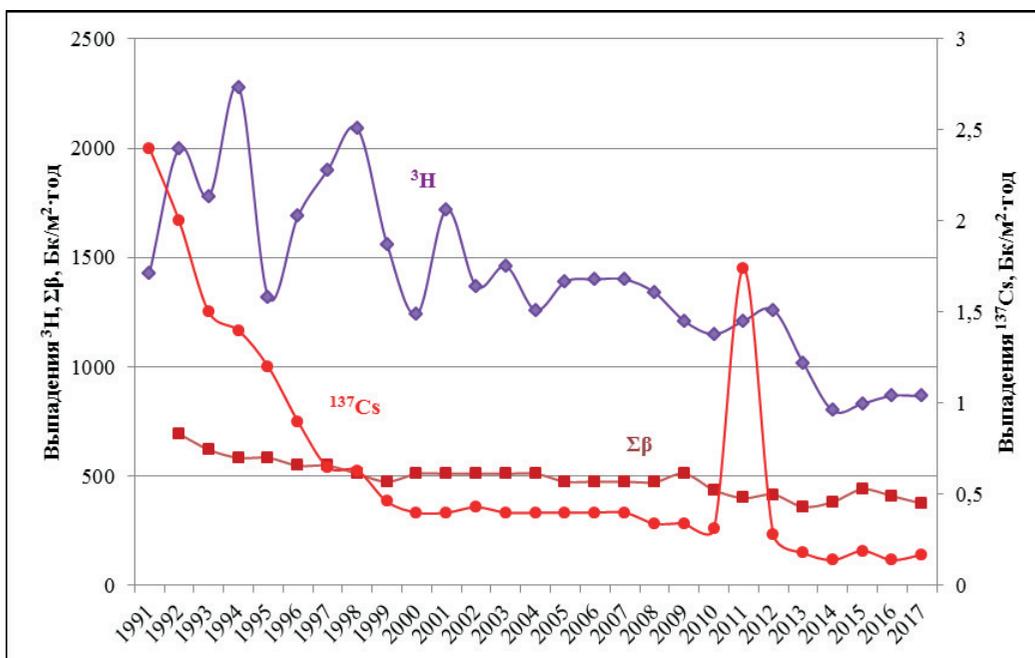


Рис. 1.16. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ в 1991-2017 годах

Поверхностные воды суши и морей

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

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

В 1991-2011 годы в воде рек России объемная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась, достигнув в 2011 г. наименьшего значения в 4,0 мБк/л. В 2012-2016 годах она колебалась в диапазоне (4,5-4,8) мБк/л, в 2017 году составила 5,5 мБк/л. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В период по 2012 и в 2016-2017 годах в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино), расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м. В 2011-2015 годах уровни активности ^{90}Sr в воде этих рек снизились до средних по РФ, и целесообразность исключения этих данных из расчета средней активности отпала. В 2013-2015 годах увеличивалась активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка), в 2015 г. она составила 10,0 мБк/л (рис. 1.17), что почти в 2 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (рис. 1.18). В 2016 г. среднее значение активности ^{90}Sr в Неве сравнялось со средним значением для рек ЕТР – 5,5 мБк/л. Однако в пробах, отобранных в теплый сезон 2016 года, активность ^{90}Sr осталась высокой – 8,7 мБк/л. В 2017 году среднее значение активности ^{90}Sr в Неве составило 3,5 мБк/л, при диапазоне для отдельных проб от 0,8 мБк/л до 5,3 мБк/л.

В осреднение также не включаются результаты определения содержания ^{90}Sr в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и др., загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк» (подробнее в разд. 4.11 и 5.1). На АТР наиболее загрязненной остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также вследствие строительства в 1951-1964 годах плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу существенно уменьшилось. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr , до сих пор остается достаточно высоким. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово) в 2017 году составила 4,3 Бк/л, что меньше, чем в 2015 и 2016 годах – 6,1 Бк/л и 5,6 Бк/л соответственно. В 2017 году концентрация ^{90}Sr 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 (4,6 мБк/л).

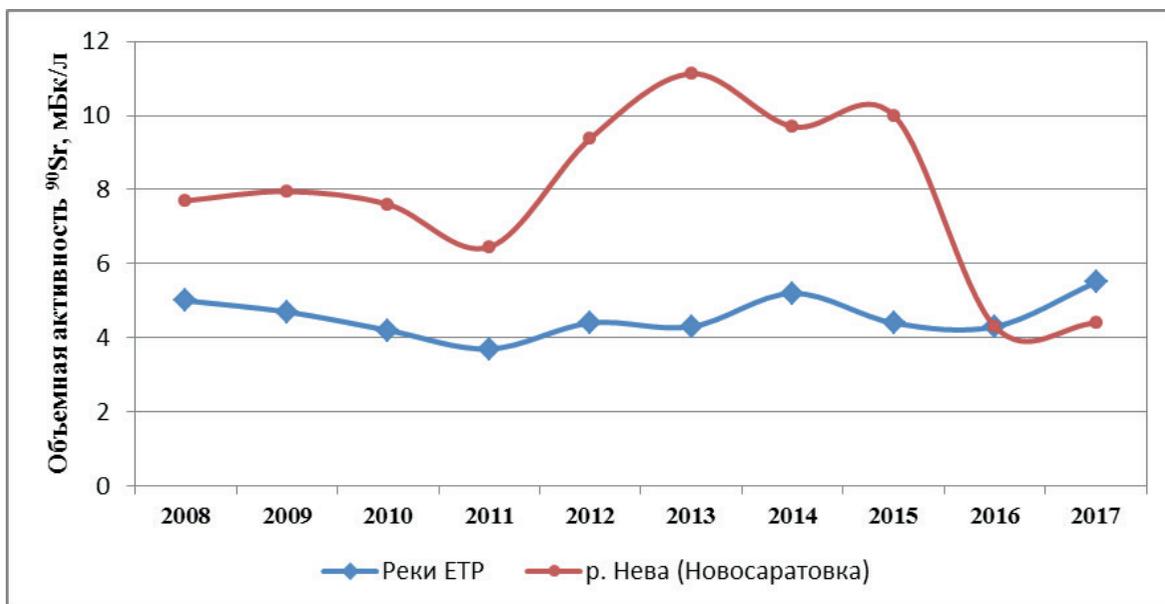


Рис. 1.17. Средние значения объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и р. Невы (п. Новосаратовка) в 2008-2017 годах

На рис. 1.18 приведены среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1991–2017 годах. За этот период произошло существенное уменьшение его содержания, и в последние годы можно говорить о стабилизации объемной активности ^{90}Sr в реках.

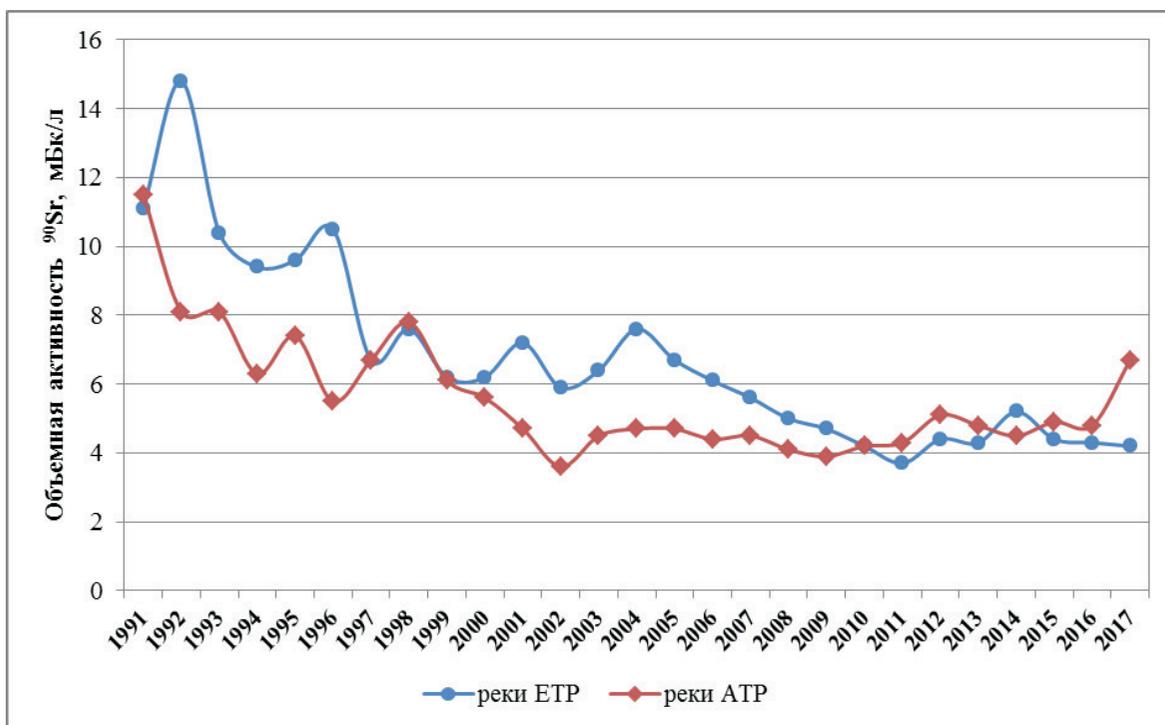


Рис. 1.18. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 1991-2017 годах

Средняя объемная активность ^{90}Sr в воде рек практически не изменилась на ЕТР в 2017 году по сравнению с 2016 годом – 4,2 мБк/л и 4,3 мБк/л. На АТР повысилась от 4,8 мБк/л

в 2016 году до 6,7 мБк/л в 2017 году. Наиболее заметные увеличения содержания зафиксированы в Енисее (Игарка) от 5,6 мБк/л до 13,4 мБк/л, Ангаре (Иркутск) от 5,1 мБк/л до 10,9 мБк/л, Оби (Салехард) от 5,5 мБк/л до 10,2 мБк/л.

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

На ЕТР содержания ^{90}Sr определяются в озерах Имандра и Онежское, а на АТР – в оз. Ханка, концентрация ^{90}Sr в озерной воде составляет 1,8, 2,9 и 7,2 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 2000-2017 годах представлены в Приложении А. 8, табл. 2.

В Приложении А. 9, табл. 1 приведены среднегодовые (осредненные по 5-6 пробам) объемные активности ^3H в 2000-2017 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 2013-2017 годах на уровне 1,7-1,9 Бк/л (2,6 Бк/л в 2012 г.). Средняя активность ^3H в обследованных реках РФ в 2017 году колебалась в пределах 1,1-2,2 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Волге (п. Брейтово), а большее – к 2 пунктам на р. Амур (Благовещенск и Хабаровск).

На рис. 1.19 показана динамика объемных активностей ^{90}Sr и трития в реках на территории РФ в 1991-2017 годах, а также для сравнения – динамика объемной активности трития в атмосферных осадках за тот же период.

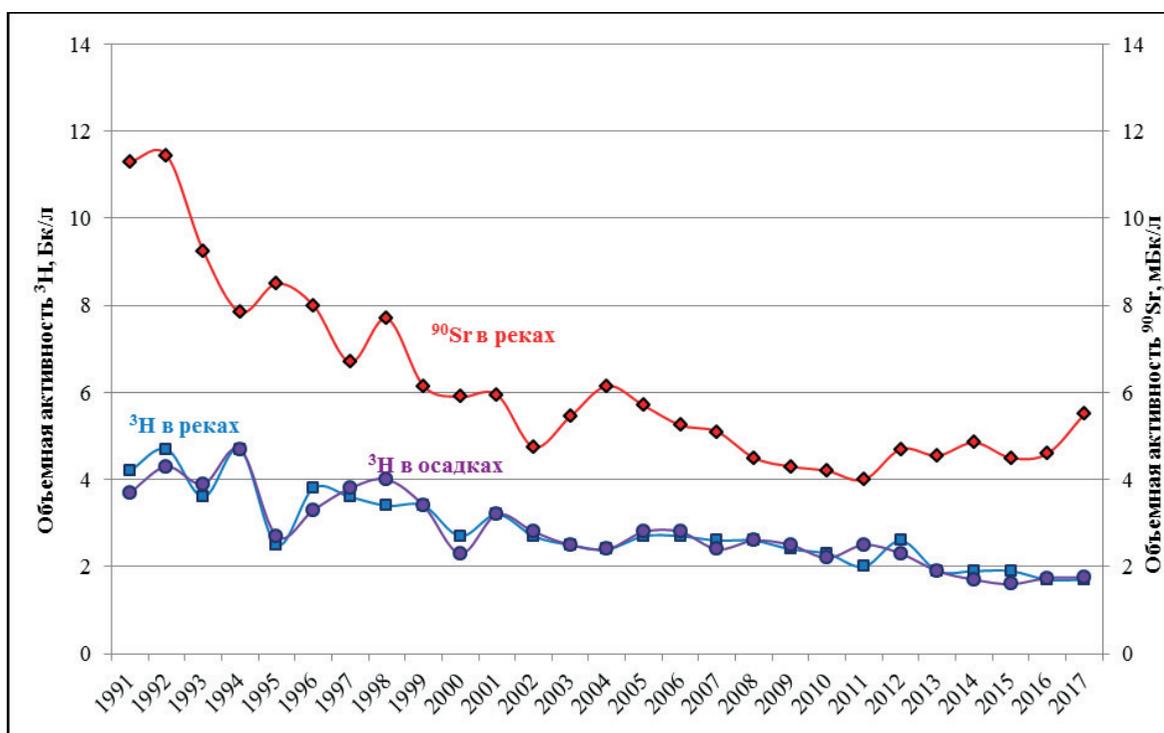


Рис. 1.19. Динамика объемной активности ^3H в реках и атмосферных осадках и ^{90}Sr в реках на территории РФ в 1991-2017 годах

Отчетливо видно, что среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в реках РФ постепенно уменьшалась до 2011 г., и за период с 1991 г. она уменьшилась в 2,8 раза. С 2012 г. наблюдаются колебания концентрации в пределах 4,3-5,5 мБк/л, и наибольшее значение зафиксировано в 2017 году. Данные по содержанию трития в водах основных рек России и атмосферных осадках за период 1991-2017 годов показывают, что со временем происходит уменьшение его активности, как в осадках, так и в речной воде. Хорошо видно, что объемная активность трития в реках обусловлена его концентрацией в атмосферных осадках. В 2016-2017 годах содержание трития в осадках и речной воде одинаковое – 1,7 Бк/л.

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

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr 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. 1.20). 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.

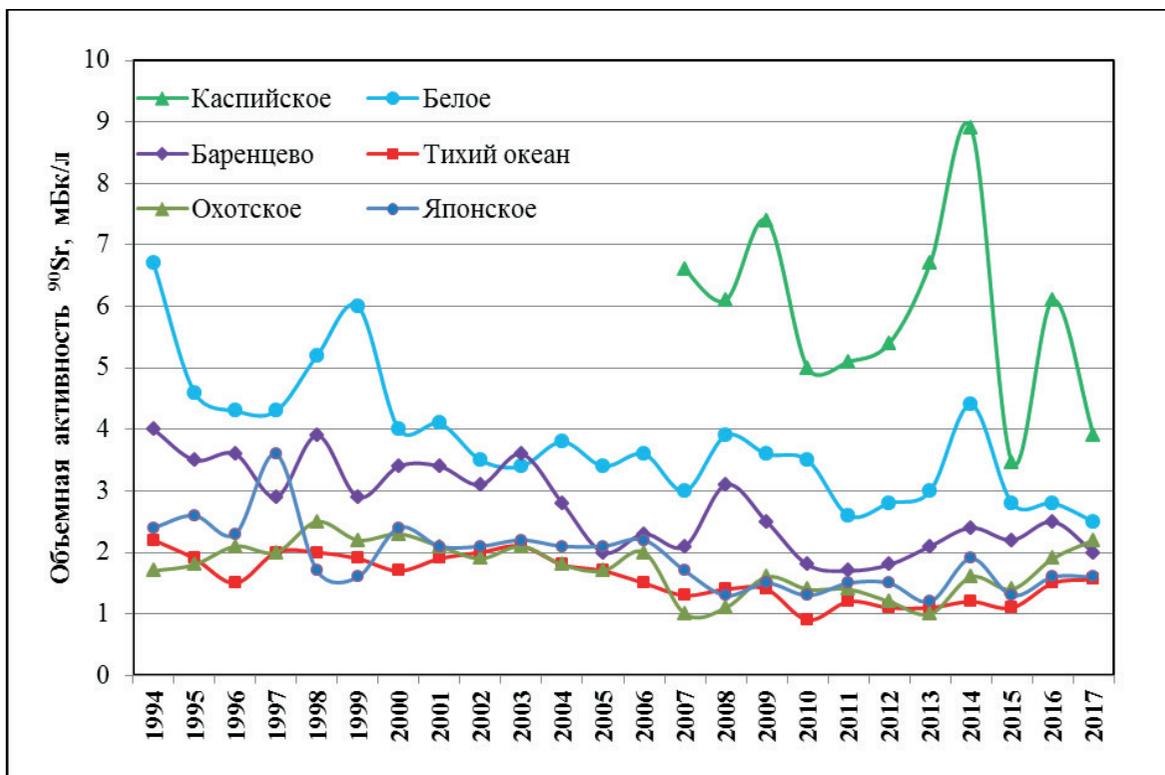


Рис. 1.20. Динамика объемной активности ^{90}Sr в морях и Тихом океане у побережья Камчатки (Авачинская губа) в 1994-2017 годах

В Белом, Баренцевом и Каспийском морях произошло снижение объемной активности ^{90}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 Тихом океане до 2,5 мБк/л – в Белом море. Объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых, и максимальное содержание ^{90}Sr в 2017 году было зарегистрировано в Таганрогском заливе Азовского моря в единственной пробе, отобранной 18 сентября – 5,6 мБк/л, в 2015-2016 годах здесь также фиксировались максимальные содержания – 16,8 мБк/л и 12,2 мБк/л соответственно (Приложение А. 9, табл. 2).

Радиационный фон территорий

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2017 года, повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2017 году не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1305 постоянных пунктах наблюдения, в течение 2017 года на территории РФ величина мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД) 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 МЭД в основном не превышали фоновых уровней.

Измерения МЭД, 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 МЭД зафиксированы на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях ЦФО с плотностью загрязнения ^{137}Cs 5-15 Ки/км² в Брянской, Калужской, Курской, Орловской и Тульской областях в диапазоне 0,19-0,25 мкЗв/ч. На территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs от 1 до 5 Ки/км² значения МЭД находились в пределах от 0,14 до 0,20 мкЗв/ч. При меньшей плотности загрязнения значения МЭД не превышают фоновых уровней.

Даже в районах расположения РОО среднегодовое значение МЭД в 2017 году не выходило за пределы колебания фонового уровня, например, в 100-км зоне Ленинградской АЭС изменялось от 0,11 до 0,16 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,12 до 0,19 мкЗв/ч. На территории субъектов федерации СЗФО средние величины МЭД изменялась от 0,10 до 0,17 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО среднегодовое значение МЭД 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}Sr . Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Этот след частично наложился на зону ВУРС. Среднегодовая МЭД на этих территориях в 2017 году по данным 10 пунктов наблюдения составила 0,09-0,11 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

В предгорных и горных районах южной части СФО зафиксированы повышенные уровни МЭД, обусловленные, главным образом, распространением массивных горных пород. Здесь

среднегодовые величины колебались от 0,11 мкЗв/ч в Красноярске до 0,16 мкЗв/ч в Иркутске, максимальные значения в течение 2017 года здесь достигали 0,18 мкЗв/ч и 0,24 мкЗв/ч соответственно.

Анализ всей совокупности данных 1991-2017 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. РД 52.18.691-2007, РД 52.18.693-2007, РД 52.18.686-2006 Радиационное обследование территории и населенных пунктов/В. М. Шершаков, В. Г. Булгаков, С. М. Вакуловский, К. П. Махонько. – Обнинск: Изд-во «ВНИИГМИ-МЦД», 2008. – 153 с.
11. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды/Под ред. А. Н. Силантьева, К. П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Е. И. Григорьев. Методика измерений мощности AMBIENTного эквивалента дозы фотонного излучения в контрольных точках объектов ФГБУ «НПО «Тайфун». 1.2.5 (31) – 15 – Обнинск: НПО «Тайфун», 2015.
13. А. А. Волокитин, О. Н. Полянская, М. Н. Каткова, В. М. Ким. Методика контроля радиоактивного загрязнения приземного воздуха и выпадений на поверхность земли в ФГБУ «НПО «Тайфун». МВК 6.1.10-15 – Обнинск: НПО «Тайфун», 2015.
14. А. Д. Уваров, Г. И. Петренко. Методика измерений активности плутония-239, 240, 238 в пробах окружающей среды с радиохимическим концентрированием в ФГБУ «НПО «Тайфун». МВИ 1.4.7-15 – Обнинск: НПО «Тайфун», 2015.

15. Махонько К. П., Ким В. М., Катрич И. Ю., Волокитин А. А. Сравнительное поведение трития и ^{137}Cs в атмосфере // Атомная энергия. – 1998. – Т. 85, вып. 4. – С. 313–318.
16. Sources and effects of ionizing radiation // United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993. P. 199.
17. Г. И. Петренко, А. Д. Уваров, Н. К. Валетова. Методика контроля радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений в ФГБУ «НПО «Тайфун». МВК 7.4.8-15 – Обнинск: НПО «Тайфун», 2015.
18. М. Н. Каткова, В. М. Ким. Методика измерений объемной активности трития в пробах природных вод с применением радиометра «Quantulus-1220» в ФГБУ «НПО «Тайфун». МВИ 7.5.2-15 – Обнинск: НПО «Тайфун», 2015.
19. Израэль Ю. А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник – Обнинск: НПО «Тайфун», 2014.

2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РФ

По состоянию на 2017 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 651,7 тыс. км², население – 37750 тыс. человек [1]. ЦФО занимает срединную часть Русской равнины, граничит с Украиной на юге и Беларусью на западе.

Согласно [2], на территории округа расположено 27 РОО, в состав которых входят особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты: 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: НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ и Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». На территории округа можно выделить следующие РОО: «Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна), ПО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь), АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» (г. Обнинск), ФГУП «Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (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 ¹³⁷Cs более 1 Ки/км² [3] (подробнее см. раздел 4).

Организация радиационного мониторинга

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

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

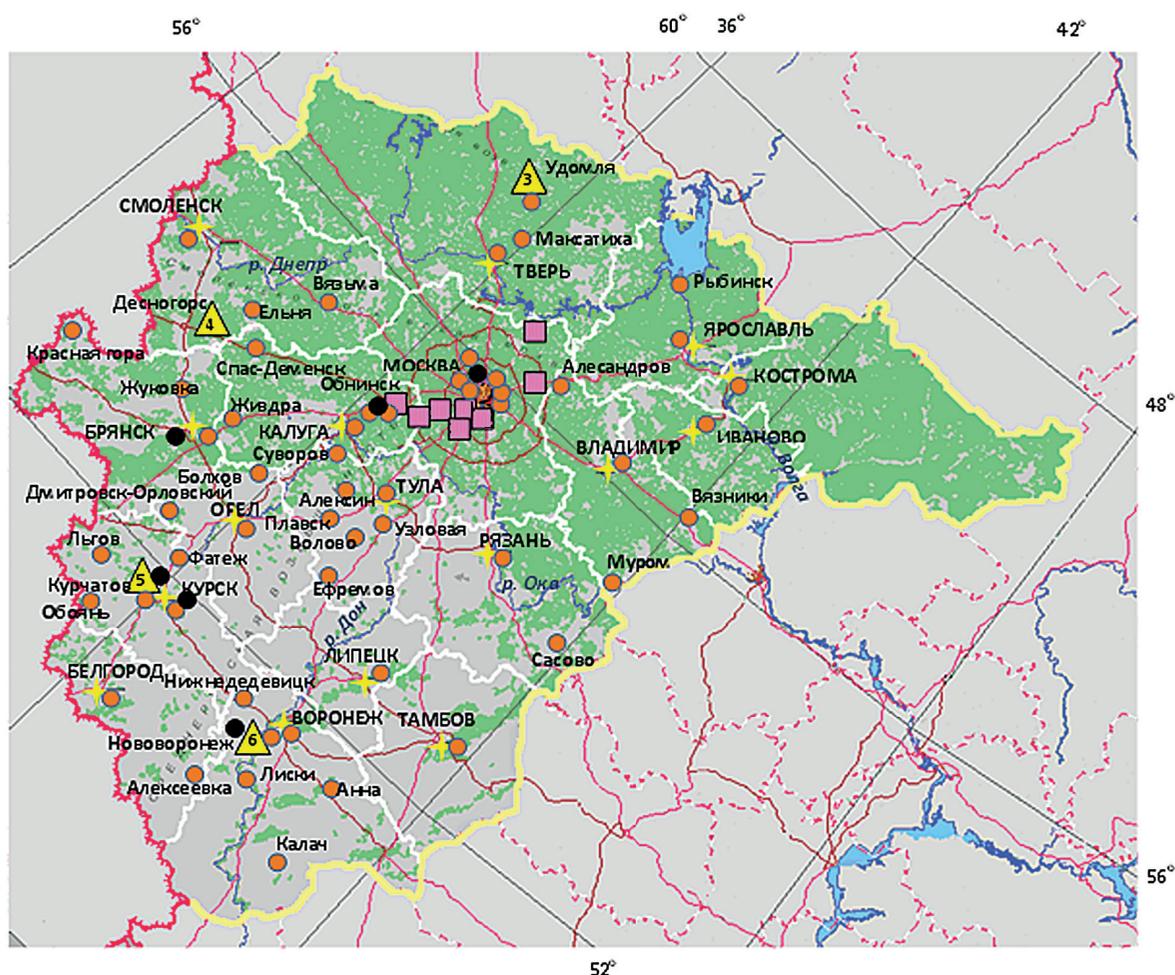


Рис. 2.1.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Центрального федерального округа

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ⊕ – центры субъектов Федерации;
- — 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 3 из них дополнительно проводится анализ проб на содержание гамма-излучающих техногенных и природных радионуклидов; в одной лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» – дополнительно анализ проб объектов окружающей среды на содержание ^{90}Sr , трития и изотопов плутония.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах ЦФО приведены в табл. 2.1.1. Среднегодовые значения МЭД по данным ежедневных измерений в населенных пунктах ЦФО изменялись от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч при среднем значении 0,11 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ. Максимальное среднегодовое значение МЭД наблюдалось в Красной Горе Брянской области, загрязненной в результате чернобыльской аварии. Выше среднего значения наблюдались среднегодовые МЭД (17-19 мкЗв/ч) и в других пунктах, расположенных в зонах, загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС.

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

Таблица 2.1.1

Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах ЦФО в 2017 г., мкЗв/ч

Область	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Белгородская	7	0,11	0,17 (Алексеевка, Старый Оскол)
Брянская	8	0,12	0,24 (Красная Гора)
Владимирская	7	0,11	0,19 (Муром)
Воронежская	11	0,11	0,18 (Нижнедевицк)
Ивановская	5	0,10	0,14 (Приволжск)
Калужская	7	0,12	0,20 (Калуга)
Костромская	10	0,10	0,20 (Буй, Николо-Полома)
Курская	10	0,12	0,20 (Льгов)
Липецкая	5	0,11	0,16 (Конь-Колодезь)
Москва	4	0,12	0,20 (Немчиновка)
Московская	13	0,11	0,21 (Наро-Фоминск)
Орловская	6	0,15	0,22 (Болхов)
Рязанская	10	0,11	0,18 (Елатьма, Михайлов)
Смоленская	8	0,12	0,18 (Вязьма, Смоленск)
Тамбовская	7	0,10	0,14 (Жердевка, Мичуринск, Обловка)
Тверская	12	0,10	0,17 (Бежецк)
Тульская	8	0,13	0,22 (Плавск, Узловая)
Ярославская	9	0,09	0,13 (Данилов)
ЦФО	147	0,11	0,18

По результатам измерений МЭД, проводимых ежемесячно во время маршрутных обследований в некоторых пунктах на загрязненных территориях Брянской области, значение МЭД изменялось: п. Мартыановка (загрязнение почвы ^{137}Cs в диапазоне 1-5 Ки/км²) – от 0,11 до 0,12 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5-15 Ки/км²) – от 0,12 до 0,14 мкЗв/ч, п. Творишино (5-15 Ки/км²) – от 0,20 до 0,21 мкЗв/ч, п. Ущерпье (15-40 Ки/км²) – от 0,27 до 0,33 мкЗв/ч. Обследования проводятся ежемесячно, начиная с 1995 г. За время, прошедшее с начала обследований, среднегодовые значения МЭД в населённых пунктах из зон загрязнения 5-15 Ки/км² снизились на 15-20%, из зоны 15-40 Ки/км² на 25-30%.

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ЦФО проводятся в пяти субъектах Федерации. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.1.2 [4,5]. Приведенные в табл. 2.1.2 пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в воздухе, кроме п. Подмосковная, находятся вблизи РОО (Курск, 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/м³**

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Московская область						
Подмосковная	2,5	2,7	4,6	0,34	0,45	0,60
Калужская область						
Обнинск (ФЭИ, фил. НИФХИ)	3,7	8,6	12,9	0,86	1,81	3,43
Курская область						
Курск (Курская АЭС)	6,7	7,7	13,9	0,90	0,80	1,11
Курчатов (Курская АЭС)	11,7	11,5	25,2	0,33	1,11	1,57
Воронежская область						
Нововоронеж (НВАЭС)	6,6	5,2	14,0	1,12	0,55	0,93
Брянская область						
Брянск	3,2	3,5	9,5	0,49	1,08	0,96
Средневзвешенное по Центру ЕТР	3,2	3,6	5,5	0,81	0,82	1,01

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

- - наблюдения не проводились.

Из табл. 2.1.2 видно, что средневзвешенная по территории Центра ЕТР объемная активность ^{137}Cs за последние три года снизилась в 1,7 раза и в 2017 г. составляла $3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по НРБ-99/2009. В пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО, объемная активность ^{137}Cs была, как и в предшествующие годы, в 1,2-3,7 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР. Наибольшее значение, как и в 2016 г., наблюдалось в г. Курчатове.

На рис. 2.1.2 показано изменение средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs по Центру ЕТР в период с 2007 по 2017 г. Высокие значения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2011 г. обусловлены трансграничным переносом радионуклидов на территорию РФ вследствие аварии на японской АЭС «Фукусима-1» [6]. Если исключить значение 2011 г., то видно, что объемная активность ^{137}Cs постепенно уменьшается. За указанный период она уменьшилась в 3,2 раза.

Объемная активность ^{90}Sr в воздухе во всех пунктах наблюдения на территории ЦФО в 2017 г. приведена в табл. 2.1.2. Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr в 2017 г. в Центре ЕТР и всех пунктах наблюдения ЦФО (кроме Курска и Нововоронежа) уменьшилась по сравнению

с предыдущим годом (см. табл. 2.1.2). В пунктах, находящихся в 100-км зонах РОО, за исключением г. Нововоронежа, объемная активность ^{90}Sr была на уровне или ниже средневзвешенной объемной активности ^{90}Sr в Центре ЕТР. Все наблюдаемые в течение года величины объемной активности ^{90}Sr в воздухе на территории ЦФО были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{90}Sr по НРБ 99-2009 [7].

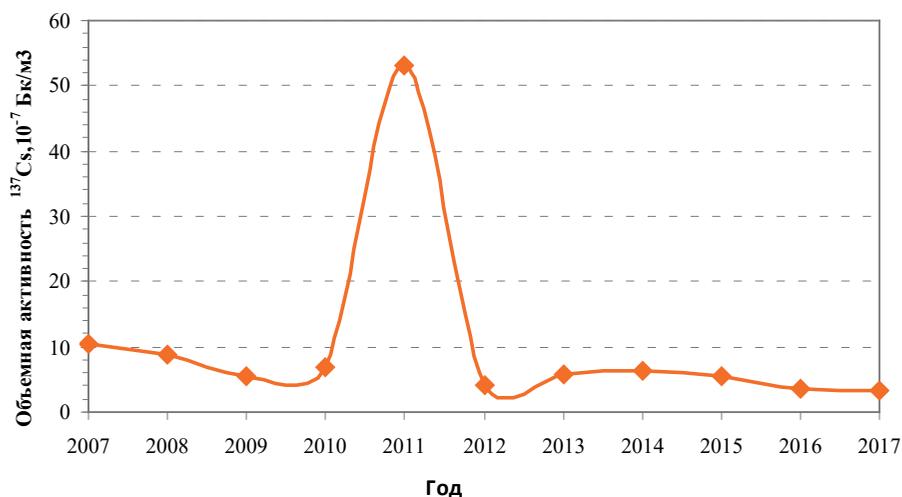


Рис. 2.1.2. Динамика изменения средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЦФО

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ЦФО в 2017 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ЦФО в 2016 и 2017 гг. представлены в табл. 2.1.3. Из табл. 2.1.3 видно, что выпадения ^{137}Cs уменьшились на всей территории ЦФО. Средневзвешенные значения выпадений ^{137}Cs на незагрязненной территории Центра ЕТР также уменьшилась в 1,1 раза. На территории Тверской области в п. Максатиха выпадения ^{137}Cs в течение последних трех лет уменьшились в 1,8 раза, но в 16,5-18 раз превышают средневзвешенные выпадения по Центру ЕТР. Через Тверскую область в апреле 2013 г. прошел след аэрозольного выброса ^{137}Cs , произошедшего на Машиностроительном заводе в г. Электросталь Московской области в результате радиационного инцидента [4]. Высокие выпадения ^{137}Cs в Тверской области, начиная с 2013 г., по-видимому, являются следствием указанного события.

На загрязненных после Чернобыльской аварии территориях выпадения ^{137}Cs были значительно выше средневзвешенного значения для незагрязненных территорий Центра ЕТР. По измерениям в объединенной пробе по пп. Болхов, Брянск, Волово, Дмитров-Орловский, Ефремов, Орел, Тула, Узловая, Фатеж выпадения ^{137}Cs в 2017 г. составляли $0,72 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$, что в 3,6 раза выше средневзвешенного значения для незагрязненных зон Центра ЕТР. Наибольшие значения выпадений ^{137}Cs за год фиксировались в пункте Красная Гора Брянской области ($5,2 \text{ Бк/м}^2$), повышенные – в п. п. Плавск Тульской области ($1,3 \text{ Бк/м}^2$), Болхов ($0,93 \text{ Бк/м}^2$) Орловской области, Брянск ($1,02 \text{ Бк/м}^2$) и Жуковка ($0,96 \text{ Бк/м}^2$) Брянской области, загрязнённых после Чернобыльской аварии. Выпадения ^{137}Cs на загрязненных территориях постепенно снижаются – с 1995 г. они уменьшились в 8,1 раза.

Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs наблюдаются и вблизи некоторых РОО. В Нововоронеже годовые выпадения в 2017 г. составляли 1,3 Бк/м², в Обнинске – 1,2 Бк/м².

Характер изменения средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по Центру ЕТР вне загрязненных территорий за период с 2006 по 2017 гг. показан на рис. 2.1.3. Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs в 2011 г. обусловлены радиоактивными продуктами аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

Таблица 2.1.3

Область	Выпадения ^{137}Cs	
	2017 г.	2016 г.
Белгородская	0,49	0,53
Брянская	1,02	1,47
Владимирская	0,16	0,20
Воронежская	0,50	0,37
Ивановская	0,16	0,20
Калужская	0,40	0,65
Костромская	0,16	0,20
Курская	0,47	0,61
Липецкая	0,49	0,53
Москва	0,23	0,16
Московская	0,16	0,20
Орловская	0,30	0,69
Рязанская	0,16	0,20
Смоленская	0,19	0,80
Тамбовская	0,49	0,53
Тверская (Тверь/Максатиха)	0,9/3,3	0,9/4,2
Тульская	0,78	1,15
Ярославская	0,16	0,20
Средневзвешенное для Центра ЕТР (для незагрязненных территорий) Центра	0,20	0,22

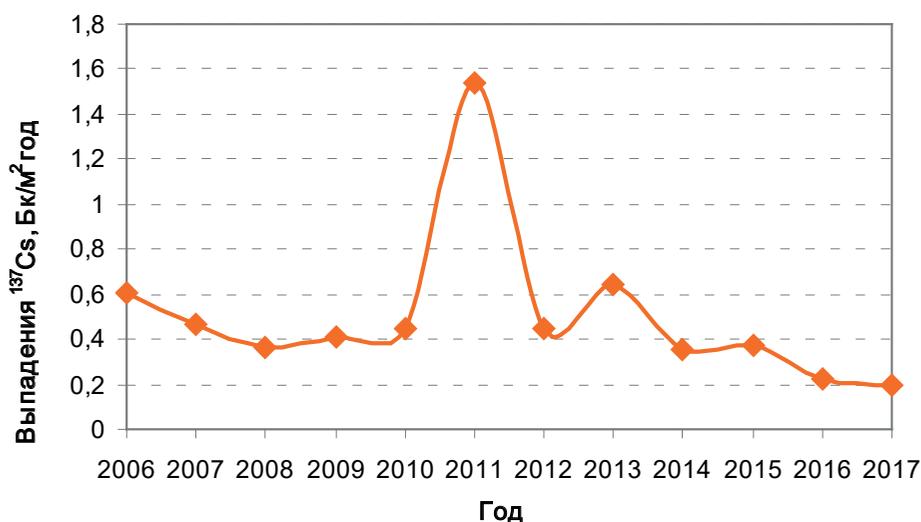


Рис. 2.1.3. Изменение выпадений ^{137}Cs вне загрязненных территорий ЦФО

Ниже подробно рассматривается радиационная обстановка в Москве и Московской области и в 100-км зоне ФЭИ и фил. НИФХИ, расположенных в г. Обнинске Калужской области.

Радиационная обстановка в 100-км зонах Курской, Нововоронежской, Калининской и Смоленской АЭС приведены в разделе 3.

2.1.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области

В г. Москве и Московской области мониторинг радиационной обстановки проводится Центральным УГМС. В 2017 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно в п. Подмосковная путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки. Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, два из которых расположены на территории г. Москвы (ВДНХ и Тушино), остальные – на территории области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. МЭД измерялась ежедневно на 17 станциях. Помимо этого, в двух пунктах наблюдения (Балчуг и СФМ) проводился ежемесячный отбор проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития, а в трех пунктах (Бабьегородская плотина, Южный порт (Бесединский мост) и Звенигород) отбирались пробы воды из р. Москва для определения содержания в них ^{90}Sr .

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

Из табл. 2.1.4 видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила $12,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше уровня предыдущего года и в 1,1 раза ниже средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ ($20,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдалась в августе.

Таблица 2.1.4

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

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	2015 г.
		Выпадения, Бк/м ² -сутки														
Алексин	с	0,50	0,30	0,30	1,00	0,50	0,30	0,40	0,50	0,70	0,50	0,40	0,90	0,53	0,46	0,51
	м	0,80	0,70	0,60	1,60	1,50	0,90	1,60	1,60	1,50	1,10	0,90	2,70			
Балчуг	с	0,30	0,50	0,60	0,60	0,70	0,70	0,60	0,80	0,80	0,80	0,60	0,80	0,65	0,80	0,87
	м	0,90	1,10	1,50	2,50	1,80	2,30	2,20	2,90	3,80	1,90	1,90	2,50			
ВДНХ	с	0,20	0,30	0,40	0,60	0,70	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	0,50	0,70	0,57	0,81	0,94
	м	0,40	0,70	1,70	2,50	1,60	2,10	1,60	1,90	1,70	1,60	1,40	2,30			
Ново-Иерусалим	с	0,20	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,40	0,60	0,42	0,78	0,99
	м	0,50	0,70	0,70	1,10	0,90	1,00	1,80	1,10	1,30	1,10	1,10	1,70			
Подмосковная	с	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,60	0,60	0,50	0,40	0,70	0,48	0,82	0,92
	м	0,60	0,80	1,90	2,10	1,80	2,10	1,20	1,90	2,30	1,50	1,00	2,30			
Тушино	с	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,40	0,40	0,60	0,60	0,60	0,40	0,60	0,47	0,78	1,02
	м	0,60	0,60	1,20	1,90	2,00	1,30	1,20	1,30	1,90	1,40	1,10	1,60			
Среднее, Бк/м ² -сутки:																
	– по зоне наблюдения	0,28	0,33	0,40	0,58	0,57	0,50	0,50	0,62	0,65	0,62	0,45	0,72	0,52	0,74	0,87
– по Центру ЕТР	0,95	0,87	0,80	0,87	0,85	0,81	0,75	0,86	0,99	0,96	0,91	1,01	0,89	1,12	1,28	
Объемная активность, 10 ⁻⁵ Бк/м ³																
Подмосковная	с	7,2	6,7	11,0	11,3	13,7	11,4	14,6	20,5	16,1	10,2	14,4	12,1	12,4	9,7	11,6
	м	18,7	18,5	25,9	43,9	23,6	23,2	45,2	70,6	33,4	32,9	48,1	33,6			

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2012–2017 гг. приведены в табл. 2.1.5.

Из табл. 2.1.5 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2017 г. была в 1,1 раза ($2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) ниже, чем в 2016 г. ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Это самая низкая величина за последние шесть лет: Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Подмосковная в 2017 г. составляла $0,34 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже, чем в 2016 г., и в 2,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,81 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые в п. Подмосковная среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на шесть – семь порядков ниже предельно допустимых среднегодовых объемных активностей этих радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [7].

Таблица 2.1.5

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
^{137}Cs							
Подмосковная	2012	3,4	5,0	3,5	4,1	4,0	4,0
	2013	3,4	7,5	3,1	3,6	4,4	5,9
	2014	4,3	4,5	3,4	24,0	9,1	6,2
	2015	4,0	7,3	2,9	4,0	4,6	5,5
	2016	4,6	2,6	1,9	1,8	2,7	3,6
	2017	2,6	1,9	2,6	2,8	2,5	3,2
^{90}Sr							
Подмосковная	2012	0,36	0,60	0,51	0,25	0,43	0,64
	2013	0,32	0,39	0,33	0,24	0,32	0,47
	2014	0,34	1,18	1,24	0,91	0,92	0,72
		I полугодие		II полугодие			
	2015	0,58		0,62		0,6	1,01
	2016	0,61		0,29		0,45	0,82
	2017	0,22		0,45		0,34	0,81

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах контроля на территории Московской области в 2017 г. (табл. 2.1.4) составляли 0,42-0,65 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные выпадения (3,8 Бк/м²-сутки) были зарегистрированы в феврале в п. Балчуг. Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. (0,52 Бк/м²-сутки) в г. Москве и Московской области было ниже уровня предыдущего года и регионального уровня (Центр ЕТР).

Выпадения ^{137}Cs в объединенной по шести пунктам пробе в 2017 г. (табл. 2.1.3) были в 1,3 раза ниже уровня предыдущего года и составили 0,16 Бк/м²-год, что ниже уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,20 Бк/м²-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 2017 г. составляла 1,5 Бк/л и 1,3 Бк/л соответственно, что ниже уровня среднегодового значения для всей территории России (1,8 Бк/л).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Москва (данные ФГБУ «НПО «Тайфун») в течение 2017 г. колебалась в пределах от 0,9 до 8,6 мБк/л при среднем значении 3,5 мБк/л, что ниже среднего значения для рек ЕТР (5,0 мБк/л). Самая высокая объемная активность ^{90}Sr

наблюдалась в точке Бабьегородская плотина в центре г. Москвы, а вверх по течению реки, в Звенигороде, и вниз по течению, в т. Южный порт (Бесединский мост), содержание ^{90}Sr в воде было ниже.

Среднегодовая величина МЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,10 мкЗв/ч (Подмосковная, СФМ Приокско-Террасный заповедник, Черусти, Серпухов, Немчиновка) до 0,13 мкЗв/ч (Кашира, Балчуг), что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,21 мкЗв/ч (Наро-Фоминск).

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ФГУП «Радон». ФГУП «РАДОН» выполняет работы в административных округах г. Москвы в соответствии с постановлением Правительства Москвы от 22.02.2002 г. № 144 «Об организации Единой системы экологического мониторинга города Москвы» и согласно договору от 11 апреля 2017 г. № 59-ДЖКХ/17 г.

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

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

Схема радиоэкологического мониторинга г. Москвы в старых границах представлена на рис. 2.1.4, а в новых границах – на рис. 2.1.5.

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились на 6 стационарных постах путем непрерывного отбора проб с помощью автоматизированных ВФУ типа УВФ-1 производительностью около 1000 м³/ч на фильтр ФПП-15–1,5 с недельной экспозицией проб. Наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений – в 6 пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с недельной экспозицией с помощью высокооборотных кювет.

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

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

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

Сеть измерителей радиационного фона (АСКРО) состоит из 66 датчиков на территории г. Москвы, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах большого скопления людей и с учетом планомерного охвата всех административных округов. Это полностью автоматизированный элемент мониторинга города. Он выполняет функции непрерывного контроля радиационного фона в автоматическом режиме, с представлением информации об измеренном значении на индикаторном табло в месте его установки и отслеживанием заданных пороговых уровней фона. Опрос показаний измерителей проводится круглосуточно с интервалом в 10 минут.

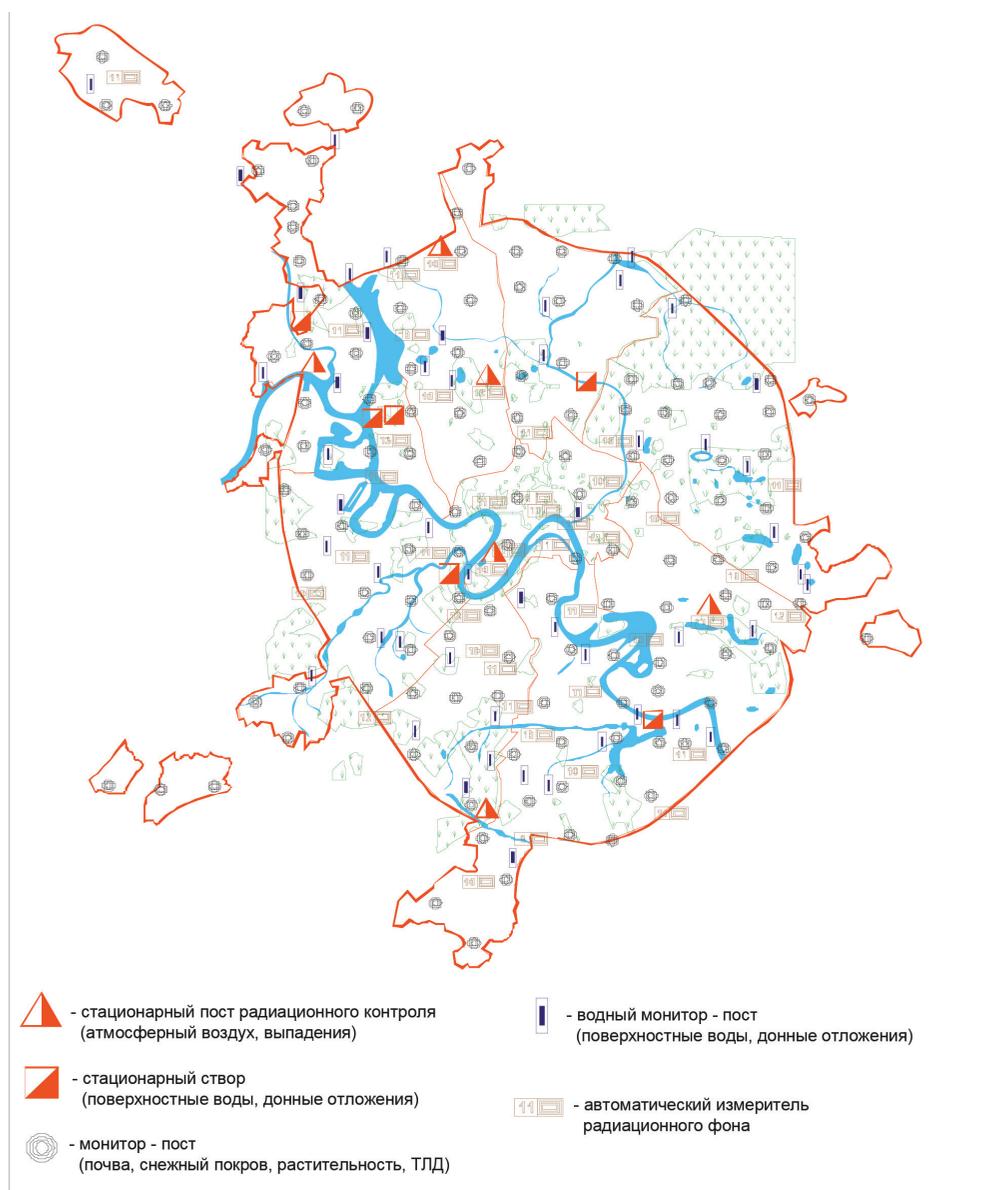


Рис. 2.1.4. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

Кроме того, носимыми приборами для измерения МЭД в 2017 г. выполнено более 3000 измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.

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

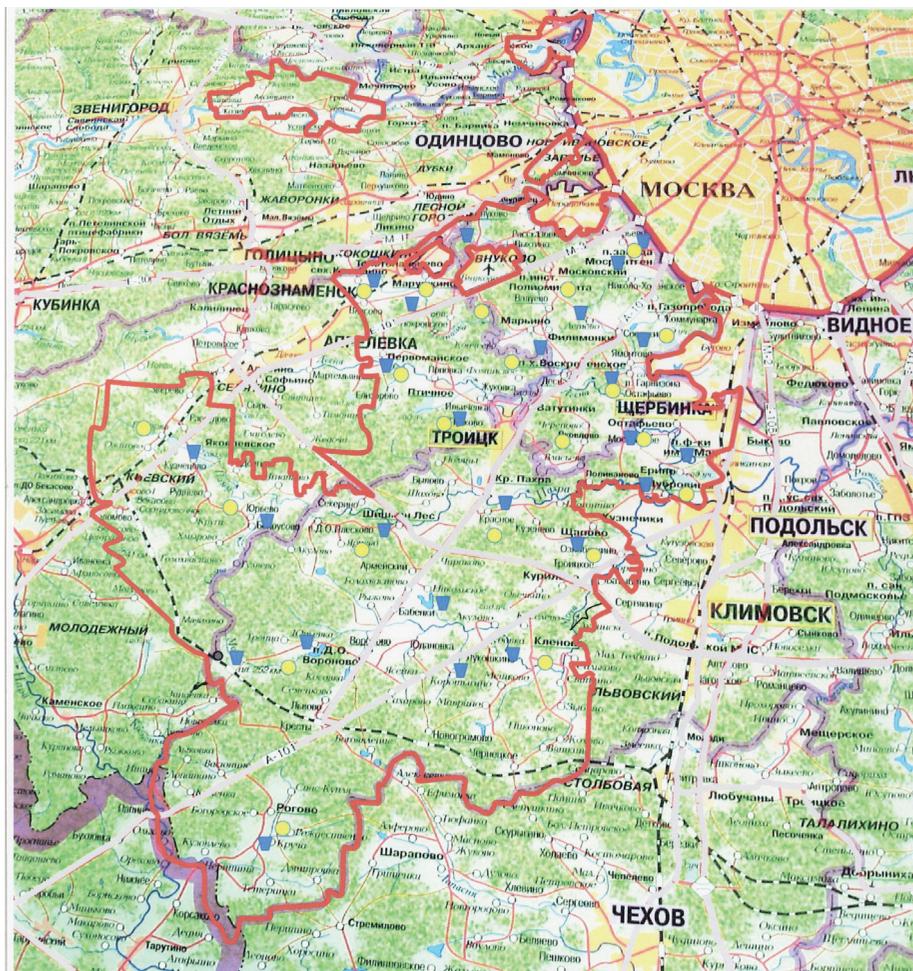


Рис. 2.1.5. Схема расположения пунктов отбора проб в Троицком и Новомосковском административных округах г. Москвы:

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

В табл. 2.1.6 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2017 г. и для сравнения данные 2016 г. Наличие в воздухе естественных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K объясняется процессами вторичного ветрового переноса с поверхности земли.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2017 г. уменьшилась более чем в 2 раза по сравнению с уровнем 2016 г. ($7,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) и составляла менее $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 . Это более чем в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) и примерно в 1,6 раза выше объемной активности ^{137}Cs в п. Подмосковная ($2,5 \cdot 10^{-7}$) Бк/ м^3 , расположенном в 30 км от Москвы. В каждом месяце, но не каждую неделю в приземном слое атмосферы г. Москвы регистрировался ^{131}I . Диапазон изменения величин объемной активности ^{131}I составил от $7,0 \cdot 10^{-7}$ до $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 , что на пять-семь порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 для этого радионуклида ($7,3$ Бк/ м^3) [7].

Кроме указанных в табл. 2.1.6 естественных радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы регистрировался естественный ^7Be . Среднегодовая объемная активность ^7Be составляла $2,1 \cdot 10^{-3}$ Бк/ м^3 .

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

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	Радионуклид											
			²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K		⁷ Be		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	2017	2017	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Среднегодовая объемная активность в приземной атмосфере, 10 ⁻⁵ Бк/м ³	10	-	<0,13	0,24	<0,076	0,14	1,6	2,6	210	300	<0,04	0,078	<0,0064	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м ² ·год	156,9	-	-	-	-	-	<21,5	≤10,6	73	≤62	<1,06	≤0,33	0,94	≤0,17
Объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов г. Москвы, Бк/л	0,21	0,036	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Объемная активность радионуклидов в воде р. Москвы, мБк/л	155,7	-	-	≤2,3	-	≤1,1	-	≤8,3	-	-	<0,2	≤2,4	6,3	≤2,2
Объемная активность радионуклидов в донных отложениях открытых водоемов г. Москвы, Бк/кг	399	-	<15	12	<16	13	321	294	-	-	<5	≤10	-	-
Содержание радионуклидов: почва / грунт, Бк/кг	-	-	19	15	21	18	377	345	-	-	6	6	1,4	≤1,6
Содержание радионуклидов в растительности травянистого яруса г. Москвы, Бк/кг	882	63	64	-	25	-	651	630	-	-	23	-	-	-

Примечание: – – данные не поступали.

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы определялись ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr, содержание которых низкое и не превышает уровней глобального фона. Содержание естественных радионуклидов ⁴⁰K, ²²⁶Ra и ²³²Th в почве также не превышало фоновых уровней (табл. 2.1.6).

Среднегодовая МЭД на территории г. Москвы, по данным ФГУП «Радон», в 2016 г. составила 0,12 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. Средняя величина интегральной поглощенной дозы по показаниям ТЛД в 2016 г. составила 0,88 мЗв/год.

Средние удельные суммарные активности в табл. 2.1.6 приведены для золы, а средняя удельная активность ⁴⁰K, ²²⁶Ra, ²³²Th и ¹³⁷Cs – для измельченной воздушно сухой растительной массы.

Анализ радиационно-экологической обстановки в Москве за 2017 г. показал, что значения контролируемых параметров радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды находились в пределах многолетних колебаний техногенного фона столицы.

2.1.2. РОО г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются ФЭИ и филиал НИФХИ. Местные РОО воздействуют на окружающую среду, производя газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу, жидкие сбросы их со сточными водами в р. Протву, а также загрязняя радионуклидами грунтовые воды. Данные ФЭИ и филиала НИФХИ о составе и величине выбросов радионуклидов в атмосферу в 2017 г. приведены в табл. 2.1.7 и 2.1.8.

Таблица 2.1.7

Выбросы радионуклидов в атмосферу ФЭИ, Бк/год

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁵⁷ Co	5,6·10 ⁸	6,6·10 ⁶	8,1·10 ⁶	- 1,5·10 ⁶
⁶⁵ Zn	9,4·10 ⁶	3,9·10 ⁵	5,0·10 ⁵	- 1,1·10 ⁵
⁹⁰ Sr	2,5·10 ⁸	5,7·10 ⁵	7,4·10 ⁵	- 1,7·10 ⁵
¹³⁷ Cs	3,2·10 ⁸	7,5·10 ⁶	6,3·10 ⁷	- 5,6·10 ⁷
⁶⁸ Ge + ⁶⁸ Ga	1,1·10 ⁸	6,0·10 ⁶	5,2·10 ⁶	+ 0,8·10 ⁶
¹⁰⁹ Cd	9,8·10 ⁷	5,8·10 ⁶	4,5·10 ⁶	+ 1,3·10 ⁶
²⁴¹ Am	8,0·10 ⁶	1,1·10 ⁶	-	+1,1·10 ⁶

Из табл. 2.1.7 видно, что в ФЭИ в 2017 г. по сравнению с 2016 г. выбросы всех радионуклидов, за исключением ²⁴¹Am, ¹⁰⁹Cd и ⁶⁸Ge+⁶⁸Ga, уменьшились: для ⁵⁷Co – в 1,2 раза; для ⁶⁵Zn – в 1,3 раза; для ⁹⁰Sr – в 1,3 раза, для ¹³⁷Cs – в 8,4 раза. Годовые выбросы радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,2% (⁹⁰Sr) до 13,7% (²⁴¹Am) от допустимых выбросов. Выбросы филиала НИФХИ в 2017 г. (табл. 2.1.8) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов от 6% (^{135m}Xe) до 31% (⁴¹Ar) от допустимых выбросов, за исключением ¹³¹I, ¹³²I, и ¹³³I, значения которых превысили допустимые выбросы в 1,1-2,2 раза. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2017 г. также увеличился в 1,4 раза по сравнению с 2016 г. и составил 4,6·10¹² Бк.

Таблица 2.1.8

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2013г.
¹³¹ I	1,5·10 ¹²	1,6·10 ¹²	1,4·10 ¹²	8,5·10 ¹¹	1,6·10 ¹¹	1,2·10 ¹¹
¹³² I	1,5·10 ¹²	1,9·10 ¹²	1,0·10 ¹²	1,6·10 ¹²	9,1·10 ¹⁰	3,6·10 ¹⁰
¹³³ I	4,6·10 ¹¹	1,0·10 ¹²	8,8·10 ¹¹	4,4·10 ¹¹	2,1·10 ¹⁰	1,1·10 ¹⁰
¹³⁵ I	4,3·10 ¹¹	7,1·10 ¹⁰	4,6·10 ¹⁰	4,6·10 ¹⁰	2,7·10 ⁸	6,3·10 ⁷
⁴¹ Ar	3,0·10 ¹⁴	9,3·10 ¹³	1,7·10 ¹⁴	7,8·10 ¹³	4,5·10 ¹³	2,5·10 ¹³
^{85m} Kr	1,0·10 ¹⁴	1,3·10 ¹³	1,4·10 ¹³	2,2·10 ¹³	2,7·10 ¹²	5,2·10 ¹²
¹³³ Xe	7,5·10 ¹⁴	8,8·10 ¹³	1,6·10 ¹⁴	2,5·10 ¹⁴	2,4·10 ¹³	9,1·10 ¹³
¹³⁵ Xe	8,1·10 ¹⁴	1,1·10 ¹⁴	1,7·10 ¹⁴	2,2·10 ¹⁴	1,9·10 ¹³	5,0·10 ¹³
^{135m} Xe	3,0·10 ¹⁴	1,8·10 ¹³	-	-	-	-

В связи с выводом из эксплуатации основных радиационно опасных участков в ФЭИ и отсутствием источников поступления радионуклидов в открытую гидрографическую сеть, а также пп. 3.12.1, 3.12.11 ОСПОРБ-99/2010, техническим решением от 07.07.10 №57-01/86, согласованным с РУ №8 ФМБА России, для ФЭИ нормативы допустимого сброса не устанавливаются. Проводится только периодический технологический контроль сбросов. Филиалом НИФХИ значимых радиоактивных сбросов в р. Протву в 2017 г. не производилось. Площадь, загрязненная радионуклидами, в зоне наблюдения ФЭИ составляет 0,0054 км².

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).

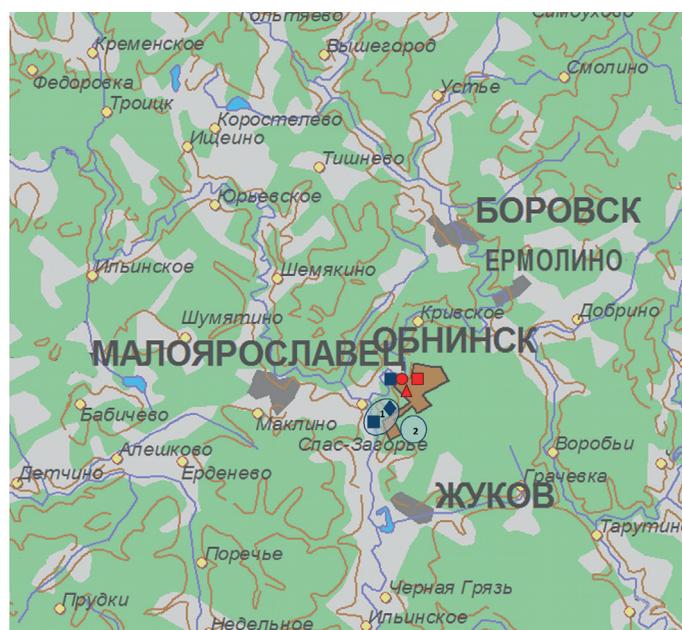


Рис. 2.1.6. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в г. Обнинске:

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

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды в СЗЗ ФЭИ (совпадает с промплощадкой ФЭИ), в ЗН ФЭИ (5-км зона вокруг ФЭИ) и в СЗЗ филиала НИФХИ (территории 1 и 2 на рис. 2.1.6 соответственно) проводят службы внешней дозиметрии ФЭИ и филиала НИФХИ.

В 2017 г. службой внешней дозиметрии ФЭИ в СЗЗ и ЗН ФЭИ контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере в трех точках (одна – в СЗЗ, две – в ЗН) путем непрерывного отбора проб с суточной экспозицией с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м³/ч;
- содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в почве, растительности, воде р. Протвы и $\Sigma\beta$ в снеге и скважинах хранилища РАО;
- значения МЭД.

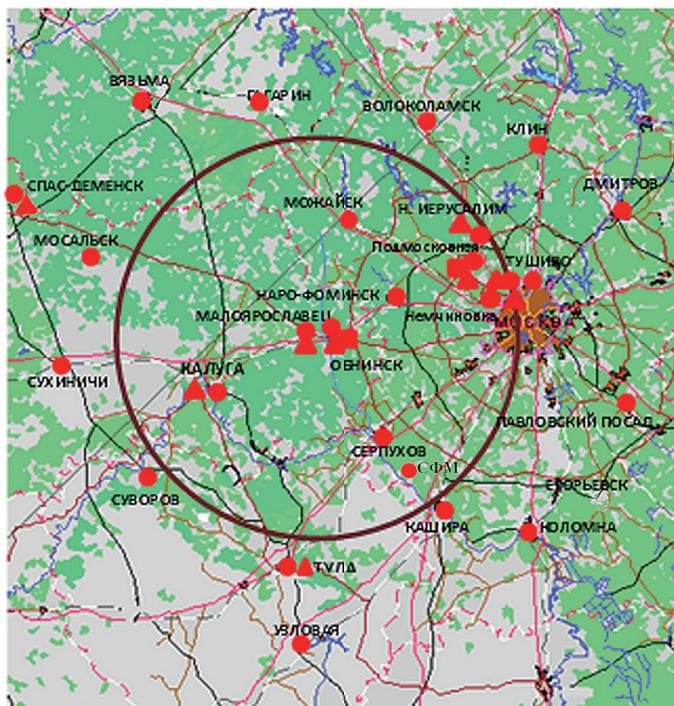


Рис. 2.1.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):

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

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

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определяется путем отбора проб аэрозолей с помощью УВФ-2 производительностью $800\text{ м}^3/\text{ч}$, установленной на территории ВММ НПО «Тайфун» (примерно центр города, в 4-5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ). Пробы отбираются на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (для улавливания радиоактивного йода в молекулярной форме) с экспозицией одни сутки;

– радиоактивность атмосферных выпадений измеряется путем анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью $0,3\text{ м}^2$, расположенного на территории НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;

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

В 100-км зоне РОО г. Обнинска в 2017 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль (см. рис. 2.1.7 и табл. 2.1.9):

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

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

По данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ ФЭИ в 2017 г. была в 1,4 раза ниже, чем в ЗН ($22 \cdot 10^{-5}$ и $30 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 соответственно), при допустимом значении для предприятия $2,7$ Бк/ м^3 ; среднегодовая объемная $\Sigma\alpha$ в воздухе

СЗЗ была в 2,1 раза ниже, чем в ЗН, и составляла $6,7 \cdot 10^{-5}$ и $14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, при допустимом значении 0,04 Бк/м³.

Таблица 2.1.9

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2017 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н. Иерусалим	Тушино	Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	0,2	0,3	0,5	21,3	0,2	0,2	0,3	7,2	0,9	12,8
	м	0,9	0,9	2,3	72,4	0,5	0,6	0,6	18,7		
Февраль	с	0,2	0,2	0,6	15	0,3	0,3	0,3	6,7	0,9	9,9
	м	0,5	0,8	2,4	53,8	0,7	0,6	0,8	18,5		
Март	с	0,4	0,4	0,6	22,6	0,3	0,4	0,4	11	0,8	12,5
	м	1,7	1	2,5	44,7	0,7	1,2	1,9	25,9		
Апрель	с	0,5	0,7	0,7	17	0,3	0,5	0,5	11,3	0,9	14,2
	м	1,6	2,8	5,2	37,4	1,1	1,9	2,1	43,9		
Май	с	0,5	0,6	0,6	17,2	0,4	0,6	0,5	13,7	0,9	15,3
	м	2,1	2,3	3,2	35,2	0,9	2,0	1,8	23,6		
Июнь	с	0,5	0,5	0,6	13,2	0,4	0,4	0,5	11,4	0,8	12,4
	м	1,6	1,8	2	26,5	1,0	1,3	2,1	23,2		
Июль	с	0,4	0,4	0,7	18,9	0,5	0,4	0,5	14,6	0,8	15,2
	м	2,2	1,3	2,9	44,5	1,8	1,2	1,2	45,2		
Август	с	0,6	0,4	0,8	27,1	0,5	0,6	0,6	20,5	0,9	16,4
	м	1,4	2,7	1,9	69,8	1,1	1,3	1,9	70,6		
Сентябрь	с	0,6	4	1	20,9	0,5	0,6	0,6	16,1	1,0	13,5
	м	2,2	1,7	3,1	56,7	1,3	1,9	2,3	33,4		
Октябрь	с	0,4	0,7	0,9	13,6	0,6	0,6	0,5	10,2	1,0	13,9
	м	1,6	2,1	4,4	25,8	1,1	1,4	1,5	32,9		
Ноябрь	с	0,4	0,7	0,9	20,1	0,4	0,4	0,4	14,4	0,9	15,0
	м	2,2	2,9	2,3	58,7	1,1	1,1	1,0	48,1		
Декабрь	с	0,4	0,5	1	16,3	0,6	0,6	0,7	12,1	1,0	14,6
	м	1,6	1,9	5,6	32,4	1,7	1,6	2,3	33,6		
Среднее:											
2017 г.		0,4	0,5	0,7	18,6	0,4	0,5	0,5	12,4	0,9	13,8
2016 г.		0,5	0,7	0,9	26,7	0,8	0,8	0,8	9,7	1,1	16,1
Сумма, Бк/м ² -год:											
2017 г.		149,7	177,1	272,5		146	182,5	182,5		328,5	
2016 г.		191,6	270,7	362		285,5	285,5	300		413,6	

Примечание: * – данные НПО «Тайфун».

Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ ФЭИ ($1,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была в 59,3 раза выше средневзвешенной объемной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 51,4 раза выше, чем в центре г. Обнинска (табл. 2.1.10). Наблюдаемые объемные активности ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ФЭИ на шесть порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [7]. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ ФЭИ составила $6,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 790 раза выше средневзвешенной объемной активности этого радионуклида на территории Центра ЕТР ($0,81 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 744,2 раза выше, чем в центре города (табл. 2.1.10), но на пять порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [7].

Данные наблюдений Центрального УГМС за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ФГБУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2017 г. приведены в табл. 2.1.9.

Из табл. 2.1.9 видно, что среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,5 до 1 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные значения изменялись от месяца к месяцу в пределах 1,9–5,6 Бк/м²-сутки. Среднее за год значение $\Sigma\beta$ суточных

атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 0,7 Бк/м²-сутки, что в 1,3 раза ниже значения 2016 г. и средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2017 г. (0,9 Бк/м²-сутки).

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска (табл. 2.1.9) в 2017 г., по данным НПО «Тайфун», колебалась в пределах $(15-27,1)\cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение $(18,6\cdot 10^{-5}$ Бк/м³) уменьшилось в 1,4 раза по сравнению с предыдущим годом. Наблюдаемая в 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска в 1,5 раза выше, чем в 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 $(13,8\cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 2.1.10

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

Месяц	¹³⁷ Cs, ·10 ⁻⁷			²³⁸ Pu, ·10 ⁻⁹		²³⁹⁺²⁴⁰ Pu, ·10 ⁻⁹		⁹⁰ Sr, ·10 ⁻⁷		¹³¹ I, ·10 ⁻⁵		⁷ Be, ·10 ⁻⁵	
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Январь	3,7	11	8,0	1,2	11,0	1,4	10,0	2,81	0,94	16,3	2,4	111	170
Февраль	2,4	6,4	12	9,2	3,1	7,6	4,6	1,56	0,63	9,3	23	80	180
Март	5,2	3,7	21	5,1	9,0	13,5	10,0	1,57	0,73	126	62,5	222	160
Апрель	4,1	7,5	10	35,6	1,0	23,7	8,0		1,36	6,1	7,9	243	280
Май	1,1	12	13,5	9,8	2,3	8,0	10,5	0,34	8,05	16,3	1,7	121	740
Июнь	8,7	4,2	17	5,0	2,3	1,5	4,2		0,94	7,5	30,9	275	291
Июль	2,5	1,7	9	9,5	0,7	6,13	7,0		0,88	19,2	7,9	80	360
Август	2,7	2,7	11	10,9	5,8	11,4	9,1	0,91	1,24	101	127	139	305
Сентябрь	3,1	1,5	7,3	8,1	≤0,02	9,9	5,2		0,97	23,2	4,0	119	167
Октябрь	3,5	5,4	30	36,9	4,2	3,7	14,5		2,18	29,4	50,4	60	217
Ноябрь	4,0	38	8,3	5,4	11,5	22,8	4,8	0,2	1,09	11,3	30,8	132	488
Декабрь	3,6	8,5	8,2	3,9	3,3	3,9	10,8		2,69	129	26,1	115	107
Среднее	3,7	8,6	12,9	11,7	4,5	9,5	8,2	0,86	1,81	41,2	31,2	141	289

Из техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в центре г. Обнинска в 2017 г., как и в предыдущие годы, регулярно регистрировались ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, изотопы плутония и ¹³¹I (см. табл. 2.1.10 [5]). Из таблицы видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в Обнинске последние три года снижается. В 2017 г. она снизилась в 2,3 раза по сравнению с предыдущим годом и достигла уровня средневзвешенного значения для Центра ЕТР за 2016 г. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в Обнинске была в 2,1 раза ниже, чем в 2016 г., для других радионуклидов среднегодовая объемная активность увеличилась в сравнении с предыдущим годом: ²³⁸Pu – в 2,6 раза, ^{239,240}Pu – в 1,2 раза.

Средняя за год объемная активность ¹³⁷Cs составила $3,7\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше, чем в п. Подмосковная ($2,5\cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 1,2 раза выше средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs для Центра ЕТР в 2017 г. ($3,2\cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr составила $0,86\cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,5 раза выше, чем в п. Подмосковная ($0,34\cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 1,1 раза выше средневзвешенной объемной активности ⁹⁰Sr для Центра ЕТР ($0,81\cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ²³⁸Pu и ^{239,240}Pu в Обнинске в 13,4 и 13,7 раза выше соответственно, чем в Курске, расположенном в 40 км от Курской АЭС.

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

В 2017 г. отношение среднегодовых объемных активностей $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ было равно 1,23, что почти в 25 раз выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [9]. Это подтверждает, что загрязнение приземного слоя атмосферы г. Обнинска указанными изотопами плутония обусловлено не только глобальным фоном, но и, в основном, местным техногенным источником – ФЭИ.

Регистрация радиоактивного йода в приземном слое атмосферы г. Обнинска обусловлена местным источником – Филиалом НИФХИ. Необходимо отметить, что количество случаев регистрации радиойода в центре города от года к году растет, а среднегодовое содержание его в воздухе в последние два года увеличилось на порядок по сравнению с предыдущим периодом наблюдений. В 2017 г. наблюдалось самое большое количество случаев регистрации ^{131}I – 126 случаев (в 2010-2016 г. – от 21 до 111 случаев за год). В связи с аномально высокими выбросами ^{131}I (с превышением допустимого выброса), среднегодовая объемная активность ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска составила $4,1 \cdot 10^{-4} \text{ Бк/м}^3$ и была на 4 порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I . Эта величина незначительно выше значения предыдущего года ($3,1 \cdot 10^{-4} \text{ Бк/м}^3$).

Максимальное содержание ^{131}I в приземном слое атмосферы г. Обнинска в 2017 г. наблюдалось 01-02 марта 2017 г. и составляло $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^3$, что всего на 2 порядка ниже допустимой среднегодовой активности для ^{131}I ($DOA_{НАС.} = 7,3 \text{ Бк/м}^3$ в соответствии с НРБ-99/2009 [7]).

До 2017 г. за весь период наблюдений самые высокие зафиксированные среднесуточные объемные активности ^{131}I в г. Обнинске составляли: в 1992 г. в феврале – $7,36 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$; в 1994 г. в марте – $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^3$; в 1995 г. в феврале – $1,95 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^3$, в 2016 г. в августе – $3,4 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^3$. Все наблюдавшиеся в этот период **среднесуточные** объемные активности были на 2-5 порядков ниже допустимой **среднегодовой** объемной активности ^{131}I для населения в соответствии с НРБ-99/2009. Исключение составляет случай, зарегистрированный в ноябре 2015 г., когда содержание ^{131}I составляло $0,11 \text{ Бк/м}^3$, что всего на один порядок ниже норматива [7].

Кроме вышеупомянутых радионуклидов, в Обнинске 01-02.03 в приземном слое атмосферы был зарегистрирован $^{99\text{m}}\text{Tc}$ с объемной активностью $2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$, что на 4 порядка ниже норматива; и в пробе аэрозолей за октябрь был зарегистрирован ^{106}Ru с объемной активностью $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$, что на 6 порядков ниже норматива.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона г. Обнинска регулярно определялись ^7Be , ^{40}K и ^{22}Na . Среднегодовая объемная активность ^7Be в воздухе от года к году меняется в пределах одного порядка величины и в 2017 г. составляла $141 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$. Объемная активность ^{40}K в 2017 г. изменялась в диапазоне $(0,36-1,5) \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ со среднегодовым значением $0,82 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, что выше уровня 2016 г. ($0,69 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$). В мае, августе, сентябре и ноябре в пробах аэрозолей регистрировался ^{22}Na с объемной активностью в диапазоне $(0,01-0,025) \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$.

В табл. 2.1.11 приведены данные о выпадениях ^{137}Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения ^{137}Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области.

Фоновые выпадения ^{137}Cs в Калужской области (табл. 2.1.11) в 2017 г. уменьшились в 1,6 раза и составили 0,4 Бк/м²-год. В Обнинске сумма выпадений ^{137}Cs в 2017 г. увеличилась в 4,2 раза и составила 1,2 Бк/м²-год, что в 3 раза выше региональных фоновых выпадений и в 6 раз выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs на территории Центра ЕТР (0,2 Бк/м²-год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В табл. 2.1.11 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в п. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений ^{137}Cs в п. Жиздра в 2017 г. (2,1 Бк/м²-год) уменьшилась в 1,3 раза и была в 1,7 раза выше, чем в г. Обнинске.

Таблица 2.1.11

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

Месяц	Обнинск, Бк/м ² -месяц			Фон*, Бк/м ² -квартал			Жиздра, Бк/м ² -месяц		
	2017	2016	2015	2017	2016	2015	2017	2016	2015
Январь	< 0,1	0,11	0,11	} 0,067	} 0,12	} 0,21	< 0,1	0,084	0,3
Февраль	0,13	0,01	0,07				< 0,1	0,28	0,18
Март	0,07	0,01	< 0,02				< 0,1	0,55	0,03
Апрель	0,12	0,22	0,19	} 0,18	} 0,17	} 0,32	0,08	0,37	0,28
Май	0,1	0,56	0,9				0,11	0,1	0,36
Июнь	0,18	0,22	< 0,19				0,25	0,26	0,4
Июль	0,11	0,097	< 0,1	} 0,11	} 0,28	} 0,14	0,29	0,42	0,15
Август	0,12	0,1	0,1				0,27	0,2	0,45
Сентябрь	0,054	0,1	0,12				0,25	0,088	0,56
Октябрь	< 0,1	0,01	0,23	} 0,04	} 0,08	} 0,21	0,36	0,2	0,4
Ноябрь	0,1	3,61	< 0,1				0,13	0,12	0,3
Декабрь	0,056	0,1	< 0,1				< 0,1	0,12	< 0,01
Сумма за год, Бк/м ² -год	1,24	5,1	2,23	0,40	0,65	0,88	2,1	2,8	3,4

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

Выпадения ^{90}Sr в г. Обнинске в 2017 г. были ниже предела обнаружения. Выпадения природного радионуклида ^7Be в 2017 г. изменялись в диапазоне 3,15-70,0 Бк/м²-месяц, составив за год 303 Бк/м². Выпадения природного ^{40}K составили 50,5 Бк/м², изменяясь от < 1 до 7,9 Бк/м²-месяц.

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

Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль загрязнения подземных вод на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2017 г. показал, что объемная $\Sigma\beta$ в воде наблюдательных скважин в СЗЗ изменялась от 0,1 до 26,3 Бк/л, в ЗН – от 0,1 до 0,72 Бк/л. Объемные $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ в воде р. Протва составляли 0,20 и 0,30 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 ФЭИ [10]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населенных пунктов

(гг. Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) НПО «Тайфун» периодически проводит отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске на территории НПО «Тайфун» в 2017 г. показало, что содержание трития в питьевой воде в течение года варьировало в пределах от 0,86 до 7,17 Бк/л при среднем значении 2,9 Бк/л (табл. 2.1.12), что примерно на три порядка ниже УВ [7] и в 5,6 раза выше среднего содержания трития в пресных водах рек ЕТР (1,7 Бк/л) [5].

Таблица 2.1.12

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

2017 г.		2016 г.	
Месяц	Объемная активность	Месяц	Объемная активность
Январь	6,04	Январь	11,04
Февраль	-	Февраль	15,15
Март	7,15	Март	-
Апрель	7,17	Апрель	8,83
Май	1,38	Май	12,49
Июнь	1,31	Июнь	9,94
Июль	-	Июль	-
Август	1,11	Август	13,74
Сентябрь	0,86	Сентябрь	12,11
Октябрь	1,43	Октябрь	14,74
Ноябрь	1,16	Ноябрь	6,96
Декабрь	1,34	Декабрь	7,61
Среднее	2,9	Среднее	11,3

Примечания: * - отбор проб не проводился

Динамика изменения среднегодового содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун» с 1997 г. представлена на рис. 2.1.8 [4-6, 11-14]. Из рисунка видно, что содержание трития в воде постепенно снижается. За указанный период оно уменьшилось примерно в 30 раз. Максимальное измеренное разовое содержание трития было зарегистрировано в 1999 г. и составляло 150 Бк/л, минимальное – 0,86 Бк/л зарегистрировано в 2018 г.

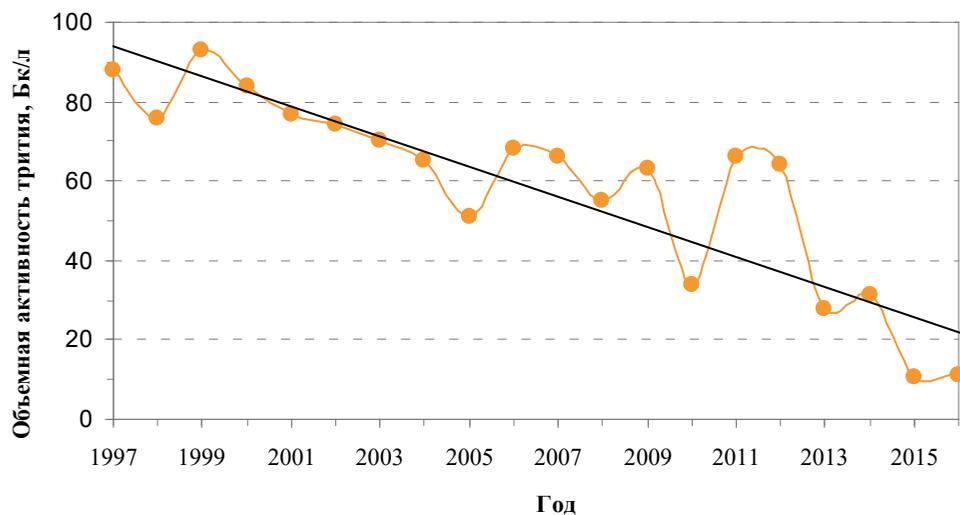


Рис. 2.1.8. Изменение содержания трития в питьевой воде на территории НПО «Тайфун»

Содержание $\Sigma\beta$ в почве в СЗЗ и ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, составило 670 и 780 Бк/кг соответственно, а $\Sigma\alpha$ в СЗЗ и ЗН по 100 Бк/кг. Содержание $\Sigma\beta$ в растительности в СЗЗ составило 650 Бк/кг, а в ЗН – 1100 Бк/кг. Содержание $\Sigma\alpha$ в растительности в СЗЗ составило 300 Бк/кг, а в ЗН – 340 Бк/кг. Плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ФЭИ составляла 5,9 и 3,3 Бк/м²·год соответственно.

Среднегодовые значения МЭД в Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 2.1.7) в 2017 г. не выходили за пределы колебаний естественного γ -фона и составляли: Малоярославец – 0,14 мкЗв/ч, Можайск – 0,11 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 – 0,10 мкЗв/ч, Калуга – 0,11 мкЗв/ч, Серпухов – 0,10 мкЗв/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 0,21 мкЗв/ч.

Вызывает беспокойство постоянная регистрация в приземном слое атмосферы г. Обнинска радиойода, а также увеличение содержания и количества случаев его появления в воздухе в 2017 г.

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

Наблюдавшиеся в 2017 г. уровни радиоактивного загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами в ближней 10-км зоне РОО г. Обнинска были ниже существующих нормативов [7]. Однако местные РОО оказывают влияние на загрязнение атмосферы ¹³¹I, отсутствующим в составе глобального радиоактивного фона, на повышенное по сравнению с фоновыми уровнями радиоактивное загрязнение атмосферы ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, изотопами плутония и на загрязнение подземных вод тритием, создавая дополнительную техногенную нагрузку на население города.

Выводы

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ЦФО в 2017 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 ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР, но на пять – семь порядков ниже допустимых уровней в соответствии с НРБ99/2009.

2.2 Северо-Западный федеральный округ

Общая информация по округу

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

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

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

Организация радиационного мониторинга

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

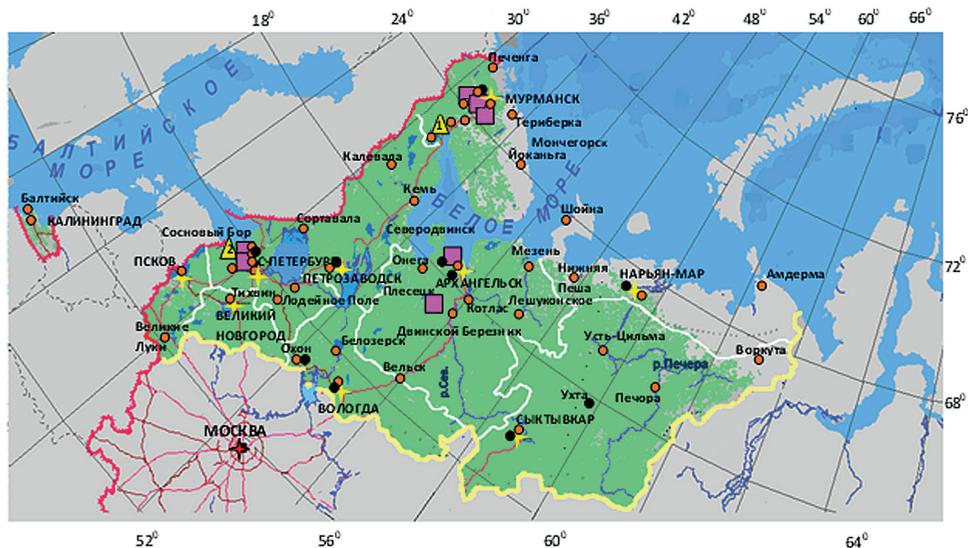


Рис. 2.2.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Западного федерального округа:

- – 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;
- (белый) – границы субъектов РФ;
- (желтый) – границы федеральных округов;
- (красная линия) – государственная граница.

В составе СРМ на территории округа действуют 173 пункта наблюдений по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы (ежедневно); 32 пункта по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов с экспозицией – одни сутки; 11 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ; 4 пункта по отбору проб осадков для анализа на содержание трития; 2 пункта по отбору проб поверхностных пресных вод для анализа на тритий; 9 пунктов по отбору проб поверхностных пресных вод для анализа на содержание ^{90}Sr ; 6 пунктов по отбору проб морской воды на содержание ^{90}Sr . Кроме того, в 10 точках Двинского залива Белого моря отбираются пробы морского грунта для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов.

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным ежедневных измерений в течение 2017 г. на территории СЗФО мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы (МЭД) находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона – от 0,07 до 0,23 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД в 2017 г. на территории СЗФО варьировали от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные суточные значения МЭД в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.1.

Таблица 2.2.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах СЗФО в 2017 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Республика Карелия	19	0,09	0,13 (Энгозеро, Паданы, Зашеек, Валаам)
Республика Коми	18	0,08	0,14 (Ухта)
Архангельская область, в т. ч. Ненецкий автономный округ ооооокругококруг	44	0,09	0,17 (Верхняя Тойма, Двинской Березник)
Вологодская область	14	0,10	0,15 (Бабаево, Череповец, Вытегра)
Калининградская область	7	0,12	0,16 (Калининград, Советск, Балтийск) Советск, железнодорожный
Ленинградская область	22	0,11 22,12	0,21 (Кронштадт)
Мурманская область	31	0,10 11	0,23 (Териберка)
Новгородская область	7	0,12	0,19 (Охоны, Новгород)
Псковская область	7	0,11	0,17 (Великие Лук)
Санкт-Петербург	4	0,12	0,17 Санкт-Петербург
СЗФО	173	0,10	0,17

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

Среднегодовое значение МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны Ленинградской АЭС изменялись от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,09 до 0,13 мкЗв/ч.

Среднегодовое значение МЭД по СЗФО в 2017 г. составило 0,10 мкЗв/ч.

Приземная атмосфера

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

В табл. 2.2.2 приведены среднегодовые значения объемной активности радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах наблюдения СЗФО в 2015-2017 гг. [4,5]. В 2017 г. уменьшились по сравнению с 2016 г.

среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в: г. Мурманск – почти в 2 раза, г. Сыктывкар – в 10 раз, г. Северодвинск – почти в 3 раза, г. Архангельск – в 1,6 раза, п. Охоны – в 3 раза, г. Ухта – в 2,6 раза. В остальных пунктах СЗФО наблюдалось увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по сравнению с 2016 г. в 1,1-3,8 раза. Максимальная среднегодовая объемная активность наблюдалась в г. Мурманск, на территории которого расположены РОО (подробнее см. 2.2.2).

Таблица 2.2.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Мурманская область						
Мурманск	5,4	10,7	1,5 ¹⁾	0,45	0,61	0,26 ¹⁾
Кандалакша	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р	н/р
Зашеек	2,8	1,4	1,1	0,11	0,31	0,19
Республика Коми						
Сыктывкар	0,5	5,0	3,5	0,68	0,63	0,50
Ухта	2,2	5,7	5,6	0,15	0,27	0,16
Ленинградская область и г. Санкт-Петербург						
Санкт-Петербург	4,8	4,1	2,7	1,3	0,85	1,06
Петрозаводск	5,2	3,2	2,2	1,7	1,18	0,87
Вологодская область						
Вологда	4,5	1,2	2,0	0,64	0,74	0,57
Архангельская область						
Архангельск	1,1	1,8	2,3	0,85	1,18	1,14
Северодвинск	2,0	5,8	6,6	0,68	1,02	0,54
Нарьян-Мар	2,2	2,1	4,8	0,42	0,14	0,10
Новгородская область						
Охоны	1,6	2,1	1,9	0,98	0,41	0,82
Среднее по округу	2,9	3,9	3,3²⁾	0,72	0,7	0,6²⁾

Примечания: ¹⁾ – данные за ноябрь и декабрь;

²⁾ – данные по Мурманску в расчете среднего значения по округу не учитывались; н/р – станция не работала.

На рис. 2.2.2 представлена динамика среднегодовой объемной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2007-2017 гг. Высокое значение объемной активности ^{137}Cs в 2011 г. связано с аварией на АЭС «Фукусима-1».

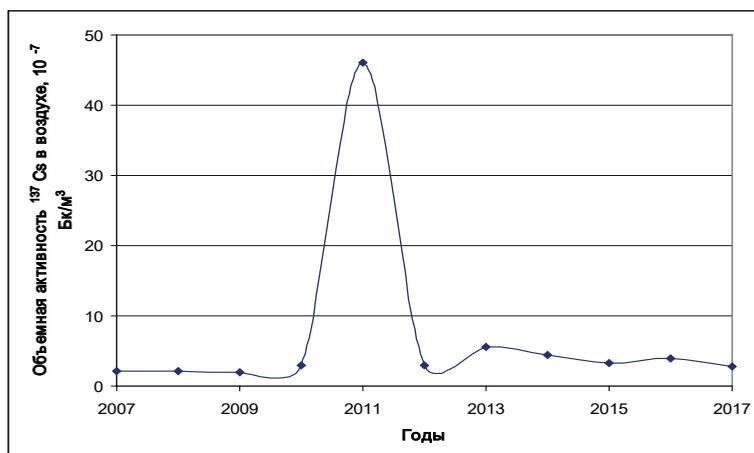


Рис. 2.2.2. Динамика объемной активности ^{137}Cs на территории СЗФО в 2007-2017 гг.

Среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs по всему СЗФО уменьшилось и составило $2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2017 г. (табл. 2.2.2) в Санкт-Петербурге и Охонах по сравнению с 2016 г. увеличились в 1,5-2,4 раза. В остальных пунктах наблюдения объемная активность ^{90}Sr уменьшилась по сравнению с предыдущим годом. В Мурманске, Ухте, Архангельске и Северодвинске, Вологде и п. Зашеек объемная активность ^{90}Sr уменьшилась в 1,4; 1,8; 1,4; 1,5; 1,2; 2,8 раза соответственно.

Осредненные по всей территории СЗФО объемные активности ^{90}Sr в 2017 г. незначительно увеличились по сравнению с 2016 г. и составили $0,72 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В сентябре-октябре 2017 г. в приземной атмосфере на территории всей Европы и РФ регистрировался ^{106}Ru . По данным Северо-Западного УГМС, в октябре, в месячных пробах аэрозолей, отобранных в г. Санкт-Петербург и в г. Петрозаводск, были обнаружены следы ^{106}Ru . Объемная активность ^{106}Ru в месячной пробе составила в г. Санкт-Петербург $1,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Петрозаводске – $0,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность территории СЗФО в 2017 г. и в предшествующие годы были ниже предела обнаружения ($< 0,2$ Бк/м²·год). Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах СЗФО представлены в табл. 2.2.3.

Таблица 2.2.3

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов СЗФО в 2017 г., Бк/м²·год

Субъекты Федерации	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Республика Карелия	0,23	0,40	0,29
Республика Коми	0,14	0,21	0,22
Архангельская область	0,14	0,21	0,22
Ненецкий автономный округ*	0,14	0,21	0,22
Вологодская область	0,14	0,21	0,22
Калининградская область	<0,2	0,20	0,89
Ленинградская область	0,23	0,40	0,29
Мурманская область*	0,07	0,25	0,38
Новгородская область	0,23	0,40	0,29
Псковская область	0,23	0,40	0,29
Санкт-Петербург	0,23	0,40	0,29
Среднее для СЗФО	0,18	0,30	0,33
Средневзвешенное для Севера ЕТР	0,17	0,27	0,25
Средневзвешенное для Заполярья	0,12	0,32	0,28

Примечание: * – субъекты, расположенные в Заполярье.

Для субъектов РФ, расположенных за полярным кругом, значения годовых выпадений ^{137}Cs в 2017 г. были на уровне или незначительно выше средневзвешенного значения для Заполярья ($0,12$ Бк/м²·год): в Мурманской области – $0,07$ Бк/м²·год, на территории Ненецкого автономного округа – $0,14$ Бк/м²·год. В Республике Коми, Архангельской и Вологодской областях годовые выпадения ^{137}Cs составили $0,14$ Бк/м²·год, что в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР. В Республике Карелия, Ленинградской, Новгородской, Псковской областях и в г. Санкт-Петербург – $0,23$ Бк/м²·год, что в 1,4 раза выше средневзвешенного значения выпадений ^{137}Cs для Севера РФ. Средние выпадения ^{137}Cs за год на территории СЗФО в 2017 г. ($0,18$ Бк/м²·год) значительно уменьшились по сравнению с предыдущим годом ($0,30$ Бк/м²·год).

На рис. 2.2.3 представлены изменения годовых выпадений ^{137}Cs на территории округа в период с 2007 по 2017 гг.

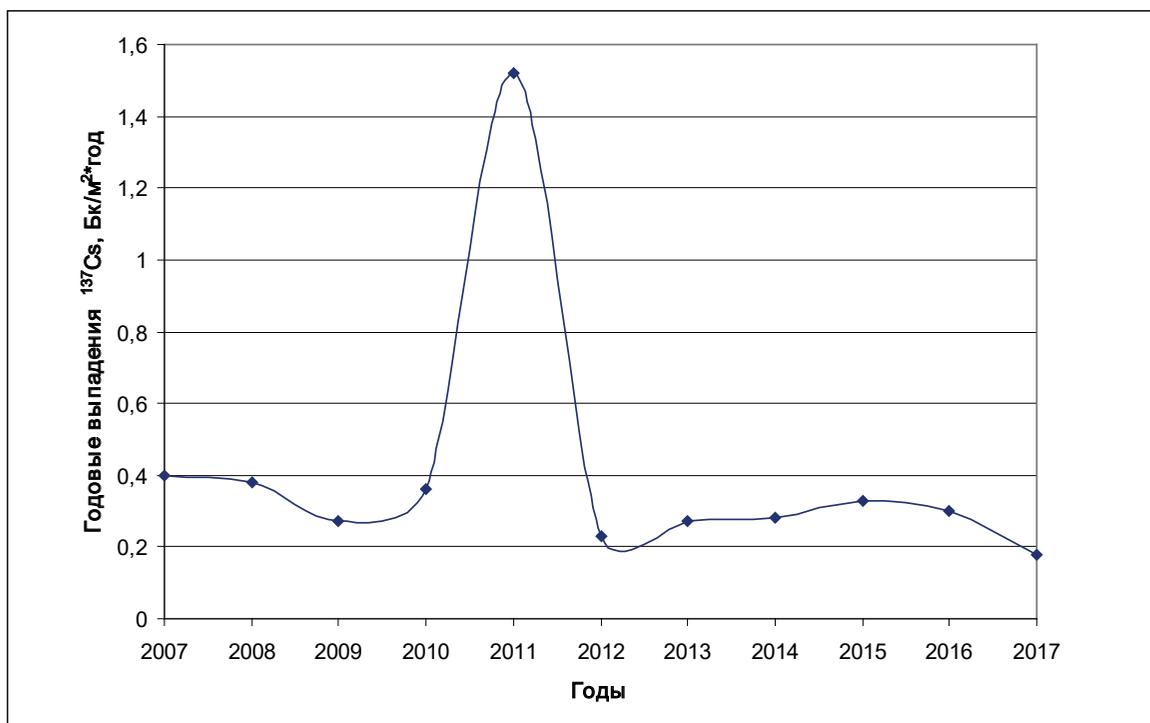


Рис. 2.2.3. Динамика выпадений ^{137}Cs на территории СЗФО в 2007-2017 годах

В объединенных месячной и квартальной (за IV кв.) пробах выпадений по Ленинградской, Псковской, Новгородской областям и республике Карелия регистрировался ^{106}Ru с активностью 2,9 Бк/м² и 2,0 Бк/м² соответственно. Детальный анализ проб радиоактивных выпадений на станциях Северо-Западного УГМС позволил обнаружить локальное повышение значений суммарной бета-активности 05.10.2017 г. в Сосновом Бору – 4,24 Бк/м², 10.10.2017 г. в Петрозаводске – 2,88 Бк/м², 04.10.2017 г. в Пскове – 2,76 Бк/м². Повышенные значения суммарной бета-активности, зафиксированные в октябре месяце, вызваны наличием в атмосфере ^{106}Ru .

Поверхностные воды

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

В табл. 2.2.4 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках и озерах, расположенных в субъектах СЗФО, в 2017 г.

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

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2017	2016	2015
Республика Карелия	оз. Онежское	Петрозаводская губа (2 точки отбора)	2,9	3,1	6,5
Мурманская область	оз. Имандра	Губа Молочная	2,1	2,3	2,2
	оз. Имандра	Зашеек	1,4	1,9	2,3
Архангельская область	р. Сев. Двина	Архангельск (п. Соломбала)	8,8	5,3	5,8
	р. Мезень	Дорогорское	3,0	3,2	4,2
	р. Онега	Порог (Каргополь ОГМС)	3,8	5,3	5,9
Ненецкий автономный округ	р. Печора	Нарьян-Мар (водопост Мор. Порт)	1,8	3,4	3,6
Ленинградская область	р. Нева	Новосаратовка	3,5	5,9	10,0
Среднее по рекам СЗФО			3,4	3,8	5,1
Среднее по рекам ЕТР			5,0	4,3	5,2

Из табл. 2.2.4 видно, что среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr в реках и озерах СЗФО в 2017 г. уменьшились по сравнению 2016 г. примерно в 1,1 раза. Наиболее заметное уменьшение наблюдалось для рек Онега и Нева – в 1,4 и 1,7 раз соответственно. Для реки Сев. Двина напротив отмечается увеличение среднегодового значения объемной активности ^{90}Sr в 1,7 раза.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Сев. Двина превышала среднее значение по рекам ЕТР (5,0 мБк/л) в 1,8 раза. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в поверхностных водах Баренцева и Белого морей в 2017 г. составила 2,0 и 2,5 мБк/л соответственно. Аналогичный параметр в 2003-2016 гг. для Баренцева моря изменялся от 1,8 до 3,6 мБк/л, а для Белого моря – от 2,6 до 4,4 мБк/л. Таким образом, содержание ^{90}Sr в поверхностных водах Белого и Баренцевого морей в 2017 г. находилось в пределах колебаний уровней предшествующих лет.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Печора на территории Ненецкого автономного округа и в р. Северная Двина в Архангельской области в 2017 г. составила 1,5 и 1,3 Бк/л соответственно, что ниже среднего значения за год для основных рек России – 1,7 Бк/л. Сравнительный анализ результатов по тритию в указанных реках в 2017 г. и в предыдущие годы (2003–2016) 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 2017 г., составили 1,3; 1,1; 1,1 и 1,5 Бк/л соответственно и были ниже среднегодового содержания трития в осадках для всей территории РФ в 2017 г. – 1,75 Бк/л. Суммарные годовые выпадения трития на территорию СЗФО в 2017 г. составили 866 Бк/м².

В СЗФО, в Ленинградской и Новгородской областях, есть территории, загрязненные в результате аварии на ЧАЭС. По состоянию на 1 января 2018 г. [3] в Ленинградской области 4 пункта имеют плотность загрязнения территории ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Новгородской области населенных пунктов с уровнями выше 1 Ки/км² не зафиксировано.

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

2.2.1. РОО г. Северодвинска

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

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

В 2017 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 2 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}Sr в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала), а также в Белом море – в 5 точках;
- содержания γ -излучающих радионуклидов в донных отложениях в заливах Белого моря в районе г. Северодвинска в 10 точках один раз в год;
- содержания радионуклидов в пробах почвы, отобранных на 6 станциях в летний период;
- мощности дозы гамма-излучения ежедневно на 6 стационарных пунктах;
- ежедневного контроля за радиационной обстановкой с использованием АТ АСКРО.

В летний период проводились маршрутные обследования местности вокруг РОО г. Северодвинска (рис. 2.2.5) с отбором проб почвы и растительности, а в зимний период – с отбором проб снега. В 10 точках Двинского залива осуществлялся контроль за содержанием ^{137}Cs в морских грунтах.

Измерение $\Sigma\beta$ активности в пробах проводилось Северным УГМС на радиометрах типа РУБ-01П. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном γ -спектрометре в Северном УГМС и на γ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития также проводился в НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

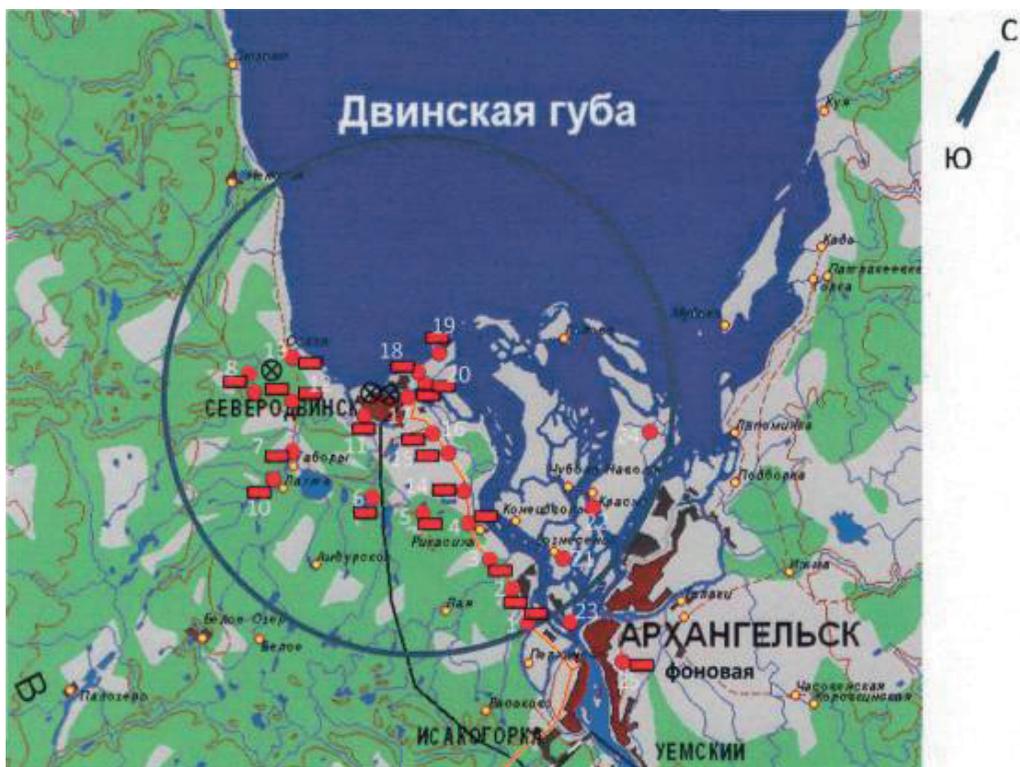


Рис. 2.2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

- — наблюдения за g-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.

Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной $\Sigma\beta$ в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2017 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 2.2.5. Из табл. 2.2.5 видно, что в 2017 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах $(3,1-7,2) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(3,7-9,5) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении в Архангельске $4,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Северодвинске $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В Северодвинске среднегодовая объемная активность в 1,2 раза превышала, как и в предыдущие годы, среднее значение по Северному УГМС.

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2017 г., а также динамика изменения этих величин за период 2015–2017 гг. приведены в табл. 2.2.6.

Из табл. 2.2.6 видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО составила: в г. Архангельске – $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Самая высокая объемная активность ¹³⁷Cs наблюдалась в г. Северодвинске в IV квартале – $7,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. в г. Северодвинске ниже, чем в 2016 г. в 2,7 раза, но в 1,2 раза выше средневзвешенного значения по Северу ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.2.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2017 г. (данные Северного УГМС)

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,0	3,2	0,6	3,7	0,9	4,9
	м	4,8	6,9	1,7	5,9	9,3	49,2
Февраль	с	0,9	3,1	0,7	3,8	0,7	4,2
	м	3,7	5,8	2,5	9,4	5,1	27,7
Март	с	1,0	3,6	2,4	3,9	0,9	4,1
	м	4,1	7,4	10,8	8,6	10,8	21,3
Апрель	с	1,0	5,4	0,7	6,5	0,7	4,8
	м	3,5	11,3	3,1	22,2	5,8	22,2
Май	с	0,8	3,9	0,4	6,3	0,6	5,3
	м	5,2	11,1	1,4	18,9	5,2	31,7
Июнь	с	0,4	3,1	0,4	6,6	0,5	4,7
	м	1,4	8,0	1,1	20,0	4,3	23,1
Июль	с	0,8	5,4	0,6	8,7	0,5	6,8
	м	2,7	12,9	2,2	19,5	3,9	19,5
Август	с	0,6	5,4	0,7	9,5	0,7	6,7
	м	4,2	16,7	3,8	20,0	5,4	28,3
Сентябрь	с	0,7	4,9	0,7	9,8	0,9	5,4
	м	2,9	15,3	3,8	29,2	13,1	29,2
Октябрь	с	1,4	7,2	1,6	8,6	1,1	7,0
	м	6,9	20,8	5,4	26,1	18,1	40,1
Ноябрь	с	0,9	3,6	1,5	6,4	0,9	7,4
	м	5,5	30,5	4,2	46,3	5,5	73,5
Декабрь	с	1,1	5,0	0,8	6,5	1,1	6,9
	м	7,5	34,4	3,0	46,2	27,7	57,7
Среднее:	2017 г.	0,9	4,5	0,9	6,7	0,8	5,7
	2016 г.	0,8	4,5	0,7	6,7	0,7	5,9
	2015 г.	0,8	4,3	0,7	6,0	0,7	4,8

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Севера ЕТР
^{137}Cs							
Архангельск	2015	1,7	2,9	4,3	0,2	2,5	5,4
	2016	1,6	1,1	2,1	7,2	1,6	3,3
	2017	1,8	0,0	2,1	4,4	1,2	2,7
Северодвинск	2015	3,0	21,0	2,2	6,0	6,6	5,4
	2016	13,0	1,5	13,0	0,2	8,7	3,3
	2017	1,5	1,0	0,0	7,2	3,2	2,7
^{90}Sr							
Архангельск	2015	1,2	1,1	0,9	1,5	1,2	0,5
	2016		1,5*		0,8*	1,1	0,8
	2017		0,70		1,0	0,85	0,90
Северодвинск	2015	0,4	0,8	1,0	0,3	0,6	0,5
	2016		0,5*		0,6*	0,5	0,8
	2017		0,65		0,71	0,68	0,90

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в Архангельске в 2017 г. уменьшилась по сравнению с предыдущим годом и составляла $0,85 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР ($0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В Северодвинске среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2017 г. напротив увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 1,4 раза ($0,68 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) при средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР равной $0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В г. Северодвинске в 2017 г., как и в предыдущие годы, объемная активность ^{90}Sr была ниже, чем в г. Архангельске.

Указанные значения объемных активностей ^{90}Sr и ^{137}Cs в этих двух пунктах были на шесть – семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009 [7].

Среднемесячные значения суточных атмосферных выпадений $\sum\beta$ в 2017 г. (табл. 2.2.5) изменялись в пределах (0,4-1,4) Бк/м²сутки в Архангельске и (0,4-2,4) Бк/м²сутки в Онеге при среднегодовом значении 0,9 Бк/м²сутки для обоих пунктов, что незначительно превышает среднее значения для территории ответственности Северного УГМС (0,8 Бк/м²). В 2017 году в приземном слое атмосферы в г. Северодвинск наблюдались 3 случая повышенного содержания β -радиоактивных выпадений (в 5,4, 5,8 и 9,2 раза выше фоновых). В пункте Архангельск в приземном слое атмосферы наблюдался 1 случай повышенного содержания β -радиоактивных выпадений. Превышение над фоном составило в 9,6 раза. В пункте Онега было отмечено 4 случая высокого загрязнения атмосферы β -радиоактивными выпадениями. Превышение над фоном составляло от 10 до 15,6 раза.

В 2017 г. средние годовые выпадения ^{137}Cs на территории деятельности Северного УГМС составляли 0,14 Бк/м²год (табл. 2.2.3), что ниже среднего значения по территории СЗФО (0,18 Бк/м²год) и ниже средневзвешенного значения по территории Севера ЕТР в 2017 г. (0,17 Бк/м²год).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2017 г. составили 1078 Бк/м²год при годовом количестве осадков 545,7мм. Месячные выпадения трития изменялись от

23,7 Бк/м²·месяц (май) до 266 Бк/м²·месяц (август). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2017 г. изменялась в диапазоне от 0,72 до 1,96 Бк/л при среднегодовом значении 1,25 Бк/л, что меньше среднего значения по территории России (1,75 Бк/л).

По данным ежедневных измерений среднемесячные значения МЭД 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 0,09-0,11 мкЗв/ч при среднем значении 0,10 мкЗв/ч. По поступающим с постов автоматического контроля АТ АСКРО данным МЭД гамма-излучения в течение года не превышала 0,28 мкЗв/ч.

Вода, донные отложения

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

Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности ⁹⁰Sr в реках ЕТР. Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в Северной Двине в 2017 г. увеличилась по сравнению с 2016 г в 1,7. раза и составила 8,8 мБк/л, что более, чем в полтора раза превышает среднее значение для рек ЕТР (5,0 мБк/л) и на 2,5 порядка ниже уровня вмешательства в питьевой воде для населения (⁹⁰Sr= 4,9 Бк/л). В р. Онега значение среднегодовой объемной активности ⁹⁰Sr незначительно уменьшилось.

Объемная активность трития в р. Северная Двина составляла 1,3 Бк/л (табл. 2.2.8), что в 1,4 раза ниже средней величины для рек России (1,7 Бк/л). Из табл. 2.2.8 видно, что содержание трития в Северной Двине в последние 5 лет колеблется от 1,5 Бк/л до 1,1 Бк/л.

Мониторинг загрязнения вод Белого моря ⁹⁰Sr в 2017 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 ⁹⁰Sr в 2017г. в Белом море составляла 2,5 мБк/л, что ниже значения 2016 г. [5].

Таблица 2.2.7

Объемная активность ⁹⁰Sr в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2017 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	28.03	9,9
	26.04	14,5
	16.05	1,9
	08.06	14,3
	19.09	5,8
	01.11	6,3
2017		8,8
Среднее:	2016 г.	5,3
	2015г.	5,8
р. Онега (п. Порог)	14.03	9,2
	14.04	2,2
	10.05	2,1
	30.065	3,1
	23.08	4,1
	23.10	2,4
2017		3,8
Среднее:	2016 г.	4,4
	2015 г.	5,3
Среднее по ЕТР:	2017	5,0
	2016 г.	5,5
	2015 г.	5,1

Таблица 2.2.8

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

Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
³ H	2,0	2,4	2,0	2,1	1,9	2,2	2,3	1,6	1,6	1,6	1,3	1,2	1,5	1,4	1,1	1,3

Таблица 2.2.9

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

Дата отбора	Место отбора	Объемная активность ⁹⁰ Sr, мБк/л
11.07	Горло	1,7
10.07	Бассейн, поверхн.	2,2
10.07	Бассейн, дно	2,3
14.07	Двинской залив	2,6
08.07	Онежский залив	3,0
09.07	Кандалакшский залив	3,2
Среднее: 2017 г.		2,5
2016 г.		2,7

Результаты гамма-спектрометрического анализа проб морских грунтов, отобранных Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, приведены в табл. 2.2.10. Из табл. 2.2.10 видно, что содержание ¹³⁷Cs в различных точках отбора изменяется от 0,35 до 2,80 Бк/кг воздушно-сухой массы проб при среднем значении 1,1 Бк/кг.

В табл. 2.2.11 представлены многолетние данные загрязнения морских грунтов в этом районе, из которых следует, что загрязнение морского дна ¹³⁷Cs постепенно уменьшается. С 1998 г. оно уменьшилось почти в 10 раз.

Таблица 2.2.10

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

№ п/п	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина отбора, м	¹³⁷ Cs, Бк/кг сухого веса
1	643905 с. ш.; 393506 в. д.	15.07.2017	10,0	2,5
2	644104 с. ш.; 393805 в. д.	15.07.2017	10,0	1,2
3	644403 с. ш.; 393506 в. д.	14.07.2017	11,0	0,35
4	644403 с. ш.; 393806 в. д.	14.07.2016	12,0	0,57
5	644208 с. ш.; 393500 в. д.	14.07.2017	11,0	0,42
6	644101 с. ш.; 393106 в. д.	14.07.2017	11,0	0,40
7	644000 с. ш.; 392900 в. д.	14.07.2017	11,0	0,55
8	643801 с. ш.; 392500 в. д.	14.07.2017	8,0	0,96
9	643808 с. ш.; 392800 в. д.	14.07.2017	10,0	0,86
10	643809 с. ш.; 393200 в. д.	14.07.2017	11,0	2,8
Среднее				1,1

Таблица 2.2.11

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

Год	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
¹³⁷ Cs	10,9	6,6	8,6	5,9	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4	5,7	4,3	3,9	3,8	3,1	4,9	2,4	2,0	1,1

Почва, растительность

В 2017 г. Северным УГМС проводились маршрутные обследования в 30-км зоне вокруг РОО посредством γ -съемки местности с отбором проб растительности и почвы в летний период и проб снега в период перед снеготаянием. Гамма-съемка местности производилась по 5 маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км (рис. 2.2.5). Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 24 пробы почвы и растительности. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs и природных ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K . При отборе проб измерялась МЭД на высоте 1 м и 10 см от поверхности почвы. Точки отбора проб почвы, растительности и данные измерений представлены в табл. 2.2.12.

Таблица 2.2.12

Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2017 г., Бк/кг (данные Северного УГМС)

Место отбора пробы (рис. 2.2.5)	МЭД, мкЗв/ч на высоте 1 м	Почва				Растительность				
		^{137}Cs	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K	S β
т. 1 – Малое Тайнокурье	0,09	<3	<7	<7	429	*	*	<3	685	166
т. 2 – Цигломень	0,09	<3	<7	<7	212	*	<3	*	647	150
т. 3 – Лайский Док	0,09	<3	<8	<7	278	<8	<3	*	499	114
т. 4 – Рикасиха	0,11	9,98	14,61	11,49	387	*	*	*	778	150
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	0,11	<3	<3	<7	245	<3	10,40	*	416	157
т. 6 – база отдыха	0,09	<3	<8	<8	413	<7	<7	*	726	164
т. 7 – Урочище Конецбор	0,11	<7	11,79	12,34	367	<3	<7	*	788	177
т. 8 – Миронова Гора	0,11	*	13,77	10,38	496	*	*	*	434	118
т. 9 – у р. Солза	0,10	<3	18,58	15,53	548	*	10,27	*	739	134
т. 10 – волость	0,10	<3	<7	<7	321	<3	8,70	*	691	107
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	0,09	<3	<8	<8	335	*	12,00	*	582	148
т. 12 – после Мироновой Горы	0,07	<3	<3	<3	304	<3	<3	*	524	118
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	0,07	<3	<3	<7	218	8,55	<3	*	536	136
т. 14 – дачи	0,07	<3	<3	<7	163,	*	*	*	456	102
т. 15 – садовые участки	0,08	<3	<7	<7	262	*	<3	5,87	500	127
т. 16 – заправка	0,10	<3	9,50	9,33	334	*	*	<3	938	182
т. 17 – гаражи	0,08	<7	<7	<7	228	*	<3	*	986	221
т. 18 – обелиск	0,09	35,10	97,40	76,40	271	*	*	*	711	214
т. 19 – военная часть	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 20 – развилка к р. Ягорка	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 21 – о. Андрианов	0,09	<7	10,02	10,54	324	*	<3	*	529	98
т. 22 – о. Тиноватик	0,12	<3	<8	*	327	*	<3	*	395	80
т. 23 – о. Кего	0,09	<3	<8	*	253	*	<3	*	497	132
т. 24 – о. Никольский	0,12	*	9,65	*	261	*	<3	*	526	123
т. 25 – фон М2 Архангельск	0,09	<3	20,04	*	334	*	8,70	*	1299	61
Аэрологическая станция	0,11	<3	<7	*	171	<3	<3	*	629	148

Примечание: * – ниже предела обнаружения; – – пробы не отбирались.

Из табл. 2.2.12 видно, что наибольшие значения удельной активности ^{137}Cs , ^{226}Ra и ^{232}Th наблюдались в т. 18 «Обелиск» и составляли 35,1 Бк/кг, 76,4 Бк/кг и 97,4 Бк/кг соответственно. В остальных пробах содержание ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения варьировало в почве на фоновом уровне: от предела обнаружения до 9,98 Бк/кг (т. 4). Удельная активность природных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K в остальных пробах почвы была также на фоновом уровне и изменялась от предела обнаружения до 15,5 Бк/кг для ^{226}Ra и от предела обнаружения до 18,6 Бк/кг для ^{232}Th . Наибольшие значения удельной активности природного радионуклида ^{40}K наблюдались в т. 9 «р. Солза» 548 Бк/кг. В остальных пробах содержание ^{40}K было в пределах от 163 Бк/кг до 496 Бк/кг.

Удельная $\Sigma\beta$ в пробах растительности (табл. 2.2.12) изменялась в интервале от 61 до 221 Бк/кг при среднем значении 139 Бк/кг и была обусловлена, в основном, содержанием природного ^{40}K . Максимальное значение $\Sigma\beta$ долгоживущих радионуклидов (221 Бк/кг) было зафиксировано в т. 17 «Гаражи».

Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что удельная активность ^{226}Ra в 96% случаев ниже чувствительности прибора. В одной точке отбора проб «Садовые участки» удельная активность ^{226}Ra составила 5,87 Бк/кг. ^{232}Th был обнаружен в 17 пробах растительности и изменялся в пределах от <3 до 12,0 Бк/кг. ^{137}Cs был зарегистрирован в 8 точках. Максимальная удельная активность 8,55 Бк/кг наблюдалась в т. 13 «Переезд у д. Солза», в остальных – была значительно ниже. Максимальная активность ^{40}K по всей зоне обследования составила 1299 Бк/кг.

Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 0,07 до 0,12 мкЗв/ч, что соответствует уровням естественного γ -фона.

Отбор проб снега проводился в марте перед началом весеннего снеготаяния. В 2017 г. было отобрано 20 проб снега в точках с устойчивым снежным покровом. Средние значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 0,07 до 0,12 мкЗв/ч. Объемная $\Sigma\beta$ талой воды изменялась от 1,25 мБк/л (т. 1, рис. 2.2.5) до 74,73 мБк/л (т. 12). Минимальная плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$, наблюдаемая также в т. 1 составляла 0,03 Бк/м², максимальная – в точке 12-2,27 Бк/м². Среднее значение объемной активности проб снега по зоне наблюдения составило 24,17 Бк/м³, а плотность загрязнения 0,85 Бк/м². Гамма-спектрометрический анализ показал, что содержание ^{137}Cs в пробах снежного покрова, как и в предыдущий год, было очень низким приблизительно 0,008-0,02 Бк/л, что на 2-3 порядка ниже допустимой активности данного радионуклида по НРБ 99/2009.

В 2017 на 6 станциях (Архангельск, Мудьюг, Онега, Северодвинск, Унский маяк, Холмогоры), находящихся в 100-км зоне РОО г. Северодвинска, на изотопный анализ Северным УГМС были отобраны 6 проб почвы (рис. 2.2.4). Гамма-спектрометрический анализ показал, что удельная активность ^{226}Ra , ^{232}Th в почве во всех точках отбора была ниже фоновых значений. Удельная активность ^{40}K превышала фоновое значение лишь в Онеге (419,2 Бк/кг). Удельная активность, а также плотность загрязнения почвы по ^{137}Cs превышали фоновые значения в пунктах Северодвинск (20,0 Бк/м²) и Мудьюг (14,2 Бк/м²).

Среднемесячные значения МЭД на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в течение всего 2017 г. соответствовали естественному γ -фону и колебались в пределах 0,08-0,11 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 0,28 мкЗв/ч.

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

В 2017 г. ОЯРБ «Севмаш» проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН. Отбор проб аэрозолей атмосферного воздуха производился с помощью ВФУ. В качестве фильтра использовалась ткань Петрянова марки ФПП-15-1,5;
- радиоактивности атмосферных выпадений. Для сбора выпадений использовались кюветы с площадью сбора 0,25 м² высотой стенки 0,1 м с экспозицией проб один месяц;
- объемной $\Sigma\beta$ в морской воде (по акватории предприятия) и в водорослях;
- удельной $\Sigma\beta$ в почве. Слой почвы отбирался на глубину 5 см специальным пробоотборником;
- МЭД.

В СЗЗ контролировались набережные, вахты предприятия, столовые, пути движения работников по территории предприятия, в ЗН – пути движения работников в парке между городом и предприятием. Данные ОЯРБ по содержанию радионуклидов в объектах окружающей среды в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2017 г. приведены в табл. 2.2.13.

Таблица 2.2.13

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей «Севмаш»
в 2017 г. среды в районе расположения
(данные ОЯРБ «Севмаш»)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co
	2016 г.	2017 г.	2017 г.	2017 г.	2017 г.
Атмосферные аэрозоли	10⁻⁵ Бк/м³		10⁻⁶ Бк/м³		
СЗЗ	14	13	<5,0	< 5,0	<5,0
ЗН	5,0	17	<5,0	< 5,0	<5,0
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год					
СЗЗ	103,9	74,7	-	-	-
ЗН	97,0	76,0	-	-	-
Почва, Бк/кг					
СЗЗ, ЗН	401	400	-	-	-
Донные отложения, Бк/кг					
СЗЗ	484	396	-	-	-
ЗН (реки Солза, Ширшима, Рассоха)	400	410	<40	<5	<40
Морская вода, Бк/л					
СЗЗ	5,5	4,7	<0,05	<0,03	<0,1
ЗН	4,0	5,4	<0,05	<0,03	<0,1
Растительность, Бк/кг					
СЗЗ, ЗН	495	440	-	-	-
Водоросли, Бк/кг					
СЗЗ, акватория Севмаш	900	670	<8	1,3-1,8	<4
фоновый район жилого массива (р. Параниха)	900	670	<8	1,3-1,8	<4

Примечание: – – нет данных.

Как видно из табл. 2.2.13, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в СЗЗ «Севмаш» в 2017 г. была незначительно ниже уровня 2016 г., но в 1,9 раза выше объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Северодвинска и в 2,3 раза выше среднего значения по Северному УГМС ($5,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Из техногенных радионуклидов в воздухе и СЗЗ и ЗН определялось содержание

^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона. Объемная активность ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{90}Sr в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой для анализа проб аппаратуры, которая составляла $5,0 \cdot 10^{-6}$ Бк/ м^3 для ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{90}Sr .

Удельная $\Sigma\beta$ проб почвы и донных отложений в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2017 г. (табл. 2.2.13) была обусловлена природным радионуклидом ^{40}K и колебалась в пределах 245-625 Бк/кг и 323-571 Бк/кг соответственно, что находится на фоновом уровне для территории РФ.

В пробах растительности содержание $\Sigma\beta$ в 2017 г. находилось практически на уровне ряда предыдущих лет.

$\Sigma\beta$ проб водорослей в районе СЗЗ снизилась по сравнению с 2016 г. в 1,3 раза. Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в водорослях была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, а удельная активность ^{90}Sr и в СЗЗ и в фоновом районе (табл. 2.2.13) возросла по сравнению с 2016 г. и составляла 1,3-1,8 Бк/кг.

Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в морской воде акватории «Севмаш» и в ЗН в 2017 г. составляло 4,7 и 54 Бк/л, что мало отличается от значений ряда предыдущих лет. Содержание техногенных радионуклидов в пробах морской воды по акватории предприятия и в фоновом районе было ниже предела обнаружения и значительно ниже контрольных уровней, установленных для «Севмаш».

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

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

В 2017 г. ОЯРБ ЦС «Звездочка» проводился радиационный контроль окружающей среды в ЗН путем измерений:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы. Пробы отбирались непрерывно в одной точке с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15–1,5 с недельной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в одной точке с экспозицией один месяц;
- содержания γ -излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря один раз в год;
- содержания радионуклидов в морской воде в точке отбора донных отложений один раз в год в летний период;
- содержание радионуклидов в гидробионтах;
- содержания радионуклидов в почве в трех точках;
- МЭД.

В ЗН контролировались пешеходные магистрали.

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

Как видно из табл. 2.2.14, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2017 г составляла $18,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 , что ниже уровня 2016 г. и в 2,8 раза выше среднегодовой объемной активности в г. Северодвинске (табл. 2.2.5). Из техногенных радионуклидов в воздухе на территории ЗН ЦС «Звездочка» определялись ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co . Объемная активность ^{137}Cs составляла $11,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , что выше уровня среднегодовой объемной активности в Северодвинске ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) по данным Северного УГМС, в 3,7 раза и выше средневзвешенного значения для территории Севера ЕТР ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) в 4,5 раза. Содержание

^{90}Sr было менее $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, составляло $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что на четыре порядка ниже контрольного уровня для предприятия.

Таблица 2.2.14

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звездочка» в 2017 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звездочка»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
Атмосферные аэрозоли	10^{-5} Бк/м³	10^{-7} Бк/м³		
ЗН	18,5	11,75	< 2,6	1,5
Атмосферные выпадения, Бк/м²·год				
ЗН	91,7	0,96	< 1,6	< 0,31
Почва, кБк/м²				
пр. Бутомы	25	0,51	< 0,031	< 0,020
ул. Макаренко	63	1,40	< 0,120	< 0,024
район мемориала	43	0,44	< 0,220	< 0,023
Донные отложения, Бк/кг				
ЗН, акватория Никольского устья	310	0,42	< 0,65	< 0,10
Морская вода, мБк/л				
ЗН	7000	< 15	< 14	< 6
Гидробионты (рыба), Бк/кг				
ЗН	108,5	0,21	< 2,8	< 0,09

В выпадениях также определялись ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co , годовые выпадения которых составляли 0,96 Бк/м²·год, <2,6 Бк/м²·год и <0,31 Бк/м²·год соответственно. Выпадения ^{137}Cs были выше средневзвешенных выпадений этого радионуклида по территории Севера ЕТР в 5,6 раза и выше выпадений в среднем по территории ответственности Северного УГМС в 6,8 раза.

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве не превышало уровней глобального фона, а содержание ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, было менее 24 Бк/м².

Содержание ^{137}Cs в донных отложениях составляло 0,42 Бк/кг, ^{90}Sr – менее 0,65 Бк/кг и не превышало уровней глобального фона. Содержание ^{60}Co было менее 0,10 Бк/кг.

Объемная суммарная бета активность воды в Двинском заливе Белого моря составляла 7,0 Бк/л, объемная активность ^{137}Cs была менее 15 мБк/л, ^{90}Sr – менее 14 мБк/л и ^{60}Co – менее 6 мБк/л, что на три– пять порядков ниже УВ по НРБ-99/2009 [7].

В рыбе, выловленной в акватории Никольского устья, содержание суммарной бета-активности варьировало от 97,0 до 120,0 Бк/кг, ^{137}Cs – не превышало 0,21 Бк/кг, а ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона, составляло от менее 0,07 Бк/кг до 0,10 Бк/кг.

Мощность дозы в ЗН изменялась от 0,05 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}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 ФГУП «Атомфлот» (далее – РТП «Атомфлот»), обслуживающее атомный ледокольный флот, имеющее в своем составе комплекс по переработке РАО и производства по обращению с РАО и ОЯТ;
- Северный флот имеет в своем составе 17 войсковых частей, где проводятся работы с РАО и ОЯТ, 3 судоремонтных завода, на которых осуществляется весь комплекс по обслуживанию и ремонту ядерных реакторов, утилизации АПЛ (более 100 реакторов). Основные производства по обслуживанию АПЛ находятся в шести закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО) Мурманской области (Полярный, Снежногорск, Скалистый, Островной, Заозерск, Заполярный);
- ФГУП «СевРАО» (Росатом РФ) имеет две береговые базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ: в ЗАТО г. Заозерск (филиал №1 в губе Андреева) и ЗАТО г. Островной (филиал №2, п. Гремиха);
- Мурманское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Мурманский спецкомбинат «Радон»), осуществляющий хранение ТРО, в том числе источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества от предприятий Архангельской и Мурманской областей, в настоящее время закрыто, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;
- АО «Мурманский судоремонтный завод», осуществляющее ремонт судов с ядерными установками;
- Ловозерский и Ковдорский горно-обогатительные комбинаты, где производят добычу и переработку минерального сырья, обогащенного естественными радиоактивными изотопами;
- судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск), на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации, сбор, временное хранение твердых и жидких РАО.

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

РТП «Атомфлот» является высокотехнологичным предприятием по техобслуживанию и ремонту атомных ледоколов и судов вспомогательного флота, расположен в 2 км от северной границы г. Мурманска и занимает площадь 0,17 км². Основными задачами технологического специализированного ремонтного комплекса (ТСРК) «Атомфлота» являются ремонт и технологическое обслуживание ядерной энергетической установки, в том числе участие в перегрузке ядерного топлива атомных ледоколов, а также прием, хранение, переработка, транспортировка твердых и жидких радиоактивных отходов. Одно из новых направлений ТСРК – временное хранение облученного ядерного топлива. В настоящее время в составе атомного ледокольного флота России находятся шесть ледоколов и один лихтеровоз. В табл. 2.2.15 приводится информация о сбросах радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую

сеть. В 2017 г. в сбросах РТП «Атомфлот» сбросы ^{137}Cs увеличились, а $^{89,90}\text{Sr}$ и ^{60}Co уменьшились (см. табл. 2.2.15).

Таблица 2.2.15

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

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$3,11 \cdot 10^7$	$1,15 \cdot 10^5$	$4,00 \cdot 10^6$	$- 3,88 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$3,89 \cdot 10^7$	-	-	-
^{137}Cs	$5,69 \cdot 10^7$	$3,13 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^7$	$+0,3 \cdot 10^7$
$^{89,90}\text{Sr}$	$8,82 \cdot 10^8$	$4,47 \cdot 10^6$	$7,55 \cdot 10^7$	$- 7,1 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$	$7,8 \cdot 10^9$	$7,95 \cdot 10^3$	-	$+7,95 \cdot 10^3$
^{154}Eu	$1,76 \cdot 10^8$	$4,07 \cdot 10^6$	-	$+4,07 \cdot 10^6$
^{54}Mn	$3,47 \cdot 10^{10}$	$9,90 \cdot 10^3$	-	$+9,90 \cdot 10^3$

В 2017 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС на 33 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (рис. 2.2.6):

- 2 пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью воздухофильтрующих установок с суточной экспозицией фильтров;
- 8 пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета: на 7 пунктах – с суточной экспозицией и на одном (ст. Баренцбург, летний период) – с недельной;
- 1 пункт отбора месячных проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития в г. Мурманске;
- 1 пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr в п. Териберка;
- 2 пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания ^{90}Sr в 100-км зоне Кольской АЭС;
- 30 пункта измерения МЭД, 9 из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МЭД контролировалась с помощью 29 дополнительных постов.

Ежедневные измерения МЭД на основных пунктах контроля проводились с помощью дозиметров ДРГ-06Т, ДРГБ-01-ЭКО-1, ДКГ-03Д «Грач». На основных и дополнительных пунктах контроля радиационной обстановки, входящих в систему АСКРО, для измерения МЭД использовались автоматические датчики непрерывного измерения радиационного фона УДРГ-50 (НТЦ «РИОН»), БДМГ (НПП «ДОЗА»), данные с которых передаются ежечасно. Радионуклидный анализ проб выпадений и аэрозолей проводился с помощью γ -спектрометрической установки «Canberra S100».

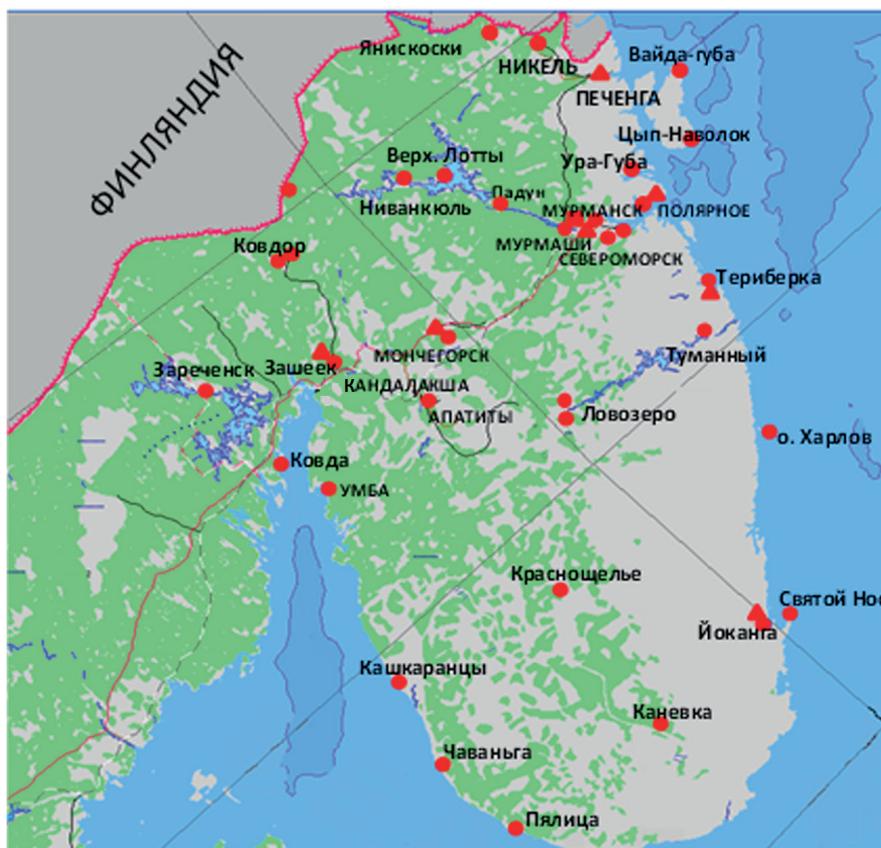


Рис. 2.2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

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

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в районе РОО на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова представлены в табл. 2.2.16. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в Мурманске колебалась от $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $10,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями в 5 и более раз за время работы станции не наблюдалось.

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова оставались на уровне 2016 г. (табл. 2.2.16). Выпадения $\Sigma\beta$ в п. Печенга и Полярное в 2017 г. были на уровне $\Sigma\beta$ в г. Мурманске и превышали средневзвешенное значение для территории Заполярья ($0,6$ Бк/м²-сутки) в 1,8 раз. Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ выпадений в этих пунктах находились в пределах от $0,9$ Бк/м²-сутки (в сентябре и ноябре в п. Полярное, феврале и июле п. Печенга и в январе, апреле и ноябре в г. Мурманске) до $1,49$ Бк/м²-сутки (в мае в п. Печенга). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений ($4,52$ Бк/м²-сутки) в 2017 г. наблюдалось в мае в п. Полярное. Случаев повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2017 г. в этих пунктах не отмечалось.

Таблица 2.2.16

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q , 10⁻⁵ Бк/м³) в районе размещения радиационно- опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2017 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	1,13	0,93	0,91	5,9
	м	4,15	1,13	1,10	12,0
Февраль	с	1,0	0,92	1,11	8,8
	м	2,61	1,19	3,76	16,5
Март	с	1,17	1,03	0,94	6,4
	м	5,38	2,06	1,13	14,6
Апрель	с	1,02	1,01	0,90	8,7
	м	2,51	1,35	1,10	19,0
Май	с	1,27	1,49	0,93	7,2
	м	4,52	4,31	1,20	13,1
Июнь	с	1,10	1,15	0,98	7,6
	м	1,98	2,11	1,88	19,3
Июль	с	1,13	0,89	1,14	10,1
	м	2,67	1,18	2,46	25,2
Август	с	1,24	0,94	1,20	5,5
	м	2,72	1,38	2,99	11,1
Сентябрь	с	0,92	0,98	1,03	9,8
	м	1,25	1,58	1,72	22,0
Октябрь	с	1,06	1,02	0,95	8,0
	м	2,18	1,58	2,26	30,4
Ноябрь	с	0,91	1,04	0,91	3,5
	м	1,20	2,43	1,10	7,4
Декабрь	с	0,95	1,04	0,89	-
	м	1,53	1,93	1,15	-
Среднее: 2017 г.		1,08	1,04	0,99	7,2
2016 г.		1,1	1,1	1,1	8,7
2015 г.		1,5	1,3	1,3	-

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2013-2017 гг. представлена в табл. 2.2.17.

Таблица 2.2.17

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
¹³⁷Cs							
Мурманск	2013	0,59	2,0	0,1	0,5	0,8	1,8
	2014	0,8	0,3	0,4	н/д	0,5	1,3
	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
⁹⁰Sr							
Мурманск	2013	0,26	0,07	0,02	0,02	0,09	0,36
	2014	0,05	0,12	0,08	н/д	0,08	0,21
	2015	н/д		0,26*		0,27	0,27
	2016	1,03		0,19		0,61	0,55
	2017	0,67		0,22		0,45	0,53

Примечания: н/д – нет данных; * – данные за ноябрь и декабрь 2015 г.

Как видно из табл. 2.2.17, объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха г. Мурманска в 2017 г. колебалась от $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 в первом квартале до $16,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 в четвертом квартале, при среднегодовом значении $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 . Это значение в 4,5 раз выше средневзвешенного значения по территории Заполярья и в 4,1 выше среднегодовых значений в Мурманске за 2013-2015 гг. Объемная активность ^{90}Sr в 2017 г. составила $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , что незначительно ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья ($0,53 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) но в 7,4-8,4 раз выше значений 2013-2014 гг.

Выпадения ^{137}Cs в 2017 г. в п. п. Мурманск, Печенга, Полярное, Териберка были ниже пределов обнаружения.

Вода и другие объекты окружающей среды

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2017 г. производился Мурманским УГМС в п. Териберка. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 2.2.18. Из табл. 2.2.18 видно, что объемная активность ^{90}Sr в пробах воды Баренцева моря в 2017 г. колебалась от 2,2 до 1,8 мБк/л при среднем значении 2,0 мБк/л, что в 1,25 раза ниже уровня предыдущего года [5].

Таблица 2.2.18
**Объемная активность ^{90}Sr в морских водах Мурманской обл., мБк/л
(данные НПО «Тайфун»)**

Баренцево море	
Дата отбора	Координаты пункта отбора 68°37' с. ш., 33°03' в. д.
16.03.2017	2,2
12.05.2017	2,2
13.07.2017	1,8
09.11.2017	1,8
Среднее: 2017 г.	2,0
2016г.	2,5

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в НПО «Тайфун». В 2017 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,76 Бк/л (в январе) до 1,56 Бк/л (в июне). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2017 г. уменьшилось по сравнению с 2016 г. и составило 1,12 Бк/л, что в 1,6 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2017 г. (1,75 Бк/л).

Радиационный фон на местности

По сравнению с предыдущим годом в 2017 г. МЭД на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в пп. Полярное, Мурманск и Ура-Губа не отличались от уровней естественного γ -фона и изменялись от 0,08 мкЗв/ч (Ура-Губа) до 0,12 мкЗв/ч (в г. Мурманск). Максимальные значения МЭД не превышали 0,22 мкЗв/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2017 г. практически не изменилась по сравнению с 2016 г.

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

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

С начала 1960-х гг. на ПЗРО осуществлялись прием, транспортировка и хранение твердых радиоактивных отходов (ТРО) от 70 компаний и организаций Мурманской и Архангельской областей, а также Республики Карелия. Для хранения ТРО на ПЗРО имеются 4 траншеи емкостью по 200 м³ каждая и 2 емкости для жидких радиоактивных отходов объемом также по 200 м³ каждая. В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский ПЗРО был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994 г. $1,7 \cdot 10^{14}$ Бк. Активность отходов определялась в основном радионуклидами ¹³⁷Cs, ⁶⁰Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов 320 м³.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-Западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в районах г. Мурманска, пп. Полярное и Печенга (см. рис. 2.2.6). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были рассмотрены выше (см. раздел 2.2.2). Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2017 г. изменялись от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч, что не превышало пределов естественного γ -фона в этом регионе. Максимальные значения МЭД не превышали 0,22 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 2017 г. была стабильной. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 нормативов [7], и не представляют опасности для здоровья населения. В окрестностях РОО г. Северодвинска наблюдается загрязнение объектов окружающей среды отсутствующим в составе глобального фона ⁶⁰Co. В 2017 г. в приземной атмосфере на территории СЗФО в сентябре-октябре регистрировался ¹⁰⁶Ru.

Наблюдаемые значения техногенных радионуклидов не превышают установленных нормативов [7].

2.3. Южный федеральный округ

Общая информация по округу

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

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

Организация радиационного мониторинга

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

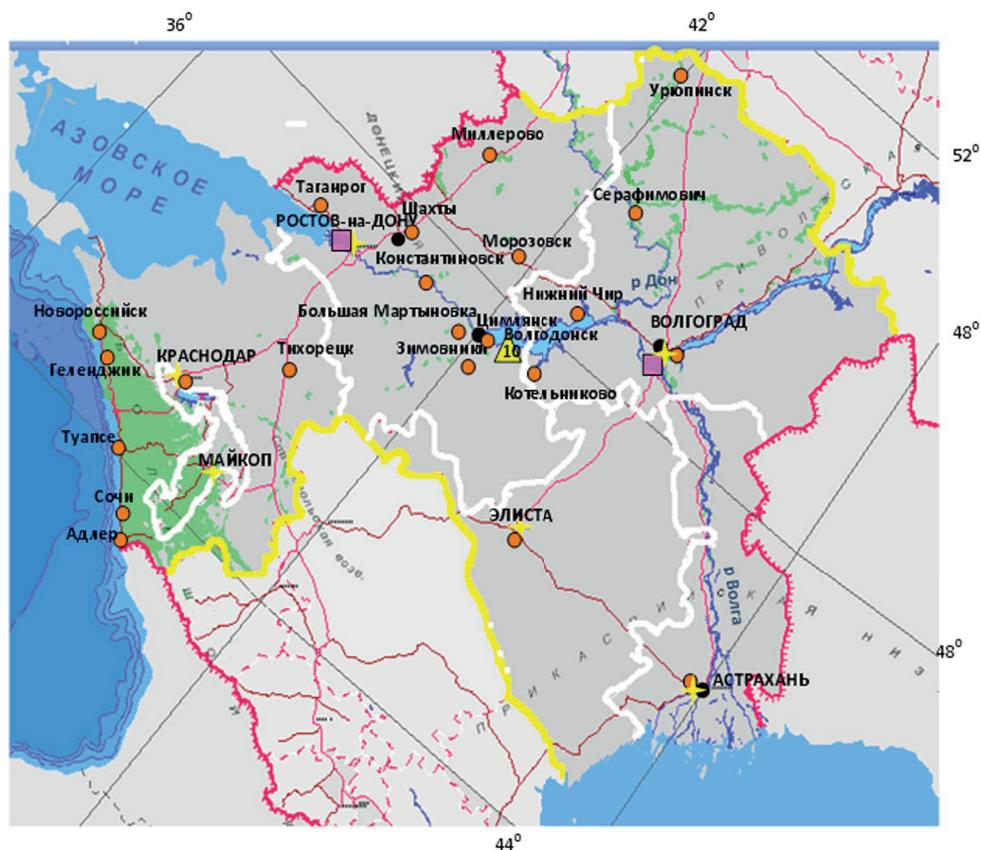


Рис. 2.3.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Южного федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;
- – отбор радиоактивных выпадений с помощью планшетов;
- – радиационно опасные объекты;
- ▲ – АЭС;
- ✦ – центры субъектов РФ;
- — магистральные федеральные автодороги;
- — прочие федеральные автодороги;
- – границы субъектов РФ;
- ▭ – границы федеральных округов;
- — 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 обл. и п. Аксай, р. Дон, Ростовская обл.) по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий; 3 пункта (п. Верхнее Лебяжье, р. Волга; п. Аксай, р. Дон; п. Тиховской, р. Кубань, Краснодарский край) по отбору проб пресных вод для анализа на содержание ^{90}Sr и 2 пункта (3 точки отбора, Каспийское море, разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, Астраханская область и Азовское море, Таганрогский залив) по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr .

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 «НПО «Тайфун»). В лаборатории «НПО «Тайфун» также проводится анализ проб объектов окружающей среды (аэрозолей, осадков, воды) на содержание ^{90}Sr и трития.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МЭД на территории ЮФО в 2017 г. изменялись от 0,07 (Шахты) до 0,18 (Ремонтное) мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах Федерации округа приведены в табл. 2.3.1. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2017 г. составлял 0,12 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на территории РФ и на территории ЮФО в предыдущие годы.

Из табл. 2.3.1 следует, что среднегодовое значение МЭД в степных районах ниже, чем МЭД в горных районах (в большинстве субъектов – 0,10-0,13 мкЗв/ч, а в Республике Адыгея – 0,14 мкЗв/ч). Максимальное суточное значение МЭД 0,23 мкЗв/ч наблюдалось в п. п. Даховская и Ремонтное.

Таблица 2.3.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД
в субъектах ЮФО в 2017 г., мкЗв/ч
(данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Ростовская область*	22 + 4 ПНЗ	0,12	0,23 (Ремонтное)
Астраханская область	7	0,12	0,19 (Черный Яр)
Волгоградская область	17	0,10	0,19 (Котельниково)
Краснодарский край	31**	0,12	0,21 (Кр. Поляна)
Республика Адыгея	2	0,14	0,23 (Даховская)
Республика Калмыкия	10	0,13	0,20 (М. Дербеты)
ЮФО	89 + 4 ПНЗ	0,12	0,23

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

Приземная атмосфера

На территории округа только в 3 субъектах Федерации из 6 проводятся наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы. Среднегодовая объемная активность

^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения на территории ЮФО приведена в табл. 2.3.2.

Таблица 2.3.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Ростовская область						
Ростов-на-Дону	3,3	2,0	2,0	1,1	0,20	1,18
Цимлянск	1,5	2,4	6,0	1,5	0,49	0,77
Волгоградская область						
Волгоград	3,0	1,2	2,0	0,58	0,40	0,70
Астраханская область						
Астрахань	3,6	2,0	16,4	0,55	0,66	2,25
Средневзвешенное по Югу ЕТР	2,9	1,9	6,7	0,87	0,48	1,22
Средневзвешенное по ЕТР	1,9	2,7	4,0	0,75	0,65	0,61

По данным табл. 2.3.2, в 2017 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения (кроме Цимлянска) была в 1,5-2 раза выше величин, наблюдавшихся в 2016 г., и незначительно превышала средневзвешенную объемную активность ^{137}Cs по ЕТР ($1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3). Объемная активность ^{90}Sr в 2017 г. на территории ЮФО также во всех пунктах наблюдения была в 1,5-5 раз выше уровней 2016 г., и, примерно, соответствовало средневзвешенному значению по ЕТР ($0,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3). Наблюдавшиеся объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr были на семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности этих радионуклидов по НРБ 99/2009 [7].

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

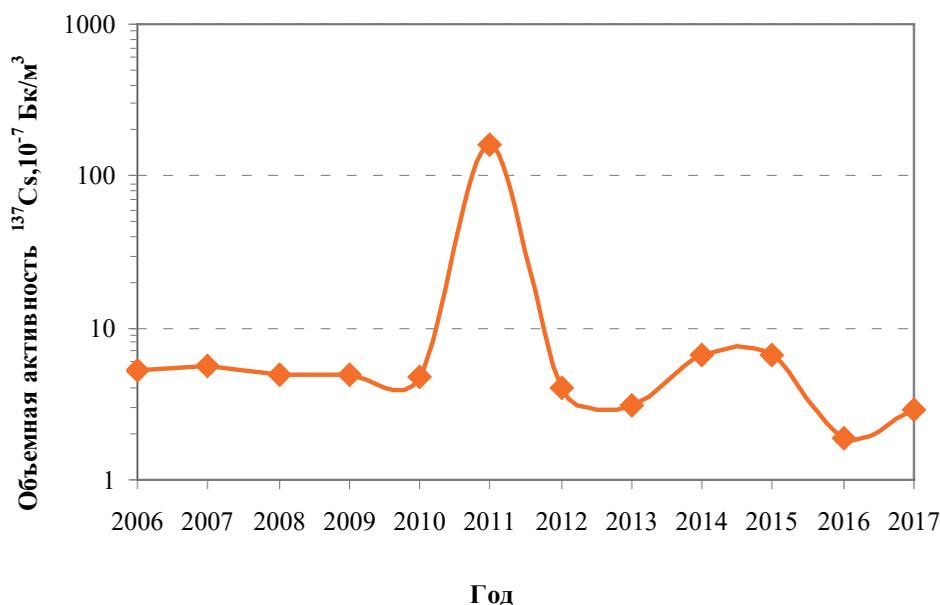


Рис. 2.3.2. Динамика средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Радиоактивные выпадения

В 2017 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях ЮФО сохранились на уровне 2016 г., изменяясь от 0,43 Бк/м²·сутки в п. Элиста до 1,66 Бк/м²·сутки в Астрахани (при среднем значении для территории округа – 0,86 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2017 г. в г. Астрахань в январе – 3,78 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО составляли в 2017 г. 0,15 Бк/м²·год, что ниже значений пяти предыдущих лет (0,2-0,4 Бк/м²·год). Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3. Если исключить данные 2011 г., обусловленные аварией на АЭС «Фукусима-1», то из рис. 2.3.3 видно, что выпадения ¹³⁷Cs на территории ЮФО имеют тенденцию к уменьшению.

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2017 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2017 г. на территории ЮФО в сентябре в отобранных пробах аэрозолей и выпадений были зарегистрированы 2 случая повышенной суточной объемной $\Sigma\beta$ в аэрозолях и 1 случай высоких значений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений, что связано с регистрацией в этот период рутения-106, наблюдаемого на территории РФ и Европы (подробно см. раздел 1). Повышенные величины объемной $\Sigma\beta$ наблюдались: в Волгограде и Цимлянске – $2150 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $1480 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно.

Зарегистрированные уровни содержания ¹⁰⁶Ru в атмосферных аэрозолях были на три-пять порядков ниже установленных допустимых уровней согласно [7], не представляли радиационной опасности для населения и не требовали принятия защитных мер.

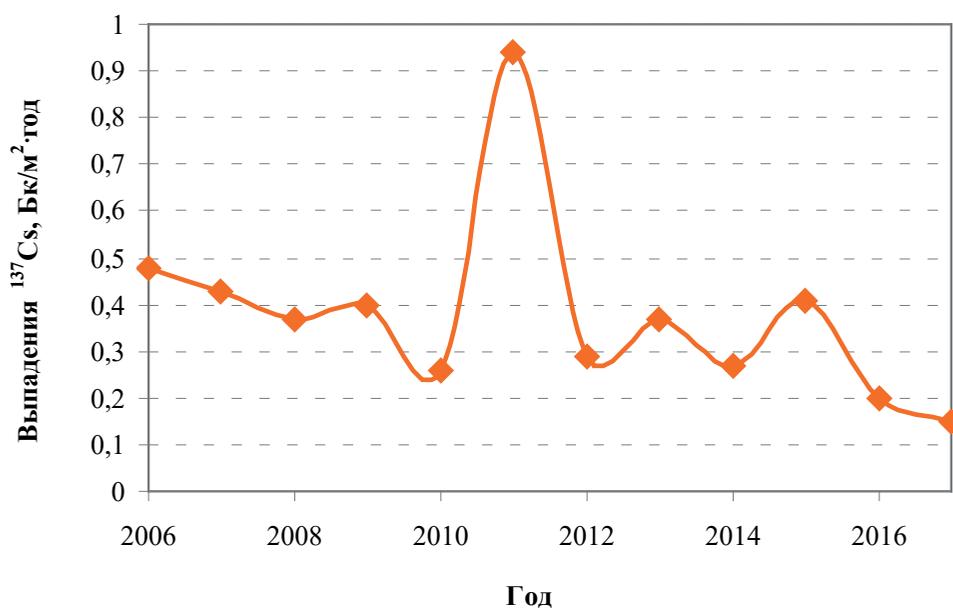


Рис. 2.3.3. Динамика изменения выпадений ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ЮФО

Поверхностные и морские воды

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

наблюдения за содержанием ^{90}Sr в Каспийском море, а с 2014 г. отбираются пробы в Таганрогском заливе Азовского моря (Ростовская обл.).

Объемная активность трития в осадках в 2017 г. в Астрахани составляла 1,8 Бк/л, в Цимлянске – 1,4 Бк/л, что примерно соответствует среднему значению по территории РФ (1,75 Бк/л).

Объемная активность трития в р. Волге (п. В. Лебяжье) и в р. Дон (п. Аксай) в 2017 г. составляла 1,2 и 1,9 Бк/л соответственно, что также соответствует среднему значению по территории РФ (1,7 Бк/л).

Объемная активность ^{90}Sr составляла: 3,5 мБк/л в воде р. Кубань (Краснодарский край), 7,4 мБк/л в р. Волга (Астраханская область), 4,0 мБк/л в р. Дон (Ростовская область). В р. Волга объемная активность ^{90}Sr в 1,5 раза превышала среднее значение для рек ЕТР (5,0 мБк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в Каспийском море (3 пробы) составляла в среднем 3,9 мБк/л, что соответствует значениям, наблюдавшимся в 2007-2016 гг. (3,5-8,9 мБк/л). Объемная активность ^{90}Sr в Таганрогском заливе Азовского моря (1 проба) составляла 5,6 мБк/л, что ниже значений предыдущих лет наблюдения (12-18 мБк/л).

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

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

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

По данным табл. 2.3.2, в 2017 г. в г. Волгограде объемная активность ^{137}Cs ($3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{90}Sr ($0,58 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) не превышала соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР ($2,9 \cdot 10^{-7}$ и $0,87 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Волгограде в 2017 г. были ниже предела обнаружения (менее 0,1 Бк/м²·год) и не превышали уровня выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

Среднемесячная мощность дозы изменялась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч (максимальная суточная 0,20 мкЗв/ч), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

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

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

Ростовской области, Ставропольского и Краснодарского краев. Переработка РАО не производится.

В 100-км зоне ПЗРО действуют 1 пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей в г. Ростове-на-Дону, 4 пункта по отбору проб выпадений (Ростов-на-Дону, Семикаракорск, Таганрог, Шахты) и 13 пунктов по измерению МЭД. Данные по объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в г. Ростове-на-Дону приведены в табл. 2.3.2.

В соответствии с табл. 2.3.2, в 2017 г. объемные активности ^{137}Cs ($3,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) и ^{90}Sr ($1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) не превышали соответствующих средневзвешенных значений по Югу ЕТР.

Годовые выпадения ^{137}Cs по 4-м пунктам наблюдений в 2017 г. были ниже предела обнаружения (менее 0,1 Бк/ м^2 -год) и не превышали выпадений ^{137}Cs по всей территории ЮФО.

В 2017 г. среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от 0,4 до 2,6 Бк/ м^2 -сутки, среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов – от 0,6 до 1,4 Бк/ м^2 -сутки (при среднем значении 0,9 Бк/ м^2 -сутки).

Среднемесячная мощность дозы варьировалась в 100-км зоне ПЗРО в течение года от 0,07 до 0,15 мкЗв/ч (максимальная суточная 0,20 мкЗв/ч), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона.

Подробный анализ радиационной обстановки в 100-км зоне Ростовской АЭС приведен в разделе 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 27 тыс. км², население – 1,896 млн. человек [17].

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 2017 г. проводило Крымское УГМС. Наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями осуществлялись в 5 пунктах (Керчь, Севастополь, Симферополь, Феодосия, Черноморское) и в 16 пунктах проводились наблюдения за мощностью амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-излучения. Отбор проб аэрозолей не проводится.

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

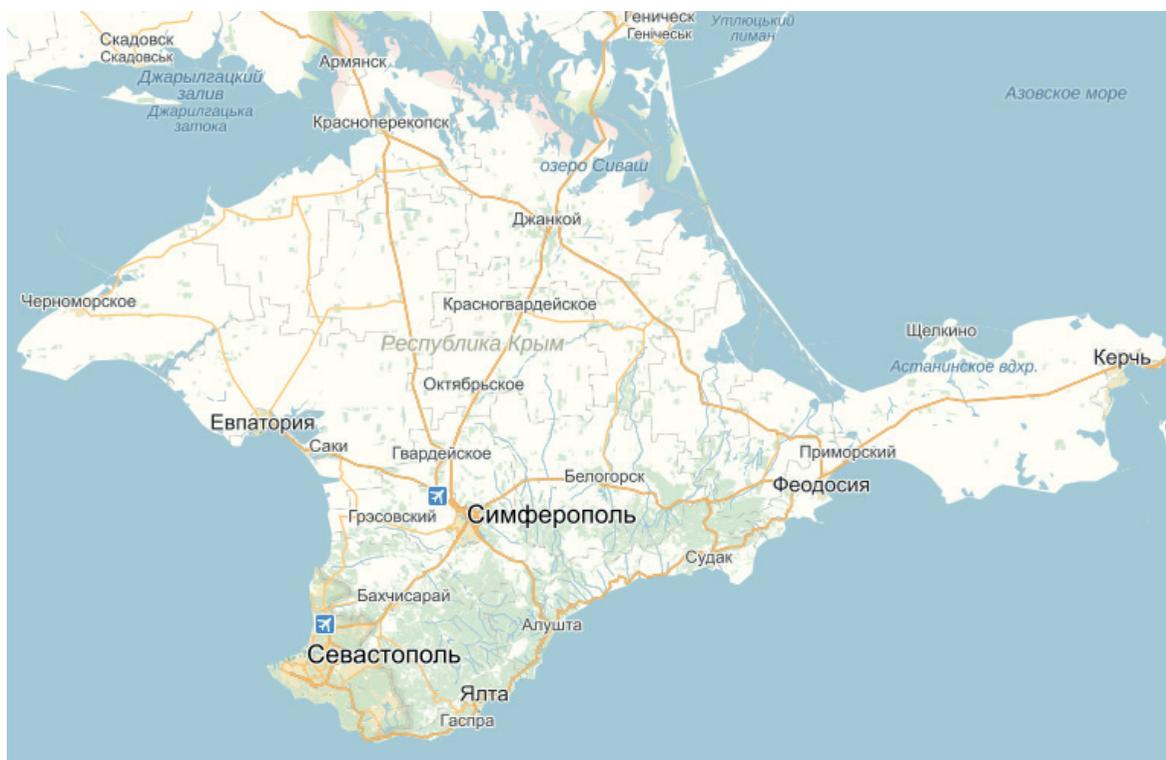


Рис. 2.3.4. Карта Республики Крым

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга, среднемесячные значения МЭД на территории Республики Крым/КФО в 2017г. изменялись от 0,06 до 0,18 мкЗв/ч, среднегодовые – от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч. Максимальное суточное значение значения МЭД (0,23 мкЗв/ч) наблюдалось в октябре в Феодосии. Усредненное по всей территории Крыма значение МЭД в 2017 г. составляло 0,09 мкЗв/ч, что не отличается от фоновых уровней, наблюдаемых на остальной территории РФ.

Радиоактивные выпадения

В 2017 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территории Республики Крым (табл. 2.3.3) увеличились по сравнению с 2016 г. в 1,3 раза (в 2016 г. составляли 0,37 Бк/м²-сутки, в 2015 г. – 0,63 Бк/м²-сутки), и составили 0,48 Бк/м²-сутки, что в 1,6 раза ниже уровня средневзвешенного значения по Югу ЕТР (0,78 Бк/м²-сутки) Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2017 г. в Симферополе в январе – 1,3 Бк/м²-сутки.

Таблица 2.3.3

Среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ на территории Республики Крым 2017 г., Бк/м²-сутки (данные НПО «Тайфун»)

	Месяц												Среднее 2017 г.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Керчь	0,61	0,26	0,70	0,24	0,39	0,19	0,30	0,51	1,04	0,45	0,49	0,60	0,48
Феодосия	0,46	0,35	0,45	0,33	0,54	0,38	0,30	1,13	0,42	0,36	0,33	0,33	0,45
Симферополь	1,31	0,35	0,83	0,51	0,46	0,34	0,50	0,61	1,06	0,72	0,82	0,55	0,67
Севастополь	0,53	0,35	1,25	0,29	0,24	0,25	0,50	0,22	0,37	0,30	0,35	0,49	0,43
Черноморское	0,20	0,22	0,32	0,22	0,16	0,48	0,35	0,37	0,70	0,37	0,30	0,52	0,35
Среднее, Бк/м ² -сутки:													
– по Республике Крым	0,61	0,29	0,70	0,34	0,42	0,31	0,37	0,53	0,78	0,44	0,47	0,51	0,48
– по Югу ЕТР	1,12	0,91	0,94	0,77	0,79	0,65	0,57	0,66	0,73	0,72	0,71	0,82	0,78

Динамика изменения годовых выпадений ^{137}Cs (данные 2008-2014 гг. по [18]) представлена на рис. 2.3.5.

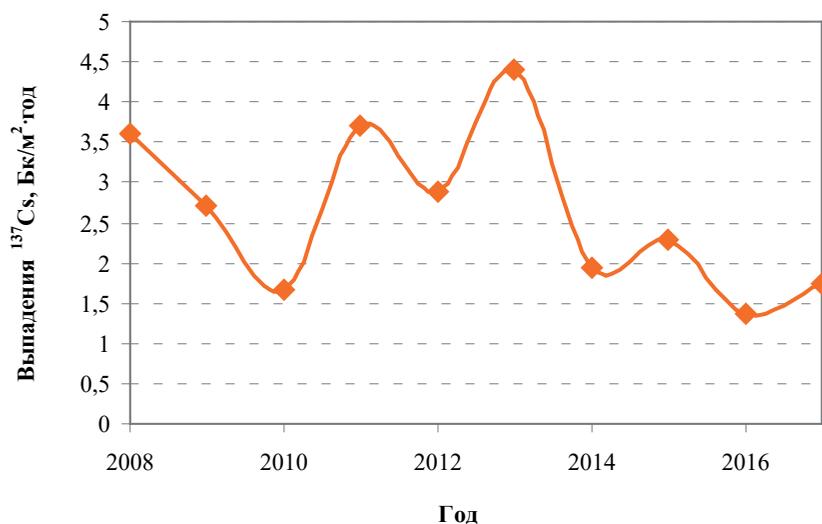


Рис. 2.3.5. Динамика изменения выпадений ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Крыма

Годовые выпадения ^{137}Cs на территории Республики Крым незначительно увеличились по сравнению с предыдущим годом, и в 2017 г. составили 1,7 Бк/м²·год, что на порядок превышает годовые выпадения этого радионуклида по остальной территории ЮФО (0,15 Бк/м²·год). Повышенные по сравнению с Югом ЕТР выпадения ^{137}Cs на территории Крыма, по-видимому, связаны с более ранним вторичным ветровым переносом этого радионуклида из загрязненных после Чернобыльской аварии зон.

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории Республики Крым в 2017 г. были ниже предела обнаружения.

Выводы

Радиационная обстановка на территории ЮФО в 2017 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МЭД не показали значимого влияния РОО, расположенных на территории ЮФО, на радиационную обстановку в регионе. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs были на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 [7] нормативов, регистрируемые в сентябре уровни содержания ^{106}Ru в атмосферных аэрозолях были также на три-пять порядков ниже нормативов, согласно [7], не представляли радиационной опасности для населения и не требовали принятия защитных мер.

2.4. Северо-Кавказский федеральный округ

Общая информация по округу

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

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

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Северо-Кавказским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.4.1): 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}Sr (3 точки отбора, разрез п-ов Мангышлак – о. Чечень, данные по содержанию ^{90}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 «НПО «Тайфун»).

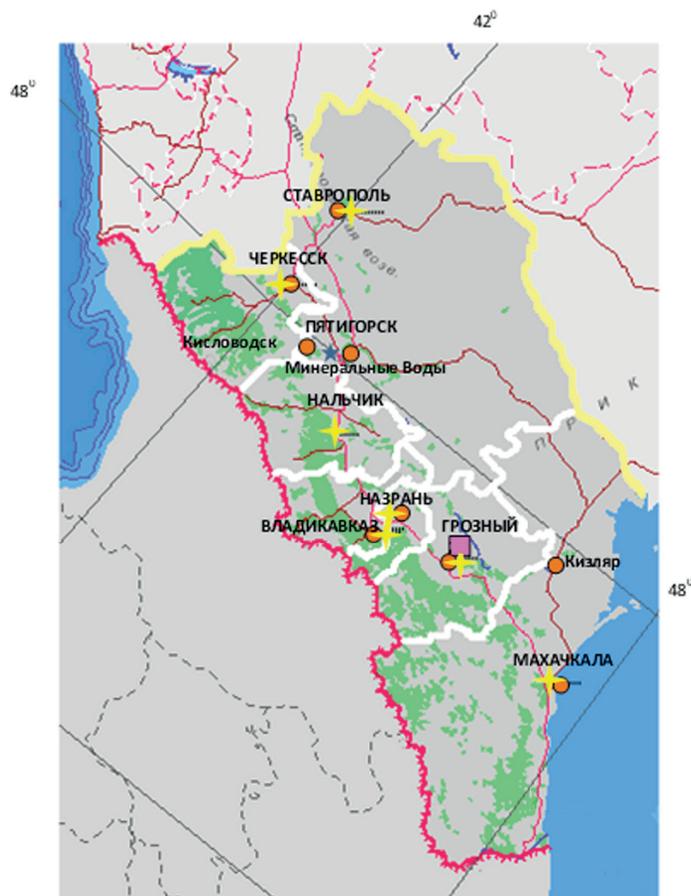


Рис. 2.4.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Северо-Кавказского федерального округа:

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах Федерации округа приведены в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД (мкЗв/ч) в субъектах СКФО в 2017 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Дагестан	14	0,10	0,18 (Хунзах)
Республика Северная Осетия – Алания	3	0,15	0,24 (Владикавказ)
Республика Ингушетия	1	0,13	0,18 (Назрань)
Кабардино-Балкарская Республика	2	0,13	0,22 (Нальчик)
Карачаево-Черкесская Республика	3	0,15	0,23 (Зеленчукская)
Чеченская Республика	5	0,13	0,18 (Гудермес)
Ставропольский край	16	0,13	0,23 (Минводы)
СКФО	44	0,12	0,24

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

По данным сети радиационного мониторинга среднемесячные значения МЭД на территории СКФО в 2017 г. изменялись от 0,08 (Махачкала и др.) до 0,19 (Зеленчукская) мкЗв/ч. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2017 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 2017 г. среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на территориях субъектов СКФО сохранились на уровне 2016 г., изменяясь от 0,3 Бк/м²·сутки в г. Назрань до 0,9· Бк/м²·сутки в г. Владикавказ (при среднем значении для территории округа 0,65 Бк/м²·сутки). Наиболее высокие среднемесячные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в 2017 г. в г. Махачкала в январе – 1,8 Бк/м²·сутки.

Динамика изменения годовых выпадений ¹³⁷Cs представлена на рис. 2.3.3 в разделе 2.3. Годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории СКФО составляли в 2017 г. 0,15 Бк/м²·год, что ниже значений пяти предыдущих лет (0,2-0,4 Бк/м²·год).

Выпадения ⁹⁰Sr на подстилающую поверхность на территории ЮФО в 2017 г., как и в предыдущие годы, были ниже предела обнаружения.

В 2017 г. на территории СКФО в сентябре был зарегистрирован 1 случай 10-кратного превышения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений над фоновыми уровнями (в п. Махачкала, что связано с регистрацией в этот период ¹⁰⁶Ru, наблюдаемого на территории РФ и Европы (подробно см. раздел 1).

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

ПЗРО расположен в с. Толстой-Юрт Грозненского района на горе Карах. ПЗРО предназначено для захоронения твердых и жидких РАО от предприятий округа. С 2002 г. ПЗРО законсервирован и в настоящее время осуществляет транзитное хранение РАО в Саратовском отделении филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО». Территория ПЗРО разделена на две

зоны: «грязную» и «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 МЭД.

В 2017 г. выпадения ^{137}Cs по 3-м пунктам наблюдений в 100-км зоне ПЗРО были ниже предела обнаружения (менее $0,1 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$). Среднемесячные суточные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в 100-км зоне ПЗРО изменялись от $0,3$ до $0,8 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$, среднегодовые – от $0,3$ до $0,6 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$ (при среднем значении $0,45 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$), что соответствует уровню 2016 г. и ниже уровней 2012-2014 гг. ($1,1-1,3 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$).

Среднемесячная мощность дозы в 100-км зоне ПЗРО в течение года изменялась от $0,10$ до $0,15 \text{ мкЗв/ч}$ (максимальная суточная $0,18 \text{ мкЗв/ч}$), что не превышает пределов колебаний естественного радиационного фона на территории СКФО.

Выводы

Радиационная обстановка на территории СКФО в 2017 г. была стабильной. Мониторинг содержания радионуклидов в объектах окружающей среды и измерения МЭД не показали значимого влияния РОО, расположенных на территории СКФО, на радиационную обстановку в регионе. По данным наблюдений на территории всего юга ЕТР уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ 99/2009 [7] нормативов и не представляют опасности для здоровья населения.

2.5. Приволжский федеральный округ

Общая информация по округу

Приволжский федеральный округ (ПФО) расположен на юго-востоке Европейской части Российской Федерации (занимает часть Восточно-Европейской равнины и Приволжской возвышенности) и в южном Предуралье. Часть территории округа (Республика Башкортостан, Оренбургская область) расположена на рубеже Европы и Азии на Южном Урале и прилегающих к нему равнинах Предуралья и Зауралья. В состав округа входят 14 субъектов Федерации: Республики Удмуртская, Чувашская, Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, а также Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская области и Пермский край. Центром округа является город Нижний Новгород. Площадь федерального округа составляет $1035,9 \text{ тыс. км}^2$, население – $32017,8 \text{ тыс. человек}$ [1].

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

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

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа проводится Верхне-Волжским, Приволжским, Башкирским, Уральским УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета. В составе СРМ на территории округа действуют (рис. 2.5.1): 191 пунктов наблюдения по измерению мощности дозы внешнего гамма-излучения (ежедневно); 36 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ (экспозиция 1-5 суток); 5 пунктов по отбору проб осадков для анализа на содержание трития; 1 пункт по отбору проб поверхностных вод для анализа на тритий; 4 пункта по отбору проб пресных поверхностных вод для анализа на содержание ^{90}Sr .

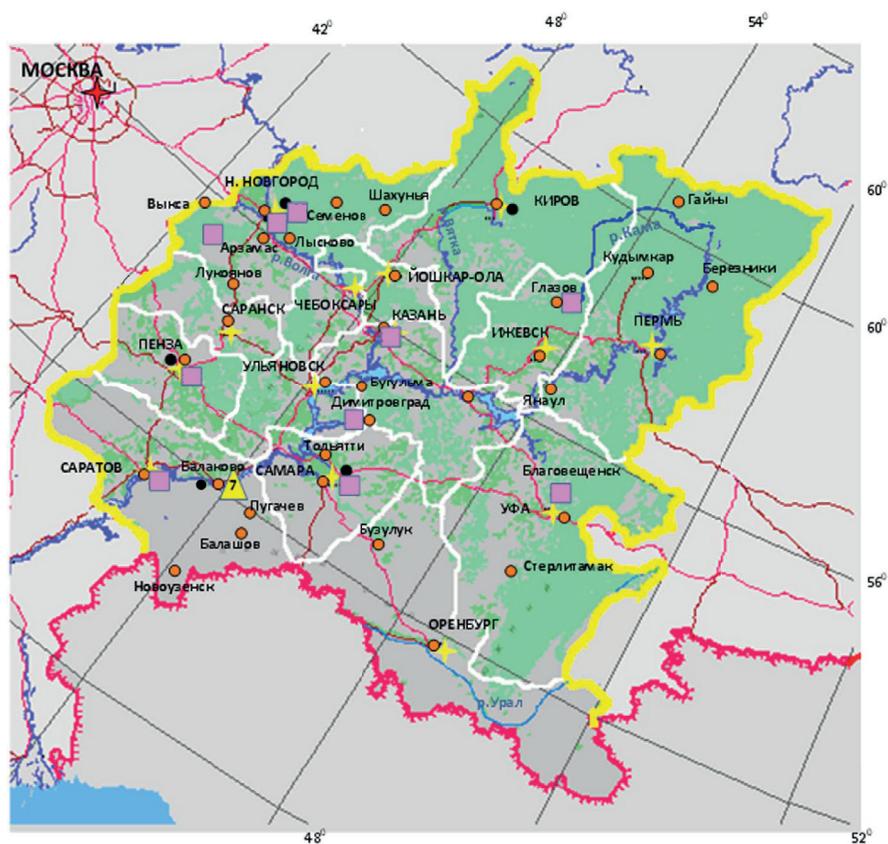


Рис. 2.5.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Приволжского федерального округа:

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

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

Радиационная обстановка

Радиационный фон

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

Таблица 2.5.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД (мкЗв/ч)
в субъектах ПФО в 2017 г. (данные УГМС)

Субъекты Федерации	Кол-во пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Республика Башкортостан	34	0,11	0,21 (Сибай, Учалы)
Республика Марий Эл	4	0,10	0,16 (Козьмодемьянск)
Республика Мордовия	6	0,10	0,13 (Инсар и др.)
Республика Удмуртская	8	0,10	0,15 (Селты)
Республика Чувашская	5	0,12	0,17 (Чебоксары)
Кировская область	20	0,09	0,16 (Кильмезь)
Нижегородская область	18	0,10	0,18 (Лысково и др.)
Республика Татарстан	17	0,11	0,15 (Дрожжаное и др)
Оренбургская область	16	0,11	0,21 (Первомайский)
Пензенская область	8	0,12	0,19 (Пенза)
Самарская область	12	0,11	0,18 (Самара)
Саратовская область	19	0,12	0,19 (Балаково и др.)
Ульяновская область	7	0,12	0,18 (Канадей)
Пермский край	15	0,10	0,15 (Кудымкар)
ПФО	189	0,11	0,21

По данным ежедневных измерений на 189 пункте в течение 2017 г. на территории ПФО мощность AMBIENTного эквивалента дозы γ -излучения (МЭД) на местности находилась в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона. Значения МЭД изменялись в диапазоне от 0,05 до 0,21 мкЗв/ч. Усредненный по всей территории округа радиационный фон в 2017 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}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения на территории ПФО приведена в табл. 2.5.2.

Таблица 2.5.2

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Республика Татарстан						
Казань	0,3	0,5	1,7	0,24	0,37	0,39
Нижегородская область						
Нижний Новгород	3,0	4,2	1,2	2,87	1,24	0,50
Кировская область						
Киров	2,0	4,7	2,0	1,01	1,23	1,41
Пензенская область						
Пенза	0,8	2,2	4,1	0,16	0,52	0,63
Самарская область						
Самара	1,0	1,4	2,1	0,25	0,66	0,78
Балаково	1,9	2,0	2,8	0,56	0,51	0,71
Среднее по ПФО	1,5	2,5	2,3	0,85	0,76	0,74
Средневзвешенное по Центру ЕТР	3,2	3,6	5,5	0,81	0,82	1,01

В 2017 г. средняя объемная активность ¹³⁷Cs (по 6 пунктам наблюдения) была на уровне предыдущих лет (без учета данных 2011 г.) и составила $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемная активность ¹³⁷Cs во всех пунктах наблюдения ПФО была ниже средневзвешенного значения по центру ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Динамика усредненных по территории округа объемных активностей ¹³⁷Cs в 2007-2017 гг. представлена на рис. 2.5.2.

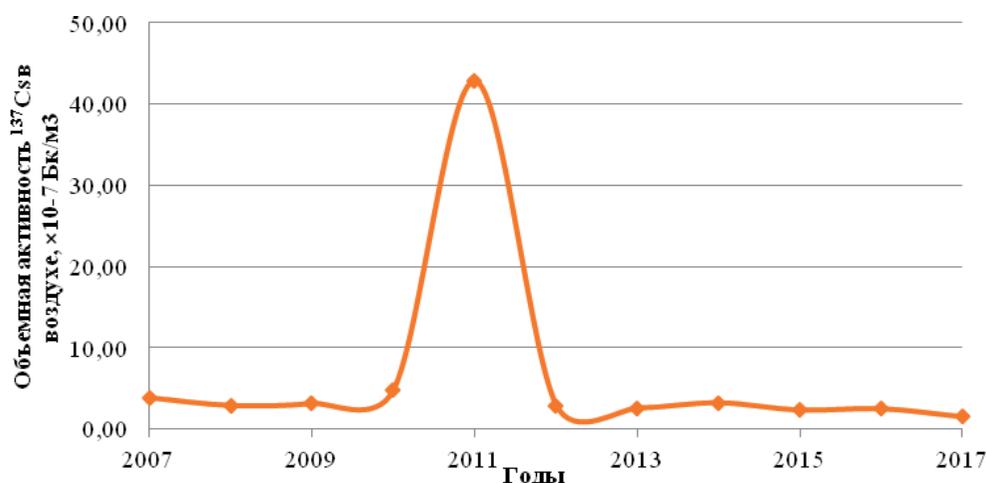


Рис. 2.5.2. Динамика средневзвешенной объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории ПФО

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr на территории ПФО в 2017 г. составила $0,85 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует предыдущим годам наблюдений – $(0,6-0,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, и была выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР ($0,82 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Однако, в г. г. Казань, Пенза, Самара и Балаково объемная активность ⁹⁰Sr в 1,4-5,1 раза была ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР.

Радиоактивные выпадения

В табл. 2.5.3. представлены данные годовых выпадений ^{137}Cs на территории ПФО в 2010-2017 гг.

В 2017 г. уровень выпадений ^{137}Cs , усредненный по территории округа, составил 0,13 Бк/м²-год, что ниже значений 3-х последних лет наблюдений (0,16-0,30 Бк/м²-год).

Таблица 2.5.3
Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории субъектов ПФО в 2010-2017 гг., Бк/м²-год

Субъекты Федерации	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Республика Башкортостан	0,11	0,20	0,30	0,11	0,14	0,3	2,8	0,2
Республика Марий Эл	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Республика Мордовия	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Республика Удмуртская	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Республика Чувашская	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Кировская область	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Нижегородская область	0,10	0,12	0,20	0,18	0,51	0,3	2,8	0,2
Республика Татарстан	0,08	0,22	0,33	0,19	0,25	0,3	1,4	0,3
Оренбургская область	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5
Пензенская область	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5
Самарская область	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5
Саратовская область	0,17	0,14	0,36	0,33	0,32	0,4	1,1	0,5
Ульяновская область	0,17	0,14	0,36	0,55	1,01	0,4	1,1	0,5
Пермский край	0,11	0,20	0,54	0,11	0,14	0,3	0,8	0,6
Среднее по округу	0,13	0,16	0,30	0,24	0,42	0,34	1,95	0,34

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы, усредненные по субъектам ПФО в 2007-2017 гг., представлены на рис. 2.5.3. На рис. 2.5.3 видно, что максимальные уровни выпадений ^{137}Cs на территории ПФО наблюдались в 2011 г., что связано с аварией на АЭС «Фукусима-1». Без учета данных 2011 г. годовые выпадения ^{137}Cs на территории ПФО медленно уменьшаются.

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ПФО в 2017 г., как и в предшествующие годы, были ниже предела обнаружения.

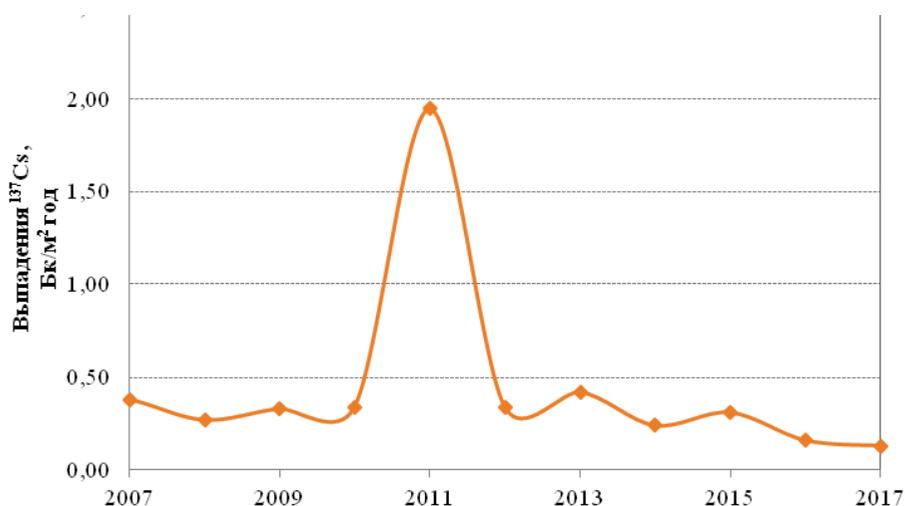


Рис. 2.5.3. Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы на территории ПФО

Поверхностные воды

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

В табл. 2.5.4 представлены данные о содержании ^{90}Sr в реках, расположенных в субъектах ПФО, в 2017 г.

Таблица 2.5.4

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках ПФО в 2017 г., мБк/л

Субъекты Федерации	Водный объект	Пункт наблюдения	2013	2014	2015	2016	2017
Оренбургская область	р. Урал	Оренбург	3,2	5,5	4,1	4,5	3,8
Пермский край	р. Вишера	Рябинино	4,8	1,5	6,0*	8,5*	6,3
Пермский край	р. Кама	Тюлькино	5,7	3,0	4,0*	14,0*	12,5
Пермский край	р. Колва	Чердынь	3,2	2,0	6,0*	9,0*	6,3
Среднее по рекам ЕТР			4,4	5,2	5,1	4,3	7,2

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

Наблюдения за содержанием ^{90}Sr в реках Вишера, Колва и Кама вызвано необходимостью мониторинга влияния выноса радиоактивных продуктов с территории проведенного в 1971 г. тройного ядерного взрыва на выброс почвы «Тайга» (каждый мощностью 15 кт на глубине 128 м) в Чердынском районе Пермского края в 100 км севернее г. Красновишерска для предполагаемого строительства канала, соединяющего р. Печора с р. Колва. Из табл. 2.5.4 видно, что в 2017 г. для всех перечисленных выше рек объемная активность ^{90}Sr наиболее высокая за последние пять лет наблюдений и в 1,3-2,5 раза превышает среднее значение для рек ЕТР (без учета данных по рекам Кама, Вишера и Колва), кроме р. Урал, в которой объемная активность ^{90}Sr не превышала среднего значения по рекам ЕТР и составила 3,8 мБк/л.

Среднегодовая объемная активность трития в р. Волге в г. Балаково Саратовской области в 2017 г. варьировала от 1,3 до 1,9 Бк/л и в среднем составила 1,7 Бк/л, что соответствует среднему значению за год для основных рек России – 1,7 Бк/л.

Среднегодовые значения объемной активности трития в атмосферных осадках в пунктах наблюдения, расположенных в Чебоксарах (Чувашская Республика), Городце (Нижегородская область), Казани и Тетюшах (Республика Татарстан), Перми (Пермский край), в 2017 г. составили 1,59; 1,53; 1,76; 1,65; 1,92 Бк/л соответственно, что либо равно, либо незначительно превышает среднегодовое значение объемной активности трития в осадках для всей территории РФ в 2017 г. – 1,75 Бк/л.

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

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

2.5.1. НИИ атомных реакторов г. Димитровграда

АО «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 2017 г. на территории НИИАР представлены в табл. 2.5.5.

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 2017 г. выбросы ^{51}Cr , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{103}Ru , ^{89}Sr , $^{99\text{M}}\text{Tc}$, ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{242}Cm , ^{244}Cm , суммы нуклидов урана, ^{131}I , ^{132}I , ^{134}I , ^{135}I , ^{203}Hg и суммы инертных радиоактивных газов увеличились по сравнению с 2016 г. в 1,2-76,7 раза, выбросы ^{95}Nb , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{88}Rb , ^{75}Se , ^{76}As , ^{95}Zr , ^{106}Ru , ^{89}Rb , ^{124}Sb , ^{125}Sb , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{65}Zn , суммы нуклидов европия уменьшились в 1,3-4706,9 раз, выброс радионуклида ^{90}Sr остался на уровне предыдущего года. Выбросы перечисленных выше радионуклидов не превышали допустимых значений и составляли от 0,38% для ^{75}Se до 87% для ^{103}Ru от них. Выбросы радионуклидов ^{238}Pu , ^{242}Cm , суммы нуклидов урана увеличились по сравнению с 2016 г. в 4,2-16 раз. При безусловном выполнении критерия не превышения выделенной предприятию квоты эффективной дозы облучения населения от выбросов радионуклидов, выбросы этих радионуклидов в 2;3,4; 3,9 раза соответственно превышали допустимые.

Таблица 2.5.5

Выбросы радионуклидов в атмосферу на территории НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{51}Cr	$9,02 \cdot 10^8$	$1,11 \cdot 10^8$	$8,70 \cdot 10^7$	$+2,40 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$5,71 \cdot 10^8$	$4,96 \cdot 10^7$	$9,75 \cdot 10^7$	$- 4,79 \cdot 10^7$
^{95}Nb	$6,51 \cdot 10^8$	$4,18 \cdot 10^7$	$1,30 \cdot 10^8$	$- 8,82 \cdot 10^7$
^{58}Co	$3,00 \cdot 10^8$	$2,05 \cdot 10^7$	$2,92 \cdot 10^7$	$- 0,87 \cdot 10^7$
^{60}Co	$8,37 \cdot 10^8$	$8,97 \cdot 10^7$	$1,51 \cdot 10^8$	$- 6,13 \cdot 10^7$
^{59}Fe	$3,28 \cdot 10^8$	$2,71 \cdot 10^7$	$5,71 \cdot 10^7$	$- 3,00 \cdot 10^7$
^{238}Pu	$2,73 \cdot 10^7$	$5,59 \cdot 10^7$	$9,11 \cdot 10^6$	$+4,68 \cdot 10^7$
^{239}Pu	$7,38 \cdot 10^7$	$4,25 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$+3,25 \cdot 10^7$
^{103}Ru	$2,02 \cdot 10^7$	$1,76 \cdot 10^7$	$8,94 \cdot 10^5$	$+1,67 \cdot 10^7$
^{106}Ru	$1,09 \cdot 10^8$	$2,80 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^7$	$- 0,70 \cdot 10^7$
^{88}Rb	$6,28 \cdot 10^{11}$	$6,69 \cdot 10^9$	$6,90 \cdot 10^{11}$	$- 6,83 \cdot 10^{11}$
^{89}Rb	$4,66 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^8$	$5,46 \cdot 10^{11}$	$- 5,46 \cdot 10^{11}$

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁸⁹ Sr	3,35·10 ⁸	7,03·10 ⁷	5,97·10 ⁷	+1,06·10 ⁷
⁹⁰ Sr	6,13·10 ⁸	4,34·10 ⁷	4,25·10 ⁷	+0,09·10 ⁷
⁷⁵ Se	1,13·10 ¹¹	4,30·10 ⁸	6,08·10 ⁸	- 1,78·10 ⁸
⁷⁶ As	1,21·10 ⁸	1,94·10 ⁷	2,70·10 ⁷	- 0,76·10 ⁷
¹²⁵ Sb	2,20·10 ⁹	8,70·10 ⁷	1,16·10 ⁸	- 2,90·10 ⁷
¹²⁴ Sb	2,08·10 ⁸	4,47·10 ⁶	8,23·10 ⁶	- 3,76·10 ⁶
¹³² Te	2,18·10 ⁷	-	-	-
^{99m} Tc	1,24·10 ⁹	2,82·10 ⁸	1,50·10 ⁸	+1,32·10 ⁸
⁶⁵ Zn	6,06·10 ⁸	4,80·10 ⁷	8,33·10 ⁷	- 3,53·10 ⁷
⁹⁵ Zr	1,04·10 ⁸	1,68·10 ⁷	6,31·10 ⁷	- 4,63·10 ⁷
¹⁴¹ Ce	1,57·10 ⁷	5,29·10 ⁶	2,04·10 ⁵	+5,09·10 ⁶
¹⁴⁴ Ce	4,30·10 ⁷	5,86·10 ⁷	1,21·10 ⁷	+4,65·10 ⁷
¹³⁴ Cs	4,80·10 ⁸	3,43·10 ⁷	1,66·10 ⁸	- 1,32·10 ⁸
¹³⁷ Cs	7,60·10 ⁹	4,15·10 ⁸	7,42·10 ⁸	- 3,27·10 ⁸
¹³⁸ Cs	2,10·10 ¹¹	8,47·10 ⁹	6,49·10 ¹⁰	- 5,64·10 ¹⁰
¹³⁹ Ba	3,88·10 ⁹	3,26·10 ⁸	9,07·10 ⁸	- 5,81·10 ⁸
²⁴² Cm	1,09·10 ⁶	2,04·10 ⁵	2,66·10 ³	+2,01·10 ⁵
²⁴⁴ Cm	1,50·10 ⁷	5,10·10 ⁷	3,14·10 ⁶	+4,79·10 ⁷
Сумма нуклидов U	2,37·10 ⁷	9,15·10 ⁷	2,19·10 ⁷	+6,96·10 ⁷
Сумма нуклидов Eu	4,36·10 ⁸	1,22·10 ⁷	1,17·10 ⁸	- 1,05·10 ⁸
³ H	1,32·10 ¹³	5,46·10 ¹²	4,45·10 ¹²	+1,01·10 ¹²
¹²⁵ I	1,10·10 ¹⁰	-	-	-
¹³¹ I	2,98·10 ¹⁰	1,10·10 ¹⁰	4,58·10 ⁹	+6,42·10 ⁹
¹³² I	1,82·10 ¹⁰	2,21·10 ⁹	4,86·10 ⁸	+1,72·10 ⁹
¹³⁴ I	8,32·10 ⁸	6,52·10 ⁷	5,33·10 ⁷	+1,19·10 ⁷
¹³⁵ I	3,96·10 ⁹	9,96·10 ⁸	5,56·10 ⁸	+4,40·10 ⁸
Сумма ИРГ	4,12·10 ¹⁵	2,82·10 ¹⁵	2,38·10 ¹⁵	+0,44·10 ¹⁵
²⁰³ Hg	3,76·10 ⁹	1,13·10 ⁵	-	+1,13·10 ⁵

Примечание: - – нет данных.

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 2017 г. данных о сбросах ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs не поступало. Жидкие радиоактивные отходы захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (ЦМС и Ульяновский ЦГМС) и УГМС Республики Татарстан. В 2017 г. в 100-км зоне НИИАР проводились следующие систематические наблюдения (рис. 2.5.4):

за объемной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ с суточной экспозицией 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 МЭД g-излучения 8 раз в сутки (дозиметрами ДРГ-01Т, ДКГ-02У «Арбитр», ДБГ-06Т, ДКГ – 07Д «Дрозд», ДКГ – 01 «Сталкер») на 7 пунктах Приволжского УГМС и 2 пунктах УГМС РТ;
- за содержанием радионуклидов в воде и донных отложениях Черемшанского залива.

Измерение Sb в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС РТ на радиометрах РУБ-01П6 и малофоновой установке УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтиляционном γ -спектрометре «Прогресс 2000» в Приволжском УГМС и на γ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в НПО «Тайфун». Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтиляционного спектрометра «Quantulus-1220».

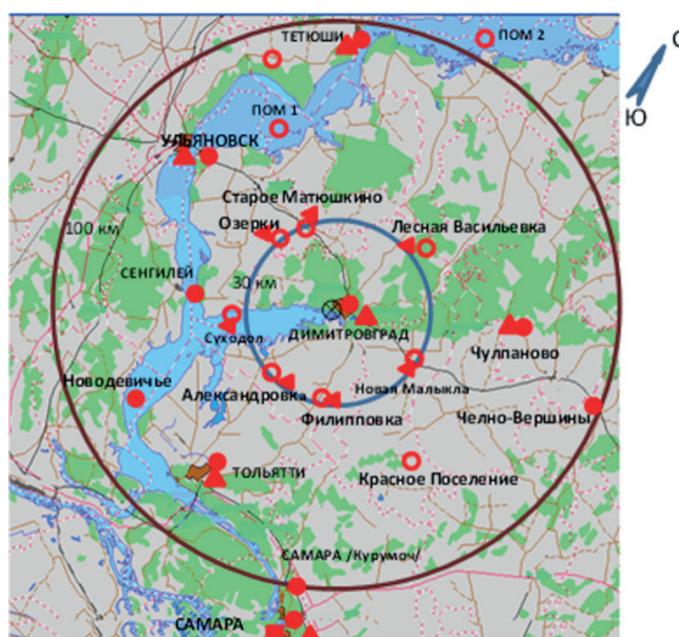


Рис. 2.5.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Данные о выпадениях $\Sigma\beta$ и объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 2.5.6. Из табл. 2.5.6 видно, что среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в г. Самаре в 2017 г. составляла $12,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,1 раза выше уровня предыдущего года и в 1,1 раз ниже значения средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от $8,3 \cdot 10^{-5}$ до $17,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное среднесуточное значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось в ноябре и составило $65,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 4,7 раза превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР. Случаев превышения суточных значений объемной $\Sigma\beta$ над фоновым значением более чем в 5 раз в 2017 г. зарегистрировано не было.

Таблица 2.5.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q , 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2016 г. (данные Приволжского УГМС)

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р	Р
Январь	с	2,47	9,6	0,32	1,12	0,31
	м	9,41	35,8	0,81	2,53	1,10
Февраль	с	1,58	8,3	0,27	1,30	0,42
	м	4,50	23,8	0,67	3,80	1,00
Март	с	1,92	10,0	0,31	1,33	0,20
	м	7,07	24,2	0,90	4,55	0,52
Апрель	с	2,32	14,5	0,39	1,34	0,34
	м	6,22	42,7	1,33	8,40	0,81
Май	с	2,07	13,8	0,62	1,00	0,36
	м	6,13	58,0	2,38	2,47	0,90
Июнь	с	1,76	9,0	0,42	0,73	0,32
	м	5,33	20,7	1,05	1,97	0,90
Июль	с	2,00	11,7	0,42	1,31	0,41
	м	6,09	29,4	1,14	4,51	3,00
Август	с	1,77	13,1	0,38	1,22	0,31
	м	4,74	29,9	1,62	4,63	1,05
Сентябрь	с	1,80	10,9	0,81	1,96	0,45
	м	17,49	62,2	3,57	9,99	3,00
Октябрь	с	2,37	14,0	1,28	1,61	0,43
	м	10,06	52,0	4,67	6,79	1,33
Ноябрь	с	2,26	14,9	0,97	1,37	0,32
	м		65,0	3,62	5,35	0,81
Декабрь	с	2,54	17,6	0,63	1,40	0,33
	м		62,7	1,29	4,75	0,71
Среднее: 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
	2014 г.	1,70	16,3	0,55	1,49	0,48
	2013 г.	1,4	18,9	0,5	1,6	0,4
Сумма, Бк/м ² -год: 2017 г.		758		208	477	128
	2016 г.	597		168	417	190
	2015 г.	664		210	505	224
	2014 г.	619		202	543	173
	2013 г.	521		198	600	139

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения Приволжского УГМС, в 100-км зоне НИИАР (табл. 2.5.6) в 2017 г. колебались от 0,27 до 2,54 Бк/м²-сутки, а среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений остались примерно на уровне 2013-2016 гг. и изменялись от 0,35 Бк/м²-сутки (Ульяновск) до 2,07 Бк/м²-сутки (Самара). Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. наблюдалась в сентябре в г. Самара – 17,49 Бк/м²-сутки. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым значением в 10 и более раз в 2017 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы г. Самара за 2013-2017 годы представлены в табл. 2.5.7. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2017 г. составила $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,9 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для Центра ЕТР ($1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила $0,25 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 3,2 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{90}Sr по территории Центра ЕТР ($0,81 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.5.7

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
^{137}Cs							
г. Самара	2013	2,0	2,4	3,0	2,2	2,4	5,9
	2014	2,0	3,0	7,7	45	4,3	6,2
	2015	1,9	2,5	3,1	0,7	2,1	5,5
	2016	1,6	0,7	1,6	1,8	1,4	3,6
	2017	1,0	0,6	1,6	0,8	1,0	1,9
^{90}Sr							
г. Самара	2013	0,19	1,30	0,58	0,37	0,61	0,47
	2014	0,37	0,86	0,49	0,56	0,57	0,72
	2015	0,56		1,00		0,78	1,01
	2016	0,66		0,65		0,66	0,82
	2017	0,20		0,30		0,25	0,81

Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2017 г. изменялась в диапазоне от 1,17 Бк/л в ноябре до 2,36 Бк/л в мае, при среднегодовом значении 1,65 Бк/л, что ниже среднего значения для всей территории РФ (1,75 Бк/л).

В 2017 г маршрутные обследования в 30-км зоне вокруг НИИАР не проводились.

Специалистами Ульяновского ЦГМС в 2017 г. был произведен отбор 6 проб воды и 2 проб донных отложений из Черемшанского залива, куда могут поступать стоки с промплощадки НИИАР. Результаты γ -спектрометрического анализа показали, что содержание ^{137}Cs в пробах воды находилось в диапазоне от 0,05 Бк/л до 0,07 Бк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [7], содержание ^{137}Cs в донных отложениях составляло 0,14-0,26 Бк/кг.

По данным ежедневных измерений МЭД на пунктах стационарной сети в 100-км зоне НИИАР, в 2017 г. среднегодовые значения МЭД находились в пределах от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч (г. Самара – июль).

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:

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

– Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон», Нижегородская область) – пункт захоронения радиоактивных отходов. Осуществляет прием радиоактивных отходов от предприятий и учреждений ряда областей (Нижегородской, Ивановской, Кировской), а также из Республики Мордовия и Республики Коми;

– ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (г. Саров – бывший Арзамас-16 до 1994 г., Нижегородская область) – ядерный центр. В 1949 г. здесь была создана первая советская атомная бомба, а в 1953 г. – водородная;

– АО «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 2017 г. на территории РФЯЦ-ВНИИЭФ и ЧМЗ представлены в табл. 2.5.8.

Таблица 2.5.8

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

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»				
²¹⁰ Po	5,30·10 ⁹	1,94·10 ³	7,03·10 ³	– 5,09·10 ³
²³⁹ Pu	1,52·10 ⁹	1,70·10 ⁵	1,71·10 ⁵	– 0,01·10 ⁵
³ H	1,49·10 ¹⁶	1,14·10 ¹⁴	1,16·10 ¹⁴	– 0,02·10 ¹³
Сумма нуклидов U	6,91·10 ¹¹	2,24·10 ⁹	2,62·10 ⁹	– 0,38·10 ⁹
АО «ЧМЗ»				
²²⁶ Ra	4,83·10 ¹²	8,38·10 ⁶	8,20·10 ⁶	+ 0,18·10 ⁶
²³⁰ Th	5,90·10 ¹²	8,38·10 ⁶	2,18·10 ⁶	+ 6,20·10 ⁶
²³² Th	4,69·10 ¹²	2,72·10 ⁶	8,20·10 ⁶	– 5,48·10 ⁶
Сумма нуклидов U	5,91·10 ¹⁴	1,35·10 ⁹	7,12·10 ⁸	+ 6,38·10 ⁸

В 2017 году выбросы ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» не превышали допустимых значений. Выбросы радионуклидов ²¹⁰Po, ²³⁹Pu, ³H, сумма нуклидов U уменьшились в 1,2-3,6 раза по сравнению с предыдущим годом. Выбросы АО «ЧМЗ» в 2017 году были на несколько порядков ниже допустимых значений.

В сбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана и трития. В 2017 г. сбросы изотопов урана и трития уменьшились по сравнению с предыдущим годом в 1,20 и 1,02 раза и составили 2,24·10⁷ Бк (0,35% от допустимых сбросов – 6,35·10⁹ Бк/год) и 1,82·10¹⁰ (0,07% от допустимого сброса – 2,50·10¹³ Бк/год) соответственно. Сбросы ЧМЗ в 2017 г., как и в предыдущие годы, не регистрировались.

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

В 2017 г. радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО осуществлялся на 20 станциях. На 19 станциях проводились измерения МЭД Верхне-Волжским УГМС, а на одной станции (АМЦН. Новгород) «Авиаметтелеком Росгидромета». На 7 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, Н. Новгород); за МЭД в 9 пунктах (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Ройка, Лысково, Павлово, Семенов, Нижний Новгород, АМЦ Нижний Новгород); за содержанием трития в осадках в одном пункте (Городец). В 2017 г. маршрутные обследования в 100-км зоне РОО ОКБ машиностроения не проводились.

В 100-км зоне ПЗРО проводились наблюдения (рис. 2.5.5): за атмосферными радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за радиоактивными выпадениями в 3 пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД на 9 станциях (Лысково, Семенов, Н. Новгород (две станции), Городец, Дзержинск, Красные Баки, Воскресенское, Ройка). Из рис. 2.5.5 видно, что пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в 100-км зонах ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и ОКБМ совпадают.

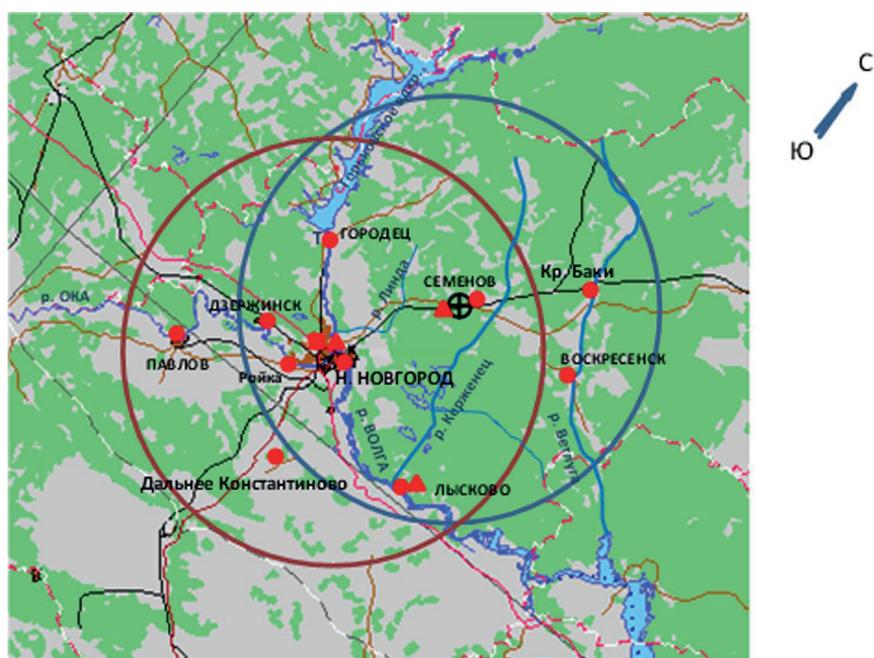


Рис. 2.5.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

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

В 100-км зоне РОО г. Сарова действуют 5 станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), на которых в течение всего 2017 г. велись наблюдения за МЭД, 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 МЭД. В одном пункте (г. Глазов) велись наблюдения за атмосферными выпадениями.

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

ОКБ машиностроения им. И.И. Африкантова

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе г. Н. Новгород в 2017 г. (табл. 2.5.9) изменялась от $6,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале) до $24,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в июле) при среднегодовом значении $18,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, и превышала средневзвешенное значение по территории Центра ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 1,3 раза. В 2017 г. в г. Н. Новгород не было зарегистрировано случаев превышения объемной $\Sigma\beta$ над фоновым уровнем в 5 и более раз.

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2013-2017 гг. представлены в табл. 2.5.10. Из табл. 2.5.10 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе Н. Новгорода в 2017 г. была в 1,4 раза ниже значения 2016 г. и составляла $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 г. составляла $2,87 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,3 раза выше, чем в 2016 г., и в 3,5 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ($0,81 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Среднемесячные значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2017 г. (табл. 2.5.9) варьировали в диапазоне от 0,5 до 1,9 Бк/м²·сутки. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений составили 1,1-1,2 Бк/м²·сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по региону.

Таблица 2.5.9

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2017 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,9	16,7	1,4	1,2	1,4	1,2	1,5	1,2
	м	6,3	37,1	2,9	2,1	5,7	3,1	3,5	2,9
Февраль	с	0,7	6,8	0,9	1,2	1,8	1,1	1,2	1,0
	м	2,3	18,1	2,0	2,3	3,9	2,2	2,5	2,2
Март	с	0,9	10,1	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,5
	м	2,8	29,3	2,2	2,1	2,2	3,0	2,2	3,0
Апрель	с	0,9	17,6	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	0,9
	м	3,2	46,1	3,1	2,1	2,0	2,8	2,1	2,0
Май	с	1,3	22,8	1,5	1,1	1,0	1,5	1,0	1,0
	м	3,1	45,8	2,9	2,4	2,3	3,9	2,3	2,7
Июнь	с	0,5	18,5	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0
	м	1,4	52,0	2,4	5,0	2,7	3,2	2,8	3,5
Июль	с	1,0	24,5	0,6	0,8	1,0	0,8	0,7	0,8
	м	3,0	72,6	1,7	2,8	3,6	3,1	3,4	2,6

Продолжение табл. 2.5.9

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Август	с	1,4	19,7	1,2	1,0	1,3	1,3	1,1	1,0
	м	3,1	45,2	2,7	2,0	2,8	2,8	1,9	2,2
Сентябрь	с	0,8	18,2	1,1	1,4	1,2	1,3	1,4	1,2
	м	2,1	50,2	2,8	2,8	2,5	3,1	2,5	2,5
Октябрь	с	0,9	21,3	1,4	1,4	1,6	1,3	1,1	0,9
	м	2,0	89,6	3,5	4,7	3,4	2,5	2,6	2,2
Ноябрь	с	1,3	20,4	1,6	1,6	1,2	0,8	1,2	1,2
	м	3,7	76,6	3,1	3,2	3,1	2,5	2,8	4,2
Декабрь	с	1,5	19,7	1,9	1,7	1,1	1,4	1,1	1,8
	м	4,0	80,7	4,5	4,5	3,0	5,0	4,4	5,0
Среднее: 2017 г.		1,1	18,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
2016г.		1,1	21,5	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,2
2015 г.		1,5	11,2	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,5
Сумма, Бк/м ² ·год:									
2017 г.		401		451	448	452	420	407	411
2016 г.		409		423	473	430	477	496	411
2015 г.		550		557	566	532	535	526	541

Таблица 2.5.10

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
¹³⁷Cs							
Н. Новгород	2013	1,3	1,6	1,3	1,3	1,4	5,9
	2014	1,2	нпо	2,2	6,0	2,6	6,2
	2015	1,1	0,7	нпо	1,8	1,2	5,5
	2016	6,0	3,0	5,6	2,1	4,2	3,6
	2017	2,0	2,6	5,0	2,3	3,0	3,2
⁹⁰Sr							
Н. Новгород	2013	0,27	0,30	0,33	0,24	0,32	1,54
	2014	0,22	1,42	0,33	0,21	0,55	0,72
	2015		0,41		0,58	0,50	1,01
	2016		1,61		0,87	1,24	0,82
	2017		1,32		4,43	2,87	0,81

Примечания: нпо – ниже предела обнаружения;

Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ОКБМ в 2017 г. не наблюдалось.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2017 г. составляла 1,53 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 0,82 Бк/л (декабрь) до 2,20 Бк/л (сентябрь). В 2017 г. содержание трития в осадках незначительно увеличилось по сравнению с 2016 г. (табл. 2.5.11), но было ниже среднего значения по стране (1,75 Бк/л).

Таблица 2.5.11

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

Год	2013	2014	2015	2016	2017
³ H	1,9	1,3	1,4	1,6	1,5

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдений 100-км зоны ОКБМ в 2017 г. колебались в диапазоне от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч, среднемесячные – от 0,08 до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,18 мкЗв/ч.

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

Отходы, поступающие на захоронение в ПЗРО, представляют собой отработавшие источники ионизирующего излучения (ИИИ), радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. В 2017 г., по данным ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», на хранение были приняты 84,454 м³, кондиционированных РАО массой 82,782 т и общей активностью 1,06 · 10¹⁰ Бк; отработавшие ИИИ – 4884 шт. общей активностью 1,11 · 10¹² Бк с определяющими радионуклидами: ¹³⁷Cs, ²³⁹Pu, ²³⁸Pu, ⁹⁰Sr+⁹⁰Y, ²⁴¹Am, ⁶⁰Co, ⁷⁵Se, ²²⁶Ra, ⁶³Ni.

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

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения в 100-км зоне ПЗРО составили 0,09-0,12 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08-0,14 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного гамма-фона. Максимальные измеренные значения не превышали 0,18 мкЗв/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МЭД в ЗН предприятия в 2017 г. составила 0,11 мкЗв/ч, удельная суммарная β -активность радионуклидов в воде из наблюдательных скважин и трубчатых колодцев не превышала 0,54 Бк/кг. Данные о содержании ⁹⁰Sr в воде и в 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 0,7-1,8 Бк/м²-сутки. Среднегодовые суточные значения $\sum\beta$ выпадений в 2017 г. составили 1,1-1,2 Бк/м²-сутки, что находится на уровне фоновых выпадений по Верхне-Волжскому региону (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение за 2017 г. составило 5,7 Бк/м²-сутки в январе (г. Лукоянов).

Случаев превышения суточных значений $\sum\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне РОО г. Сарова в 2017 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2017 г. составляли 0,09-0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08-0,13 мкЗв/ч., что соответствует колебаниям природного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч.

АО «Чепецкий механический завод»

Среднемесячная $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2017 г. изменялась в диапазоне 0,8-1,8 Бк/м²·сутки при среднегодовом значении 1,1 Бк/м²·сутки, что соответствует уровню фоновых значений (табл. 2.5.9). Максимальное суточное значение суммарной β -активности выпадений составило 5,0 Бк/м²·сутки в декабре. Случаев превышения суточных значений $\Sigma\beta$ выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2017 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны АО «ЧМЗ» в 2017 г. составляли 0,10-0,11 мкЗв/ч, среднемесячные – 0,08-0,12 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ -фона региона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,15 мкЗв/ч.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2017 г. составляли 0,10 Бк/м²·год, что ниже уровня 2016 г. (0,12 Бк/м²·год) и в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (0,20 Бк/м²·год).

Содержание в приземной атмосфере $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и трития в осадках в 2017 г. в 100-км зонах РОО (табл. 2.5.9-2.5.11) 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 2017 г. была стабильной. Вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы в результате деятельности РОО, расположенных на территории округа, значительного влияния на радиационную обстановку не оказывал. Уровни загрязнения приземного слоя атмосферы техногенными радионуклидами ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов и не представляет опасности для здоровья населения.

2.6. Уральский федеральный округ

Общая информация по округу

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

Согласно [2], на территории округа расположено 10 РОО: 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 (см. рис. 2.6.1).

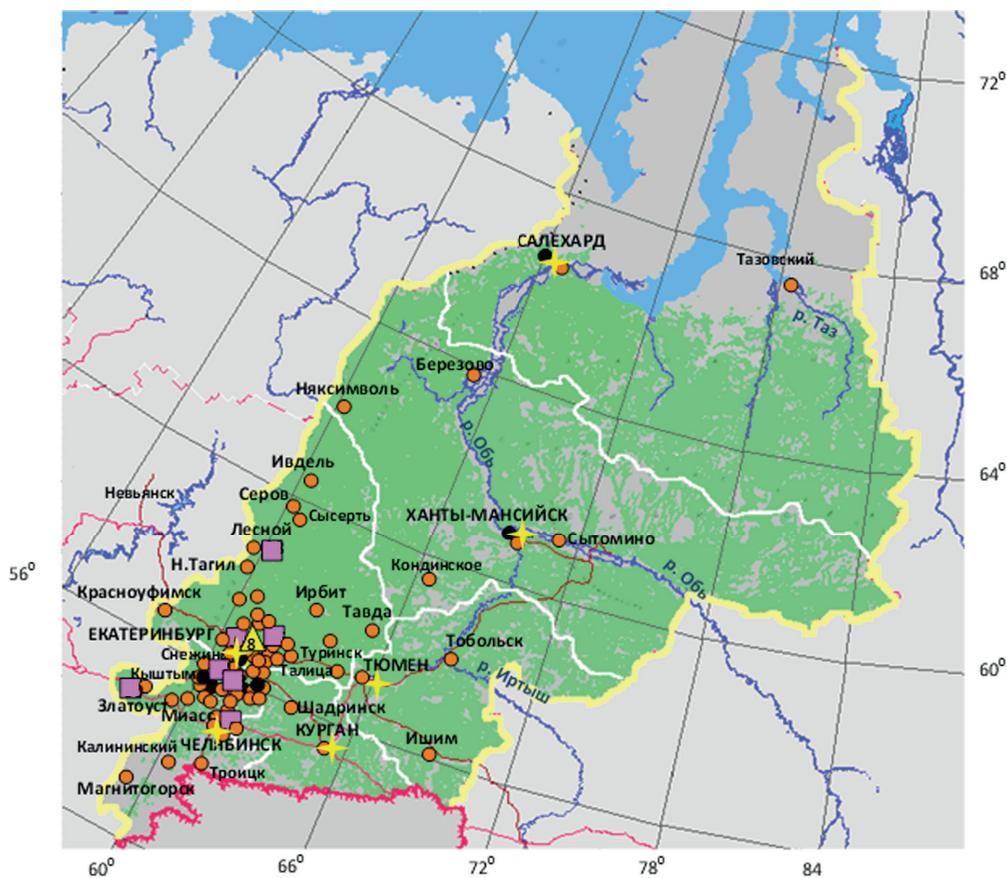


Рис. 2.6.1 Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Уральского федерального округа:

- – отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующих 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: 132 пункта наблюдений за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (ежедневно); 58 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 6 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ

(экспозиция проб – одни сутки: 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}Sr и ^{137}Cs . Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводится в трех радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС, Челябинского ЦГМС и в радиометрической группе Обь-Иртышского УГМС. В радиометрических лабораториях Уральского, Западно-Сибирского УГМС и Челябинского ЦГМС дополнительно проводится гамма-спектральный и радиохимический анализы проб (^{90}Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития и изотопов плутония, а также сравнительный гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных аэрозолей г. Верхнее Дуброво.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга МЭД на территории УФО изменялась от 0,05 до 0,20 мкЗв/ч, включая 100-км зоны РОО и загрязненные территории. Среднегодовые значения МЭД на территории УФО в 2017 г. составляли (табл. 2.6.1) 0,09-0,11 мкЗв/ч при среднем значении 0,10 мкЗв/ч. Эти значения не отличаются от многолетних уровней, наблюдаемых на территории Уральского региона.

Таблица 2.6.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах УФО в 2017 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные
Свердловская область	57	0,10	0,16 (Нижний Тагил)
Челябинская область	32	0,11	0,18 (Верхнеуральск)
Курганская область	16	0,10	0,15 (Курган)
Тюменская область	11	0,10	0,20 (Ишим)
Ямало-Ненецкий АО	5	0,10	0,17 (Салехард, Тарко-Сале)
Ханты-Мансийский АО	11	0,09	0,17 (Березово)
УФО	132	0,10	0,20

Приземная атмосфера

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

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.

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Свердловская область						
Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС)	4,2	6,6	3,3	5,3	3,3	4,0
Челябинская область						
Новогорный (ПО «Маяк»)	16,9	28,1	67,1	-	-	-
Аргаяш (ПО «Маяк»)	3,3	8,1	7,0	-	-	-
Кыштым (ПО «Маяк»)	7,4	11,1	34,0	-	-	-
Средневзвешенное по Западной Сибири	1,9	3,0	2,2	2,73**	1,85*	1,15*
Ямало-Ненецкий АО						
Салехард	0,9	1,2	нпо	0,70	0,4	0,3
Ханты-Мансийский АО						
Ханты-Мансийск	нпо	1,3	нпо	0,75	0,6	0,58
Средневзвешенное по Заполярью	1,2	1,2	1,4	0,53	0,55	0,31

Примечания: в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные пункты наблюдения;
 - – измерения не проводились;
 * – без учета данных в Верхнем Дуброво;
 ** – с учетом данных в Верхнем Дуброво;
 нпо – ниже предела обнаружения ($1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком АО объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. составляла $< 1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и 0,9 Бк/м³ соответственно, что не превышает уровень средневзвешенного значения по Заполярью. В Свердловской и Челябинской областях объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. снизилась во всех пунктах по сравнению с 2016 г.: Верхнем Дуброво – в 1,6 раза, в Новогорном – в 1,7 раз, в Аргаяш – в 2,5 раза и в Кыштым – в 1,5 раза, но превышала средневзвешенное значение по Западной Сибири в 1,7-8,9 раз.

В Свердловской области в Верхнем Дуброво объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 г. увеличилась в 1,6 раза по сравнению с 2016 г. В Ямало-Ненецком АО и Ханты-Мансийском АО объемная активность ⁹⁰Sr увеличилась в 1,8 и в 1,3 раза соответственно по сравнению с 2016 г. Содержание ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы рассматриваемых АО в течение последних лет имеет тенденцию к увеличению. Наблюдаемые активности радионуклидов на семь порядков ниже нормативных уровней по НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

На территории УФО, в отличие от других территорий РФ, наблюдаются выпадения ⁹⁰Sr. 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 ⁹⁰Sr в 2017 г. были в 1,9 раз выше уровня 2016 г. и составляли 3,1 Бк/м²·год. Выпадения ¹³⁷Cs на этих территориях (0,11 Бк/м²·год) были в 1,8 раза ниже значений 2016 г. и в 1,6 раза ниже средневзвешенных выпадений по территории Западной Сибири (0,07 Бк/м²·год). На рис. 2.6.2 приведена динамика фоновых уровней выпадений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в период с 2006 по 2017 г. Из рисунка видно, что фоновые уровни выпадений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr значительно

колеблются от года к году, выпадения ^{137}Cs имеют тенденцию к уменьшению, а годовые выпадения ^{90}Sr в 2017 г. были наибольшими за последние 10 лет.

На территориях Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого ОА выпадения ^{137}Cs в 2017 г. были ниже $0,01 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. Выпадения ^{90}Sr за 2017 г. составили $0,61 \text{ Бк/м}^2$, что в 1,2 раза ниже выпадений ^{90}Sr за тот же период 2016 г. ($0,74 \text{ Бк/м}^2$).

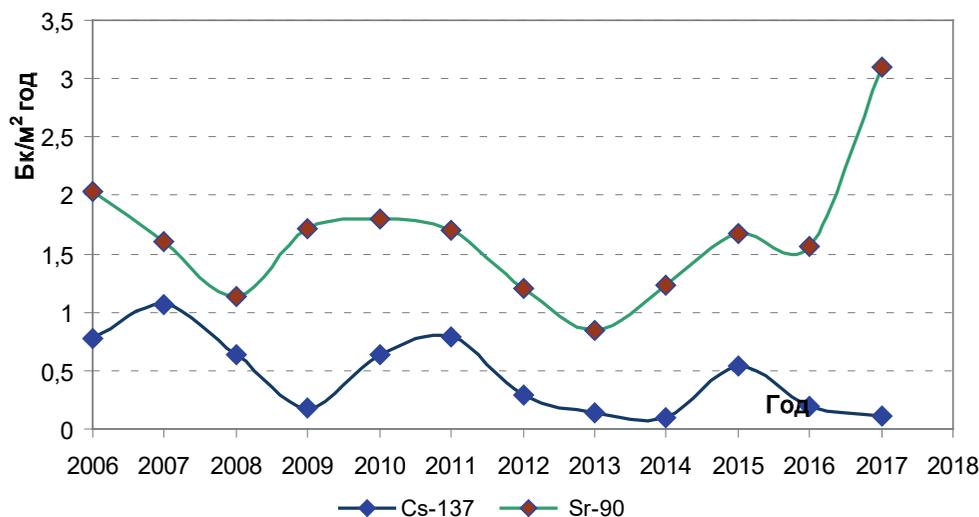


Рис. 2.6.2. Динамика фоновых уровней выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr на территориях Свердловской, Челябинской и Курганской областей

Поверхностные воды

На территории УФО наблюдения за содержанием трития в осадках и поверхностных водах проводятся в Ямало-Ненецком АО в г. Салехарде, где объемная активность трития в осадках в 2017 г. была на уровне среднего значения для территории РФ ($1,8 \text{ Бк/л}$) и составила $1,7 \text{ Бк/л}$. Объемная активность трития в р. Обь (г. Салехард) в 2017 г. колебалась от $1,4 \text{ Бк/л}$ до $2,2 \text{ Бк/л}$ составив в среднем $1,8 \text{ Бк/л}$, что находится на уровне предыдущих лет и среднего значения содержания трития в реках РФ ($1,8 \text{ Бк/л}$).

Содержание ^{90}Sr в реках определяется в 12 пунктах. 10 из этих пунктов находятся на территории ВУРС и в 100-км зоне Белоярской АЭС и будут рассмотрены в соответствующих разделах (см. раздел 3 и 4). Два оставшихся пункта находятся на р. Обь (г. Салехард) и на р. Пур (г. Уренгой) в Ямало-Ненецком АО. Объемная активность ^{90}Sr в 2017 г. в р. Обь увеличилась в 1,9 раза по сравнению с 2016 г. составила $10,2 \text{ мБк/л}$ ($5,5 \text{ мБк/л}$ в 2016 г.) Объемная активность ^{90}Sr в р. Пур увеличилась в 1,5 раза по сравнению с 2016 г. и составила $7,9 \text{ мБк/л}$ ($5,2 \text{ мБк/л}$ в 2016 г.) В р. Обь (г. Салехард) постоянно регистрируются повышенные по сравнению со средним значением для рек АТР ($6,7 \text{ мБк/л}$ в 2017 г.) величины объемной активности ^{90}Sr , что объясняется влиянием стоков ПО «Маяк» на загрязнение рек Обь-Иртышского региона.

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

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

2.6.1. РОО на территории Южно-Уральского региона

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

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

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

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

Поселок Двуреченск

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в пос. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится захоронение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. За 67 лет работы КЗФ накопил более 2 млн. т. отвалных шлаков. Захоронение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землей и с последующим одерновыванием поверхности кургана. Источником загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид ^{232}Th и его дочерние продукты распада. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3 км от пос. Двуреченск. В настоящее время в Двуреченске 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, пос. Двуреченск расположен в 100-км зоне влияния Белоярской АЭС.

С 1991 г. в пос. Двуреченск действует пост Уральского УГМС, на котором проводятся регулярные наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью марлевого планшета с суточной экспозицией и измерения МЭД. Результаты наблюдений за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2017 г., а также для сравнения данные 2013–2017 гг. представлены в табл. 2.6.3.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние пять лет показал, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пос. Двуреченск были в 1,5 раза выше значения 2016 г. и незначительно превысили региональные фоновые значения по Уральскому региону. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. было зарегистрировано в мае и составило 4,9 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения ^{137}Cs из атмосферы в пос. Двуреченск составили 1,8 Бк/м²·год, что в 18 раз выше регионального фона (1,8 Бк/м²·год).

Годовые выпадения ^{90}Sr в 2017 г. были в 4,6 раза выше значений 2016 г. и в 2,4 раза превысили уровень регионального фона. Среднегодовое значение МЭД в пос. Двуреченск в 2017 г. составило 0,13 мкЗв/ч, что в 1,2 раза превысило уровень радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч). Загрязнение приземной атмосферы (пос. Двуреченск) ^{137}Cs и ^{90}Sr не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и Ключевской обогатительной фабрики. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

Город Новоуральск

Новоуральск – один из первых центров атомной промышленности на Среднем Урале. В 1946 г. в Новоуральске началось строительство первого в стране газодиффузионного завода для производства высокообогащенного урана, позже на заводе был получен материал для первой

советской урановой атомной бомбы. На сегодняшний день здесь расположено и действует одно из крупнейших предприятий Урала – Уральский электрохимический комбинат (УЭХК) (введен в эксплуатацию в 1949 г.), который производит обогащенный гексафторид урана и ведет переработку оружейного урана с демонтированных боеголовок в топливо для атомных электростанций. Также г. Новоуральск входит в 100-км зону Белоярской АЭС.

Радиационный мониторинг окружающей среды в г. Новоуральске проводится Уральским УГМС с 1992 г. В городе организованы наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и за МЭД. Результаты наблюдений за 2017 г. приведены в табл. 2.6.3.

Таблица 2.6.3

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$ (Бк/м²-сутки), ¹³⁷Cs (Бк/м²-месяц) и ⁹⁰Sr (Бк/м²-квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2017 г. (данные Уральского УГМС)

Месяц	пос. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Январь	0,6	0,1	} 0,73	0,4	нпо	} 0,48	0,3	0,7	} 0,33
Февраль	0,4	0,3		0,6	нпо		0,4	0,1	
Март	0,7	нпо		0,6	0,2		0,6	0,3	
Апрель	0,7	0,2	} 0,54	0,4	0,1	} 0,35	0,5	0,3	} 0,32
Май	0,6	0,1		0,9	0,4		0,6	0,2	
Июнь	0,9	0,4		0,7	0,2		0,4	нпо	
Июль	0,9	0,1	} 0,62	0,9	0,2	} 0,37	0,8	1,2	} 0,26
Август	0,7	нпо		0,8	нпо		0,6	0,5	
Сентябрь	0,8	0,3		1,0	0,1		0,4	0,1	
Октябрь	1,1	0,1	} 0,60	0,9	нпо	} 0,35	0,6	0,5	} 0,41
Ноябрь	0,8	0,1		0,6	0,1		0,8	нпо	
Декабрь	0,8	0,1		1,0	0,1		1,1	0,1	
Сумма, Бк/м ² -год:									
2017г.	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	1,1	172	3,2	1,5	153	3,6	1,7
2014 г.	183	1,1	1,7	183	1,6	3,0	183	1,5	4,7
2013 г.	117	0,9	3,4	193	0,7	3,1	157	2,2	3,4
Фон для Уральского региона, Бк/м ² -год:									
2017г.	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
2014 г.	183	0,1	1,2	183	0,1	1,2	183	0,1	1,2
2013 г.	161	0,1	0,8	161	0,1	0,8	161	0,1	0,8

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

Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Новоуральске были выше уровня региональных фоновых значений по Уральскому региону (240 Бк/м²-год) и составили 266 Бк/м²-год. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. было зарегистрировано в сентябре и составило 4,7 Бк/м²-сутки. В 2017 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Новоуральске (1,7 Бк/м²-год) сравнимы со значениями выпадений 2016 г. (1,6 Бк/м²-год), но в 17 раз выше регионального фонового уровня по Уральскому

региону (0,1 Бк/м²·год). Годовые выпадения ⁹⁰Sr в г. Новоуральске в 2017 г. увеличились в 1,7 раза по сравнению с уровнем 2016 г. и были выше уровня регионального фона в 1,5 раза. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске составило 0,10 мкЗв/ч, что находится на уровне радиационного фона по УФО (0,11 мкЗв/ч). Как и в случае с пос. Двуреченск, источником загрязнения приземной атмосферы города ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr не является УЭХК, поскольку в выбросах предприятия присутствуют только изотопы урана. Наблюдаемые выпадения этих радионуклидов, вероятно, вызваны ветровым выносом с территории ВУРС.

Город Лесной

В г. Лесном (ранее Свердловск-45) расположен ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (ЭХП) (основан в 1947 г.) – многопрофильное предприятие, выпускающее военную и гражданскую продукцию, в том числе осуществляющее утилизацию (демонтаж), сборку ядерных боеприпасов, производство стабильных изотопов. На комбинате происходит обогащение, а также разбавление урана, вследствие чего ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана.

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

Анализ результатов показывает, что годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Лесном в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. было зарегистрировано в декабре и составило 5,6 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Лесном в 2017 г. составляли 3,9 Бк/м²·год, что в 4,3 раза выше, чем в 2016 г., и в 39 раз выше фоновых выпадений по Уральскому региону.

Годовые выпадения ⁹⁰Sr увеличились по сравнению с 2016 г. в 1,4 раза и в 1,3 раза превысили уровень регионального фона.

Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2017 г. составляло 0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне среднего по УФО значения (0,11 мкЗв/ч). Поскольку ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, загрязнение приземной атмосферы, как и в предыдущих случаях, происходит за счет ветрового выноса этих радионуклидов с загрязненных территорий.

Таким образом, из приведенных данных радиационного мониторинга β - и γ -излучающих радионуклидов в пунктах расположения трех РОО Свердловской области следует, что в 2017 г. выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr за год в трех рассматриваемых населенных пунктах превышали уровень фоновых выпадений по Уральскому региону.

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

ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон») расположен в 20 км к северу от г. Екатеринбурга на территории ГО Верхняя Пышма вблизи п. Крутой. Предприятие было создано в 1961 г. для утилизации средне- и низкоактивных РАО, образующихся в народном хозяйстве (в промышленности, науке, медицине и других отраслях), и относится к III категории потенциальной опасности как малоопасное в соответствии с ОСПОРБ-99 [15], так как переработка РАО не производится. Технология эксплуатации объекта такая, что даже при максимальной аварии загрязнение окружающей среды не выйдет за пределы СЗЗ предприятия, совпадающей с границей рабочей площадки. ПЗРО обслуживает Свердловскую, Тюменскую области

и Пермский край. На территории ПЗРО имеются хранилища для твердых, жидких радиоактивных отходов и источников ионизирующих излучений. Однако за длительный период эксплуатации ПЗРО случаев поступления на хранение жидких радиоактивных отходов не было.

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

В 30-км зоне ПЗРО находятся 2 пункта наблюдения (Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Кроме этого, в г. Екатеринбурге дополнительно на шести постах измеряется МЭД.

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне ПЗРО в 2017 г. (табл. 2.6.4) составляли 0,74 Бк/м²·сутки, оставаясь на уровне ряда предыдущих лет, и незначительно превысили фоновые значения, характерные для Уральского региона (0,66 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в феврале (6,40 Бк/м²·сутки), в г. Сарапулке – в июле (4,38 Бк/м²·сутки).

Таблица 2.6.4

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

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Екатеринбург	с	0,85	0,94	0,59	0,46	0,40	0,55	0,50	1,07	1,02	0,87	0,60	0,70	0,71	0,48
	м	2,83	6,40	1,76	2,15	3,36	2,03	1,67	2,42	4,21	2,01	1,10	1,96		
Сарапулка	с	0,35	0,36	0,50	0,41	1,50	1,08	0,83	0,59	0,82	1,00	0,71	1,05	0,77	0,60
	м	0,99	1,31	1,26	1,65	3,81	3,51	4,38	2,20	3,44	3,24	2,01	4,18		
Среднее: 2017 г.		0,60	0,65	0,55	0,44	0,95	0,82	0,67	0,83	0,92	0,94	0,66	0,88	0,74	
2016 г.		0,53	0,38	0,46	0,53	0,38	0,42	0,41	0,38	0,59	0,57	0,71	0,82		0,54
Фон для Уральского региона: 2017 г.		0,56	0,56	0,59	0,56	0,67	0,67	0,67	0,74	0,93	0,80	0,79	0,77	0,66	
2016 г.		0,45	0,45	0,48	0,57	0,43	0,45	0,45	0,51	0,71	0,73	0,78	0,84		0,57

МЭД в пунктах 10-км зоны наблюдения (Балтым, Кедровка, Красный, Новоберезовский, Монетный) в 2017 г. колебалась в диапазоне 0,10-0,14 мкЗв/ч при среднем значении 0,12 мкЗв/ч, что выше фонового значения по Уральскому региону (0,11 мкЗв/ч).

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

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

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

Значения выпадений суммарной бета-активности в 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 ПЗРО и значения регионального фона.

Таблица 2.6.5

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

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Аргаяш	с	0,51	0,57	0,50	0,55	0,48	0,49	0,70	0,61	3,09	0,77	0,78	0,63	0,81	0,61
	м	1,09	1,08	1,03	1,35	1,22	1,37	1,93	1,29	32,64	1,86	1,76	1,24	32,64	
Фон для Уральского региона:	2017 г.	0,56	0,56	0,59	0,56	0,67	0,67	0,67	0,74	0,93	0,80	0,79	0,77	0,66	
	2016 г.	0,45	0,45	0,48	0,57	0,43	0,45	0,45	0,51	0,71	0,73	0,78	0,84		0,57

В 2017 г. среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в зоне влияния Челябинского ПЗРО (0,81 Бк/м²·сутки) незначительно превысило уровень 2016 г. и уровень регионального фона (0,66 Бк/м²·сутки). В сентябре в п. Аргаяш было зарегистрировано два случая повышенных значений $\Sigma\beta$ выпадений (в 10 и более раз выше фоновых): 25-26.09-32,6 Бк/м²·сут и 26-27.09-24,6 Бк/м²·сут. По результатам гамма-спектрометрического анализа в пробах выпадений был обнаружен Ru-106 с активностью 13,9 Бк/м²·сут – 25-06.09 и 11,0 Бк/м²·сут – 26-27.09.

Выводы

Радиационная обстановка на территории УФО вне 100-км зон ПО «Маяк» и Белоярской АЭС и загрязненных вследствие радиационных аварий территорий в 2017 г. была стабильной. Содержание в приземном слое атмосферы ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs вне указанных территорий было на шесть – семь порядков ниже установленных в НРБ-99/2009 нормативов. Влияние ветрового выноса радионуклидов с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа и сбросов ПО «Маяк» прослеживается на большие расстояния и в воздушной и водной средах. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях в отличие от других территорий РФ наблюдаются выпадения ⁹⁰Sr. На фоне влияния ВУРС выделить влияние РОО второй и третьей категории практически невозможно, поэтому радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

2.7. Сибирский федеральный округ

Общая информация по округу

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

12 субъектов РФ: 4 республики (Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия), 3 края (Алтайский, Красноярский, Забайкальский), 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская). Административный центр округа – г. Новосибирск. Общая территория округа – 5 145 тыс. км² (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 [19] на 01.01.2017 в СФО проживают 19,33 млн. человек (13,16% населения России). Плотность населения – 3,76 человека на 1 км².

Согласно [2], 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 исследовательский 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 (рис. 2.7.1): 290 пунктов по измерению МЭД; 87 пунктов по отбору проб радиоактивных атмосферных выпадений с помощью марлевых планшетов (экспозиция проб – одни сутки); 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 ⁹⁰Sr.

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 (⁹⁰Sr). В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание ⁹⁰Sr в пресных и морских водах, трития и изотопов плутония.

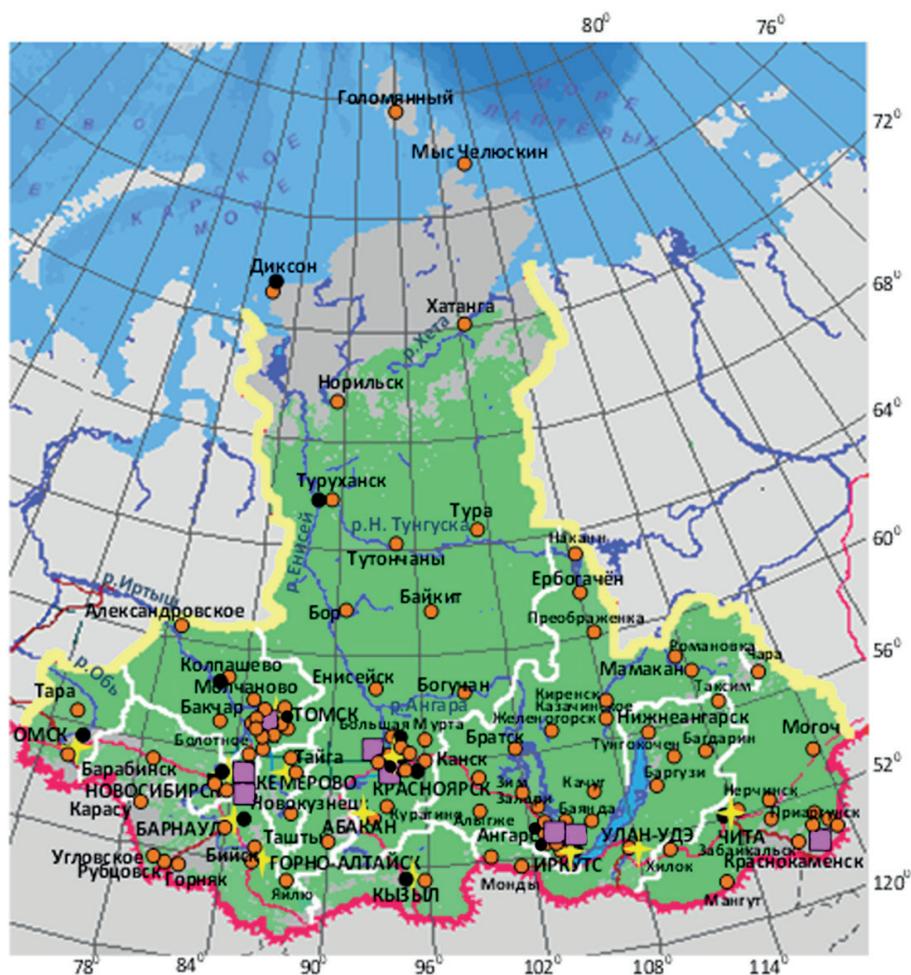


Рис. 2.7.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Сибирского федерального округа:

- – 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.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

Среднегодовые и максимальные суточные величины МЭД, измеренные СРМ в 2017 г. на территории СФО, приведены в табл. 2.7.1.

Таблица 2.7.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах СФО в 2017 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Забайкальский край	33	0,14	0,25
Алтайский край	27	0,10	0,17
Красноярский край	55	0,11	0,26
Республика Бурятия	31	0,16	0,24
Республика Алтай	9	0,12	0,20
Республика Тува	11	0,13	0,21
Республика Хакасия	5	0,12	0,21
Иркутская область	45	0,14	0,34
Кемеровская область	14	0,10	0,24
Омская область	19	0,11	0,21
Томская область	13	0,10	0,18
Новосибирская область	28	0,10	0,18
СФО	290	0,12	0,34

Анализ измеренных МЭД в целом показывает, что максимальные измеренные значения МЭД в большинстве пунктов наблюдений на территории округа не превышали 0,3 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД изменялись от 0,10 мкЗв/ч до 0,14 мкЗв/ч и не превышали средних многолетних значений. Среднегодовое значение МЭД на территории СФО составляло в 2017 г. 0,12 мкЗв/ч, а максимальное измеренное значение МЭД составило 0,34 мкЗв/ч.

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) – с учётом, что с 28.07.2016 г. временно прекращены наблюдения в пункте наблюдения Огурцово (Новосибирская область). В табл. 2.7.2 приведены данные СРМ о среднегодовой объемной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в населенных пунктах СФО [4,5].

Таблица 2.7.2

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

Пункты наблюдения	^{137}Cs			^{90}Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Красноярский край						
Б. Мурта	1,6	2,5	3,1	0,8	1,7	1,6
Красноярск	1,0	1,8	1,6	1,3	1,7*	2,2**
Сухобузимское	1,8	2,3	3,4	4,8	5,4	1,9
Уяр	2,1	1,4	1,4	0,6	0,6	0,8
Туруханск	1,0	1,0	1,3	0,28	1,0	0,4
Диксон	1,1	0,2	0,7	0,26	0,3	0,1
Забайкальский край						
Чита	0,7	0,8	3,3	1,0	0,8	1,1

Продолжение табл. 2.7.2

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Алтайский край						
Барнаул	1,1	1,4	2,6	1,0	1,1	0,8
Новосибирская область						
Огурцово	н/р	1,6	1,6	н/р	2,3*	1,7
Томская область						
Колпашево	1,0	3,5	< 1,0	1,0	0,6	0,4
Томск	1,0	2,0	2,0**	3,7	-	-
Омская область						
Омск	1,5	2,1	2,2	5,2	3,4	1,7
Иркутская область						
Иркутск	3,4	2,6	1,2	5,9	5,3	1,3
Ангарск	1,1	1,3	1,8	1,4	3,3	1,2
Республика Тыва						
Кызыл	1,1	1,0	< 1,0	0,4	1,2	0,9
Среднее по СФО	1,3	1,7	1,9	2,0	1,9	1,4*

Примечание: * – уточненные данные; ** – данные за полугодие; н/р – не работала

Из табл. 2.7.2 видно, что объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. уменьшилась, в основном, во всех пунктах наблюдения СФО. Среднее по округу содержание ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха уменьшилось по сравнению с 2016 г. в 1,3 раза и было ниже средневзвешенного значения по АТР ($1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Повышенная, по сравнению со средними значениями по округу, объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. наблюдалась в Уяре – $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ за 1 квартал, а также в Иркутске во 2 квартале ($4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 4 квартале ($6,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). На Диксоне во 2 и 4 кварталах также были отмечены повышенные для данного пункта уровни объемной активности ¹³⁷Cs – $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в атмосферном воздухе на территории СФО в 2017 г. варьировала в пределах от $0,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в п. Диксон до $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в г. Иркутск. (см. табл. 2.7.2). В большинстве населенных пунктов, в которых проводятся наблюдения, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr отличалась от значений зафиксированных в 2016 г. незначительно. Однако, в г. Омск среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr по сравнению с 2016 г. увеличилась в 1,5 раза, при этом с 2015 г. тенденция на увеличение значений сохраняется. В 2017 г. по сравнению с другими пунктами наблюдения СФО в г. Иркутск также наблюдаются повышенные значения среднегодовой объемной активности ⁹⁰Sr – $7,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ за 1-ое полугодие и $4,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ за 2-ое полугодие. Средняя по округу объемная активность ⁹⁰Sr по сравнению с 2016 г. увеличилась в 1,05 раза, а также превысила средневзвешенное значение на 2017 г. по АТР в 1,1 раза.

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

Радиоактивные выпадения

Средневзвешенные плотности выпадений ¹³⁷Cs на территории СФО в 2017 г., находились в основном на уровне ниже предела обнаружения, и суммарно составили $0,06$ Бк/м² за год. Таким образом, по сравнению с 2016 г. ($0,11$ Бк/м²·год) значения годовых выпадений этого радионуклида на территории СФО уменьшились в 1,8 раза.

Средневзвешенная плотность выпадений ^{90}Sr на территории СФО за первое полугодие 2017 г. составила 0,24 Бк/м². В 2016 г. эта величина за аналогичный период составляла 0,13 Бк/м².

Активности выпадений из атмосферы определялись в основном естественными радионуклидами.

Поверхностные воды и атмосферные осадки

Объемная активность трития в осадках на территории СФО в 2017 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 2,6 Бк/л в г. Иркутск. Среднее содержание трития в осадках на территории СФО (2,3 Бк/л) было в 1,2 раза выше среднего значения для АТР (1,9 Бк/л).

Усредненная объемная активность трития в реках на территории СФО (Красноярский край) в 2017 г. (табл. 2.7.3) была на уровне 2016 г. (1,8 Бк/л), и соответствовала среднему уровню для рек АТР.

Усредненная объемная активность ^{90}Sr в реках на территории СФО (табл. 2.7.3) увеличилась в 2 раза по сравнению с 2016 г. и составила 9,9 мБк/л, что выше среднего значения для рек АТР в 1,5 раза. Содержание ^{90}Sr в реках СФО изменялась от 4,5 мБк/л в р. Селенге до 13,4 мБк/л – в р. Енисей, что на два порядка ниже норматива для питьевой воды по НРБ-99/2009 (для ^{90}Sr УВ = 5 Бк/л).

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

Таблица 2.7.3

Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах на территории СФО в 2017 г. (данные Западно-Сибирского УГМС и ФГБУ «НПО «Гайфун»)

Пункты наблюдения	Осадки	Реки	
	^3H , Бк/л	^3H , Бк/л	^{90}Sr , мБк/л
Красноярский край			
о. Диксон	1,7 (1,5)		
Енисейск	2,3 (2,5)		
Тура (Нижняя Тунгуска)	2,3 (2,2)	1,8 (1,8)	
Игарка (Енисей)		1,8 (1,8)	13,4 (5,6)
Иркутская область			
Иркутск	2,6 (2,5)		
Исток Ангары (р. Ангара)			10,9 (5,1)
Республика Бурятия			
Улан-Удэ (п. Мостовой р. Селенга)			4,5 (3,9)
Новосибирская область			
Новосибирск	2,3 (2,4)		
Омская область			
Омск	2,3 (2,4)		
Республика Алтай			
СФМ Яйлю (р. Кокша)			10,6 (5,3)
Среднее по СФО	2,3 (2,4)	1,8 (1,8)	9,9 (4,9)
Среднее по АТР	1,9 (1,6)	1,8 (1,9)	6,7 (4,8)

Примечание: – в скобках приведены данные за 2016 г.

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 г. Объем хвостохранилища составляет 384000 м³. Ежегодное количество образующихся РАО в НЗХК составляет примерно 380 т. Отходы в основном в виде низкоактивной суспензии (пульпы) гидротранспортом доставляются по пульпопроводу на хвостохранилище непосредственно с территории НЗХК. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, граница которой проходит на расстоянии до 1000 м от границы территории промплощадки. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1000 м, в пределах которой проходят железная дорога и автомагистраль. С территории хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т. д.)). Поступление ²²²Rn в атмосферу происходит в основном с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) НЗХК охватывает более половины территории Калининского района, на которой проживают около 80% населения района. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4. В 2016 г. выбросы суммы нуклидов урана в атмосферу на НЗХК были в 60 раз ниже допустимого выброса и составляли 5,17·10⁸ Бк/год при допустимом выбросе 3,10·10¹⁰ Бк/год.

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

Первая секция хвостохранилища заполнена (сброс в нее не производится с 1963 г.), вторая (эксплуатируется с 1964 г.) – близка к заполнению, третья – строящаяся. 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).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2017 г. 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;

- определялось содержание трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в пункте Огурцово;
- 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 γ -излучения (МЭД);
- в мае, июле и сентябре проводились обследования радиоактивного загрязнения оз. Круглое и ручья Пашенский: измерение МЭД, отбор проб воды и донных отложений (рис. 2.7.3);
- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.7.3) для анализа на содержание $\Sigma\beta$ радионуклидов;
- в 20 контрольных точках ближней 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК ежемесячно проводились маршрутные гамма-съемки (рис. 2.7.3);
- в двух точках в марте были отобраны пробы снега;

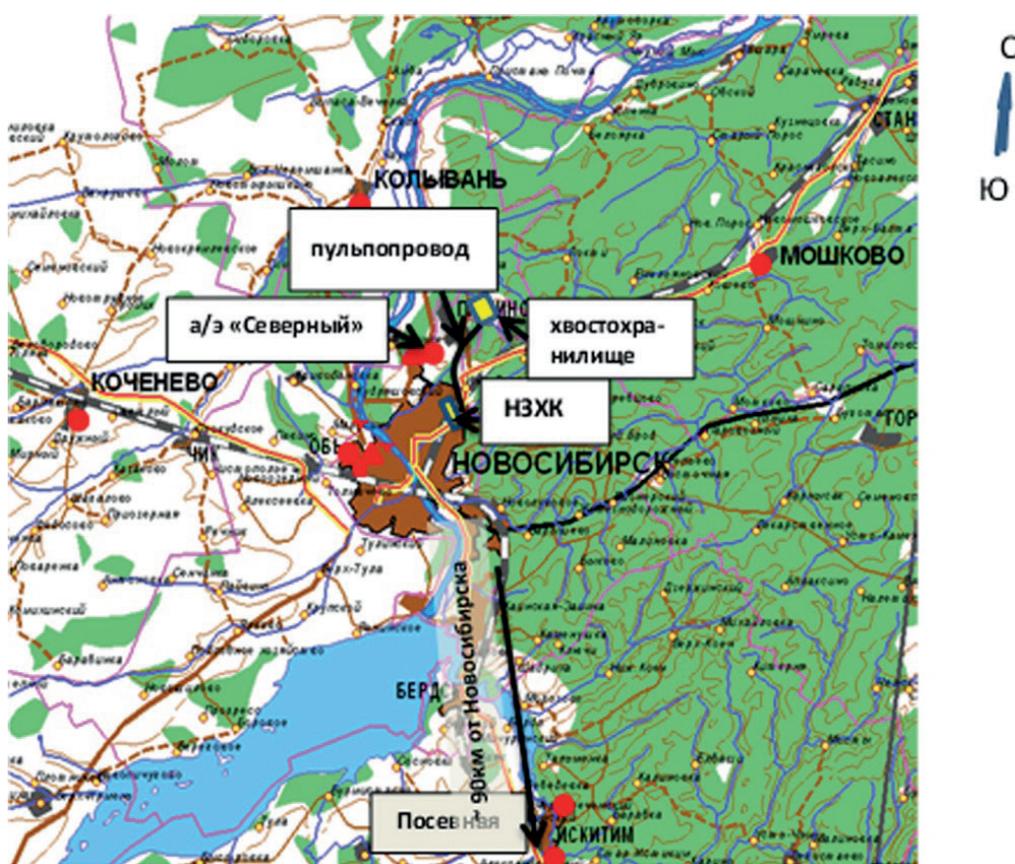


Рис. 2.7.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

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

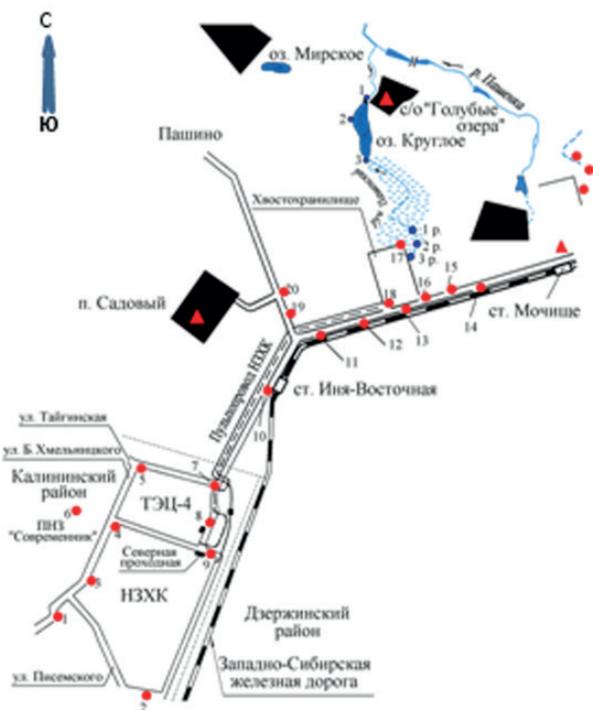


Рис. 2.7.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

– один раз в год проводилась маршрутная γ -съемка с интервалом 100 м вдоль пульпопровода (рис. 2.7.4).

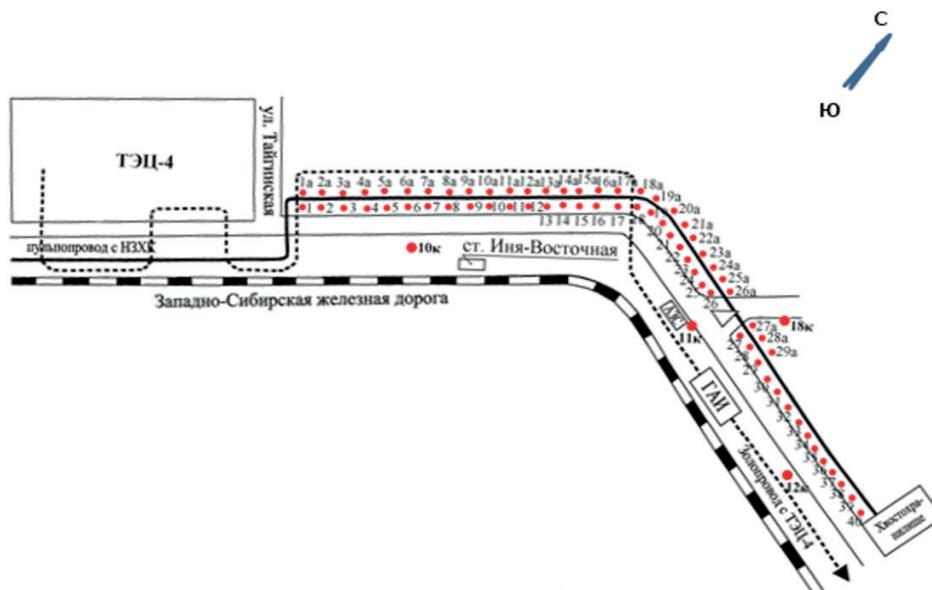


Рис. 2.7.4. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- – дорога с асфальтовым покрытием;
- 10к; 11к; 12к; 18к – контрольные точки измерения γ -фона в контролируемой зоне НЗХК;
- 1-40, 1a – 29a – точки измерения γ -фона вдоль пульпопровода НЗХК.

Для измерения $\Sigma\beta$ в пробах выпадений и воды использовался тонкопленочный сцинтилляционный детектор. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью полупроводниковых γ -спектрометров «Прогресс-310» и «Ortec» с детектором GEM-30, а также сцинтилляционного γ -спектрометра «Прогресс». Наличие ^{90}Sr определялось радиохимическим методом. МЭД контролировалась с помощью профессиональных переносных дозиметров.

Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за радиоактивностью атмосферных выпадений в п. Огурцово (рис. 2.7.2) за 2017 г. приведены в табл. 2.7.4. Необходимо отметить, что на метеостанции Огурцово с 28.07.2016 г. временно прекращён отбор проб аэрозолей.

Из табл. 2.7.4 видно, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ в Огурцово в 2017 г. остались на уровне 2016 г., и не превышали средневзвешенное значение по Западной Сибири (493 Бк/м²·год). Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2017 г. зафиксировано не было.

Снег, радиационный фон на местности

В 5-км зоне вокруг НЗХК в период перед началом снеготаяния был проведен отбор проб снега в 2 контрольных точках т. 7 и т. 14 (см. рис. 2.7.3, табл. 2.7.5).

Результаты анализа проб показали, что среднее значение содержания $\Sigma\beta$ в снежном покрове в ближней зоне НЗХК в 2017 г. составляло 3,26 Бк/м² (при максимальном 5,56 Бк/м² в т. 14). В пробах снега техногенные радионуклиды не выявлены. Значения МЭД в точках отбора проб снега в 5-км зоне НЗХК на высоте 3–4 см и 1 м изменялись от 0,07 мкЗв/ч до 0,14 мкЗв/ч.

Таблица 2.7.4

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

Месяц		2017	2016
Январь	с	1,1	0,6
	м	3,0	2,7
Февраль	с	1,3	1,3
	м	7,7	3,0
Март	с	0,9	1,3
	м	2,2	2,5
Апрель	с	1,0	1,5
	м	2,4	2,8
Май	с	1,1	1,2
	м	2,8	2,9
Июнь	с	1,2	1,4
	м	3,2	3,5
Июль	с	1,2	1,4
	м	2,6	5,5
Август	с	1,4	1,1
	м	4,0	3,1
Сентябрь	с	1,4	1,3
	м	3,7	4,3
Октябрь	с	1,4	1,3
	м	2,5	3,4
Ноябрь	с	0,7	1,2
	м	2,0	2,9
Декабрь	с	0,7	1,3
	м	1,6	5,0
Среднее:		1,1	1,2
Сумма: Бк/м ² ·год		430	453
Среднее по Западной Сибири: Бк/м ² ·год		493	493

Значения радиоактивного загрязнения снега в ближней зоне наблюдения РОО ПАО «НЗХК» Новосибирской области в 2017/2016 гг.

Точка отбора пробы	2017 г.			2016 г.		
	Суммарная бета-активность снега, Бк/м ²			Суммарная бета-активность снега, Бк/м ²		
	Осадок	Фильтрат	Σ	Осадок	Фильтрат	Σ
7	0,761	0,211	0,972			
14	0,503	5,058	5,561	0,147	0,177	0,324
20	-	-	-	0,297	0,234	0,531
Σβ Ср./Σβ макс. в 2017 г.	0,632/0,761	2,634/5,058	3,266/5,561			
Σβ Ср./Σβ макс. в 2016 г.				0,222/0,297	0,206/0,234	0,427/0,531

МЭД в 5-7-км зоне вокруг НЗХК в 2017 г. измерялась во время маршрутных обследований каждый месяц на высоте 1 м от поверхности земли. В течение года значения МЭД вокруг предприятия НЗХК (т. т. 1-9, рис. 2.7.3) изменялись в пределах (0,08-0,22) мкЗв/ч (максимальное значение, как и в предыдущие годы, отмечалось в т. 8), вдоль пульпопровода (точки т. т. 10-12, рис. 2.7.3) – от 0,08 мкЗв/ч до 0,17 мкЗв/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13-20, рис. 2.7.3) – от 0,06 мкЗв/ч до 0,16 мкЗв/ч.

Во время маршрутной γ-съемки вдоль пульпопровода (точки 1-40 и 1а – 29а с обеих сторон пульпопровода рис. 2.7.4) в 2017 г. измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 50 м на расстоянии 3–5 м от пульпопровода. Признаков протекания радиоактивных отходов из труб пульпопровода при визуальном осмотре обнаружено не было, но на некоторых участках трубы были выявлены дефекты изоляции. Мощность дозы γ-излучения вдоль пульпопровода изменялась в пределах от 0,11 до 0,65 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД измерены в т. 5а пульпопровода.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2017 г. изменялись от 0,08 до 0,12 мкЗв/ч и находились в пределах колебаний естественного γ-фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Чулым (в сентябре) и в п. Коченёво (в октябре), не превышали 0,17 мкЗв/ч, а в г. Новосибирск 0,18 мкЗв/ч (в декабре, на ПНЗ в Калининском 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 2017 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 2017 г. представлены в табл. 2.7.6.

Таблица 2.7.6

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

Точки отбора проб	МЭД на высоте		Вода ¹ Σβ	Донные отложения			
	3-4 см	1 м		²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
т. 1	0,08	0,07	0,6	12,69	22,72	2,49	123,2
т. 2	0,07	0,07	1,2	25,97	39,98	11,62	446,0
т. 3	0,08	0,07	1,7	25,29	47,63	4,88	490,8
т. 1р*	-	-	-	-	-	-	-
т. 2р	0,13	0,16	0,9	9,14	23,81	мда	478,4
т. 3р	0,10	0,09	1,1	21,16	50,04	10,32	488,7
Среднее							
2017 г.	0,09	0,09	1,10	18,2	36,8	5,7	418,5
2016 г.	0,09	0,09	1,12	17,7	31,1	6,7	365,5
2015 г.	0,10	0,11	2,20	29	71	7,5	426
2014 г.	0,10	0,11	1,54	20	77	9,7	353
2013 г.	0,10	0,10	1,03	31	175	7,8	350
2012 г.	0,09	0,09	1,27	27	48	7,3	409
2011 г.	0,11	0,11	0,77	27	46	10	394
2010 г.	0,12	0,11	0,79	28	34	3	483

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

- - нет данных;

* – с октября 2015 г. измерения не проводятся, не возможен подъезд к точке отбора пробы.

Из табл. 2.7.6 видно, что средние (по трём месяцам: май, июль и сентябре) значения объемной Σβ за в оз. Круглое и ручье Пашенский во всех точках измерения, кроме т. 1 и т. 2р, превышало контрольную величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [7] для питьевой воды. Среднее значение объемной Σβ в исследуемых водоемах в 2017 г. осталось на уровне 2016 г. и в 1,1 раза превышало контрольную величину (1,0 Бк/л).

Содержание ¹³⁷Cs в донных отложениях исследуемых водоемов в 2017 г. уменьшилось в 1,2 раза по сравнению с 2016 г. и не превышало фоновых уровней. Содержание ²²⁶Ra увеличилось в 1,2 раза по сравнению с 2016 г. МЭД в местах отбора проб (табл. 2.7.6) на высоте 1 м от поверхности в среднем составляла 0,09 мкЗв/ч, что не превышает колебаний уровней глобального фона.

Объемная Σβ в пробах питьевой воды в трех населенных пунктах 10-км зоны НЗХК (пункты Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера», рис. 2.7.3) в 2017 г. составляла в среднем 0,47 Бк/л и не превышала контрольную величину (1,0 Бк/л). Гамма-спектрометрический анализ показал, что в пробах питьевой воды из скважин населённых пунктов отсутствовали техногенные радионуклиды.

Отбор проб почвы производился в 2013 г. Следующий отбор проб почвы по регламенту Росгидромета будет в 2018 г.

Содержание трития в атмосферных осадках в Новосибирске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». В 2017 г. среднегодовая объемная активность трития составила 2,3 Бк/л, что находится на уровне 2016 г., и превышает среднее значение для территории РФ (1,7 Бк/л). Наблюдаемое содержание трития в воде на три порядка ниже норматива УВ по содержанию трития в воде (7600 Бк/л) [7].

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2017 г. деятельность РОО ПАО «НЗХК» не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения окружающей среды в окрестностях РОО и на всей территории Новосибирской области.

2.7.2. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО) – российское уранодобывающее предприятие, входящее в Урановый холдинг АРМЗ. ППГХО является крупнейшим горнорудным предприятием Забайкальского края, включающим подземные урановые рудники и разрез бурого угля «Уртуйский», обеспечивающий топливом Краснокаменскую ТЭЦ и других потребителей восточного региона. Предприятие осуществляет добычу и переработку урановой руды и выпуск концентрата природного урана. Добыча урана ведется подземным способом на базе действующих подземных рудников №1, №8, «Глубокий» и «Шахта 6Р». Переработка руды осуществляется на гидрометаллургическом заводе и площадке кучного выщелачивания. Готовой продукцией является закись – окись урана U_{308} .

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

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

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

- подземная добыча урановых руд;
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-оксида 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» и «Шахта 6Р»).

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

Район расположения ППГХО является районом техногенно-усиленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами. Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2017 г. и для сравнения в 2016 г. представлены в табл. 2.7.7.

Таблица 2.7.7

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁴⁰ K	7,47·10 ⁹	6,704*10 ⁹	6,914·10 ⁹	- 0,210·10 ⁹
²¹⁸ Po	2,19·10 ¹⁴	1,431*10 ¹³	1,777·10 ¹³	- 0,346·10 ¹³
²¹⁴ Pb	2,68·10 ¹⁴	7,442*10 ¹³	9,241·10 ¹³	- 1,799·10 ¹³
²¹⁴ Bi	1,75·10 ¹⁴	5,438*10 ¹³	6,753·10 ¹³	- 1,315·10 ¹³
²²² Rn	1,24·10 ¹⁵	4,368 *10 ¹⁴	4,943·10 ¹⁴	- 0,575·10 ¹⁴
²³² Th	7,47·10 ⁹	1,737*10 ⁹	1,456·10 ⁹	+0,281·10 ⁹
ДЖН	2,67·10 ¹⁰	2,008 * 10 ¹⁰	1,068·10 ¹⁰	+0,940·10 ¹⁰
Сумма	1,90·10 ¹⁵	5,799*10 ¹⁴	6,72·10 ¹⁴	- 0,921·10 ¹⁴

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

Смесь радионуклидов урана, ²²⁶Ra, ²³⁰Th, ²¹⁰Po выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов урановых рудников, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды ²²²Rn, ²¹⁸Po, ²¹⁴Pb и ²¹⁴Bi выбрасываются из стволов и вентиляционных шурфов ПУР-1, ²³²Th и ⁴⁰K – только из труб ТЭЦ.

Из табл. 2.7.7 видно, что в 2017 г. выбросы на ППГХО для нормируемых радионуклидов по сравнению с уровнями 2016 г. как снизились – ⁴⁰K, ²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²²²Rn, так и увеличились – ДЖН (в 1,9 раза) и для ²³²Th (в 1,2 раза). При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых выбросов и составляли от 2,8% (для ²¹⁴Pb) до 89,7% (для ⁴⁰K) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2017 г. составила 5,80·10¹⁴ Бк, что на 13,7% ниже, чем в 2016 г. Это составляет 30,5% от разрешенных нормативов.

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 разрезу управления «Уртуйский»;

- планирование содержания урана в угле, сжигаемом на ТЭЦ.

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 противодиффузионный экран. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях, смешиваются с промышленными стоками ТЭЦ круглогодично, и далее сбрасываются в озера-накопители – в систему Умыкейских озер. Взаимное проникновение шахтных вод

и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объем сбросных вод в систему Умыкейских озер в 2017 г. составил $1,066 \cdot 10^4$ тыс. м³/год. Активность годовых сбросов радионуклидов со смесью хозяйственных и промышленных стоков в 2016-2017 гг. представлена в табл. 2.7.8.

Таблица 2.7.8

Сбросы радионуклидов со смесью хозяйственных и промышленных стоков в систему Умыкейских озер и объемная активность радионуклидов в сбросных водах

Наименование радионуклида	Допустимый сброс, Бк	Фактический сброс, Бк		Объемная активность природных радионуклидов в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ по НРБ-99/2009 [7], Бк/л
		2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
²¹⁰ Pb	нн	$1,783 \cdot 10^9$	$2,17 \cdot 10^9$	0,167	0,19	0,20
²¹⁰ Po	нн	$1,099 \cdot 10^9$	$1,266 \cdot 10^9$	0,103	0,11	0,11
²²⁶ Ra	нн	$3,462 \cdot 10^8$	$4,167 \cdot 10^8$	0,032	0,037	0,49
²³⁰ Th	нн	$3,858 \cdot 10^9$	$2,778 \cdot 10^9$	0,362	0,244	0,65
Сумма нуклидов U	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,72 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^{10}$	1,613	1,19	3,0

Примечание: нн – без утвержденных нормативов допустимых сбросов

По данным табл. 2.7.8, в 2017 г. сбросы ²¹⁰Pb уменьшились на 18%, ²¹⁰Po – на 13%, ²²⁶Ra – на 17%. Сбросы ²³⁰Th увеличились на 28%, а урана – на 22%. Радионуклиды ²¹⁰Pb, ²¹⁰Po, ²²⁶Ra и ²³⁰Th сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов допустимых сбросов. Объемная активность всех нуклидов в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО, ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ 99/2009 [7]. Сброс природного урана в Умыкейские озера в 2017 г. составил 0,51 т при нормативе – 1,03 т.

В табл. 2.7.9 приводятся данные ППГХО об эффективной объемной активности радионуклидов в 2016-2017 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуи и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО. Перечисленные в табл. 2.7.9 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 2.7.9

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

Место отбора проб	$\Sigma (A_i / УВ_i)$	
	2017 г.	2016 г.
Система Умыкейских озер	2,18	2,47
Резервное водохранилище	2,29	1,68
Карьер ПГС-2	1,76	4,05

Примечания: A_i – объемная активность U-ест., ²²⁶Ra, ²³⁰Th, ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb в воде;

$УВ_i$ – соответствующие указанным радионуклидам уровни вмешательства для питьевой воды.

Из табл. 2.7.9 видно, что сумма отношений объемной активности i-го радионуклида A_i в воде к соответствующему $УВ_i$ в питьевой воде $\Sigma (A_i / УВ_i)$ для всех водоемов больше 1, но меньше 10. Это означает, что, согласно НРБ-99/2009 [7], вода из этих водоемов классифицируется как

техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено. Эффективные объемные активности радионуклидов в 2017 г. по сравнению с 2016 г., согласно приведенным в табл. 2.7.9 данным, уменьшились – в карьере ПГС-2 в 2,3 раза, в системе Умыкейских озер – в 1,13 раза, а в Резервном хранилище увеличились в 1,36 раза.

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

В 2017 г. подрадиоэкологическим 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 ^{238}U . Это связано с локальным техногенным загрязнением подземных вод в результате производственной деятельности ГМЗ. Ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет. Содержание естественного урана в остальных скважинах было ниже уровня вмешательства для питьевой воды (меньше 3,0 Бк/л по НРБ-99/2009). Наличие повышенной активности ^{210}Pb (от 0,23 Бк/л до 0,36 Бк/л) и ^{210}Po (от 0,15 Бк/л до 0,32 Бк/л) в некоторых скважинах связано, как с повышенным фоновым содержанием данных радионуклидов природного урана в подземной воде, характерным для данной местности, так и с влиянием хвостохранилищ ГМЗ на подземные воды пади Широндукуй.

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 противодиффузионный экран из двух слоев специальной полиэтиленовой пленки, суглинка и каменной наброски. Контроль утечек дамбовых вод из хвостохранилищ ГМЗ осуществляется посредством периодического отбора проб из наблюдательных скважин. Перехват загрязненных грунтовых вод производится сетью скважин, расположенных в нижнем створе пади Широндукуй. Загрязненная вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств. Перечень, объем и активность образующихся радиоактивных отходов приведены в табл. 2.7.10 (см. ниже).

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпи рудной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды. Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО по состоянию на 31.12.2017 г. по сравнению с 2016 г. уменьшились и составили 8,755 км². На загрязнённых площадях СЗЗ на площади 0,125 км² МЭД не превышала 0,5 мкЗв/ч, на площади 4,202 км² – колебалась от 0,5 до 2,0 мкЗв/ч.

Обращение и характеристики РАО на ППГХО в 2017 г.

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	$7,69 \cdot 10^5 \text{ м}^3$	$5,1 \cdot 10^{13}$	$1,6 \cdot 10^{13}$
Радиоактивный лом черных и нержавеющей металлов	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$54,5 \text{ м}^3$	$2,2 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^9$
Радиоактивный строительный мусор	«Шпора» хвостохранилища ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$393,0 \text{ м}^3$	$8,8 \cdot 10^9$	$8,1 \cdot 10^9$

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) – МЭД составляет $0,11-0,71 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,28 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $R_n < 15,0 \text{ Бк/м}^3$;
- хвостохранилища (верхний, средний створ) ГМЗ – МЭД составляет $0,15-0,87 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,33 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $R_n < 25,0 \text{ Бк/м}^3$;
- огаркоохранилище СКЦ – МЭД составляет $0,15-0,21 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,17 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $R_n < 15,0 \text{ Бк/м}^3$;
- золоотвал ТЭЦ – МЭД составляет $0,21-0,61 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,36 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $R_n < 15,0 \text{ Бк/м}^3$;
- озера-накопители (Умыкейская система озер) – МЭД составляет $0,09-0,16 \text{ мкЗв/ч}$ при среднем значении $0,12 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $< 10,0 \text{ Бк/м}^3$.

В г. Краснокаменске по результатам регулярного измерения на 19 пикетах в среднем по городу величина МЭД составляла $0,17 \text{ мкЗв/ч}$, ЭРОА $< 10,0 \text{ Бк/м}^3$.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС путем ежедневных наблюдений на шести станциях за МЭД и на пяти станциях за атмосферными радиоактивными выпадениями, расположение которых показано на рис. 2.7.5. Выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны приведены в табл. 2.7.11 (см. ниже).

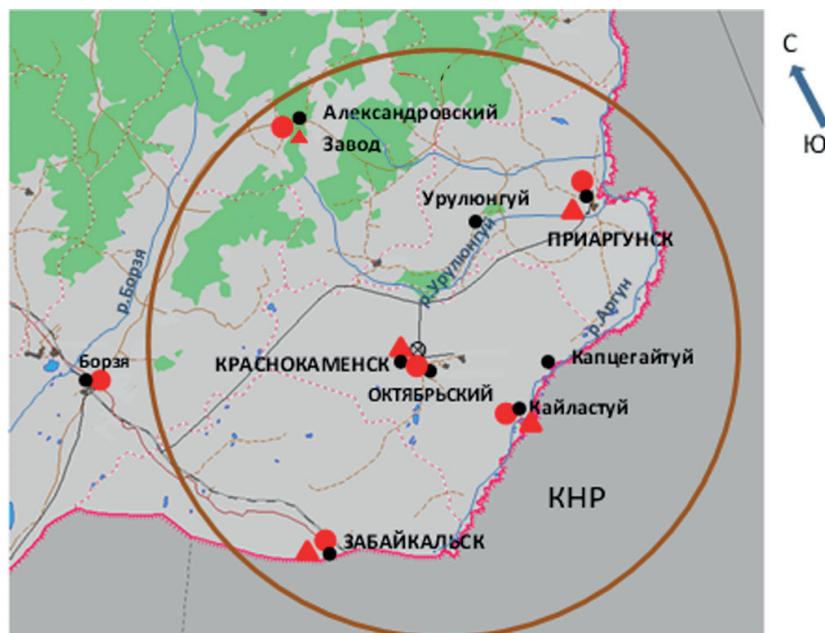


Рис. 2.7.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

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

Усредненная по 100-км зоне ППГХО $\Sigma\beta$ годовых выпадений в 2017 г. ($1,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) была на уровне средних значений по Забайкальскому краю ($1,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) и незначительно превышала средневзвешенное значение по территории Юга Восточной Сибири ($1,1 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$).

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС среднемесячные значения МЭД в 6 пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2017 г. колебались в диапазоне $0,11-0,21 \text{ мкЗв/ч}$. Максимальные суточные значения МЭД – $0,21 \text{ мкЗв/ч}$ – были отмечены в п. г. т. Приаргунск 29 июня, 5 и 29 июля. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2017 г. составило $0,14 \text{ мкЗв/ч}$, что соответствует среднему значению для территории Забайкалья (табл. 2.7.11).

Таблица 2.7.11

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2017 г., $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ (данные Забайкальского УГМС)

Месяц	Пункт наблюдений					Среднее по 100-км зоне вокруг ППГХО		
		п. Ал. Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	г. Красно-каменск	п. Приаргунск	2017.	2016 г.
Январь	с	1,2	1,4	1,7	1,1	1,4	1,3	1,1
	м	3,0	2,9	2,9	3,7	4,4		
Февраль	с	1,3	0,8	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0
	м	4,0	2,0	3,2	3,0	3,6		
Март	с	1,2	0,9	1,1	1,3	1,3	1,1	1,4
	м	3,1	2,5	4,4	3,1	3,1		
Апрель	с	1,4	1,1	1,0	1,4	1,3	1,1	1,4

Месяц	Пункт наблюдений					Среднее по 100-км зоне вокруг ППГХО		
	п. Ал. Завод	п. Забайкальск	п. Кайластуй	г. Красно-каменск	п. Приаргунск	2017.	2016 г.	
Май	м	3,9	4,4	2,7	4,2	2,7	1,2	1,0
	с	1,7	0,9	1,0	1,0	1,4		
Июнь	м	12,8	2,6	2,2	2,3	3,9	1,2	1,0
	с	1,6	1,1	1,3	1,0	1,2		
Июль	м	3,6	1,8	2,9	2,4	4,1	1,3	1,1
	с	1,1	1,3	1,4	1,3	1,0		
Август	м	2,9	3,4	3,2	3,6	1,9	1,3	1,0
	с	1,4	1,0	1,2	1,2	1,1		
Сентябрь	м	2,6	3,5	3,4	6,2	4,2	1,2	1,4
	с	1,2	1,2	1,1	1,2	1,3		
Октябрь	м	3,8	4,4	2,6	5,8	4,0	1,2	1,2
	с	1,1	1,6	0,9	1,4	1,0		
Ноябрь	м	3,3	2,7	3,2	2,7	2,3	1,1	1,2
	с	1,6	1,4	1,0	1,3	0,9		
Декабрь	м	3,3	3,4	1,9	3,3	3,0	1,3	1,4
	с	1,3	1,2	1,1	1,4	1,4		
м	3,9	3,8	3,0	3,1	3,0			
Среднее за год		1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Сумма, Бк/м ² ·год:								
2017 г.		511	438	438	438	438	453	
2016 г.		438	475	475	402	402		438
МЭД, мкЗв/ч:								
с		0,14	0,13	0,14	0,17	0,14	0,14	
м		0,19	0,18	0,19	0,19	0,21		

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 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.7.12 см. ниже) составила $8,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 4,5 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири, и сохраняется на уровне 2016 г. ($8,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе г. Читы в 2010–2017 гг. также приведены в табл. 2.7.12 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС).

В 2017 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs ($0,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась по сравнению с 2016 г. в 1,1 раза и была в 2,1 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Чите увеличилась в 1,2 раза и составила $0,95 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,9 раза ниже средневзвешенного значения для Юга Восточной Сибири ($2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Таблица 2.7.12

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
¹³⁷Cs, 10⁻⁷							
Чита	2010	1,9	1,3	4,5	н	2,2	2,1
	2011	11,0	73,7	н	2,6	22	66,9
	2012	1,1	1,9	1,5	2,4	1,7	2,0
	2013	1,7	1,4	1,3	1,7	1,5	2,2
	2014	н	н	0,9	1,6	1,1	2,2
	2015	1,3	7,5	3,6	0,7	3,3	2,7
	2016	0,8	1,2	0,7	0,5	0,8	1,5
	2017	0,6	1,0	0,7	0,6	0,7	1,5
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
Чита	2010	0,8	0,5	0,5	0,4	0,6	1,2
	2011	0,6	0,7	0,5	1,0	0,7	1,7
	2012	0,4	1,0	1,3	1,2	1,0	2,3
	2013	1,0	2,2	1,4	2,8	1,8	2,6
	2014	1,7	1,8	0,8	0,8	1,3	1,9
	2015		1,6		0,6	1,1	1,8
	2016		0,7		0,8	0,8	2,5
	2017		1,0		0,9	0,95	2,8
Σβ, 10⁻⁵							
Чита	2010	10,2	11,6	12,3	10,6	11,2	17,2
	2011	8,5	13,4	14,8	15,0	12,9	21,0
	2012	6,8	12,8	18,2	13,5	12,8	16,8
	2013	11,7	15,4	17,1	32,6	19,2	38,5
	2014	20,0	20,5	16,5	10,0	16,8	32,5
	2015	5,1	7,6	9,7	10,5	12,3	36,7
	2016	4,5	9,6	10,7	8,3	8,3	28,7
	2017	6,9	9,3	6,1	10,6	8,2	37,1

Примечание: н – ниже предела обнаружения

Специалистами ФГБУ «Забайкальское УГМС» 14-17 августа 2017 г. было проведено экспедиционное обследование радиационной обстановки в 20-километровой зоне в районе РОО – ПАО «ППГХО». Обследование осуществлялось в пяти пунктах: с. Соктуй – Милозан, пос. Целинный – ст. Урулунгуй, водохранилище – г. Краснокаменск, хвостохранилище – Октябрьский*, ст. Маргузец: измерение МЭД, отбор почв для проведения радиоизотопного анализа.

Анализ результатов измерений МЭД показал, что наибольшее значение (1,18 мкЗв/ч) зарегистрировано в точке обследования хвостохранилище – Октябрьский. Октябрьский возник в 1960-е годы как посёлок при урановом месторождении. При строительстве посёлка не был учтён выход радиоактивного газа радона из тектонических разломов, в результате чего радиационный фон в посёлке был превышен. В 1999 г. было принято решение о расселении Октябрьского. В начале 2010-х годов посёлок полностью расселён (жители переселены в близлежащий г. Краснокаменск). В 2014 г. пос. Октябрьский официально упразднён. Показатели МЭД в других точка обследования (в населенных пунктах) находятся в пределах фонового значения (0,13-0,25 мкЗв/ч).

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

2.7.3. 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 на Юге Восточной Сибири на р. Ангаре в 100 км западнее оз. Байкал, на расстоянии 40 км от г. Иркутска вниз по течению р. Ангары и в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживают около 226 тыс. человек.

По метеорологическим данным, в 2017 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточное – 26%, северо-западные – 18% и западные – 17%.

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу. В 2017 г. выбросы $\Sigma\alpha$ в атмосферу на АЭХК составили $1,61 \cdot 10^7$ Бк/год при допустимом выбросе $9,64 \cdot 10^8$ Бк/год.

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Твердые радиоактивные отходы (ТРО), образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности содержат: твердые технологические урансодержащие продукты с содержанием общего урана менее 2% массы для сублиматного завода; с содержанием урана менее 1,2% массы для разделительного завода; не подлежащие к дальнейшему использованию, а также нетехнологические материалы и изделия, загрязненные радионуклидами или содержащие их и превышающие значения удельной и суммарной активности, установленные НРБ-99/2009). ТРО захораниваются в могильники траншейного или бункерного типа, приповерхностные могильники, а также в приземные бетонные хранилища, расположенные на территории комбината. Жидкие технологические стоки после извлечения из них урана до 1,25 Бк/л (0,05 мг/л), что соответствует требованиям НРБ-99/2009 [7], и нейтрализации направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК. Сброс сточных технологических вод в гидрографическую сеть комбинат не производит.

Приемником нетехнологических вод (промливневой канализации) служит р. Ангара. Сточные воды на АЭХК в основном образуются после использования свежей технической воды для охлаждения оборудования. Эта вода забирается из Ангары и проходит через производство, не вступая в контакт ни с ураном, ни с вредными химическими веществами. Основной объем

сточных вод комбината формируется за счет промышленных нормативно-чистых вод, отводимых после охлаждения теплообменных установок разделительного завода в реки Малая Еловка и Ангара.

Большинство производственных установок комбината работает в условиях низкого абсолютного давления, вследствие чего любые аварийные ситуации должны будут иметь локальный характер и ограничиться площадями производственных помещений. Поэтому в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [15] АЭЖК отнесен к объектам третьей категории по степени потенциальной радиационной опасности и не имеет зоны наблюдения, а граница СЗЗ установлена по периметру промплощадки комбината.

Радиационный контроль на территории АЭЖК проводится отделом радиационной безопасности комбината. На АЭЖК контролируются выбросы радионуклидов в атмосферу, содержание радиоактивных веществ в приземном слое атмосферы, в сточных и грунтовых водах, а также радиационный фон в районе размещения комбината. Контроль МЭД на АЭЖК осуществляется на семи постах с помощью АСКРО.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне АЭЖК осуществляется Иркутским УГМС (рис. 2.7.6).

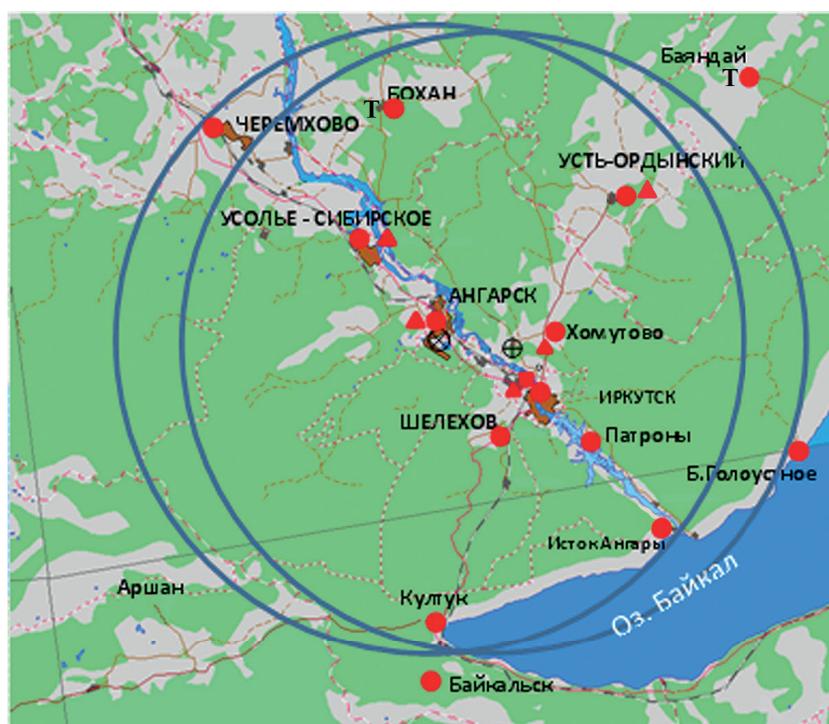


Рис. 2.7.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭЖК и ПЭРВ:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ◆ – отбор проб воды;
- ⊕ – ПЭРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»);
- ⊗ – АЭЖК.

В 2017 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ-2 на фильтр ФПП-15–1,5 на двух станциях: в гг. Иркутск и Ангарск. Определение качественного и количественного гамма-излучающего радионуклидного состава проб атмосферных аэрозолей проводилось на полупроводниковом детекторе с использованием программы обработки спектров «SpectraLineGP»;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией на 6 пунктах;
- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в Иркутске;
- за содержанием ^{90}Sr в Иркутском водохранилище на одной станции (Исток Ангары);
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;
- за МЭД на 13 метеостанциях ежедневно, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

Измерение $\Sigma\beta$ в пробах выпадений проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П1, УМФ-2000. Анализ проб на содержание трития проводился в ФГБУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т1, ДРБП-03.

Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2017 г., по данным Иркутского УГМС (табл. 2.7.13), уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с 2016 г. и составила $38 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что чуть выше среднего значения по Югу Восточной Сибири в 2017 г. ($37,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $26 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) до $50 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2017 г. наблюдалась 14 февраля – $149,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная – $4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ 15 августа. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Ангарска в 2017 г. (табл. 2.7.13), слегка уменьшилась по сравнению с 2016 г. и составила $29 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза меньше средневзвешенного значения по Югу Восточной Сибири ($37,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ колебались от $22 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе и сентябре) до $45 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в январе). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ в 2017 г. наблюдалась 14 февраля – $126,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, минимальная 30 августа – $1,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr , наблюдаемые в приземной атмосфере Иркутска и Ангарска в 2012–2017 гг. представлены в табл. 2.7.14. В 2017 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в г. Иркутске составила $3,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,3 раза выше уровня 2016 г. и в 2,3 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземном слое воздуха в г. Ангарске составила $0,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,1 раза ниже средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Иркутске в 2017 г. составляла $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в немного выше уровня 2016 г. и в 2,3 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ($2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в г. Ангарске составила $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,4 раза ниже уровня 2016 г., и в 1,9 раза ниже средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири.

Можно констатировать, что в Иркутске, расположенном на расстоянии 40 км от Ангарска, объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr выше, в 4,9 и 4,2 раза соответственно. Наблюдаемые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе на семь – восемь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [7].

Таблица 2.7.13

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2017 г. (данные Иркутского УГМС)

Месяц		Ангарск		Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	q	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	3,5	45	4,9	43	5,3	6,2	4,8	5,7
	м	8,7	91	10,0	111	10,1	10,5	11,0	9,9
Февраль	с	4,8	41	4,7	50	4,1	4,3	3,9	6,5
	м	10,1	127	9,0	149	9,0	8,3	11,1	12,8
Март	с	3,4	23	3,1	45	2,9	3,0	3,6	4,3
	м	10,1	46	6,5	107	8,5	10,6	8,9	10,6
Апрель	с	2,3	23	2,6	38	3,2	3,0	2,9	2,2
	м	6,5	54	5,5	118	8,1	8,4	9,1	8,5
Май	с	2,4	25	2,3	34	2,6	2,3	4,1	3,5
	м	5,8	73	7,0	93	7,5	13,2	12,8	8,7
Июнь	с	1,7	30	1,9	37	-	4,0	4,0	3,1
	м	6,8	67	4,7	89	-	10,8	10,9	8,9
Июль	с	2,2	28	2,0	29	2,9	2,7	2,7	2,8
	м	5,7	54	5,3	45	8,7	7,0	6,8	8,0
Август	с	2,3	22	2,0	26	3,8	2,7	3,4	4,3
	м	5,0	53	5,0	59	9,3	8,6	10,0	11,5
Сентябрь	с	2,0	22	1,7	33	4,6	4,5	2,9	4,2
	м	5,1	45	4,1	100	18,3	16,7	7,8	15,5
Октябрь	с	3,3	33	2,7	43	5,7	5,5	3,6	6,7
	м	11,4	85	6,6	116	16,7	18,7	7,4	19,1
Ноябрь	с	3,3	-	2,6	-	2,9	2,2	3,0	3,1
	м	7,8	-	5,0	-	5,6	6,8	10,4	8,1
Декабрь	с	2,8	-	2,0	-	3,1	3,8	2,6	2,1
	м	7,4	-	5,6	-	6,2	6,7	6,5	6,8
Среднее:									
	2016 г.	3,1	28	3,1	44	3,7	3,4	3,6	3,4
	2017 г.	2,8	29	2,7	38	3,7	3,7	3,5	4,0
Сумма, Бк/м ² -год:									
	2016 г.	1141		1064		1193	1229	1330	1237
	2017 г.	1031		989		1132	1342	1258	1472

Примечание: -- нет данных

Таблица 2.7.14

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске и в г. Ангарске, 10⁻⁷ Бк/м³ (данные Западно-Сибирского УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	Квартал				Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
		I	II	III	IV		
¹³⁷ Cs							
Иркутск	2012	0,5	1,0	4,2	3,9	2,4	2,0
	2013	3,0	2,0	6,0	4,5	3,9	2,2
	2014	3,4	9,1	1,0	1,3	3,7	2,2
	2015	1,5	н	н	1,2	1,2	2,7
	2016	н	5,1	3,2	н	2,6	1,5
	2017	н	4,8	н	6,7	3,4	1,5
Ангарск	2014	-	н	1,2	1,4	1,2	2,2
	2015	1,7	1,6	1,6	2,1	1,8	2,7
	2016	н	1,0	2,3	0,8	1,3	1,5
	2017	0,8	н	0,8	1,6	0,7	1,5

Пункт наблюдения	Год	Квартал				Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
		I	II	III	IV		
⁹⁰Sr							
Иркутск	2012	5,5	4,6	4,7	5,2	5,0	2,3
	2013	4,7	5,3	5,6	3,8	4,9	2,6
	2014	3,8	5,9	2,1	3,8	3,9	1,9
	2015		1,3		1,3	1,3	1,8
	2016		2,8		7,7	5,3	2,5
	2017		7,2		4,6	5,9	2,6
Ангарск	2014	0,9	1,7	0,6	1,5	1,2	1,9
	2015		3,0		1,8	2,4	1,8
	2016		1,3		5,2	3,3	2,5
	2017		0,7		2,0	1,4	2,6

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

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне АЭХК в 2017 г. (табл. 2.7.13) незначительно увеличились по сравнению с 2016 г., изменяясь в пределах от 2,7 до 4,0 Бк/м², что находится на уровне $\Sigma\beta$ выпадений в среднем по Иркутской области в 2017 г. (3,4 Бк/м²·сутки). Максимальное среднесуточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 4 октября на ст. Бохан и составило 19,1 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2017 г. составили 1240 Бк/м². Наибольшее значение выпадений трития наблюдалось в июле – 288 Бк/м². Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,9 Бк/л (в декабре) до 3,6 Бк/л (в мае и июне) при среднегодовом значении 2,6 Бк/л (табл. 2.7.15), что находится на уровне предыдущих трех лет и превышает среднее значение для территории РФ (1,8 Бк/л) в 1,75 раза.

Таблица 2.7.15

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

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017
³ H	3,2	2,6	2,4	2,3	2,5	2,6

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде в 2016 г. составила 10,9 мБк/л, что в 2,1 раза выше значения 2016 г. и в 1,6 раза выше среднего значения для рек АТР (6,7 мБк/л).

В 2017 г. группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МЭД в 20-км зоне АЭХК проводились в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3-4 см над поверхностью почвы. Значения МЭД по результатам маршрутного обследования варьировали в пределах 0,11-0,18 мкЗв/ч. Максимальное значение (0,21 мкЗв/ч) было зарегистрировано в январе в п. Мегет.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 3 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 19 мая и 14 августа – пробы почвы и растительности соответственно. Результаты измерения $\Sigma\beta$ проб приведены в табл. 2.7.16.

Таблица 2.7.16

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

Пункт отбора проб	Снег	Почва	Трава
	03.03.17	19.05.17	14.08.17
8 км дороги на д. Б. Елань	7,54	60,47	44,47
д. Б. Елань	10,66	215,14	52,84
1 км дороги на г. Усолье	15,06	262,55	62,03
1 км дороги на д. Савватеевка	23,15	341,80	50,39
д. Савватеевка	13,14	176,84	16,55
1 км дороги на д. Одинск	10,75	567,76	13,10
2 км Московского тракта	4,01	487,30	32,12
4 км дор. на г. Иркутск, ТЭЦ-10	1,10	238,39	22,91
п. Мегет	1,02	543,82	29,65
г. Ангарск, 4 пост ГМО (Фон)	5,55	354,24	13,80
Среднее значение 2016 г.	27,3	123,3	1,25
Среднее значение 2017 г.	9,60	321,60	36,01

По сравнению с 2016 г. радиоактивное загрязнение снежного покрова в районе АЭХК уменьшилось в 2,85 раз. Максимальный уровень загрязнения Σβ снежного покрова (23,15 Бк/м²) был зарегистрирован на 1 км дороги на д. Савватеевка, что в 4,2 раза выше уровня в фоновой точке (5,55 Бк/м²). По сравнению с 2016 г. средний уровень загрязнения растительности Σβ в отчётном году увеличился в 29 раз и составил (36,01 Бк/м²). Максимальная плотность загрязнения Σβ травяного покрова была зарегистрирована в районе 1 км дороги на г. Усолье и составила 62,03 Бк/м², что в 4,5 раза выше значения в фоновой точке (13,80 Бк/м²). В почве максимальная Σβ отмечалась на 1 км дороги на д. Одинск и достигала 567,76 Бк/м², что в 1,6 раза выше значения в фоновой точке (175,3 Бк/м²).

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2017 г., по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях (рис. 2.7.6), составляли 0,10–0,25 мкЗв/ч, суточные значения МЭД достигали 0,31 мкЗв/ч (на ст. Исток Ангары – 1 февраля). Анализ результатов наблюдений позволяет сделать вывод, что уровни МЭД в 100-км зоне вокруг РОО в 2017 г. не достигали критических значений.

Из результатов наблюдений следует, что в отчетный период в окрестностях АЭХК в отдельные дни наблюдались превышения естественных уровней радиоактивного загрязнения, но они не достигали критических значений для этих станций. В целом радиоактивная обстановка по Иркутской области оставалась благополучной.

2.7.4. ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон») расположен в Коченевском районе Новосибирской области в 25 км к западу от г. Новосибирска на правом берегу р. Чик на расстоянии 850–1000 м на восток от ее русла. Ближайшие населенные пункты: с. Буньково – 1,5 км, с. Прокудское – 3 км, ст. Чик Западно-Сибирской ж. д. – 6 км. Основная деятельность ПЗРО – транспортировка, прием, хранение и захоронение РАО, образующихся в медицинских, научно-

исследовательских учреждениях и на промышленных предприятиях (за исключением отходов предприятий ядерно-топливного цикла). Новосибирский ПЗРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО в Новосибирском отделении филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» не производится. Выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, сбросы и сливы их в окружающую среду отсутствуют. Принципиально возможна лишь утечка радиоактивных веществ из емкостей хранилищ либо при загрузке хранилищ, дезактивации транспорта и других технологических операциях. Активность захороненных РАО определяют в основном радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{60}Co .

Радиационный мониторинг вокруг ПЗРО осуществляется подразделениями Западно-Сибирского УГМС. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения НЗХК, результаты наблюдений в которой приводятся в разделе 2.7.1.

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

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



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

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

– содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПЗРО (рис. 2.7.9), а также в питьевой воде в трех населенных пунктах;

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

В 2017 г. было проведено 12 маршрутных обследований с измерением МЭД в 8 контрольных точках. МЭД, измеренная на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг ПЗРО, в 2017 г. варьировала в диапазоне 0,06-0,15 мкЗв/ч при средних годовых значениях 0,11 мкЗв/ч, что находится на уровне естественного γ -фона.

В конце февраля – начале марта 2017 г. перед началом снеготаяния одновременно с измерением МЭД в контрольных точках по периметру зоны наблюдения радиусом 500 м и 5000 м вокруг «РосРАО» (рис. 2.7.8) были отобраны пробы снега на всю глубину снежного покрова.

Пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 2.7.9) отбирались выше и ниже по течению от ПЗРО. Отбор проб воды и донных отложений проводился напротив пунктов Прокудское, Буньково и Малый Чик. Пробы воды отбирались в мае, июле и сентябре, пробы донных отложений – в сентябре. Данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в 5-км зоне вокруг ПЗРО, а также значения МЭД, измеренные на высоте 1 м и 3-4 см от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 2.7.17.

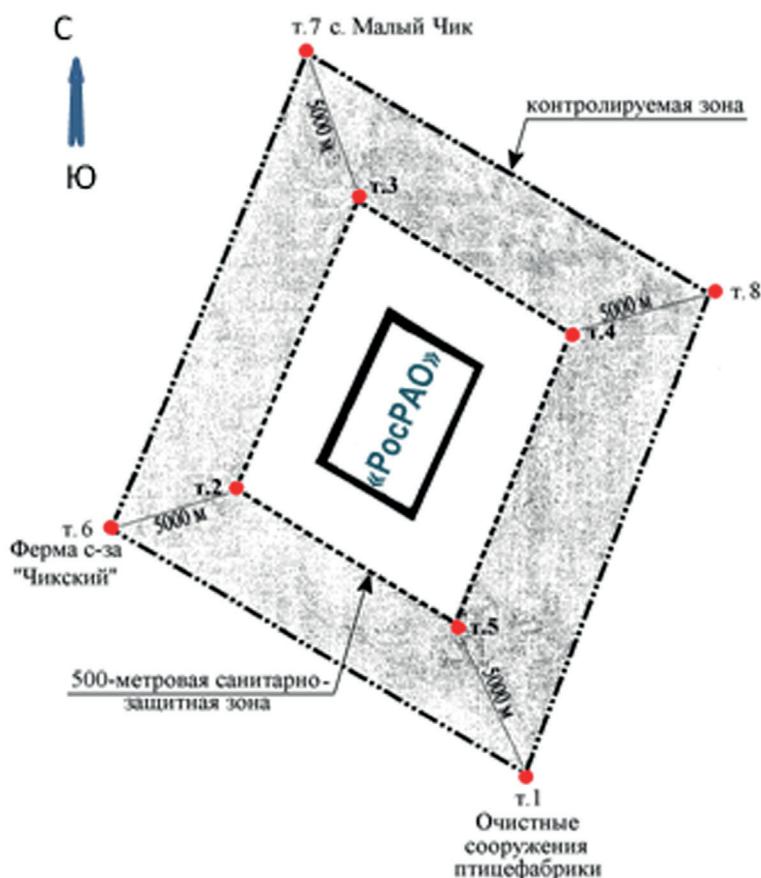


Рис. 2.7.8. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

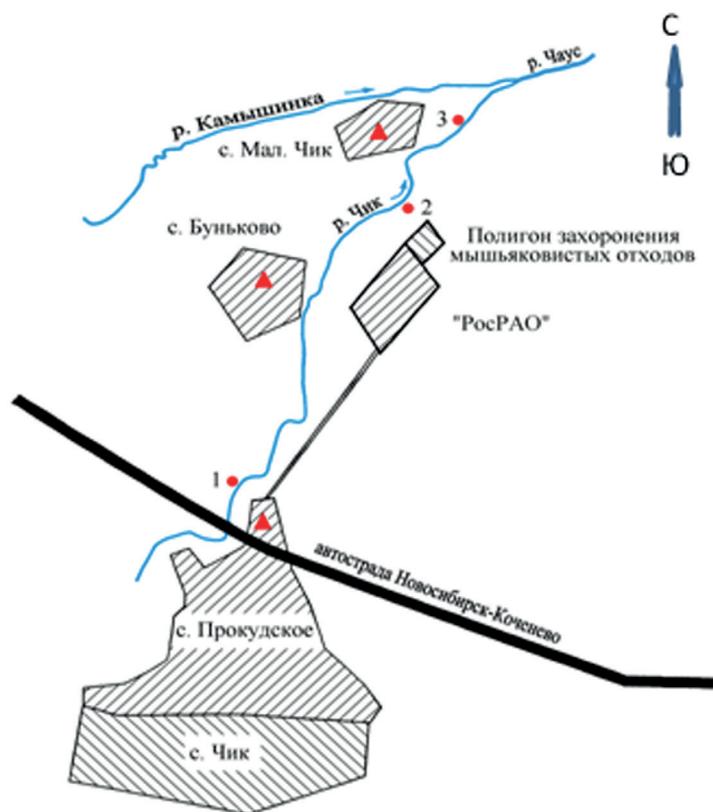


Рис. 2.7.9. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»:

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

Таблица 2.7.17

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

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	МЭД, мкЗв/ч	
Зоны контроля вокруг ПЗРО (рис. 2.7.8):	Снег, Бк/м²	Почва, Бк/кг*				3-4 см	1 м
В 500 м от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 4	-					-	-
– на север (С) – т. 3	-					-	-
– на запад (З) – т. 2	-					-	-
– на юг (Ю) – т. 5	3,221					0,09	0,10
В 5 км от ПЗРО:							
– на восток (В) – т. 8	-					-	-
– с. Малый Чик (С) – т. 7	0,231					0,09	0,10
– ферма совхоза «Чикский» (З) – т. 6	-					-	-
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	-					-	-
Среднее							
	2017 г.	1,726				0,09	0,10
	2016 г.	0,156				0,09	0,10
	2015 г.	43,33				0,09	0,10
	2014 г.	7,2				0,12	0,11

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	МЭД, мкЗв/ч		
Пункты по течению р. Чик (рис. 2.7.9):	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг						
– выше ПЗРО: т. 1	0,62	<i>миа</i>	15,03	9,09	391,1	0,14	0,13	
– ниже ПЗРО: т. 2	0,59	<i>миа</i>	12,32	10,36	526,4	0,11	0,11	
– ниже ПЗРО: т. 3	1,96	<i>миа</i>	12,70	9,75	485,4	0,09	0,10	
Среднее	2017 г. 1,06	<i>миа</i>	13,35	9,73	467,63	0,11	0,11	
	2016 г. 0,31	0,23	12,9	19,5	243,7	0,09	0,09	
	2015 г. 6,9	<i>миа</i>	12,9	11,6	463,2	0,09	0,08	
	2014 г. 0,6	1,7	8,6	11,1	470	0,09	0,08	

Примечания: * – почва отбирается раз в пять лет на глубину 5 см, следующий отбор проб – в 2018 г.;

- – измерения не проводились;

миа – минимально измеряемая активность

Из табл. 2.7.17 видно, что средняя плотность загрязнения снега $\Sigma\beta$ в контрольных точках в 2017 г. составила 1,726 Бк/м². Максимальные значения (3,221 Бк/м²) наблюдались около т. № 5.

Техногенные радионуклиды в донных отложениях в 2017 г. в р. Чик не зарегистрированы, а содержание природных радионуклидов ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K находилось в пределах колебаний фоновых уровней.

Средняя объемная $\Sigma\beta$ в воде р. Чик в 2017 г. составила 1,06 Бк/л. В 2017 г., средняя мощность дозы гамма-фона на уровне 3-4 см и 1 м составила 0,09 мкЗв/ч. В итоге, гамма-фон над поверхностью р. Чик с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик остался на уровне 2016 г. и не превышал естественных значений. Гамма-спектрометрический анализ проб воды показал отсутствие в ней техногенного радионуклида Cs-137, следов радиоактивного загрязнения р. Чик не выявлено. При этом, нужно отметить, что в июле 2017 г. в пробе пресной воды в т. 3 (с. Малый Чик) была зарегистрирована суммарная бета-активность равная 4,47 Бк/л, что в 22 раза выше аналогичного периода 2016 г. (0,20 Бк/л).

Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде из скважин в 3 населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик (см. рис. 2.7.9) в 2017 г. не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [7].

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что свежих продуктов радиоактивного загрязнения в ближней зоне наблюдения вокруг ПЗРО в 2017 г. не обнаружено. Деятельность предприятия «Новосибирское отделение филиала ФГУП «РосРАО» существенного влияния на радиационную обстановку на территории Новосибирской области не оказала.

2.7.5. ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

Полигон хранения радиоактивных веществ (ПХРВ) Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон») находится в 35 км на север от г. Иркутска по Александровскому тракту. Ближайшие населенные пункты находятся на расстоянии 6–9 км: п. Усть-Балей с населением ~ 250 человек и п. Московщина с населением ~ 220 человек. ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» обслуживает Иркутскую область, Забайкальский край,

Республики Бурятия, Тыва и Саха (Якутия). На постоянное хранение в ПХРВ помещаются только ТРО, а ЖРО предварительно подвергаются отверждению методом цементирования. Другие виды переработки радиоактивных веществ не применяются.

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

В 2017 г. ежемесячно группой радиационного мониторинга Иркутского УГМС вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе 20 км проводились измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД). Измерения в двадцатикилометровой зоне ПХРВ осуществлялись в 30-ти точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10-ти метров от дороги дозиметрами ДРГ–01Т1, ДРБП–03. Также одновременно с маршрутной гамма-съёмкой 28.02.2017 в 15 точках были отобраны пробы снега, 23.08.2017 в 15 точках были отобраны пробы почвы и растительности.

Среднемесячные значения мощности дозы γ -излучения в радиусе 20-км вокруг ПХРВ в 2017 г. колебались на региональном фоновом уровне – в пределах 0,16-0,21 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД, равное 0,26 мкЗв/ч, было зарегистрировано в июне на 40 км Александровского тракта.

Результаты измерений $\Sigma\beta$ радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2017 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 2.7.18. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 2.7.18 видно, что в 2017 г. плотность загрязнения $\Sigma\beta$ снежного покрова по 20-км зоне в среднем уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2016 г., в фоновой точке – в 1,1 раза. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался в п/л «Солнечный» – 17,99 Бк/м², что в 1,1 раза выше значения в фоновой точке. В пробах травы в 2017 г. содержание $\Sigma\beta$ в среднем увеличилось в 1,2 раза по сравнению с 2016 г., в фоновой точке – в 2,7 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – 13,23 Бк/м² – была зарегистрирована на 8-м км в сторону д. Тихонова Падь и превышала плотность загрязнения в фоновой точке в 1,9 раза.

В 2017 г. максимальная плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ отмечалась в п/л «Солнечный» и достигала 555,6 Бк/м², что в 1,9 раза выше, чем в фоновой точке. В целом, $\Sigma\beta$ радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2017 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

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

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	28.02.17	26.02.16	23.08.17	22.06.16	23.08.17	26.08.16
14-й км Александровского тракта	15,21	2,24	132,7	149,6	1,78	8,26
19-й км то же	10,80	5,51	56,3	108,3	4,82	11,28
25-й км – «–», д. Московщина	2,95	7,37	183,0	152,7	6,50	6,96
33-й км – «–»	9,01	38,44	178,7	68,3	4,77	4,38
35-й км – «–», ПХРВ	13,77	10,13	408,9	251,4	2,00	2,92
36-й км – «–»	8,57	25,69	398,7	103,7	10,37	5,66
п/л «Солнечный»	17,99	22,78	555,6	102,3	4,96	7,48
д. Усть-Балей	10,11	14,68	516,5	182,0	8,84	2,99
с. Урик	11,86	26,39	213,1	163,6	8,24	8,02
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	10,63	8,25	415,2	109,3	9,67	7,57
8-й км то же	15,62	11,28	118,1	37,7	13,23	5,51
12-й км – «–»	15,59	6,61	394,7	157,0	12,31	7,58
16-й км – «–»	9,92	21,0	378,3	169,4	10,37	1,95
д. Тихонова Падь	17,85	18,06	302,0	230,5	8,31	5,59
Среднее в 20-км зоне	12,13	15,60	303,7	141,8	7,58	6,15
Фоновая точка	16,59	18,34	294,7	120,7	7,06	2,63

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2017 г. соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Выводы

Таким образом, в 2017 г. радиационная обстановка на территории СФО была стабильной. Содержание техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды практически на всей территории СФО было значительно ниже установленных нормативов. Необходимо отметить, что производственная деятельность ППГХО сопровождается дополнительным поступлением радионуклидов природного происхождения в открытые водоемы в окрестностях предприятия, вода из которых из-за превышения нормативов НРБ-99/2009 не может использоваться населением как питьевая.

2.8. Дальневосточный федеральный округ

Общая информация по округу

Дальневосточный федеральный округ (ДВФО) расположен в восточной Сибири и занимает важное экономическое и стратегическое положение (рис. 2.8.1). В ДВФО входят 9 субъектов Федерации: Приморский, Хабаровский, Камчатский края, Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Республика Саха (Якутия), Чукотский автономный округ, Еврейская автономная область. Площадь территории региона составляет 6169,3 тыс. км², население – 6165 тыс. человек. Административный центр округа – г. Хабаровск.

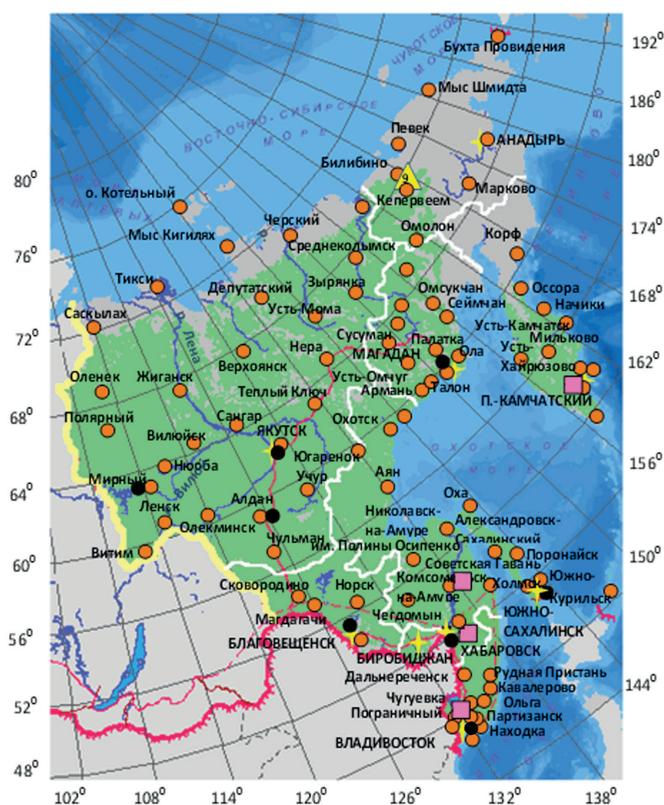


Рис. 2.8.1. Расположение пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы и РОО на территории Дальневосточного федерального округа:

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

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

Организация радиационного мониторинга

Радиационный мониторинг на территории округа 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 наблюдения (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}Sr .

Анализы отобранных проб радиоактивных аэрозолей и выпадений на содержание суммарной бета-активности проводятся в 5 радиометрических группах, 2 радиометрических лабораториях и лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун». В радиометрических лабораториях проводится гамма-спектрометрический анализ проб. В лаборатории Приморского УГМС дополнительно проводится радиохимический анализ проб поверхностных вод (^{90}Sr), поступающих со всего региона. В лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун» проводится анализ проб объектов окружающей среды на содержание трития в осадках и поверхностных водах и ^{90}Sr в морских и, частично, поверхностных водах.

Радиационная обстановка

Радиационный фон

По данным сети радиационного мониторинга радиационный фон на территории ДВФО в течение последних лет остается без изменений. Среднегодовые значения МЭД в субъектах ДВФО в 2017 г. изменялись от 0,09 мкЗв/ч (табл. 2.8.1) до 0,13 мкЗв/ч и находились в пределах естественного радиационного фона ДВ региона. Среднегодовое значение МЭД γ - излучения на территории ДВФО составило 0,11 мкЗв/ч.

Таблица 2.8.1

Среднегодовые и максимальные измеренные значения МЭД в субъектах РФ ДВФО в 2017 г., мкЗв/ч

Субъекты Федерации	Количество пунктов	Среднегодовые	Максимальные измеренные
Приморский край	39	0,12	0,18 (Астраханка)
Хабаровский край	25	0,12	0,25 (им. Осипенко)
Камчатский край	17	0,09	0,16 (Палана М-II)
Амурская область	25	0,12	0,23 (Магдагачи)
Магаданская область	15	0,12	0,21 (Талая)
Сахалинская область	18	0,10	0,21 (Александровск)
Республика Саха (Якутия)	45	0,10	0,2 (Намцы)
Чукотский автономный округ	15	0,11	0,2 (Б. Провидения)
Еврейская автономная область	5	0,13	0,21 (Биробиджан)
ДВФО	204	0,11	0,25

Приземная атмосфера

Наблюдения за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью ВФУ на территории ДВФО проводятся в шести субъектах Российской Федерации. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в пунктах наблюдения приведена в табл. 2.8.2. Как видно из табл. 2.8.2, среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в трёх субъектах региона в 2017 г. были в 1,1-2,2 раза ниже, чем в 2016 г. и находились в пределах $(0,7-2,3) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Минимальное значение объемной активности отмечалось в Сахалинской области, максимальное – в Амурской области.

Таблица 2.8.2

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

Пункты наблюдения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Приморский край						
Владивосток	0,9	2,0	4,2	2,7	2,2	1,9
Хабаровский край						
Хабаровск	1,7	1,4	1,8	0,8	0,7	1,1
Амурская область						
Благовещенск	2,3	2,8	4,6	9,1	7,1	4,7
Магаданская область						
Магадан	0,9	0,6	1,6	0,6	0,6	0,4
Сахалинская область						
Южно-Сахалинск	0,7	0,8	1,6	0,7	0,5	1,0
Республика Саха (Якутия)						
Якутск	1,2	1,1	1,7	1,5	1,35	1,2
Среднее по ДВФО	1,3	1,5	2,4	2,6	2,1	1,7*

Примечание: * – уточненные данные

На рис. 2.8.2 показана динамика среднегодовой объемной активности ¹³⁷Cs по ДВФО в 2006-2017 гг. Видно, что содержание ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs по ДВФО в 2017 г. ниже средневзвешенных значений по АТР ($1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и РФ ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

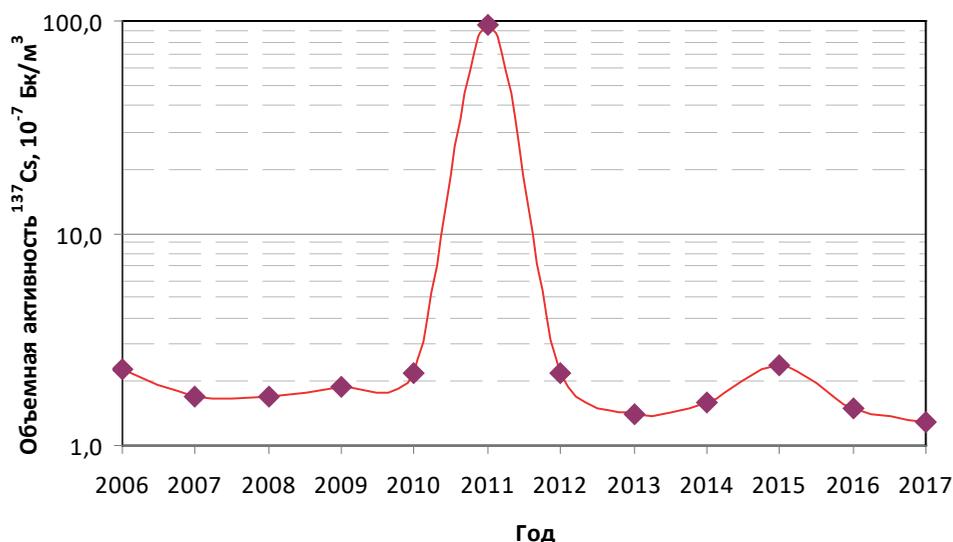


Рис. 2.8.2. Изменение объемной активности ¹³⁷Cs (10^{-7} Бк/м³) в приземном слое атмосферы на территории ДВФО

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в атмосферном воздухе ДВФО в 2017 г. составила $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,2 раза выше среднегодового значения за 2016 г. (табл. 2.8.2). Значительное превышение среднего значения в 3,5 раза наблюдалось в Амурской области в Благовещенске.

В Хабаровском крае, Магаданской и Сахалинской областях, Республике Саха объемная активность ^{90}Sr в воздухе была в 1,7-4,3 раза ниже среднего значения по территории ДВФО и ниже средневзвешенного значения по АТР ($1,83 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3). Минимальная объемная активность ^{90}Sr отмечалась в Магадане и Южно-Сахалинске, максимальная – в Благовещенске. Наблюдаемое содержание ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009 [7].

Радиоактивные выпадения

Выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории ДВФО в 2017 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения.

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах ДВФО в 2017 г. представлены в табл. 2.8.3. Видно, что на территории ДВФО, кроме Приморского края, Магаданской области и Республики Саха, годовые выпадения ^{137}Cs были ниже предела обнаружения. В Приморском крае годовые выпадения ^{137}Cs уменьшились в 4,2 раза и составляли 0,14 Бк/ м^2 -год, что в 2,6 раза выше средневзвешенных годовых выпадений по АТР (0,054 Бк/ м^2 -год). Годовые выпадения ^{137}Cs в Магаданской области и Республике Саха ниже средневзвешенных годовых выпадений по АТР и РФ (0,084 Бк/ м^2 -год).

Таблица 2.8.3

Годовые выпадения ^{137}Cs в субъектах РФ ДВФО, Бк/ м^2 -год

Субъекты РФ	2016 г.	2017 г.
Приморский край	0,59	0,14
Хабаровский край	<0,01	<0,01
Камчатский край	<0,01	<0,01
Амурская область	<0,01	<0,01
Магаданская область	<0,01	0,03
Сахалинская область	<0,01	<0,01
Республика Саха (Якутия)	<0,01	0,038
Чукотский автономный округ	<0,01	<0,01
Еврейская автономная область	<0,01	<0,01

Поверхностные и морские воды

Объемная активность трития в осадках по территории ДВФО в 2017 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 0,8 до 2,8 Бк/л. Максимальное содержание трития в осадках наблюдалось в Сковородино Амурской области, минимальное – в Камчатском крае (Петропавловск-Камчатский).

В 2017 г. усредненная объемная активность трития в реках ДВФО (табл. 2.8.4) осталась на уровне 2016 г. и составляла 2,0 Бк/л, что в 1,2 раза выше среднего значения по рекам на территории РФ (1,7 Бк/л).

Средняя объемная активность ^{90}Sr в реках на территории ДВФО в 2017 г. незначительно уменьшилась и составляла 4,3 мБк/л, что ниже уровня среднего значения по рекам РФ (табл. 2.8.4). Содержание ^{90}Sr выше среднего значения по рекам РФ было зарегистрировано в р. Оленек (Республика Саха (Якутия)). В 2017 г. незначительно уменьшилось по сравнению с 2016 г. содержание ^{90}Sr в оз. Ханка в Приморском крае (7,2 мБк/л), ранее загрязненном во время проведения китайских ядерных взрывов. Содержание ^{90}Sr в морях в 2017 г. осталось на уровне 2016 г., только в Петропавловске-Камчатском (Тихий океан, Авачинская Губа) повысилось в 1,1 раза.

**Объемная активность радионуклидов в осадках и поверхностных водах ДВФО в 2017 г.
(данные Приморского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун»)**

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

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.

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО организован Камчатским УГМС следующим образом:

- отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность производился в 4 пунктах с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией;
- измерения МЭД проводились ежедневно в 4 пунктах и непрерывно в одном пункте на метеостанции Петропавловск МГ-1;
- отбор проб морской воды на содержание ^{90}Sr проводился ежемесячно в прибрежной части акватории Авачинской губы;
- отбор проб атмосферных осадков на содержание трития проводился в одном пункте.



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

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- Т – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊗ – радиационно-опасные объекты.

Приземная атмосфера

Среднемесячные и максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2017 г. представлены в табл. 2.8.5. Из табл. 2.8.5 видно, что среднемесячные суточные величины $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2017 г. изменялись от 0,3 до 1,6 Бк/м²·сутки. Самое высокое суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений наблюдалось в пункте Петропавловск-Камчатский ОГМС в сентябре (7,1 Бк/м²·сутки). Среднегодовое значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне в 2017 г. незначительно увеличилось и было в 1,4 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,14 Бк/м²·сутки).

Сумма годовых выпадений ^{137}Cs по Камчатской области в 2017 г. была ниже предела обнаружения.

Таблица 2.8.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений
в 100-км зоне РОО Камчатского края в 2017 г., Бк/м²-сутки
(данные Камчатского УГМС)**

Месяц		Петропавловск- Камчатский МГ-1	Петропавловск- Камчатский ОГМС	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне			Среднее по Камчатскому краю		
						2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Январь	с	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
	м	1,9	0,9	2,2	1,7						
Февраль	с	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5
	м	0,9	3,0	1,9	1,0						
Март	с	0,5	0,7	0,6	0,4	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6
	м	1,3	4,3	2,5	0,7						
Апрель	с	0,5	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0,5	0,9
	м	1,2	3,1	1,8	1,2						
Май	с	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,5	1,0	0,6	0,4	0,8
	м	1,0	3,0	3,5	1,2						
Июнь	с	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	1,0	0,7	0,6	1,0
	м	4,6	2,1	1,3	1,6						
Июль	с	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,6	0,5
	м	1,4	3,1	1,8	2,3						
Август	с	0,6	1,6	0,9	0,7	1,0	0,7	0,6	1,0	0,7	0,5
	м	1,2	4,7	2,3	2,5						
Сентябрь	с	0,5	1,1	1,5	0,7	1,0	0,6	0,5	0,9	0,6	0,6
	м	0,9	7,1	4,2	3,0						
Октябрь	с	0,6	0,9	0,7	0,9	0,8	0,4	0,7	0,7	0,5	0,6
	м	1,5	4,4	1,9	4,9						
Ноябрь	с	0,8	0,8	0,9	0,5	0,8	0,4	0,3	0,6	0,4	0,4
	м	3,0	3,3	5,9	0,8						
Декабрь	с	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4
	м	2,9	0,7	1,3	1,2						
Среднее, Бк/м ² -сутки:											
		2017 г.	0,5	0,8	0,7	0,5	0,7		0,7		
		2016 г.	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5		
		2015 г.	0,5	0,7	0,7	0,7		0,6			0,6
Сумма, Бк/м ² -год:											
		2017 г.	183	292	256	183	256		256		
		2016 г.	146	182	182	182	182		182		
		2015 г.	182	256	256	256		225			225

Поверхностные и морские воды

Объемная активность ⁹⁰Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2017 г. менялась в диапазоне от 0,9 мБк/л в декабре до 2,4 мБк/л в феврале. Среднегодовая объемная активность составила 1,56 мБк/л, что, как следует из табл. 2 Приложения А. 9, несколько выше значений пяти предыдущих лет.

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловске-Камчатском, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», в 2017 г. изменялась в диапазоне от

0,2 Бк/л (ноябрь) до 1,9 Бк/л (июнь). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 0,8 Бк/л, что в 2,2 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ (1,8 Бк/л).

Радиационный фон

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на 4 метеостанциях в 100-км зоне РОО, в 2017 г. не превышали 0,14 мкЗв/ч, а среднемесячные значения колебались в пределах от 0,07 до 0,1 мкЗв/ч, что соответствует флуктуациям естественного γ -фона.

Специалистами Камчатского УГМС ежемесячно проводились автомобильные γ -съемки территории в 100-км зоне РОО. Значений МЭД, соответствующих высокому и экстремально высокому радиоактивному загрязнению, не обнаружено.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО, расположенных в ЗАТО Вилючинск, практически не меняется от года к году. Радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды не превышает региональных фоновых уровней, из чего можно сделать вывод, что РОО, расположенные на территории Камчатской области, заметного влияния на радиационную обстановку не оказывают.

Выводы

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что радиационная обстановка на территории ДВФО в 2017 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. Цаликов Р.Х., Акимов В.А., Козлов К.А. Оценка природной техногенной и экологической безопасности России. – Москва: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. – 463 с.
2. Распоряжение Правительства РФ от 14 сентября 2009 г. №1311-р (в ред. распоряжения Правительства РФ от 11 апреля 2011 г. №604-р) «Перечень организаций, эксплуатирующих особо радиационно опасные и ядерно-опасные производства и объекты».
3. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием (239+240)/Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2015. – 225 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник/Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Вакуловского С.М. и др. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 357 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2014 году. Ежегодник/Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Вакуловского С.М. и др. – Нижний Новгород: типография ИП Кузнецов, 2015. – 322 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011 году. Ежегодник/Под ред. Вакуловского С.М., – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2012. – 297 с.
7. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
8. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС/Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.

9. Трансурановые элементы в окружающей среде/Под. ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
10. Старков О.В., Моисеева О.В. Пространственно-временная миграция трития на территории промплощадки ГНЦ РФ – ФЭИ и ее окрестностях. Информационный бюллетень. Ядерная и радиационная безопасность России. – М.: ЦНИИАтоминформ, 2002. – С. 64-75.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник. – СПб: Гидрометеоздат, 2002. – 225 с.
12. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник/Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник/Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
14. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник/Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
15. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 83 с.
16. Указ Президента Российской Федерации о Южном федеральном округе №375 от 28 июля 2016 г.
17. Статистическая информация по населению на 1 января 2014 года// сайт Службы статистики республики Крым.
18. Звіт «Радіоактивне забруднення території України в 2014 році»: Щорічник/Під ред. О.О. Косовця. – К.: ЦГО, 2015.

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

3.1. Балаковская АЭС

В 2017 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС находились четыре однотипных энергоблока с реакторами ВВЭР-1000 общей мощностью 4000 МВт.

Балаковская АЭС расположена на левом берегу Саратовского водохранилища р. Волги в 10,5 км на северо-восток от г. Балаково Саратовской области и в 170 км от г. Саратова.

СЗЗ Балаковской АЭС ограничивается пределами промплощадки, которая представляет собой многоугольник общей площадью 3,75 км², площадь ЗН составляет около 660 км², радиус ЗН – 14 км. Окружность ЗН отсчитывается от геометрического центра венттруб реакторных отделений энергоблоков № 1-4 и включает населенные пункты: г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также поселки Богородское и Широкий Буерак.

На промплощадке Балаковской АЭС расположены все основные и вспомогательные сооружения энергоблоков. На прилегающей к промплощадке территории располагаются сооружения ряда цехов и подразделений Балаковской АЭС, строительного-монтажных организаций, тепличного хозяйства, поля и сельскохозяйственные угодья сел Натальино и Матвеевка, а также водоем-охладитель.

Объем радиационного контроля за объектами окружающей среды в связи с утверждением новых границ СЗЗ и ЗН не изменился и охватывает территорию вокруг АЭС радиусом 30 км. Река Волга пересекает эту зону в направлении с северо-востока на юго-запад и в ее пределах делится на два участка: в верхней части до Балаковского гидроузла – Саратовское водохранилище, в нижней части – Волгоградское. Из крупных притоков Волги в 30-км зону попадают устье р. Малый Иргиз, затопленное Саратовским водохранилищем, и участок нижнего течения р. Большой Иргиз.

В 30-км зону Балаковской АЭС входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачевского), в которых располагаются 43 населенных пункта (рис. 3.1.1) с населением примерно 230 тыс. человек.

Подробно организация хранения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива на Балаковской АЭС описана в [1].

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся отдельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2016–2017 гг. представлены в табл. 3.1.1.

Из табл. 3.1.1 видно, что в 2017 г. по сравнению с предыдущим годом увеличились выбросы всех радионуклидов.

Фактически выбросы всех контролируемых радионуклидов были меньше допустимых выбросов (0,11 – 4,0 % от допустимых).

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.

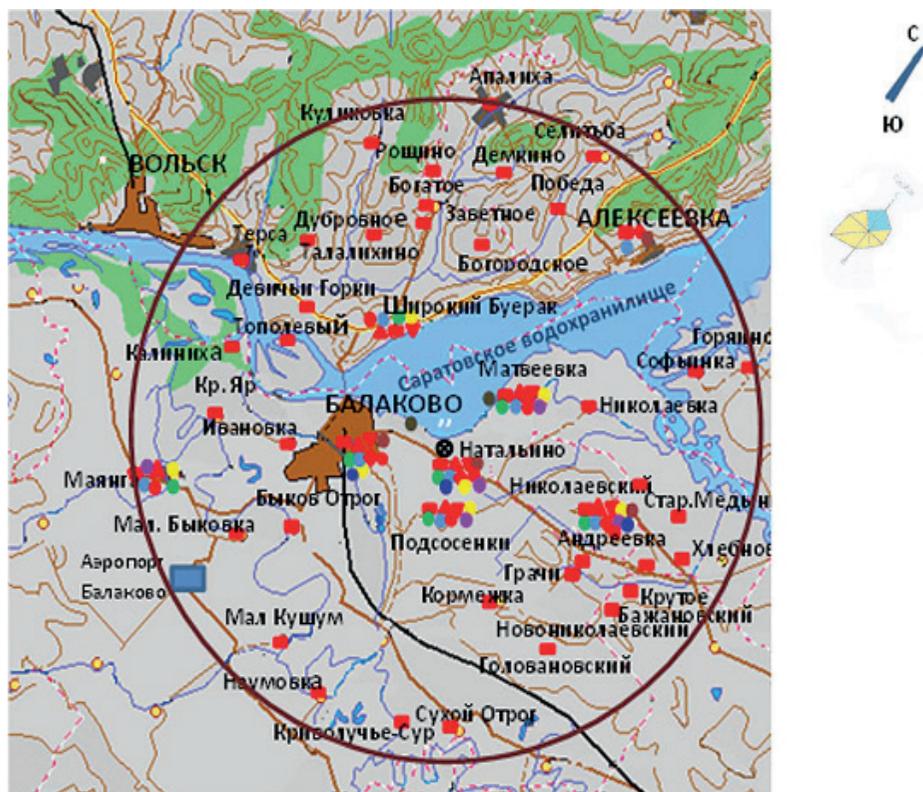


Рис. 3.1.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- – наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения;
- – измерение накопленной дозы γ -излучения;
- ▲ – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб снега;
- – отбор проб почвы;
- – отбор проб луговой растительности;
- ◆ – отбор проб воды поверхностных водоемов;
- – отбор проб продуктов питания местного производства;
- – отбор проб донных отложений;
- – отбор проб водной растительности;
- – отбор проб рыбы;
- ⊗ – Балаковская АЭС.

Таблица 3.1.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^3H	$5,3 \cdot 10^{14}$	$2,07 \cdot 10^{13}$	$1,97 \cdot 10^{13}$	$+1,0 \cdot 10^{12}$
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^7$	$5,04 \cdot 10^6$	$+5,5 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$7,37 \cdot 10^7$	$7,27 \cdot 10^7$	$+1,0 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^6$	$7,44 \cdot 10^5$	$+2,8 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$3,06 \cdot 10^6$	$2,01 \cdot 10^6$	$+1,1 \cdot 10^6$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	$2,29 \cdot 10^{13}$	$1,76 \cdot 10^{13}$	$+5,3 \cdot 10^{12}$

Он представляет собой отгороженное дамбой водохранилище длиной 6,8 км, шириной 2,6 км и средней глубиной 5,75 м. Вода водоема-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Равномерность теплового использования водоема-охладителя обеспечивается струенаправляющей дамбой. Длина дамбы 5,5 км. Восполнение потерь воды водоема-охладителя производится за счет вод Саратовского водохранилища с помощью береговой насосной подпитки пруда-охладителя с расходом $66 \cdot 10^6$ м³/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 2017 г. на Балаковской АЭС было отведено $5,6 \cdot 10^9$ м³ сточных вод в водоем-охладитель. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2016–2017 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 3.1.2.

Таблица 3.1.2

Сбросы радионуклидов с жидкими стоками в водоем-охладитель на Балаковской АЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
³ H	$4,3 \cdot 10^{14}$	$2,69 \cdot 10^9$	$2,39 \cdot 10^9$	$+3,0 \cdot 10^8$
⁵⁴ Mn	$1,6 \cdot 10^{10}$	$1,29 \cdot 10^6$	$1,15 \cdot 10^6$	$+1,4 \cdot 10^5$
⁶⁰ Co	$1,4 \cdot 10^9$	$1,29 \cdot 10^6$	$1,15 \cdot 10^6$	$+1,4 \cdot 10^5$
⁹⁰ Sr	$3,6 \cdot 10^8$	$2,69 \cdot 10^6$	$2,39 \cdot 10^6$	$+3,0 \cdot 10^5$
¹³⁴ Cs	$3,0 \cdot 10^9$	$1,29 \cdot 10^6$	$1,15 \cdot 10^6$	$+1,4 \cdot 10^5$
¹³⁷ Cs	$8,4 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^6$	$1,15 \cdot 10^6$	$+1,4 \cdot 10^5$

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на 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 число этих радионуклидов также входят ⁵¹Cr, ⁵⁹Fe, ⁵⁸Co, ⁶⁵Zn, ⁸⁹Sr, ⁹⁵Zr, ¹⁰³Ru, ¹⁰⁶Ru, ¹³¹I, ¹⁴¹Ce, ¹⁴⁴Ce. Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял около 2,4 % от допустимого сброса.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) и лаборатория автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЛАСКРО) отдела радиационной безопасности (ОРБ) Балаковской АЭС, а в 100-км зоне – Приволжское УГМС.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 3.1.1. В 2017 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений:

– мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) в 30-км зоне Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 22 датчиков автоматизированной системы мониторинга

радиационной обстановки (АСМРО) и прямой съемки γ -фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;

– годовой поглощенной дозы во всех населенных пунктах, входящих в 30-км зону, с помощью дозиметров ДТУ-02 с термолуминесцентными детекторами ТЛД-500К;

– суммарной β -активности радионуклидов ($\Sigma\beta$) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных 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 2017 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 с помощью электровентилятора 12ЦСТ-34 производительностью до 1200 м³/ч через фильтр ФПП-15 с экспозицией 30±2 суток. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные кюветы из нержавеющей стали размером 50×50 см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2–3 м от поверхности земли.

Для измерения содержания в пробах $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr использовалась малофоновая установка УМФ-2000Д и бета-спектрометр «Прогресс». Радионуклидный состав и содержание радионуклидов в объектах окружающей среды определялся на полупроводниковом γ -спектрометре с детектором фирмы ОЧГ (20 %). Активность трития в воде определялась с помощью жидкостинцилляционного спектрометра 1414 Guardian с минимально детектируемой активностью 25 Бк/л при времени измерения 600 мин.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС в 100-км зоне Балаковской АЭС показана на рис. 3.1.2. В 2017 г. в этой зоне действовали 6 стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 ч) наблюдений за МЭД, 3 пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Саратовского водохранилища в районе г. Балаково (пробы воды отбирались в Саратовском водохранилище 6 раз в год).

Измерения МЭД проводились Приволжским УГМС дозиметрами ДРГ-01Т, для измерения содержания $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных выпадений использовался радиометр РУБ-01П. Гамма-спектрометрический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад от АЭС, по данным ОРБ представлены в табл. 3.1.3. В таблице также представлены данные ФГБУ «НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР за 2016 г. [2] и 2017 г. Из табл. 3.1.3 видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте увеличилась в 9 – 13 раз по сравнению с 2016 г., а также была в 7-14 раз выше средневзвешенного значения объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР (13,8·10⁻⁵ Бк/м³).

Таблица 3.1.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2017 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
Балаково	с	12	12	10	10	9	10	6	7	7	13	8	6	9	26
	м	18	23	19	20	14	20	10	11	16	27	26	13	27	85

Из табл. 3.1.4 видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в г. Балаково уменьшилась в 2,9 раза по сравнению с 2016 г., а также была в 1,5 раза ниже средневзвешенного значения объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе по Центру ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Результаты измерений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2017 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 3.1.5. Из табл. 3.1.5 видно, что в г. Балаково, расположенном в 30-км зоне, и в г. Пугачеве, расположенном в 100-км зоне АЭС, среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений были в 2,5 и 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 сентябре и составляли 0,83 Бк/м²-сутки.

Таблица 3.1.5

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2017 г., Бк/м²-сутки (данные Приволжского УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Сумма, Бк/м ² -год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
Пугачев	с	0,26	0,23	0,23	0,22	0,23	0,25	0,21	0,26	0,25	0,27	0,26	0,27	99	157
	м	0,36	0,33	0,32	0,32	0,35	0,36	0,30	0,35	0,48	0,38	0,33	0,41		
Балаково	с	0,37	0,35	0,36	0,36	0,33	0,32	0,29	0,34	0,44	0,36	0,36	0,42	131	198
	м	0,65	0,65	0,60	0,67	0,83	0,54	0,45	0,57	0,83	0,67	0,60	0,80		
Приволжское УГМС	с	0,86	0,85	0,73	0,78	0,81	0,76	0,79	0,77	1,10	1,20	0,96	0,93	321	333

По данным ОРБ Балаковской АЭС, среднегодовые $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в СЗЗ составляли 0,13 Бк/м²-сутки, в ЗН – 0,22 Бк/м²-сутки, а в контрольном пункте – 0,43 Бк/м²-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 пункте в квадрате со стороной 10 м отбиралось 5 образцов почвы размером 15×15 см на глубину 5 см. Корни и посторонние включения удалялись.

Данные о содержании радионуклидов в почве в 30-км зоне по данным ОРБ Балаковской АЭС представлены в табл. 3.1.6. Из табл. 3.1.6 видно, что в 2017 г. содержание ¹³⁷Cs в почве СЗЗ и КП меньше минимально детектируемой активности (<0,1 кБк/м²), а в ЗН составляет 0,13 кБк/м². Содержание в почве ⁶⁰Co и ¹³⁴Cs было ниже МДА, которая составляет 0,1 кБк/м².

Вода, донные отложения

Отбор проб воды для определения объемной активности радионуклидов производился: в р. Волге напротив Балаковской АЭС, выше и ниже по течению относительно места расположения АЭС; в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в месте водозабора охлаждающей воды, в месте

сброса охлаждающей воды и в акватории стана рыбаков. При отборе проб воды выбирались участки, свободные от водорослей и других предметов, прикосновение к которым могло бы привести к взмучиванию ила. Объем пробы воды составлял 20 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи.

Таблица 3.1.6

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

Пункты контроля	Σβ			¹³⁷ Cs			⁶⁰ Co		
	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет
Почва, кБк/м²									
СЗЗ (Натальино, промплощадка)	-	-	-	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	< 0,1
ЗН	-	-	-	0,13	0,18	0,24	<0,1	<0,1	< 0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	<0,1	0,13	0,19	<0,1	<0,1	< 0,1
Вода открытых водоемов, мБк/л									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	304	262	247	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	254	216	235	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (акватория)	320	285	264	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, напротив Балаковской АЭС	76	96	78	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, выше по течению от АЭС (контр. пункт)	69	89	88	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
р. Волга, 1 км ниже АЭС	57	77	69	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Донные отложения, Бк/кг сырой массы									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	< 1,0	4,1	-	< 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	-
Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы									
Зерновые	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Овощи	-	-	-	< 0,35	< 0,35	-	-	-	-
Рыба	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Мясо	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Молоко	-	-	-	< 0,05	< 0,05	-	-	-	-
Грибы	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ягоды	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечания: допустимая удельная активность для ¹³⁷Cs 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.

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

Содержание $\Sigma\beta$ и γ -активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 3.1.6. По сравнению с 2016 г. содержание $\Sigma\beta$ в водах контролировавшихся водоемов изменилось незначительно и было значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

Средняя за последние 5 лет объемная $\Sigma\beta$ в воде пруда-охладителя примерно в 3 раза выше, чем в р. Волге. Содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в воде открытых водоемов было ниже МДА. С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоемов, кроме техногенных γ -активных радионуклидов и $\Sigma\beta$, контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объемная активность трития в обследованных водоемах в 2017 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [3] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе (сбросной канал) объемная активность трития составляла 82 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л). Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 48 раз выше среднего значения для рек России (1,7 Бк/л).

По данным ФГБУ «НПО «Тайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) немного повысилась по сравнению с 2016 г. и составляла 1,7 Бк/л, что не превышает среднего значения для рек России (1,7 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 3.1.6 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС. Удельная активность и ^{137}Cs , и ^{60}Co в 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}Cs , ^{60}Co и трития в питьевой воде в 2017 г., так же как и в 2016 г., была ниже МДА, которая составляет для ^{137}Cs 12 мБк/л, для ^{60}Co – 14 мБк/л, для трития – 25 Бк/л, и значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3]

Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде составляла 59 Бк/м³ в г. Балаково, 47 Бк/м³ в с. Натальино и 55 Бк/м³ на АЭС.

Отбор проб воды из наблюдательных скважин производился специальным пробоотборником, представляющим собой стакан из нержавеющей стали с утяжеленным дном. Перед непосредственным взятием пробы замерялся уровень воды в скважине и извлекалось 2–3 объема воды, находящейся в стволе скважины. Объем пробы грунтовых вод составлял 3 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи. Отбор проб воды на определение объемной $\Sigma\beta$ и активности γ -излучающих радионуклидов из скважин глубиной 15 м (первого водоносного горизонта) в районе спецкорпуса, в районе ХТРО, блоков № 1-4 и брызгальных бассейнов проводился ежеквартально. Один раз в год (в паводковый период) проводились контрольные отборы и измерения объемной активности γ -излучающих радионуклидов из наблюдательных скважин глубиной 25 м (второго водоносного горизонта). Как следует из результатов проведенного анализа, объемная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co была ниже МДА во всех контрольных скважинах. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в воде контрольных скважин в 2017 г. 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) [3].

Продукты питания местного производства

Удельная активность ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств приведена в табл. 3.1.6. Пробы сельскохозяйственной продукции в зоне наблюдения АЭС отбирались один раз в год: мясо (не менее 3 кг) и молоко (10 л) крупного рогатого скота – во время пастбищного сезона; овощи, корнеплоды и зерновые культуры – непосредственно перед или во время уборки урожая. Из табл. 3.1.6 видно, что содержание ^{137}Cs во всех видах сельскохозяйственной продукции, производимой в 30-км зоне АЭС, значительно ниже допустимых удельных активностей по СанПиН-01 [4].

Пробы рыбы отбирались один раз в год во время планового вылова промысловых рыб. Общая масса пробы составляла не менее 3 кг. Удельная активность ^{137}Cs в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в 2017 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01[4].

Радиационный фон на местности

По данным стационарной сети Приволжского УГМС, в 2017 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,16 мкЗв/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 0,11 до 0,19 мкЗв/ч. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 0,12–0,13 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний глобального γ -фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

По данным АСКРО Балаковской АЭС и измерений МЭД на регламентных маршрутах, значения МЭД колебались от 0,08 до 0,17 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 0,62 до 0,91 мГр, а в контрольном пункте Маянга значение годовой дозы на местности составляло 0,74 мГр.

По результатам расчетов ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС по методике [5], среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, от ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2000–2017 годы составил $8,6 \cdot 10^{-7}$; среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга) – $3,0 \cdot 10^{-7}$ (табл. 3.1.7).

Таблица 3.1.7

Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Балаковской АЭС, при поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм человека различными путями

Путь облучения	Риск					
	ЗН		КП		Вклад АЭС	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Ингаляция	$1,9 \cdot 10^{-12}$	$4,8 \cdot 10^{-12}$	$9,8 \cdot 10^{-13}$	$8,2 \cdot 10^{-13}$	$9,3 \cdot 10^{-13}$	$4,0 \cdot 10^{-12}$
Продукты питания	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Внешнее облучение от почвы	$2,3 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-11}$	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$1,4 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$7,6 \cdot 10^{-12}$
Сумма	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$4,3 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск	$8,6 \cdot 10^{-7}$		$3,0 \cdot 10^{-7}$		$5,6 \cdot 10^{-7}$	

Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой суммарный риск для населения ЗН от ^{137}Cs и ^{90}Sr за указанный период времени составил $5,6 \cdot 10^{-7}$ (65 % от общего воздействия

данных радионуклидов «станционного» и «фонового» происхождения), и не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

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

В целом анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что содержание контролируемых радионуклидов в большинстве объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС находится практически на уровне фоновых значений.

3.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов

Белоярская АЭС (БАЭС) расположена в 42 км к востоку от г. Екатеринбургa на восточном берегу Белоярского водохранилища, созданного на р. Пышме в качестве водоема-охладителя, и в 3 км к северу от г. Заречный.

В настоящее время на БАЭС эксплуатируются два энергоблока: энергоблок № 3 (вторая очередь) мощностью 600 МВт с реактором на быстрых нейтронах корпусного типа БН-600 с жидкометаллическим теплоносителем (введен в эксплуатацию в апреле 1980 г.) и энергоблок №4 с реактором БН-800, который введен в промышленную эксплуатацию 31 октября 2016 г. 26 ноября 2010 г. была принята в эксплуатацию модернизированная система радиационного контроля (СРК) энергоблока № 3 БАЭС. Энергоблоки № 1 и 2 первой очереди с реакторами на тепловых нейтронах типа АМБ остановлены в 1981 и 1989 гг. соответственно и в настоящее время находятся в стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

БАЭС расположена в зоне умеренно холодного, резко континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь – со среднемесячными температурами от $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой от $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс в районе расположения АЭС определяют неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Согласно данным метеостанции, установленной на блоке № 3 на высоте 75 м, преимущественными в районе БАЭС являются ветры от южного до западного направлений. Среднегодовая скорость ветра на высоте 75 м в 2017 г. составляла 3,0 м/с, максимальная скорость – 17,0 м/с в юго-западном направлении.

Граница СЗЗ (радиусом 3–5 км) включает (рис. 3.2.1) границы землеотводов под промплощадки блоков № 1, 2, 3, 4, территорию Ольховской болотно-речной системы (Ольховское болото и р. Ольховка) с учетом земель шириной 20 м по обе стороны от трубопроводов ХФК, а также частично г. Заречный (наиболее крупный населенный пункт, входящий в зону наблюдения: численность населения – 31,2 тыс. человек, 19 % которого составляют дети). Зона наблюдения включает территорию радиусом 13 км от вентиляционной трубы энергоблока № 3, а также всю территорию поселков Гагарский и Белоярский. Поселок Белоярский – второй по размеру населенный пункт зоны наблюдения: численность населения – 14,8 тыс. человек, 20 % – дети.

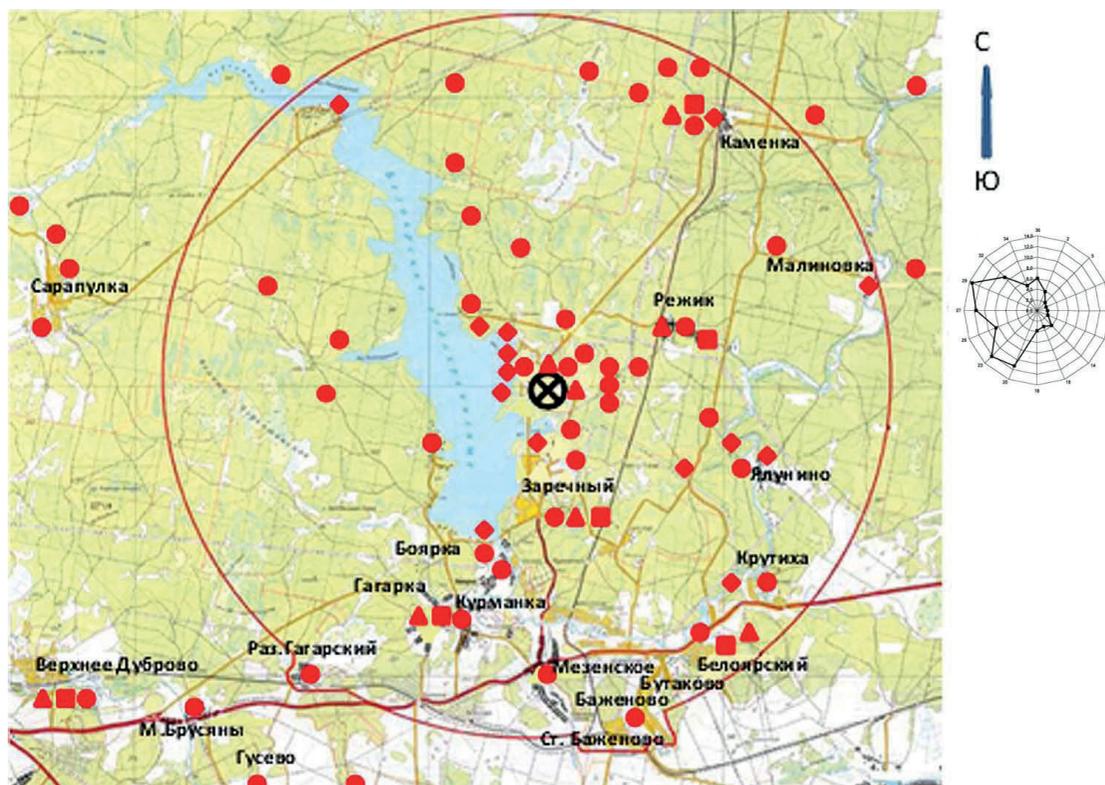


Рис. 3.2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

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

В г. Заречном расположен 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 бассейного типа ИВВ-2М мощностью 15 МВт (эксплуатируется с 1966 г.), производит радионуклиды медицинского и промышленного назначения для внутренних и зарубежных поставок. Территории ИРМ и БАЭС примыкают друг к другу.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвuki, воздух из помещений зоны контролируемого доступа) после прохождения необходимой очистки производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков № 1, 2, 3, 4 высотой 100 м (высота вентиляционной трубы спецкорпуса на энергоблоке № 4 – 70 м). В табл. 3.2.1 приведены данные об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2017 г. и для сравнения – в 2016 г. Из приведенных в табл. 3.2.1 данных видно, что в 2017 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу ИРГ уменьшились в 5,8 раза по сравнению с 2016 г., а выбросы ^{60}Co и ^{137}Cs – увеличились в 2,6 и 1,1 раза соответственно. Выбросы составляли от 0,027 % до 0,49 % от допустимых выбросов. Выбросы ^{24}Na , ^{131}I и ^{134}Cs были ниже минимально детектируемых.

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

два порядка, ^{137}Cs – на порядок. Поскольку предприятия расположены рядом, разделить влияние их выбросов на радиоактивное загрязнение окружающей среды прилегающих территорий не представляется возможным. Поэтому все приведенные далее данные о радиоактивном загрязнении, обусловленном выбросами радионуклидов, следует рассматривать как результат совместного влияния БАЭС и ИРМ.

Таблица 3.2.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$7,40 \cdot 10^9$	$2,03 \cdot 10^5$	$7,70 \cdot 10^4$	$+1,26 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$7,86 \cdot 10^6$	$7,00 \cdot 10^6$	$+8,60 \cdot 10^5$
ΣИРГ	$3,75 \cdot 10^{14}$	$1,85 \cdot 10^{12}$	$1,08 \cdot 10^{13}$	$-8,95 \cdot 10^{12}$

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

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

Дебалансные промышленные воды и хозяйственные стоки промплощадки АЭС направляются на самостоятельные очистные сооружения и после оценки удельной активности сбрасываются в ХФК и далее в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции). В это же болото удаляются воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Из Ольховского болота через р. Ольховку сбросные воды БАЭС попадают в р. Пышму.

Частичный сброс слаборадиоактивных жидких стоков в водоем-охладитель (Белоярское водохранилище) осуществляется через промливневый канал (ПЛК). На расстоянии около 0,5 км от него вниз по течению расположен водозаборный канал, через который производится забор воды из водоема для систем охлаждения АЭС. Еще ниже (2–2,5 км) располагается водосбросной (теплый) канал, по которому вода после прохождения через системы охлаждения сбрасывается в водоем. В 0,5 км от БАЭС в сторону верховья водохранилища расположен еще один канал («нагорная канава») общей протяженностью около 1,5–2 км, дренирующий территорию вокруг АЭС. Он берет свое начало у водоочистных сооружений, далее в него сливаются воды из котельной БАЭС. Этот канал является ответвлением канала, окружающего АЭС, поэтому его называют обводным [8].

Годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2017 г. не превышали установленных нормативов. В 2017 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял 62728 м^3 (в 2016 г. – 96663 м^3) с суммарной активностью $2,6 \cdot 10^{11} \text{ Бк}$ (в 2016 г. – $4,9 \cdot 10^{11} \text{ Бк}$), что не превышает 1,6 % 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 – $2,6 \cdot 10^{11}$ Бк. Из табл. 3.2.2 видно, что в 2017 г. сбросы ^{90}Sr увеличились в 4,4 раза по сравнению с 2016 г.; сбросы остальных нуклидов уменьшились или остались на уровне прошлого года. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на два – четыре порядка ниже допустимых величин.

Таблица 3.2.2

Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{54}Mn	$2,5 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$	$-9,0 \cdot 10^5$
^{58}Co	$3,7 \cdot 10^9$	$7,4 \cdot 10^5$	-	$+7,4 \cdot 10^5$
^{60}Co	$9,0 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^6$	0
^{90}Sr	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,4 \cdot 10^8$	$3,2 \cdot 10^7$	$+1,1 \cdot 10^8$
^{137}Cs	$1,7 \cdot 10^{10}$	$7,5 \cdot 10^7$	$9,5 \cdot 10^7$	$-2,0 \cdot 10^7$
$^{152}\text{Eu} + ^{154}\text{Eu}$	$1,0 \cdot 10^9$	$4,1 \cdot 10^6$	$3,1 \cdot 10^6$	$+1,0 \cdot 10^6$
^3H	$7,7 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{11}$	$4,9 \cdot 10^{11}$	$-2,3 \cdot 10^{11}$

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 30-км зоне вокруг БАЭС проводится отделом радиационной безопасности (ОРБ) БАЭС во взаимодействии с Центром гигиены и эпидемиологии № 32 ФМБА России, Росгидрометом, Институтом экологии растений и животных Уральского отделения РАН. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС и ИРМ проводятся Уральским УГМС.

В 2017 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 и на промплощадке – непрерывно. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15 с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 производительностью $140\text{--}500 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в 7 пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью $0,25 \text{ м}^2$ 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 болоте, питьевой воде, грунтовых водах в контрольных скважинах вокруг объектов, являющихся потенциальными источниками поступления радионуклидов в подземные воды;
- содержание радионуклидов в сельхозпродукции, производимой в окрестностях АЭС;
- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности в 8 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 ДПП-03), установленных на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. Замена дозиметров производится в октябре – ноябре, время экспозиции – 1 год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой γ -спектрометрической установки «Ortec», жидкостного сцинтилляционного счетчика «Guardian», малофоновых установок УМФ-3, УМФ-1500, α - и β -радиометра УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и γ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределенностью $\pm(20-45)\%$.

Уральское УГМС в 2017 г. проводило следующие систематические наблюдения (схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30-км и в 100-км зонах радиационно опасных объектов (РОО) приведена на рис. 3.2.2 (а, б)):

– за объемной активностью радионуклидов в приземном слое воздуха в п. Верхнее Дуброво путем ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5;

– за радиоактивностью атмосферных выпадений в 100-км зоне в 23 пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией, восемь из которых расположены в 30-км зоне;

– за содержанием радионуклидов в воде Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;

– за содержанием радионуклидов в снежном и растительном покрове в 10 пунктах, расположенных в (10–15)-км зоне РОО;

– за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения каждые 3 часа в 100-км зоне в 25 стационарных пунктах, 8 из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на 6 постах в Екатеринбурге, кроме того, в марте и августе в пунктах отбора проб снега и растительности, а также при проведении маршрутных обследований (в апреле и сентябре) в 10 пунктах (10–15)-км зоны РОО (база отдыха «Золотая рыбка», база отдыха «Ласточка», Каменка, Малые Брусняны, Мезенское, Мельзавод, Папанинцево, Режик, Становая, Учхоз).

Здесь следует отметить, что юго-восточный сектор 100-км зоны вокруг РОО от 50 до 100 км является частью Восточно-Уральского радиоактивного «стронциевого» следа, образовавшегося в 1957 г. в результате взрыва емкости с РАО на ПО «Маяк» (пп. Камышлов, Богданович, Байны, Каменск-Уральский, Рыбниковское). Поэтому для изучения влияния РОО на загрязнение техногенными радионуклидами окружающей среды более корректно ограничиться 30-км зоной, хотя и в этом случае не исключено влияние ВУРС за счет ветрового переноса радиоактивной пыли с загрязненных территорий.

Приземная атмосфера

Данные ОРБ БАЭС за 2017 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном слое воздуха СЗЗ и ЗН представлены в табл. 3.2.3. Согласно этим данным в 2017 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы СЗЗ и ЗН уменьшилась в 1,9 и 1,8 раза соответственно по сравнению с 2016 г., при этом объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН была в 2,0–2,3 раза выше, чем в контрольном пункте В. Дуброво. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2017 г. в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте также остались на уровне 2016 г. и были на семь порядков ниже $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$ по НРБ-99/2009 [3] (для ^{137}Cs – 27 Бк/м³).

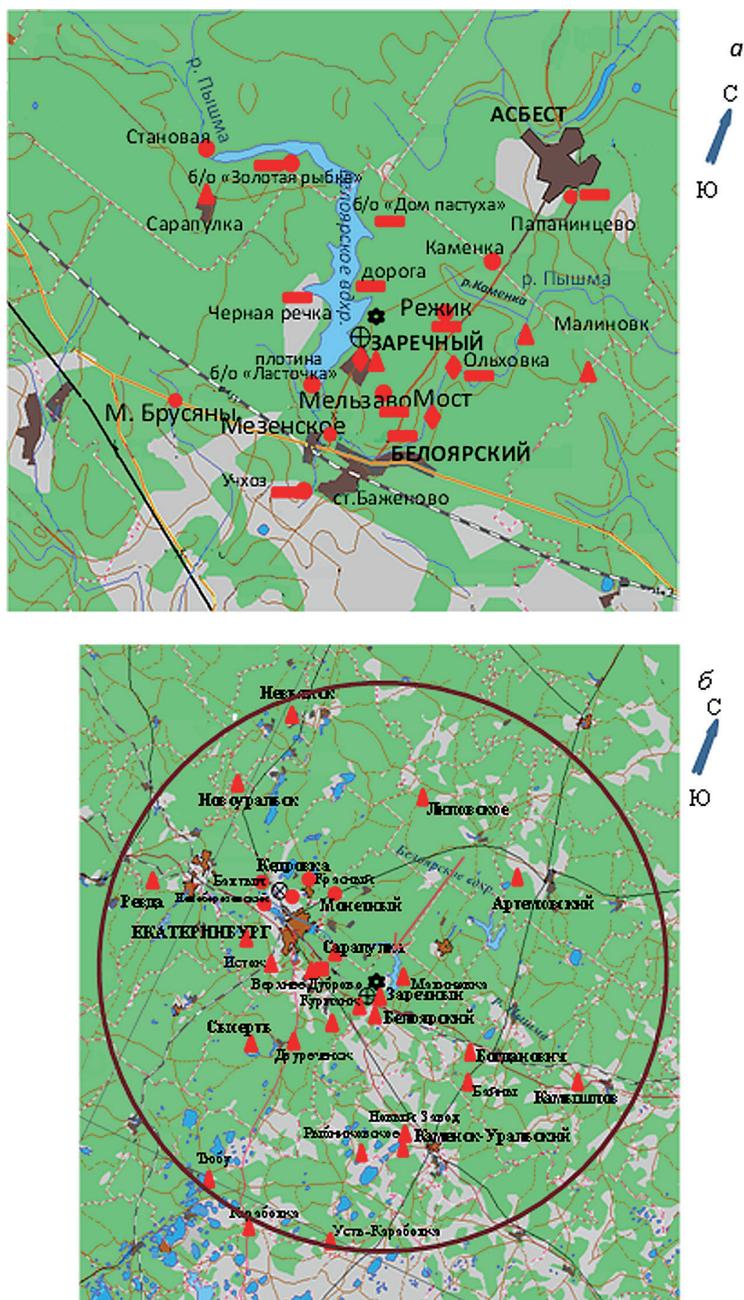


Рис. 3.2.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- – отбор проб снега и травы;
- ◆ – отбор проб воды;
- – измерение МЭД во время проведения маршрутных обследований;
- ⊛ – БАЭС;
- ⊕ – ИРМ.

Объемные активности ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}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/м³. В табл. 3.2.4 приведены

среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$, ^{90}Sr и ^{137}Cs в воздухе п. В. Дуброво, расположенном в 18 км на юго-запад от БАЭС (рис. 3.2.2), по данным Уральского УГМС.

Таблица 3.2.3

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

Место отбора проб	$\Sigma\beta, \cdot 10^{-5}$		$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
СЗЗ	11,7	21,8	<14	<14
ЗН	9,9	17,9	<19	<14
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	5,0	8,1	<15	<14

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. В. Дуброво в 2017 г. колебалась в пределах от $13,0 \cdot 10^{-5}$ до $47,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в п. В. Дуброво в 2017 г. ($24,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) находилась на уровне 2016 г. и в 1,3 раза превышала средневзвешенное значение по РФ ($19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В 2017 году был зарегистрирован один случай превышения фонового значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 5 и более раз.

Таблица 3.2.4

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг РОО) (данные Уральского УГМС)

Месяц	$\Sigma\beta, 10^{-5}$ Бк/м ³		$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$ Бк/м ³		$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$ Бк/м ³	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Январь	27,9	48,8	0,8	3,0	} 2,8	} 3,0
Февраль	36,1	24,9	1,3	3,4		
Март	22,0	14,6	1,5	3,2		
Апрель	17,6	15,8	0,5	2,6	} 5,0	} 3,6
Май	17,3	23,7	0,6	1,1		
Июнь	16,9	17,4	0,4	29,0		
Июль	22,7	19,9	4,5	8,1	} 4,5	} 3,9
Август	21,5	26,1	5,7	6,0		
Сентябрь	13,0	19,1	3,6	8,0		
Октябрь	47,1	16,7	5,7	1,6	} 6,7	} 4,0
Ноябрь	31,5	46,2	3,3	3,1		
Декабрь	24,2	30,2	9,8	0,8		
Среднее	24,8	25,3	3,1	5,8	4,8	3,6

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2017 г. в воздухе п. В. Дуброво уменьшилась в 1,9 раза по сравнению с уровнем 2016 г. и составляет $3,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (табл. 3.2.4), что в 1,9 раза выше средневзвешенного значения по РФ ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в этом пункте увеличилась в 1,3 раза по сравнению с уровнем 2016 г. и составляла $4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 3,4 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ ($1,42 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные наблюдений Уральского УГМС за $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 30-км и 100-км зонах РОО приведены в табл. 3.2.5. По сравнению с 2016 г. $\Sigma\beta$ выпадений в этих зонах немного увеличилась (до $0,7$ Бк/м²-сутки) и была на уровне фоновых значений для Уральского региона ($0,7$ Бк/м²-сутки). Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне $0,6$ – $0,8$ Бк/м²-сутки. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. было зарегистрировано в феврале в г. Екатеринбург и составило $6,4$ Бк/м²-сутки, что в 9,1 раза выше фона по Уральскому региону.

Таблица 3.2.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений
в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС, Бк/м²-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	0,4	0,5	0,6	0,4	0,7	1,1	0,6	0,7	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6
	м	1,2	1,4	2,5	1,4	4,0	2,9	2,6	4,3	3,0	1,8	1,4	1,5	
Верхнее Дуброво	с	0,6	0,7	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6	0,9	0,8	0,6	0,9	0,6
	м	5,3	5,2	1,5	1,9	2,1	2,3	2,1	2,2	2,8	2,7	1,9	4,3	
Двуреченск	с	0,6	0,4	0,7	0,7	0,6	0,9	0,8	0,7	0,8	1,1	0,8	0,8	0,7
	м	1,5	1,1	1,6	1,9	4,9	4,1	3,6	1,7	3,5	3,8	1,8	1,9	
Исток	с	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,8	1,1	0,6	1,3	0,6	0,6	0,7	0,7
	м	4,4	3,8	5,4	2,3	4,0	1,7	3,6	2,0	4,8	2,2	1,4	2,9	
Заречный	с	0,6	0,6	0,4	0,8	0,7	0,7	1,0	0,6	1,0	1,1	0,9	0,8	0,7
	м	2,1	2,7	1,0	3,2	4,0	3,7	4,7	1,8	3,9	2,7	3,4	2,0	
Курманка	с	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,5	0,7	0,6
	м	4,7	1,5	1,6	2,0	1,9	3,2	3,8	1,9	4,1	2,3	1,5	1,7	
Ялунина	с	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	1,0	0,5	0,6
	м	1,3	1,0	1,0	1,3	2,8	2,7	3,0	2,1	5,4	3,4	4,3	1,1	
Сарапулка	с	0,4	0,4	0,5	0,4	1,5	1,1	0,8	0,6	0,8	1,0	0,7	1,1	0,8
	м	1,0	1,3	1,3	1,7	3,8	3,5	4,4	2,2	3,4	3,2	2,0	4,2	
Среднее:	2017 г.	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7
	2016 г.	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
100-км зона														
Артемовский	с	0,5	0,5	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	1,3	1,1	0,8	0,7
	м	1,3	1,4	1,3	1,2	2,1	1,6	1,4	1,9	4,2	3,7	5,0	3,2	
Байны	с	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	1,1	0,6
	м	1,6	2,8	1,3	2,2	2,8	3,0	3,3	2,0	2,2	1,8	1,1	3,0	
Богданович	с	0,7	0,3	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,4	1,0	0,6	0,6	0,6	0,6
	м	3,4	1,0	1,3	2,4	3,5	3,0	1,5	1,2	3,4	1,7	2,7	1,9	
Екатеринбург	с	0,9	0,9	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	1,1	1,0	0,9	0,6	0,7	0,7
	м	2,8	6,4	1,8	2,2	3,4	2,0	1,7	2,4	4,2	2,0	1,1	2,0	
Каменск-Уральский	с	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	1,1	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,6
	м	1,1	2,2	2,6	0,9	1,4	3,7	2,4	2,0	2,6	2,4	2,5	4,5	
Камышлов	с	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	1,0	0,6	0,6
	м	3,7	1,4	1,7	2,5	3,1	2,1	3,0	1,7	2,1	3,0	3,7	1,0	
Караболка	с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9	0,9	0,7	0,7	0,6
	м	1,0	0,9	0,8	1,2	1,2	1,2	1,5	1,1	3,7	2,9	1,8	1,3	
Липовское	с	0,6	0,4	0,6	0,3	0,7	1,0	0,8	0,7	0,9	0,5	0,6	0,7	0,7
	м	2,8	1,3	1,8	1,6	2,0	3,2	2,9	1,5	4,2	2,2	1,6	1,9	
Невьянск	с	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,9	0,5	0,7	0,7	0,6
	м	2,4	1,9	2,9	1,1	1,9	1,5	2,6	1,3	3,1	1,8	1,9	2,8	
Новоуральск	с	0,4	0,6	0,6	0,4	0,9	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	0,6	1,0	0,7
	м	3,2	2,3	2,0	1,5	2,2	2,1	3,2	1,8	4,7	3,5	1,6	2,5	
Ревда	с	0,9	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
	м	2,8	2,0	3,2	1,5	2,1	1,9	3,6	4,7	5,6	3,6	2,0	2,2	
Рыбниковское	с	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,9	1,0	0,6	0,6	0,8	0,6
	м	1,2	1,6	1,0	2,4	3,7	3,0	1,9	3,2	3,1	1,7	1,5	2,1	
Сысерть	с	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,9	0,7	0,5	1,0	0,7	0,6
	м	1,6	4,2	1,1	1,6	4,4	1,3	1,6	2,6	3,7	1,0	4,2	1,7	
Тюбук	с	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9	1,1	0,8	0,7	0,8	0,7
	м	1,0	1,2	0,9	1,4	1,3	1,4	1,3	2,7	3,9	2,7	1,6	1,5	
Среднее:	2017 г.	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7
	2016 г.	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
Фон для Уральского региона:														
	2017 г.	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
	2016 г.	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6

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 0,7 Бк/м²-сутки.

В табл. 3.2.6 и 3.2.7 приведены величины выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах 30-км и 100-км зон вокруг РОО по данным Уральского УГМС. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для Уральского региона. Из данных табл. 3.2.6 следует, что средняя величина годовых выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км и 100-км зонах РОО в 2017 г. немного уменьшились по сравнению с 2016 г., а максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs наблюдались в п. Караболка (2,3 Бк/м²-год).

Таблица 3.2.6

Выпадения из атмосферы ¹³⁷Cs в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС в 2017 г., Бк/м²-год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Сумма, Бк/м ² -год
30-км зона	
Белоярский	2,0
Верхнее Дуброво	1,2
Двуреченск	1,8
Заречный	1,4
Исток	1,5
Курманка	1,2
Ялунина	0,9
Сарапулка	1,5
Среднее: 2017 г.	1,4
2016 г.	1,6
100-км зона	
Байны	1,0
Богданович	1,3
Каменск-Уральский	1,7
Камышлов	1,7
Караболка	2,3
Новоуральск	1,7
Рыбниковское	2,2
Тюбук	2,2
Среднее: 2017 г.	1,6
2016 г.	1,7
Фон для Уральского региона: 2017 г.	2,4
2016 г.	0,2

Среднегодовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 3.2.7) в 2017 г. увеличились в 8,3 раза по сравнению с 2016 г. и составляли 6,6 Бк/м²-год, что в 2,1 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона (3,1 Бк/м²-год). Максимальные выпадения ⁹⁰Sr наблюдались в п. Верхнее Дуброво (11,5 Бк/м²-год). Средняя величина годовых выпадений ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2017 г. составляла 6,8 Бк/м²-год.

Выпадения ¹³⁷Cs в СЗЗ БАЭС в 2017 г. по данным ОРБ БАЭС были <0,008 Бк/м²-сутки, а выпадения $\Sigma\beta$ составляли 0,20 Бк/м²-сутки. В ЗН выпадения ¹³⁷Cs также были <0,008 Бк/м²-сутки, выпадения $\Sigma\beta$ составляли 0,17 Бк/м²-сутки. Сравнение этих данных с данными 2016 г. показывает, что годовые выпадения ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН БАЭС изменились незначительно по сравнению с уровнем предыдущего года, а выпадения $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН БАЭС уменьшились в 1,2–1,3 раза.

Таблица 3.2.7

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

Пункт наблюдения	Сумма, Бк/м ² -год
30-км зона	
Белоярский	5,5
Верхнее Дуброво	11,5
Двуреченск	7,4
Заречный	5,5
Исток	7,4
Курманка	5,3
Ялунина	4,6
Сарапулка	5,0
Среднее по зоне: 2017 г.	6,6
2016 г.	0,8
100-км зона	
Байны	6,8
Богданович	6,0
Каменск-Уральский	3,6
Камышлов	5,2
Караболка	8,4
Новоуральск	4,7
Рыбниковское	4,8
Тюбук	6,0
Среднее по зоне: 2017 г.	6,8
2016 г.	0,8
Фон для Уральского региона: 2017 г.	3,1
2016 г.	1,6

Снег, почва, растительность

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях БАЭС приведено в табл. 3.2.8. По данным ОРБ БАЭС, в 2017 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта увеличилось в 1,2–1,6 раза по сравнению с 2016 г., содержание $\Sigma\beta$ в почве СЗЗ, ЗН БАЭС и контрольного пункта – увеличилось в 1,1–1,3 раза.

Таблица 3.2.8

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

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			^{137}Cs		
	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	15,0	14,0	17,7	1,11	0,68	1,15
ЗН БАЭС	21,0	16,0	20,7	0,88	0,56	0,90
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	16,0	12,0	15,4	0,89	0,75	0,92

В табл. 3.2.9 приведены данные Уральского УГМС о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 30-км зоне БАЭС (рис. 3.2.2 а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода. Из табл. 3.2.9 видно, что в 2017 г. максимальная удельная $\Sigma\beta$ в растительности наблюдалась в п. Папанинцево (712,4 Бк/кг в.-с.), а ^{137}Cs – в базе отдыха «Золотая рыбка» (2,77 Бк/кг в.-с.). В остальных точках отбора содержание ^{137}Cs в растительности было в интервале 0,87–1,72 Бк/кг в.-с.

В 2017 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах. В большинстве точек отбора снега $\Sigma\beta$ активность заметно уменьшилась и изменялась в диапазоне от 2,25 до 22,2 Бк/м². Плотность загрязнения снега ¹³⁷Cs в 2017 г. находилась в пределах 0,06–0,39 Бк/м². Максимальное значение плотности загрязнения снега ¹³⁷Cs наблюдалось в п. Черная Речка.

Таблица 3.2.9

**Содержание радионуклидов в снеге и растительности в районе расположения БАЭС
(данные Уральского УГМС)**

Место отбора проб	Плотность загрязнения снега, Бк/м ²				Удельная активность в растительности, Бк/кг в.-с.			
	$\Sigma\beta$		¹³⁷ Cs		$\Sigma\beta$		¹³⁷ Cs	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	2,25	10,5	0,22	0,60	494,3	704,6	2,773	2,792
«Дом пастуха»	9,13	2,93	0,06	н	440,0	879,7	1,718	0,098
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	7,25	8,48	0,35	0,36	380,7	441,7	1,266	0,728
Мельзавод	3,18	14,7	0,29	0,14	485,0	440,8	0,870	0,309
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	12,8	23,3	0,06	0,16	341,8	886,0	0,880	0,817
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	3,81	12,4	0,22	н	433,1	1109,7	1,021	0,323
Папанинцево	7,73	6,8	0,04	0,001	712,4	324,4	0,891	0,247
Режик	2,75	9,4	0,29	0,26	466,2	976,4	0,424	0,430
Учхоз	6,32	48,0	0,28	0,56	335,1	405,9	1,076	0,185
Черная Речка	22,2	115	0,39	0,26	744,6	576,8	0,546	0,338

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Вода и другие объекты водной экосистемы

Контроль питьевой воды из артезианских скважин, расположенных в п. Каменка, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и частично г. Заречного, проводится ОРБ БАЭС ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно с напорного насоса из скважины. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в питьевой воде в 2017 г. составила менее 20 мБк/л, трития – 10,0 Бк/л, что значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для ¹³⁷Cs – 11 Бк/л, для трития – 7600 Бк/л) [3]. Объемная $\Sigma\beta$ в питьевой воде в 2017 г. составила 0,06 Бк/л, что находится на уровне среднего значения за последние пять лет и значительно ниже контрольной величины 1 Бк/л по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

Мониторинг содержания радионуклидов в водах Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2017 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС и Уральским УГМС. Данные мониторинга приведены в табл. 3.2.10 и 3.2.11.

Таблица 3.2.10

**Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л
(данные Уральского УГМС)**

Пункты отбора проб	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Белоярское вдхр., п. Заречный	15	17	11	8
р. Ольховка	68	72	60	84
р. Пышма (ниже впадения р. Ольховки)	17	19	12	13
р. Кама, с. Тюлькино	13	14	5	3
р. Вишера, с. Рябинино	6	9	6	3
р. Колва, г. Чердынь	6	9	5	16

Согласно данным, представленным в табл. 3.2.10, в 2017 г. содержание ^{90}Sr в воде р. Ольховка немного уменьшилось по сравнению с предыдущим годом. Максимальная объемная активность ^{90}Sr , как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 68 мБк/л, что намного ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] (4,9 Бк/л), но в 11,7 раз выше фонового уровня содержания ^{90}Sr в реках на территории России (5,8 мБк/л).

Таблица 3.2.11

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs , ^3H и $\Sigma\beta$ в поверхностных водах в районе БАЭС (данные ОРБ БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$, Бк/л			^{137}Cs , мБк/л			^3H , Бк/л		
	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет	2017 г.	2016 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,13	0,15	0,18	<20	<20	<20	16,0	22,0	19,1
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,12	0,14	0,16	<20	<20	<20	22,0	27,0	23,8
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	0,15	0,13	0,15	<20	<20	<20	18,0	16,0	18,0
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,16	0,17	0,16	<20	<20	<20	12,0	22,0	15,6
р. Пышма до водозабора	0,15	0,13	0,15	<20	<20	<20	25,0	23,0	21,4

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по данным Уральского УГМС (табл. 3.2.10) в 2017 г. в трёх точках увеличилась по сравнению с предыдущим годом, а в других трёх точках – уменьшилась. Максимальное значение также наблюдалось в р. Ольховке и составляло 60 мБк/л. В указанных пунктах объемные активности ^{137}Cs были на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [3].

Объемная $\Sigma\beta$ воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 3.2.11) в 2017 г. немного уменьшилась по сравнению с предыдущим годом, изменяясь в диапазоне 0,12–0,16 Бк/л, что намного ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3]. Наибольшая объемная $\Sigma\beta$ воды в 2017 г. наблюдалась в верховье Белоярского вдхр.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 3.2.11) в 2017 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 12,0–22,0 Бк/л в Белоярском водохранилище и 18,0–25,0 Бк/л в р. Пышме, что в 7–15 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (1,7 Бк/л), но на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

На содержание трития в Белоярском водохранилище оказывает влияние как БАЭС, так и ИРМ, так как стоки ИРМ и БАЭС соединяются в общий канал. Однако на преимущественный вклад АЭС в загрязнение водоема тритием указывает динамика изменений объемной активности трития в зависимости от функционирования энергоблоков БАЭС. Так в период совместной работы энергоблоков № 1 и 2 БАЭС (до 1981 г.) объемная активность трития в водоеме на разных расстояниях от места сброса составляла 40–75 Бк/л [8]. После остановки энергоблока № 1 в период с 1981 по 1989 г. при совместной работе блоков № 2 и 3 средний показатель объемной активности трития составил 35–55 Бк/л. В последующее время, когда работал только энергоблок № 3, объемная активность трития в воде снизилась в 2 раза (16–22 Бк/л).

В 2017 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. 3.2.12.

Таблица 3.2.12

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

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		^{60}Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	1446	1073	944	917	16,8	22,5
Белоярское вдхр. (заборный канал)	354	388	8,0	8,8	<4,6	<4,4
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	452	549	7,7	6,9	<4,4	<3,5
Залив Худыш	318	386	16	18	<5,2	<6,2
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	310	225	9,9	9,8	<5,8	<3,8
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	392	355	50	47	<4,5	<4,0
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	730	696	491	504	<4,1	<4,6
Середина канала*	737	710	59	58	<5,9	<6,7
Ольховское болото: начало*	941	914	1414	1887	9,5	11,3
середина*	2429	2376	1139	1438	8,6	12,6
конец*	2411	2393	2072	2920	8,8	10,1
р. Ольховка	611	620	834	795	7,5	7,3
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	673	538	40	37	<4,0	<3,2

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

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения РОО основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений ^{137}Cs наблюдалось в месте сброса ПЛК, в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2017 г. удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,94 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,4–2,1 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 0,83 и 0,49 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание ^{60}Co в донных отложениях обследованных экосистем на два порядка ниже содержания ^{137}Cs . Наибольшее содержание ^{60}Co в пробах ила наблюдается там же, где и ^{137}Cs : в Ольховском болоте (8,6–9,5 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (7,5 Бк/кг сырого веса), в точке сброса ПЛК (16,8 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни $\Sigma\beta$ донных отложений, достигающие в середине и в конце Ольховского болота 2,4 кБк/кг сырого веса.

Мониторинг загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется посредством ежеквартального отбора и анализа проб воды из контрольных скважин, расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), хранилища сухих слабоактивных и высокоактивных отходов (ХСО) и др.). Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr 5,3–72,7 Бк/л, превышающие УВ (4,9 Бк/л [3]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Объемная активность ^{90}Sr в большинстве этих скважин в 2017 г. по сравнению с предыдущим годом осталась примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объемные

активности ^{137}Cs 18,6–294 Бк/л, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО, ХСО и СВО. Загрязнение подземных вод ^{137}Cs в данных скважинах осталось примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объемные активности ^{60}Co , превышающие УВ (40 Бк/л), зарегистрированы не были. Самое высокое содержание ^{137}Cs (в 27 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1; ^{90}Sr (в 15 раз превышающее УВ) – в 2017 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 2017 г., как и в предыдущие годы, ОРБ БАЭС и ЦГ и Э № 32 ФМБА России определялась удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства. Пробы овощей и фруктов весом по 3 кг каждая отбирались перед уборкой урожая из коллективных садов г. Заречного. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока. Из результатов измерений (табл. 3.2.13) видно, что в 2017 г. удельная $\Sigma\beta$ в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод, незначительно уменьшилась по сравнению с 2016 г. Удельная активность ^{137}Cs заметно уменьшилась в овощах, корнеплодах, молоке и ягодах, а в грибах и рыбе немного увеличилась. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01 [4]. Сравнительно высокая $\Sigma\beta$ продуктов питания местного производства и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения.

Таблица 3.2.13

Удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства в окрестностях РОО, Бк/кг сырой массы (данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России г. Заречного и ОРБ БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Пшеница*	-	-	<2,0	<2,0
Допустимая уд. акт.	—		70	
Овощи	37	64	0,05	0,18
Корнеплоды	90	106	0,10	0,25
Допустимая уд. акт.	—		120	
Молоко	45	48	0,10	0,26
Допустимая уд. акт.	—		100	
Ягоды	43	43	<0,036	0,14
Допустимая уд. акт.	—		160	
Грибы	61	78	3,00	1,82
Допустимая уд. акт.	—		500	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	81	87	1,51	1,23
Допустимая уд. акт.	—		130	

Примечания: * – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;
 - – измерения не проводились;
 — – нет нормативного уровня.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30-км и 100-км зонах вокруг РОО по данным Уральского УГМС в 2017 г. колебались в пределах 0,09–0,13 мкЗв/ч. Усредненные по зоне наблюдения значения МЭД (0,11 мкЗв/ч) соответствовали γ -фону Уральского региона.

По данным АСКРО БАЭС, мощность дозы γ -излучения в 2017 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 0,05–0,10 мкЗв/ч, в ЗН – 0,06–0,09 мкЗв/ч. При регламентных маршрутных обследованиях МЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляла 0,05–0,07 мкЗв/ч.

Поглощенная доза внешнего γ -облучения, измеряемая в 40-км зоне БАЭС, в 2017 г. увеличилась в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом и в среднем в СЗЗ БАЭС составила 0,64 мЗв, изменяясь в диапазоне 0,53–0,75 мЗв; в ЗН – 0,64 мЗв с диапазоном изменения 0,57–0,67 мЗв.

Для населения, проживающего в ЗН Белоярской АЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [5] (табл. 3.2.14).

Таблица 3.2.14

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия Белоярской АЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2017 гг.

Пути поступления	Радионуклид			Суммарный риск
	^{137}Cs	^{90}Sr	^3H	
Ингаляция	$4,4 \cdot 10^{-11}$	$3,0 \cdot 10^{-10}$	-	$3,5 \cdot 10^{-10}$
Потребление воды	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$7,4 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$
Потребление продуктов питания*	$3,5 \cdot 10^{-8}$	-	-	$3,5 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$1,0 \cdot 10^{-7}$	-	-	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Сумма	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$7,4 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$

Примечания: * – модельные оценки;
- – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН БАЭС, за период 2000–2017 гг. составил $2,4 \cdot 10^{-7}$, что не превышает уровня пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС и ИРМ в 2017 г. осталось на уровне предыдущего года или уменьшилось. Влияние деятельности БАЭС и ИРМ проявлялось в загрязнении водных объектов радионуклидами, в том числе и накопленными ранее за все время работы АЭС.

3.3. Билибинская АЭС

На Билибинской АЭС (БиАЭС) эксплуатируются четыре однотипных энергоблока ЭГП-6 мощностью по 12 МВт каждый.

БиАЭС находится на крайнем северо-востоке России за полярным кругом в зоне вечной мерзлоты на территории Чукотского автономного округа. Промплощадка БиАЭС расположена в долине ручья Большой Поннеурген в 3,5 км к востоку от г. Билибино. Ручей Большой Поннеурген течет с востока на запад и впадает в р. Большой Кепервеем (наиболее крупный приток р. Малый Анюй) ниже места расположения города. Общая длина ручья составляет 26 км, площадь – 94,2 км². Размер санитарно-защитной зоны (СЗЗ) вокруг АЭС составляет 0,5 км, зоны наблюдения (ЗН) – 5 км. В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино (численность населения составляет ~ 5,5 тыс. человек). Водоснабжение БиАЭС и г. Билибино осуществляется из проточного водохранилища, построенного на ручье Большой Поннеурген на 3,2 км выше по течению от БиАЭС. Средняя скорость осадконакопления в водохранилище 2 мм/год.

Климат района определяется как «очень холодный». Продолжительность зимнего периода – 7–8 месяцев. Среднегодовая температура – -12 °С. Средняя температура января – -36 °С. Абсолютный минимум – -52 °С. Продолжительность безморозного периода – 62 дня. Средняя температура июля – +13 °С. Абсолютный максимум – +31 °С. Климат района размещения БиАЭС имеет муссонный

характер, по ветровому режиму близок к континентальному типу. Количество штгелей за год составляет 59,2 %. Годовая скорость ветра составляет 2–3 м/с, а максимальная не превышает 20 м/с. Господствующие северные ветра в долине р. Большой Кепервеем не позволяют выносить массы воздуха со стороны БиАЭС непосредственно на г. Билибино.

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через две вентиляционные трубы, предварительно пройдя очистку на спецфильтрах вентсистем. Отработанные аэрозольные фильтры систем спецвентиляции направляются в ХСО.

Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2016–2017 г.г. представлены в табл. 3.3.1. Из таблицы видно, что в 2017 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ (в основном ^{41}Ar), выбросы которых составляли 28,3 % от допустимого выброса за год. Содержание ^{131}I , ^{137}Cs и ^{134}Cs в выбросах Билибинской АЭС менее минимальной детектируемой активности (МДА) измерительной аппаратуры учитывается расчетным методом ($1/2\text{МДА}\cdot V$ выброса по каждому нормируемому радионуклиду). Выбросы ^{60}Co в 2017 г. составил 19,2 %, ^{54}Mn – 29 %, а ^{51}Cr – 31,1 % от допустимого выброса.

Таблица 3.3.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$1,95\cdot 10^8$	$3,74\cdot 10^7$	$6,55\cdot 10^7$	$- 2,81\cdot 10^7$
^{131}I	$3,27\cdot 10^{11}$	$\leq 1,63\cdot 10^8$	$1,66\cdot 10^8$	$- 3,00\cdot 10^6$
^{54}Mn	$1,66\cdot 10^7$	$4,79\cdot 10^6$	$4,03\cdot 10^6$	$+ 7,60\cdot 10^5$
^{134}Cs	$1,27\cdot 10^6$	$\leq 2,18\cdot 10^4$	$2,42\cdot 10^4$	$- 2,40\cdot 10^3$
^{137}Cs	$1,70\cdot 10^6$	$\leq 2,18\cdot 10^4$	$1,98\cdot 10^4$	$+ 2,00\cdot 10^3$
^{51}Cr	$1,15\cdot 10^7$	$3,56\cdot 10^6$	$2,20\cdot 10^6$	$+ 1,36\cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$1,83\cdot 10^{15}$	$5,16\cdot 10^{14}$	$5,57\cdot 10^{14}$	$-4,10\cdot 10^{13}$

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного циркуланта, трапных вод и вод спецканализации, образующихся на фильтрах смешанного действия и выпарных установках спецводоочистки в виде насыщенных солевых растворов-пульп, – направляются на захоронение в ХЖО. Дебалансные воды, не прошедшие очистку на выпарных установках, сбрасываются в составе промливневой канализации (ПЛК) в ручей Большой Поннеурген. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов стационарного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. Вклад вод хозяйственно-фекальной канализации (ХФК) в поступление радионуклидов в окружающую среду незначителен. По данным БиАЭС, среднегодовое содержание ^{60}Co в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99/2009 (УВ для ^{60}Co равен 40 Бк/кг) [3].

В 2017 г. на БиАЭС было отведено 334 тыс. м³ сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2017 и 2016 годах приведены в табл. 3.3.2. Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2017 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы ^{60}Co были на два порядка ниже допустимых сбросов, ^3H – на шесть порядков, сбросы ^{137}Cs и ^{134}Cs менее МДА.

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в радиусе до 22 км от БиАЭС осуществляет группа внешней дозиметрии, входящая в состав лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности БиАЭС. В течение года группа внешней дозиметрии проводит регулярный мониторинг радиационной обстановки на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{137}Cs	$8,5 \cdot 10^8$	$\leq 1,32 \cdot 10^4$	$\leq 1,55 \cdot 10^4$	$-2,30 \cdot 10^3$
^{134}Cs	$9,9 \cdot 10^8$	$\leq 8,47 \cdot 10^3$	$\leq 9,96 \cdot 10^3$	$-1,49 \cdot 10^3$
^{60}Co	$1,5 \cdot 10^{10}$	$9,41 \cdot 10^7$	$5,11 \cdot 10^7$	$+4,30 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$1,4 \cdot 10^8$	$3,61 \cdot 10^5$	$3,13 \cdot 10^5$	$+4,80 \cdot 10^4$
^{51}Cr	$3,0 \cdot 10^{12}$	$\leq 9,60 \cdot 10^5$	$\leq 5,39 \cdot 10^6$	$-4,43 \cdot 10^6$
^3H	$1,6 \cdot 10^{16}$	$8,72 \cdot 10^{10}$	$7,48 \cdot 10^{10}$	$+1,24 \cdot 10^6$

Примечание: - - нет данных.

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 2017 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 3 пунктах (в СЗЗ, ЗН и г. Билибино). Для отбора проб воздуха на БиАЭС используются стационарные аспирационные установки с электровентилятором типа 12ЦС-34 производительностью 1000–1400 м³/ч. Площадь фильтрующей поверхности составляет 0,35 м²;
- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения. Сбор атмосферных выпадений производится с помощью открытых кювет площадью 49х49 и 50х50 см с высотой бортиков 10 см, установленных на специальных подставках, с экспозицией один месяц;
- объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов;
- удельная активность радионуклидов в почве, донных отложениях и растительности;
- мощность дозы γ -излучения на местности и годовая поглощенная доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторный γ -спектрометрический комплекс фирмы «Ortec» и радиохимические методы анализа β -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС в 2017 г. в двух пунктах (Билибино и Кепервеем), с экспозицией в одни сутки отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в трех пунктах (см. рис. 3.3.1) велись наблюдения за МЭД.

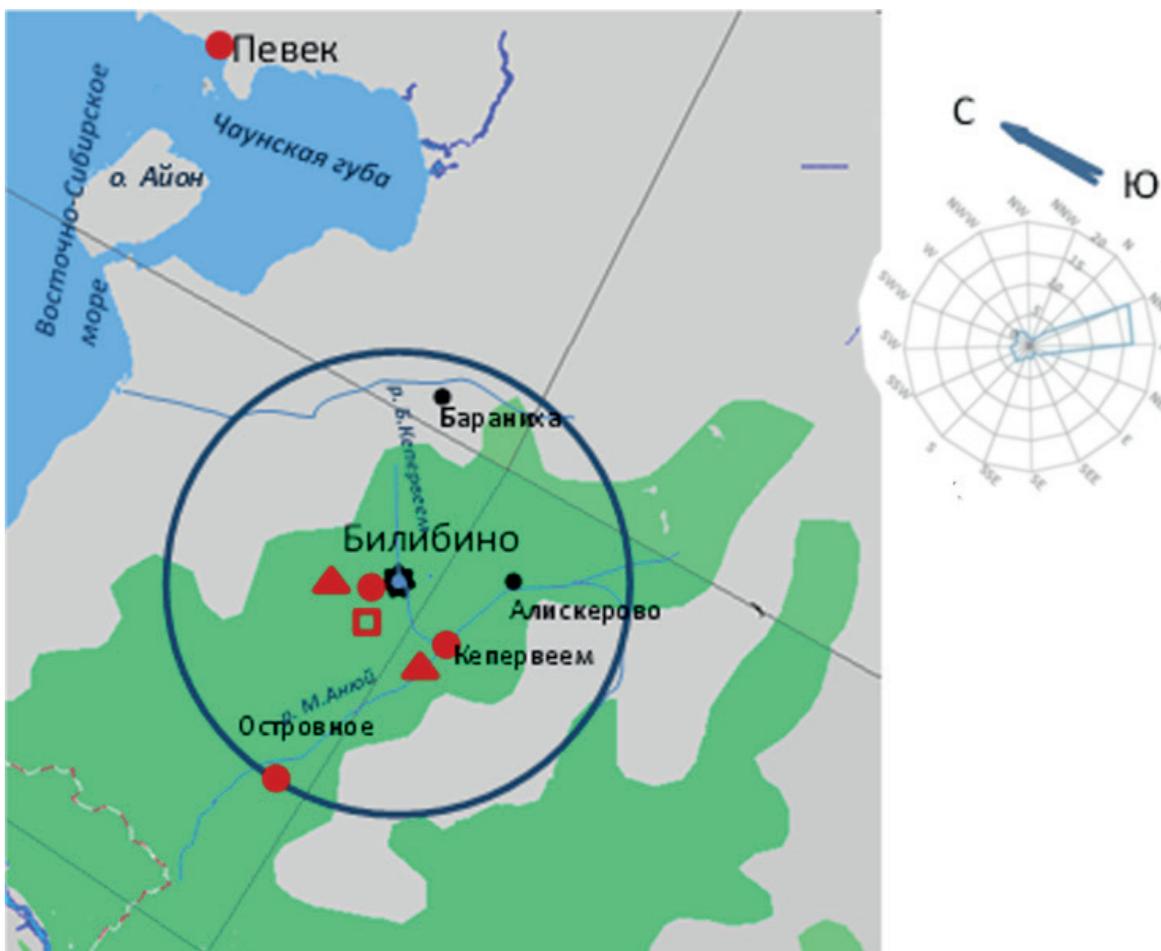


Рис. 3.3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

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

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2017г., по данным ЛООС БиАЭС, приведены в табл. 3.3.3.

Таблица 3.3.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС, 10^{-6} Бк/м³ (данные ЛООС БиАЭС)

Радионуклид	СЗЗ	
	2017 г.	2016 г.
⁶⁰ Co	51,0	128
⁵⁴ Mn	≤1,0	≤1,0
¹³⁴ Cs	≤1,0	≤1,0
¹³⁷ Cs	≤1,0	≤1,0
⁵¹ Cr	≤1,0	≤1,0
Σβ	-	-

Примечание: - – нет данных.

Из табл. 3.3.3 видно, что в 2017 г., как и в предыдущем, в СЗЗ в приземном слое атмосферы регистрировался ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность ^{60}Co в приземном слое атмосферы СЗЗ уменьшилась в 2,5 раза, а по абсолютной величине осталась на шесть порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ($\text{ДОА}_{\text{НАС.}} = 11 \text{ Бк/м}^3$ по НРБ-99/2009) [3]. Объемные активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы СЗЗ в 2017 г. были ниже минимально детектируемой активности. Данные по содержанию радионуклидов в приземном воздухе ЗН и КП за 2016, 2017 гг. отсутствуют.

Значения $\Sigma\beta$ выпадений, по данным Чукотского УГМС, приведены в табл. 3.3.4. Из табл. 3.3.4 видно, что среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в г. Билибино и г. Кепервеем соответственно равны 3,01 и 3,14 $\text{Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$, а среднемесячные в течение года изменялись от 2,67 до 3,63 $\text{Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Билибино в августе и составляли 3,85 $\text{Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2017 г. осталась на уровне 2016 г. и превысила среднее значение $\Sigma\beta$ выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2017 г. (0,87 $\text{Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$) в 3,5 раза.

Таблица 3.3.4

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2017 г., $\text{Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ (данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Билибино	с	3,11	3,07	3,02	3,09	2,67	2,91	3,03	3,01	3,08	3,07	3,05	3,02	3,01	3,05
	м	3,39	3,37	3,29	3,71	3,38	3,13	3,39	3,85	3,65	3,54	3,27	3,20	3,85	3,63
Кепервеем	с	3,09	3,07	3,07	3,00	3,17	2,89	3,15	3,12	3,16	3,08	3,04	3,15	3,14	3,14
	м	3,46	3,42	3,34	3,39	3,51	3,19	3,49	3,61	3,63	3,27	3,22	3,47	3,63	3,75

По данным ЛООС БиАЭС, в выпадениях на подстилающую поверхность в 2017 г. регистрировался только ^{60}Co : $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ в СЗЗ и $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ 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 2017 г., по данным ЛООС, приведены в табл. 3.3.5. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2016 год. Как видно из табл. 3.3.5, содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в питьевой воде (воде водохранилища) в 2017 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

По данным табл. 3.3.5, в 2017 г. в воде контролируемых водных объектов содержание ^{60}Co и ^{137}Cs было 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}Co , удельная активность которого осталась на уровне 2016 г. и на два порядка ниже минимально значимой удельной активности для ^{60}Co , равной $1 \cdot 10^4 \text{ Бк/кг}$ по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [9]. Накопление ^{60}Co в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Содержание ^{137}Cs в донных отложениях во всех точках отбора было ниже МДА (2,4 Бк/кг в.-с.).

Почва, растительность

Пробы почвы отбирались ЛООС БиАЭС методом конверта на контрольных участках. Для отбора проб почвы выбирались горизонтальные целинные участки, расположенные вне поймы

реки, на которых поверхностный слой почвы не подвергался эрозии и на которые нет смыва почвы с соседних участков. На выбранном участке намечался равносторонний треугольник со стороной 10 м. В каждой вершине треугольника отбиралась проба почвы площадью 100 см² глубиной 5 см. Из трех индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. Пробы почвы отбирались на расстояниях от 0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях и на расстоянии 5 км в южном направлении (контрольная точка) (табл. 3.3.5). Во всех пробах почвы в 2017 г. содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co было ниже МДА.

В 2017 г. содержание ¹³⁷Cs в ягодах во всех точках отбора было ниже МДА. Данные по содержанию ¹³⁷Cs в траве и грибах за 2016, 2017 гг. отсутствуют.

Таблица 3.3.5

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

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
		2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Вода, мБк/л					
Водохранилище	3,2	≤2,0	≤2,0	≤1,0	≤1,0
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	≤2,0	≤2,0	≤1,0	≤1,0
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	≤2,0	≤2,0	≤1,0	≤1,0
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	≤2,0	≤2,0	≤1,0	≤1,0
Донные отложения, Бк/кг в.-с.					
Водохранилище	3,2	≤2,4	≤2,4	≤2,4	≤2,4
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	≤2,4	≤2,4	82,4	93,4
руч. Б. Поннеурген, устье	4,0	≤2,4	≤2,4	≤2,4	≤2,4
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	≤2,4	≤2,4	≤2,4	≤2,4
Почва, Бк/м²					
СЗЗ	0,3	≤8,3	<0,4	≤18,3	<0,5
СЗЗ	0,5	≤8,3	<0,4	≤18,3	<0,5
ЗН	3,2	≤16,8	<0,4	≤38,0	<0,5
ЗН	3,8	≤16,8	<0,4	≤38,0	<0,5
Контрольная точка	5,0	≤8,3	<0,4	≤18,3	<0,5
Ягода (голубика), Бк/кг сырой вес					
СЗЗ	0,3	≤0,11	≤0,15	-	-
ЗН	1,3	≤0,09	≤0,06	-	-
ЗН	5,0	≤0,09	≤0,06	-	-
Контрольная точка	5,0	≤0,11	≤0,09	-	-

Примечание: - – измерения не проводились.

Радиационный фон на местности

По данным Чукотского УГМС, среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2017 г. изменялись от 0,11 до 0,13 мкЗв/ч, максимальные значения МЭД не превышали 0,16 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ-фона.

Контроль мощности дозы γ-излучения на местности на БиАЭС проводился в 2017 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС БиАЭС, среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ-излучения на промплощадке, СЗЗ и ЗН соответственно равнялась 0,19 мкЗв/ч, 0,13 мкЗв/ч и 0,12 мкЗв/ч в контрольной точке (в

5 км от АЭС) – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные измеренные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,17 мкЗв/ч и 0,14 мкЗв/ч соответственно, в контрольной точке – 0,12 мкЗв/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в СЗЗ и ЗН АЭС (20 точек), варьировали от 0,57 до 0,75 мГр, а в контрольном пункте (3-6 км от АЭС) - от 0,51 до 0,61 мГр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и ЛООС БиАЭС, содержание ^{137}Cs в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в повышенном содержании ^{60}Co в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС. Однако наблюдаемые активности радионуклида существенно ниже установленных нормативов.

3.4. Калининская АЭС

Калининская АЭС (КАЭС) расположена в северо-западной части Тверской области в 150 км от г. Твери и в 3–3,5 км к северу от г. Удомля, в котором проживают 28 669 человек. Промплощадка АЭС примыкает к южному берегу оз. Удомля. В 2006 г. ранее установленные размеры СЗЗ и ЗН были пересмотрены в соответствии с Методическими указаниями МУ 2.6.1.42-04 «Расчет и обоснование размеров санитарно-защитных зон и зон наблюдения вокруг АЭС». СЗЗ КАЭС установлена радиусом 1,2 км, отсчитываемым от геометрического центра 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 венттруб первой очереди и блоков № 3 и 4. В ЗН размещаются около 52 населенных пунктов и г. Удомля.

В 2017 г. в составе КАЭС находились четыре действующих энергоблока с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР-1000) мощностью 1000 МВт каждый (энергоблок № 4 введен в 2012 г.).

Гидрографическая сеть района КАЭС развита хорошо благодаря равнинному рельефу. Наиболее крупные озера – Удомля, Песьво, Наволок, Кезадра и Кубыча. Озера Удомля и Песьво, соединенные естественной протокой, используются в качестве водоемов-охладителей АЭС. Регулирование стока и горизонта озер Песьво и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на р. Съежа, вытекающей из оз. Удомля.

Региональный климат в районе расположения КАЭС в 2017 г. характеризовался достаточно теплой зимой. Снежный покров установился с 26 октября 2016 г. и залегал до середины марта 2017 г. Весна ранняя, но довольно холодная, лето – холодное, осень – теплая. Среднегодовая температура воздуха составляла +5,3 °С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 82 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 808,1 мм. В течение года преобладали ветры юго-западного и юго-восточного направлений.

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [10].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через четыре вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдувки и воздух из помещений блоков № 1, 2. Во вторую трубу поступает воздух из помещений спецкорпуса и здания переработки ТРО. В третью и четвертую – из помещений реакторных отделений блоков № 3, 4. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку с целью снижения активности аэрозолей, йода и ИРГ. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки до 99,9 %.

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2017 г. и для сравнения в 2016 г. приведены в табл. 3.4.1. Из табл. 3.4.1 видно, что в 2017 г. повысились годовые выбросы ^{131}I и ИРГ, но их величины не превышали установленных нормативов и составляли от допустимых выбросов менее 0,7 и 3 % соответственно. Годовые выбросы ^{60}Co , ^{134}Cs и ^{137}Cs и в 2017 г. были ниже, чем в 2016 г., и составляли менее 0,1% для ^{60}Co , 0,2 % для ^{134}Cs и 0,7 % для ^{137}Cs от допустимых выбросов. Наибольший вклад в активность выбросов вносят ИРГ.

Таблица 3.4.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$8,17 \cdot 10^6$	$9,55 \cdot 10^6$	$- 1,38 \cdot 10^5$
^{131}I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$1,26 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^7$	$+ 1,06 \cdot 10^8$
^{134}Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$2,11 \cdot 10^6$	$6,63 \cdot 10^6$	$- 4,52 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,32 \cdot 10^7$	$2,65 \cdot 10^7$	$- 1,33 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$2,05 \cdot 10^{13}$	$1,34 \cdot 10^{13}$	$+ 7,10 \cdot 10^{12}$

Промливневые стоки после химводоочистки на КАЭС закачиваются на захоронение в подземные глубинные горизонты на полигоне глубинного захоронения, введенного в эксплуатацию в 2007 г. Жидкие низкоактивные отходы сбрасываются в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет $1,0 \cdot 10^8$ и $1,8 \cdot 10^7$ м³ соответственно. Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2017 г. в озера, составил 2530 м³. С продувкой брызгальных бассейнов в озера поступило еще 100725 м³ воды. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2017 г. на КАЭС приведены в табл. 3.4.2. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2017 г. (0,037 ТБк) увеличилась по сравнению с 2016 г. в 2,2 раза. Основной вклад в активность сброса вносил тритий (98 %), сбросы которого увеличились в 2017 г. в 2,3 раза и составили 0,17% от допустимого. Как видно из таблицы 3.4.2 в 2017 году зафиксировано также увеличение сбросов ^{134}Cs в 1,3 раза и ^{137}Cs в 2,3 раза. В 2017 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два-пять порядков ниже допустимых.

Таблица 3.4.2

Сбросы радионуклидов в озера Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^3H	$2,00 \cdot 10^{13}$	$3,31 \cdot 10^{10}$	$1,47 \cdot 10^{10}$	$+ 1,84 \cdot 10^{10}$
^{51}Cr	$4,87 \cdot 10^{13}$	$1,40 \cdot 10^8$	$2,10 \cdot 10^8$	$- 7,00 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$2,13 \cdot 10^{10}$	$1,71 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^7$	$- 8,60 \cdot 10^6$
^{58}Co	$3,60 \cdot 10^{11}$	$1,56 \cdot 10^7$	$2,34 \cdot 10^7$	$- 7,80 \cdot 10^6$
^{60}Co	$6,13 \cdot 10^{11}$	$1,72 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^7$	$- 8,50 \cdot 10^6$
^{59}Fe	$5,92 \cdot 10^{11}$	$3,12 \cdot 10^7$	$4,68 \cdot 10^7$	$- 1,56 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$5,39 \cdot 10^9$	$3,68 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$- 1,83 \cdot 10^7$

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{89}Sr	$2,29 \cdot 10^{11}$	$4,03 \cdot 10^6$	$6,04 \cdot 10^6$	$-2,01 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$4,38 \cdot 10^9$	$4,03 \cdot 10^6$	$6,04 \cdot 10^6$	$-2,01 \cdot 10^6$
^{95}Zr	$1,18 \cdot 10^{13}$	$3,02 \cdot 10^7$	$4,53 \cdot 10^7$	$-1,51 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$2,45 \cdot 10^{10}$	$1,47 \cdot 10^8$	$2,20 \cdot 10^8$	$-7,30 \cdot 10^7$
^{131}I	$6,51 \cdot 10^{10}$	$1,72 \cdot 10^7$ <td $2,57 \cdot 10^7$	$-8,50 \cdot 10^6$	
^{134}Cs	$2,96 \cdot 10^9$	$3,72 \cdot 10^7$	$2,79 \cdot 10^7$	$+9,30 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$3,39 \cdot 10^9$	$6,52 \cdot 10^7$	$2,79 \cdot 10^7$	$+3,73 \cdot 10^7$
^{144}Ce	$4,58 \cdot 10^{11}$	$1,26 \cdot 10^8$	$1,89 \cdot 10^8$	$-6,3 \cdot 10^8$

В 2017 г. мониторинг радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 3.4.1).

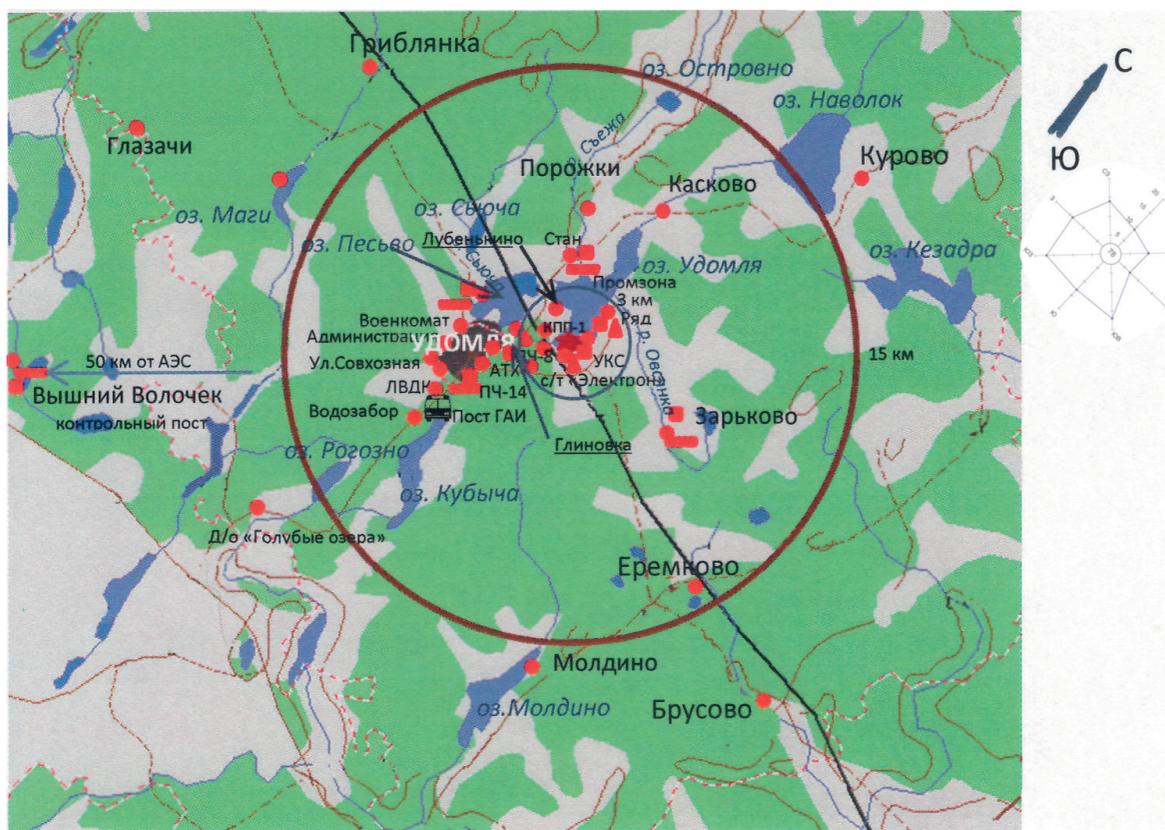


Рис. 3.4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – отбор проб снега;
- 🚚 – передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС.

Радиационная обстановка вокруг КАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным и Центральным УГМС, а в радиусе до 25 км – лабораторией внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) КАЭС:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в 7 пунктах постоянного наблюдения (один пункт – в СЗЗ, шесть – в ЗН) и в контрольном пункте г. Вышний Волочек (50 км на юго-запад от АЭС). Пробы отбирались с помощью ВФУ (средняя производительность – 400 м³/ч, фильтроткань ФПП-15-1,5, площадь фильтрующей поверхности около 0,3 м²). В 2016 году проведена замена 4 ВФУ: Промзона, Глиновка, Удомля, Стан на новые, изготовленные ФГБУ НПО «Тайфун». Посты представляют собой модульную конструкцию с установленной в ней воздухофильтрующей установкой УВФ-2 с производительностью 1100 м³/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 м² 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). Концентрирование радионуклидов в пробах выпадений (кюветы) проводили методами упаривания и озоления;

- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, а также в донных отложениях и рыбе;

- определялось содержание радионуклидов в почве, растительности, пищевых продуктах местного производства;

- проводился мониторинг мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Для измерения $\Sigma\beta$ проб использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью установки «DSA-1000». Для измерения трития в водных пробах использовались жидкостные сцинтилляционный анализаторы TRI-CARB 2900 TR и TRI-CARB 5110 TR.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения контролировалась на КАЭС с помощью переносных дозиметров ДКС-96В, МКС-АТ1117М во время регламентных маршрутов в 85 точках (57 – на промплощадке, 23 – в СЗЗ и ЗН, 6 – за пределами ЗН (11-25 км), а также с помощью АСКРО, состоящей из 17 постов (9 постов – в ЗН, 3 – в СЗЗ, 5 – вне ЗН), оснащенных автоматизированными дозиметрами «SkyLINK» и «Атлант». Поглощенную дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом, в каждом пункте устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» системы «Dosacus». В 2017 г. проводился мониторинг МЭД с помощью установки «Гамма-сенсор», входящей в состав передвижной радиометрической лаборатории, по маршруту вывоза низкоактивных радиоактивных отходов КАЭС: «КПП-2 – ХСО – ППНО (полигон промышленных нерадиоактивных отходов)».

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

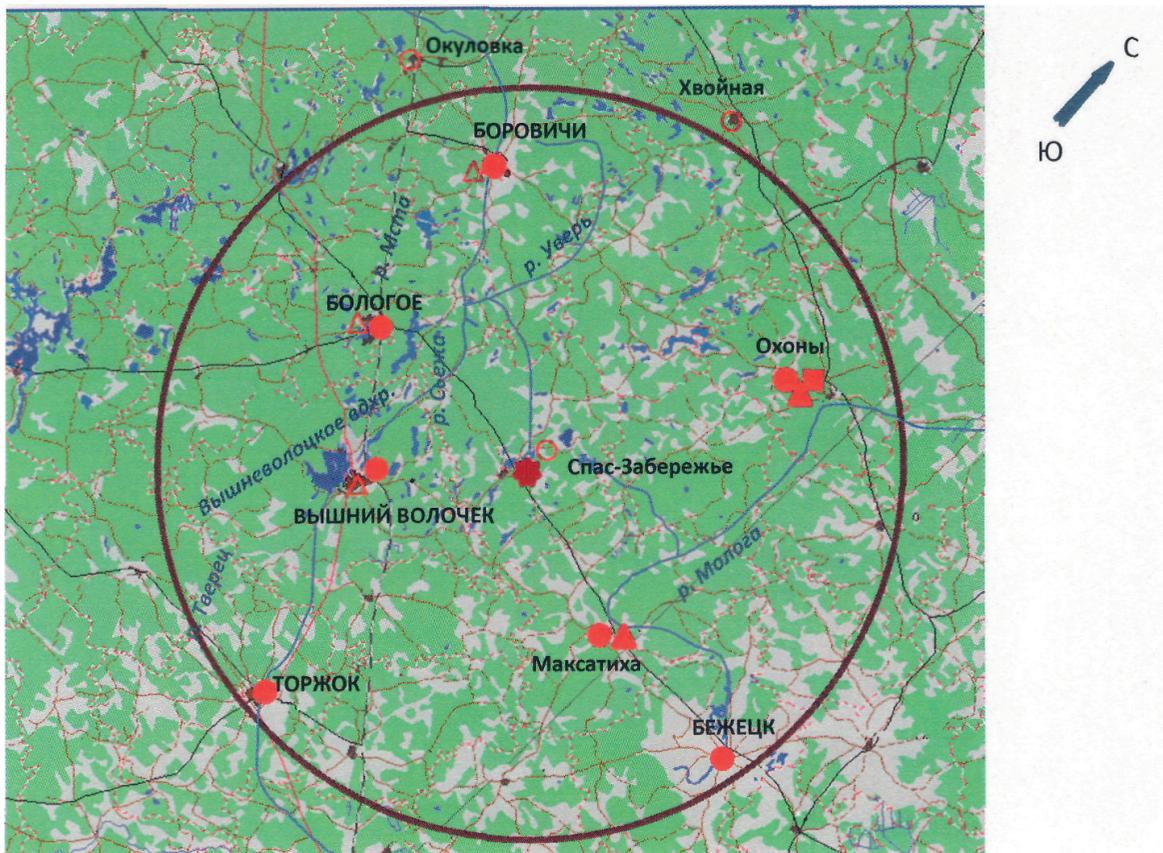


Рис. 3.4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- ✳ – АЭС;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за γ -фоном;
- Δ – планируемые наблюдения.

В 2017 г. в 100-км зоне КАЭС проводили наблюдения следующих параметров окружающей среды):

- радиоактивности атмосферных аэрозолей в одном пункте путем отбора проб на фильтры с помощью ВФУ с суточной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в двух пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией;
- мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 7 пунктах постоянного наблюдения.

Приземная атмосфера

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2017 г., полученные ЛВДК в объединенных и осредненных пробах для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.4.3. Анализ данных показывает, что в 2017 г. в СЗЗ и ЗН, как и в предыдущие годы, основная доля техногенной активности приземной атмосферы была обусловлена ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже минимально детектируемой активности.

Таблица 3.4.3

**Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КАЭС, 10^{-7} Бк/м³
(данные ЛВДК КАЭС)**

Пункт контроля	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁵⁴ Mn	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
СЗЗ	3,36	3,45	<0,47	<2,46	<0,46	<2,98	<0,43	<2,25
ЗН	3,53	2,90	<0,27	<0,42	<0,25	<0,38	<0,24	<0,38
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	2,15	-	<1,40	-	<1,42	-	<1,29	-
ДОА _{НАС.} Бк/м ³	27		19		11		72	

Примечания: - – измерения не проводились

Среднегодовые активности ¹³⁷Cs в 2017 г. в СЗЗ остались на уровне предыдущего года, в ЗН выросли в 1,2 раза по сравнению с 2016 г., но остались на восемь порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99/2009 [3].

В табл. 3.4.4, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ радионуклидов в воздухе в п. Охоны, а также значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений за 2017 г. в пп. Охоны и Максатиха, расположенных в 100-км зоне КАЭС.

Из табл. 3.4.4 видно, что в 2017 г. среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в п. Охоны изменялась от $2,7 \cdot 10^{-5}$ до $10,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в этом пункте была в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения для Севера ЕТР ($8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным ЛВДК КАЭС, среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе СЗЗ КАЭС в 2017 г. составляла $14,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $15,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

По данным ЛВДК КАЭС в СЗЗ и ЗН в 2017 г. радионуклиды стационарного происхождения в пробах выпадений обнаружены не были. Годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. в п. Охоны не изменились по сравнению с 2016 г., в п. Максатиха – уменьшились в 1,6 раза. Среднемесячные величины $\Sigma\beta$ суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,4 до 1,1 Бк/м²-сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в п. Максатиха наблюдались в июле и составляли 6,9 Бк/м²-сутки, в п. Охона – в январе и составляли 3,2 Бк/м²-сутки. В среднем $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КАЭС в 2017 г. составила 0,65 Бк/м²-сутки, что ниже средневзвешенного значения $\Sigma\beta$ выпадений для Севера ЕТР в 1,1 раза.

Таблица 3.4.4

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений (Р, Бк/м²-сутки)
и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10^{-5} Бк/м³) в 100-км зоне КАЭС в 2017 г.
(данные Северо-Западного и Центрального УГМС)**

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,6	5,0	0,7	0,81	6,69
	м	3,2	11,7	1,7		
Февраль	с	0,6	3,3	0,7	0,66	4,94
	м	2,8	4,8	1,6		
Март	с	0,4	4,8	0,6	0,83	5,44
	м	3,1	11,6	1,1		

Месяц		Охоны		Максатиха	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Апрель	с	0,6	3,6	0,8	0,59	7,95
	м	2,5	4,5	1,3		
Май	с	0,6	7,5	0,7	0,65	9,03
	м	2,2	14,1	1,3		
Июнь	с	0,5	5,2	0,9	0,56	8,80
	м	2,2	7,7	4,9		
Июль	с	0,8	5,7	1,0	0,59	9,54
	м	2,0	8,6	6,9		
Август	с	0,5	10,6	0,9	0,75	11,81
	м	1,7	15,9	2,1		
Сентябрь	с	0,6	5,8	0,7	0,89	8,09
	м	1,6	13,3	2,0		
Октябрь	с	0,5	4,8	1,1	1,04	9,57
	м	1,9	6,0	2,2		
Ноябрь	с	0,5	3,1	0,8	0,38	12,55
	м	2,0	4,3	1,4		
Декабрь	с	0,3	2,7	1,0	1,02	9,39
	м	0,9	8,6	2,0		
Среднее: 2017 г.		0,5	5,2	0,8	0,73	8,65
2016 г.		0,5	6,6	1,3	0,71	9,1
Сумма, Бк/м ² -год: 2017 г.		183		292	266	
2016 г.		183		475	259	

Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в полугодие. В табл. 3.4.5 представлены усредненные данные о содержании радионуклидов в воде водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля), р. Съеже (вытекающей из водоемов-охладителей), а также близлежащих водоемов, не связанных со сбросами КАЭС – оз. Саминец и оз. Кубыча, расположенных в ЗН и выбранных в качестве фоновых.

Из табл. 3.4.5 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, объемные активности ¹³⁷Cs находятся на уровне предела обнаружения используемого метода анализа. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2017 г. составила 11,5 Бк/л (оз. Песьво – 11 Бк/л, оз. Удомля – 12 Бк/л), что на два порядка ниже установленного в НРБ-99/2009 уровня вмешательства и рекомендованного контрольного уровня (5000 Бк/л по данному нуклиду для водоемов-охладителей). По сравнению с предыдущим годом, содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) уменьшилось в 1,2 раза и по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ.

Таблица 3.4.5

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

Пункт контроля	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		³ H, Бк/л		⁹⁰ Sr	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Вода открытых водоемов, мБк/л								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 2,0	< 2,0	-	-	11	13	5,7	3,6
оз. Удомля (входной канал)	< 1,4	< 1,8	-	-	12	14	5,0	5,9
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 1,8	< 1,9	-	-	< 10	21	6,1	5,6
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 1,8	< 1,9	-	-	< 10	< 10	4,3	3,0
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 1,6	< 1,8	-	-	< 10	< 10	2,6	4,1
Питьевая вода, мБк/л								
Водозабор г. Удомля	< 1,7	< 1,7	-	-	< 10	< 10	< 1,7	< 1,7
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 2,0	< 1,9	-	-	< 10	< 10	< 1,8	< 1,7
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 2,0	< 1,7	-	-	< 10	< 10	< 1,8	< 1,8
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 1,9	< 1,9	-	-	< 10	< 10	< 1,6	< 1,7
Донные отложения водоемов, Бк/кг с.-м.								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 0,69	< 0,72	< 0,56	< 0,55	-	-	< 1,42	1,07
оз. Удомля (входной канал)	< 0,71	< 0,82	< 0,55	< 0,64	-	-	< 1,21	< 1,47
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	< 0,77	1,31	< 0,60	< 0,57	-	-	-	-
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	9,48	< 0,72	< 0,71	< 0,56	-	-	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	3,95	< 0,69	< 0,63	< 0,53	-	-	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	3,20	< 0,71	< 0,53	< 0,54	-	-	-	-
Почва, кБк/м²								
СЗЗ	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁴ Cs		⁹⁰ Sr	
	0,12	0,24	< 0,054	< 0,052	< 0,059	< 0,059	-	-
	0,30	0,20	< 0,056	< 0,051	< 0,064	< 0,058	-	-
г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,26	0,18	< 0,046	< 0,049	< 0,050	< 0,056	-	-

Примечания: - – измерения не проводились;

* – усредненное значение для водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля).

В 2017 г. значение среднегодовой объемной активности трития в водоёмах-охладителях ниже, чем среднее значение за предыдущие 5 лет. Это связано с введением на КАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения, что позволило значительно уменьшить сброс в водоемы-охладители жидких стоков, содержащих радиоактивные вещества. В контрольных водоемах (оз. Саминец и оз. Кубыча) и питьевой воде в 2017 году данный нуклид не идентифицирован (активность не превышала НПИ используемой методики измерений (10 Бк/л)).

Основным поставщиком питьевой воды для новой части г. Удомля и промплощадки КАЭС является водозабор города. Радиационный мониторинг питьевой воды осуществлялся ЛВДК КАЭС путем измерения $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в пробах воды, отобранных из водопровода г. Удомля, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов. В 2017 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 ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ³H в воде водозабора, артезианских скважин близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышнего Волочка. Объемные активности ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr и ³H во всех пробах питьевой воды, представленные в табл. 3.4.5, были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 3.4.5 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежи, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), протекающей по территории промплощадки АЭС, в нижнее течение которой производится сброс ПЛК с промплощадки АЭС, а также озер Саминец и Кубыча. Результаты мониторинга в 2017 г. показали, что ^{137}Cs в пробах донных отложений водоемов-охладителей и р. Хомутовка достоверно не определялся (значения контролируемой величины не превышали МДА). В донных отложениях р. Съежа активность ^{137}Cs составляла 9,48 Бк/кг с.-м., что на три порядка ниже минимально значимой удельной активности ($1 \cdot 10^4$ Бк/кг [3,9]), и не превышала содержания его в донных отложениях в предпусковой период (в 1982 г.) – 6,6–37 Бк/кг в.-с. [10], обусловленного глобальным загрязнением вследствие испытаний ядерного оружия. Содержание ^{90}Sr и ^{60}Co в донных отложениях водоемов в 2017 г. нигде достоверно не определялось. Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 3.4.5, являются наиболее низкими по каждому из приведенных водоемов, поскольку места отбора проб донных отложений расположены вдоль береговой линии. Грунты в местах отбора представляют собой заиленный песок, содержание радионуклидов в которых ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов и сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах, что подтверждается проведенными в 2002–2003 гг. исследованиями мелководных и глубоководных участков водоемов-охладителей, в результате которых из техногенных радионуклидов в донных отложениях был обнаружен только ^{137}Cs , в основном в илах (5,5–96,2 Бк/кг в.-с.) и сапропелях (12,6–70,3 Бк/кг в.-с.). Значения контролируемых величин находятся на уровне средних показателей за пять предыдущих лет наблюдений (в пределах неопределенности измерений) и гораздо меньше соответствующих значений «нулевого фона», что свидетельствует об отсутствии накопления нуклидов в донных отложениях.

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы на глубину 5 см. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – 1 точка контроля, в ЗН – 6 точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочек) – 1 точка. В табл. 3.4.5 приведены усредненные данные о плотности содержания техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2017 г. Из табл. 3.4.5 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном ^{137}Cs глобального происхождения, он достоверно определялся в пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте.

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ в 2017 г. ниже среднего за последние 5 лет наблюдений в 2,8 раза, в ЗН и в контрольном пункте – на уровне средних значений за последние 5 лет. Все значения плотности радиоактивного загрязнения почвы в 2017 году в несколько раз меньше значений, полученных в 1982 г. («нулевого фона»).

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в продуктах питания в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 3.4.6. Отбор проб проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах в 2017 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КАЭС. Наибольшее содержание ^{90}Sr в 2017 г. наблюдалось в луговой растительности (1,56 Бк/кг сырой массы), ^{137}Cs – в грибах (14,59 Бк/кг сырой массы), что на порядок ниже допустимых удельных активностей. Содержание ^{131}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 [4].

Таблица 3.4.6

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

Вид пробы	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	2017 г.	До пуска АЭС*	2017 г.	До пуска АЭС*
Растительность луговая	<0,31	1,63	1,56	15,9
Корнеплоды	< 0,06	0,09	0,10	0,08
Овощи	<0,04	0,1	0,09	0,16
Допустимая уд. акт.	120		40	
Ягоды	4,33	-	0,21	-
Допустимая уд. акт.	160		60	
Грибы	14,59	-	<0,08	-
Допустимая уд. акт.	500		50	
Молоко	< 0,03	0,27	< 0,06	0,17
Допустимая уд. акт.	100		25	
Мясо	<0,05	0,12	< 0,08	0,11
Допустимая уд. акт.	160		50	
Рыба	<0,44	0,50	0,30	1,48
Допустимая уд. акт.	130		100	

Примечание: - - нет данных;

* – в Бк/кг сухой массы.

До пуска КАЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 0,07–0,18 мкЗв/ч. В 2017 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 0,09–0,13 мкЗв/ч, по данным АСКРО – составляли 0,09–0,10 мкЗв/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (0,09 мкЗв/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения МЭД, по данным регламентных маршрутов и АСКРО, не превышали 0,18 мкЗв/ч.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного и Центрального УГМС, в 2017 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 0,09 до 0,18 мкЗв/ч, максимальные измеренные значения достигали 0,18 мкЗв/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 0,10–0,13 мкЗв/ч.

Контроль годовой дозы на местности проводился термолюминесцентным методом. Полученные данные показывают, что при нормальной эксплуатации АЭС и достигнутых значениях выбросов радионуклидов с АЭС значимое отличие дозы на местности в районе КАЭС от дозы в контрольном пункте отсутствует.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2017 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития в озерах Песьво и Удомля. Однако объемная активность трития в воде озер на два порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 и не представляет опасности для здоровья населения.

3.5. Кольская АЭС

Кольская АЭС (КоАЭС) расположена за Северным полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра, на расстоянии 33 км к северу от г. Кандалакша и 60 км к югу от г. Мончегорска.

В 2017 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока с реакторами ВВЭР общей мощностью 1760 МВт. Станция сооружена в 1973–1984 гг. в две очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и 2, вторая очередь – энергоблоки № 3 и 4.

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2017 г. составляла 0,6 °С, абсолютные максимальная и минимальная температуры: +25,1°С (июль)– 34,4°С (январь), соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,4 м/с, максимальная – 17,0 м/с.

Вокруг Кольской АЭС установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН). В соответствии со статьей 31 Федерального закона «Об использовании атомной энергии» проекты СЗЗ и ЗН согласованы с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора и утверждены постановлением администрации г. Полярные Зори Мурманской области от 23.11.2009 г. № 979. СЗЗ КоАЭС включает территорию центральной части полуострова, разделяющего оз. Бабинская Имандра от оз. Иокостровская Имандра, до автомобильной дороги М18 Санкт-Петербург – Мурманск. Зоной наблюдения является территория, ограниченная радиусом 15 км, отсчитываемым от геометрического центра вентиляционных труб 1-й и 2-й очередей Кольской АЭС. Внутренней границей ЗН является граница СЗЗ. Границы санитарно-защитной зоны также установлены вокруг ХССО. Проект СЗЗ ХССО (инв. № 32714) согласован с Региональным управлением № 118 ФМБА России и утвержден администрацией г. Полярные Зори. СЗЗ ХССО является территория хранилища, ограниченная охранным периметром. В ЗН Кольской АЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Африканда, пос. Зашеек. Наиболее крупным является г. Полярные Зори с числом жителей 14413 чел. Общая численность населения, проживающего в ЗН, – 16 686 человек.

Гидрогеологические условия площадки КоАЭС характеризуются наличием двух водоносных горизонтов. Первый горизонт относится к моренным отложениям (грунтовые воды), второй – к скальным породам (трещинные воды). Оба горизонта гидравлически связаны между собой и имеют примерно одинаковый режим уровней. Поэтому оба горизонта следует рассматривать совместно как единый водоносный комплекс. Питание подземных вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и техногенной инфильтрации. Разгрузка потока осуществляется в северо-восточном направлении в сторону подводящего канала. На участке основных сооружений АЭС уровень воды колеблется около отметки 129 м (глубина от поверхности 3–4 м).

На территории промплощадки КоАЭС расположены хранилища сухих радиоактивных отходов (ХСО) и временные хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО), оборудованные в здании спецкорпусов для каждой очереди: ХСО-1, ХЖО-1 и ХСО-2, ХЖО-2 соответственно. В январе 2007 г. принят в промышленную эксплуатацию комплекс переработки жидких радиоактивных отходов. Пунктами хранения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) являются приреакторные бассейны выдержки энергоблоков № 1–4. В 2010 г. введено в эксплуатацию хранилище отвержденных радиоактивных отходов (ХОРО).

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очередей энергоблоков. Величины газоаэрозольных выбросов радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2017 г. (табл. 3.5.1) увеличились по сравнению с 2016 г. по ^{137}Cs в 2,23 раза, по ИРГ – в 1,1 раза. Выбросы по остальным радионуклидам уменьшились. Все выбросы оставались ниже допустимых, фактов превышения контрольных уровней за месяц не зафиксировано.

Таблица 3.5.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$7,40 \cdot 10^9$	$5,88 \cdot 10^6$	$1,06 \cdot 10^7$	$-4,72 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,80 \cdot 10^{10}$	$6,28 \cdot 10^7$	$1,37 \cdot 10^8$	$-7,42 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$4,64 \cdot 10^6$	$2,08 \cdot 10^6$	$+2,56 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$9,00 \cdot 10^8$	$1,21 \cdot 10^6$	$1,77 \cdot 10^6$	$-5,60 \cdot 10^5$
Сумма ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,47 \cdot 10^{13}$	$1,30 \cdot 10^{13}$	$+1,70 \cdot 10^{12}$

Примечание: минимальные уровни регистрации: для ИРГ $2,3 \cdot 10^{11}$ Бк/сут, для ^{131}I $3,5 \cdot 10^6$ Бк/сут, для ^{60}Co , ^{137}Cs $3,7 \cdot 10^6$ Бк/сут.

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра является источником технического и питьевого водоснабжения КоАЭС и ближайших от нее населенных пунктов (г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда). Расстояние между водозабором и устьем сбросного канала АЭС по акватории озера составляет 22 км.

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2017 г. в открытую гидрографическую сеть приведены в табл. 3.5.2.

Таблица 3.5.2

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^3H	$7,60 \cdot 10^{14}$	$1,11 \cdot 10^{13}$	$1,28 \cdot 10^{13}$	$-1,70 \cdot 10^{12}$
^{51}Cr	$5,4 \cdot 10^{13}$	$8,94 \cdot 10^6$	$1,17 \cdot 10^8$	$-1,08 \cdot 10^8$
^{54}Mn	$7,9 \cdot 10^{10}$	$1,68 \cdot 10^6$	$7,50 \cdot 10^6$	$-5,82 \cdot 10^6$
^{58}Co	$2,9 \cdot 10^{10}$	$1,62 \cdot 10^6$	$5,95 \cdot 10^6$	$-4,33 \cdot 10^6$
^{60}Co	$8,6 \cdot 10^{10}$	$3,17 \cdot 10^6$	$6,71 \cdot 10^6$	$-3,54 \cdot 10^6$
^{59}Fe	$6,7 \cdot 10^{11}$	$3,17 \cdot 10^6$	$7,54 \cdot 10^6$	$-4,37 \cdot 10^6$
^{65}Zn	$1,0 \cdot 10^{11}$	$3,75 \cdot 10^6$	$8,04 \cdot 10^6$	$-4,29 \cdot 10^6$
^{89}Sr	$7,2 \cdot 10^{12}$	$3,01 \cdot 10^7$	$7,56 \cdot 10^7$	$-4,55 \cdot 10^7$
^{90}Sr	$8,9 \cdot 10^{10}$	$2,01 \cdot 10^7$	$7,17 \cdot 10^7$	$-5,16 \cdot 10^7$
^{95}Zr	$7,4 \cdot 10^{11}$	$2,64 \cdot 10^6$	$7,05 \cdot 10^6$	$-4,41 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$5,3 \cdot 10^{10}$	$1,29 \cdot 10^7$	$2,08 \cdot 10^7$	$-7,90 \cdot 10^6$
^{131}I	$2,6 \cdot 10^{12}$	$1,84 \cdot 10^6$	$3,96 \cdot 10^6$	$-2,12 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$7,60 \cdot 10^{10}$	$1,49 \cdot 10^6$	$3,88 \cdot 10^6$	$-2,39 \cdot 10^6$
^{137}Cs	$5,00 \cdot 10^{10}$	$2,98 \cdot 10^6$	$9,81 \cdot 10^6$	$-6,83 \cdot 10^6$
^{144}Ce	$1,8 \cdot 10^{12}$	$5,58 \cdot 10^6$	$1,52 \cdot 10^7$	$-9,62 \cdot 10^6$

Согласно табл. 3.5.2, в 2017 г. на КоАЭС сбросы всех радионуклидов уменьшились по сравнению с 2016 г. Сбросы ^3H уменьшились в 1,2 раза и составили 1,5 % от допустимого сброса. Значения сбросов радионуклидов не фиксируемых существующими приборами и методами получены расчетным путем (1/2 произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса). Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2017 г. не зарегистрировано.

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС осуществляет отдел радиационной безопасности (ОРБ) КоАЭС. В 2017 г. службами ЛООС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, и поселке Нива-1 (аспирационные установки), а также с помощью четырех пробоотборников воздуха JL-150 Hunter, размещенных в районе блок-поста КоАЭС, горы Лысая (горнолыжный комплекс), в г. Полярные Зори (на территории Информационного центра) и в г. Кандалакша (на территории защищенного пункта управления противоаварийными действиями района эвакуации (ЗПУПД РЭ)). Периодичность замены фильтров: аспирационных установок – один раз в неделю, пробоотборников JL-150 Hunter – один раз в месяц;

- радиоактивность атмосферных выпадений в 16 пунктах постоянного наблюдения, расположенных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Кандалакша). Пробы отбирались с помощью стандартных кювет площадью 0,25 м². Время экспозиции кювет – один месяц;

- радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК, ОЗС, БНТ-2 (бак низких течек)), а также одновременно отбираемых проб воды из подводящего канала, общего потока на выходе очистных сооружений, устья сбросного канала и сбросных коллекторов охлаждающей воды каждого из четырех блоков АЭС – ежемесячно;

- содержание радионуклидов в воде из оз. Имандра в семи точках – ежеквартально;

- радионуклидный состав подпиточной воды, воды тепловой сети и питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН – периодически;

- содержание радионуклидов в грунтовых водах на промплощадке АЭС и на полигоне промтоходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 65 штук: 29 – на первой очереди, 22 – на второй очереди, 5 – на полигоне промтоходов в районе ХССО, 9 – вокруг ХОРО;

- содержание радионуклидов в почве 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;

- радиационный фон в непрерывном (АСКРО), постоянном (с использованием термомлюминесцентных дозиметров, экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (ежемесячно по установленным маршрутам, еженедельно на территории очистных сооружений и полигона промтоходов с помощью переносных дозиметрических приборов МКС-АТ6130Д, МКС-АТ1117М, МКС/СРП-08А, ДКС-АТ1123, Harshaw(8814) и передвижной радиометрической лаборатории) режимах.

АСКРО включает 5 автоматизированных метеостанций и 15 постов контроля мощности дозы γ -излучения, позволяющих получать информацию о радиационной обстановке, динамике ее

изменения на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и населенных пунктах 30-км зоны АЭС и осуществлять ее прогнозирование. В состав АСКРО входит передвижная радиометрическая лаборатория, позволяющая проводить γ -съемку местности по маршруту следования, выполнять отборы проб воздуха и воды с помощью автоматических пробоотборников, определять содержание радионуклидов в пробах и передавать полученную информацию в ИАЦ АСКРО по радиоканалу.

С 2014 года на Кольской АЭС введена в эксплуатацию мобильная передвижная радиоэкологическая лаборатория (ПРЭЛ). Новая передвижная лаборатория имеет в своем составе помимо радиационного оборудования, приборы экологического контроля (многопараметрические приборы для определения качества воды) и оборудование для комплексного контроля метеопараметров (ультразвуковая метеостанция с системой пневмоподъема), что позволяет получать оперативную информацию обо всех представляющих интерес параметрах окружающей среды в заданной точке.

Измерения $\Sigma\beta$ в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа, $\Sigma\alpha$, активности ^{90}Sr выполняются на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад» и радиометре УМФ-2000. Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах «Canberra» с автоматизированной обработкой γ -спектров. Для измерения проб применяются полупроводниковые детекторы из особо чистого германия: GC3018, GC2018 Canberra. Мониторинг содержания ^3H , ^{14}C , ^{40}K , ^{89}Sr , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th , ^{234}U , ^{238}U в воде проводится с помощью жидкосцинтилляционного радиометра «Tri-Carb 2900TR» и ультранизкофонового жидкосцинтилляционного радиометра Quantulus 1220, введенного в эксплуатацию в 2015 г.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС независимо от ЛООС АЭС осуществляет Мурманское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 3.5.1.

В 2017 г. радиационный мониторинг, проводимый Мурманским УГМС, включал:

- мониторинг радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха: в 3 пунктах отбора проб атмосферных выпадений и в одном пункте отбора проб радиоактивных аэрозолей. В отобранных пробах атмосферных выпадений и аэрозолей определялось содержание суммы β -активных и отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения;
- мониторинг радиоактивного загрязнения водных объектов: один пункт отбора проб морской воды для определения содержания ^{90}Sr ; два пункта отбора поверхностных вод для определения содержания ^{90}Sr и донных отложений с последующим гамма-спектрометрическим анализом отобранных проб;
- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на 8 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}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в ФГБУ «НПО «Тайфун».

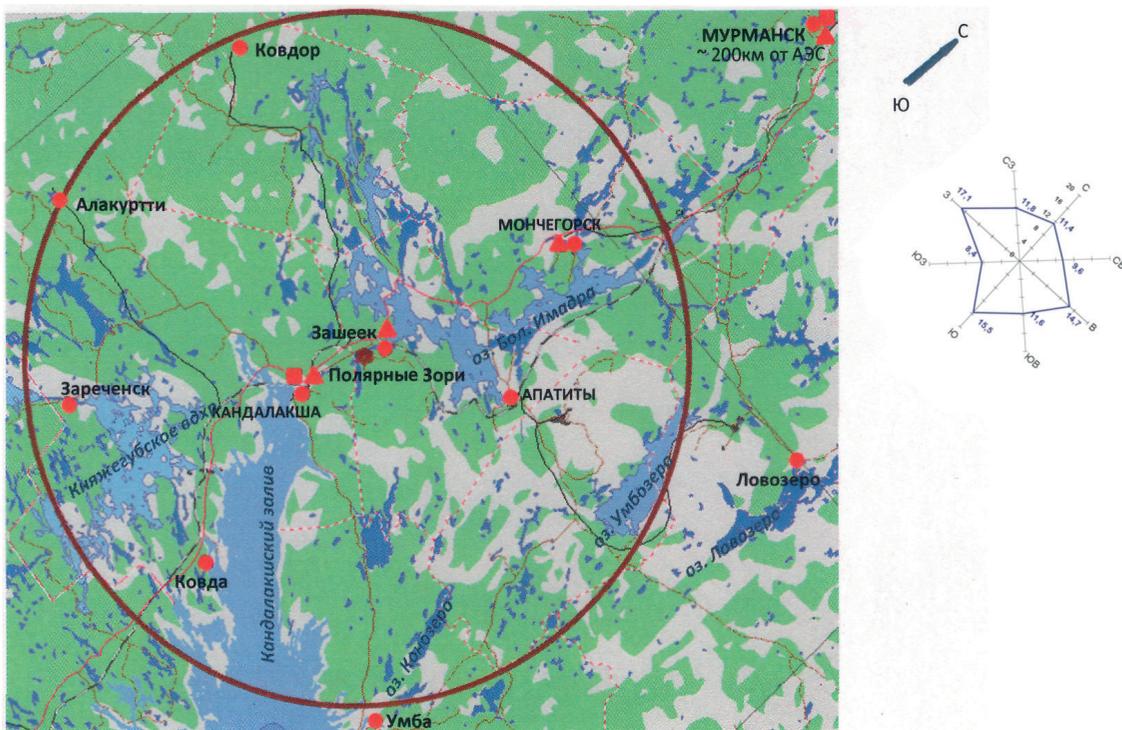


Рис. 3.5.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- ☛ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

Приземная атмосфера

Атмосферные выпадения и объемная $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2017 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 2017 г. в п. Зашеек, в г. Мончегорске и в г. Кандалакша уменьшились по сравнению с предыдущим годом в 1,1 раза. Среднегодовые суточные $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2017 г. превышали уровень региональных выпадений в 1,4 раза. Среднемесячная величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2017 г. колебалась в пределах от 0,89 до 1,28 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в г. Мончегорск в июне и составляли 4,60 Бк/м²·сутки.

Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в воздухе п. Зашеек, расположенном в 20-км зоне КоАЭС, колебалась в 2017 г., по данным Мурманского УГМС, в пределах от $2,0 \cdot 10^{-5}$ до $6,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 3.5.3). Максимальная среднесуточная объемная $\Sigma\beta$ наблюдалась в сентябре – $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. По результатам ЛООС КоАЭС, в 2017 г. в СЗЗ среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в воздухе составляла $8,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $5,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольном пункте – $7,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Значение плотности выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2017 г. было ниже предела обнаружения.

Таблица 3.5.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне КоАЭС в 2017 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша	Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,93	4,1	0,93	0,94	0,7	6,6
	м	1,13	13,73	1,4	1,33		
Февраль	с	0,89	3,6	0,89	0,91	0,7	7,2
	м	1,03	11,3	1,1	1,15		
Март	с	0,93	4,0	0,96	0,9	0,6	6,2
	м	1,3	10,9	1,6	1,25		
Апрель	с	0,94	3,3	0,93	0,9	0,5	6,0
	м	1,58	10,4	1,15	1,08		
Май	с	1,06	3,5	0,96	0,95	0,7	6,5
	м	2,65	7,6	1,3	1,3		
Июнь	с	1,13	3,5	1,15	1,08	0,5	6,8
	м	2,09	11,5	4,6	2,14		
Июль	с	1,19	6,0	1,02	1,27	0,6	6,6
	м	2,06	14,9	1,4	3,47		
Август	с	1,26	4,2	1,02	1,28	0,7	5,8
	м	2,72	11,9	1,46	3,28		
Сентябрь	с	1,01	6,0	0,95	0,97	0,4	5,9
	м	1,93	19,6	1,35	2,68		
Октябрь	с	0,9	4,4	0,93	0,98	0,6	5,2
	м	1,13	14,8	1,53	2,88		
Ноябрь	с	0,99	2,0	0,92	0,94	0,5	5,7
	м	1,85	4,9	1,4	1,23		
Декабрь	с	0,95	3,3	0,97	0,88	0,6	6,0
	м	1,95	9,4	1,98	1,1		
Среднее:	2017 г.	1,0	7,2	1,0	1,0	0,6	6,2
	2016 г.	1,1	5,3	1,1	1,1	0,7	7,3
Сумма, Бк/м ² ·год:	2017 г.	372		354	365	219	
	2016 г.	413		413	405	248	

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Зашеек (входит в 20-км зону КоАЭС) за 2016-2017 гг. и из п. Кандалакша за 2010-2014 гг. (с 2015 г. отбор проб в п. Кандалакша прекращен), проводимого в Мурманским УГМС и в «НПО «Тайфун», приведены в табл. 3.5.4.

Таблица 3.5.4

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
¹³⁷ Cs							
Кандалакша	2010	1,1	0,9	0,6	1,2	1,0	0,9
	2011	5,9	79,1	2,3	1,7 ¹⁾	26,4 ²⁾	21,2
	2012	2,4	2,0	1,2	6,3	3,0	1,6
	2013	2,4	1,7	1,5	1,4	1,8	1,8
	2014	2,7	3,6	1,0	1,2	2,1	1,3

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
¹³⁷Cs							
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
⁹⁰Sr							
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

Примечания: ¹⁾ – данные за один месяц (октябрь);

²⁾ – среднее за 10 месяцев.

Из табл. 3.5.4 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере в п. Зашеек в 2017 г. была выше чем в 2016 г. в 2 раза, и выше средневзвешенной по территории Заполярья в 2,3 раза. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в п. Зашеек в 2017 г. была ниже, чем в предыдущем году, и ниже регионального уровня в 5,3 раза.

В табл. 3.5.5 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС по данным ЛООС. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют ¹³⁷Cs, ^{110m}Ag, ¹⁰⁶Ru, ⁹⁵Nb, ⁶⁰Co, ⁵⁸Co и ⁵⁴Mn. По сравнению с предыдущим годом, в 2017 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs увеличилась в 1,2 раза, превышая в 11,7 раз средневзвешенную объемную активность воздуха по территории Заполярья ($1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ⁶⁰Co и ⁵⁴Mn в 2017 г. выросла в 1,2 раза, ^{110m}Ag – в 1,3 раза. В СЗЗ стали определяться ¹⁰⁶Ru, ⁹⁵Nb и ⁵⁸Co. Наблюдаемые в 2017 г. объемные активности радионуклидов в СЗЗ были на семь порядков ниже ДОА_{нас.} по НРБ-99/2009 [3]. В ЗН и контрольном пункте достоверно определялся только ¹⁰⁶Ru ($2,0 \cdot 10^{-4}$ % от ДОА_{нас.}), объемные активности остальных радионуклидов были ниже МДА. Появление ¹⁰⁶Ru в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте, по-видимому, связано с его поступлением в окружающую среду в сентябре 2017 года на территории Уральского федерального округа.

Таблица 3.5.5

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛООС КоАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		п. Нива-1 (ЗН)		г. Кандалакша – контрольный пункт	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016
¹³⁷ Cs	14,0	12,0	<10,0	<10,0	< 13,0	< 12,0
^{110m} Ag	14,0	11,0	<11,0	<10,0	<12,0	<11,0
¹⁰⁶ Ru	104,0	<84,0	91,0	<79,0	95,0	<56,0
⁹⁵ Nb	15,0	<10,0	<12,0	<12,0	<14,0	<14,0
⁶⁰ Co	14,0	12,0	<10,0	<9,0	<10,0	<10,0
⁵⁸ Co	1,1	<0,8	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
⁵⁴ Mn	1,2	1,0	<0,9	<0,8	<1,0	<1,0

Почва

Плотность содержания радионуклидов в почве, по данным ЛООС, приведено в табл. 3.5.6. Для оценки текущего радиационного состояния почвы проводится сравнение результатов радиационных измерений со средними значениями измерений за последние 5 лет (усредненные за предшествующие 5 лет значения приводятся в скобках). Из табл. 3.5.6 видно, что в 2017 г. плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте выросла по сравнению с предыдущим годом в 1,5, 2,1 и 2,6 раза соответственно. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в ЗН и контрольном пункте оставалась ниже средних значений за последние пять лет. Плотность содержания $\Sigma\beta$ в 2017 г. в почве выросла в ЗН в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом, но осталась ниже среднего значения за последние пять лет. Плотность содержания $\Sigma\beta$ в 2017 г в СЗЗ осталась на прежнем уровне, в контрольном пункте уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 1,9 раза.

Поверхностные и подземные воды, донные отложения

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра за 2017 г. представлена в табл. 3.5.6. В 2017 г. по сравнению с 2016 г. объемная активность ^{137}Cs увеличилась во всех пунктах отбора проб в 1,1–1,3 раза, кроме водозабора п. Нива (уменьшилась в 1,3 раза) и контрольного пункта (осталась на прежнем уровне). Удельная активность ^{137}Cs в воде открытых водоемов была на четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3] для этого радионуклида и была на уровне значения контрольного водоема – р. Пиренги, за исключением губы Молочной, где, как и в предыдущем году, наблюдалась самая высокая активность ^{137}Cs – 1,8 мБк/л. Объемная $\Sigma\beta$ активность воды во всех контролируемых водоемах в 2017 г. была на два порядка ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3] для питьевой воды.

Таблица 3.5.6

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС (данные ЛООС КоАЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		$\Sigma\beta$	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Почва, кБк/м²				
СЗЗ	0,113 (0,101)	0,075 (0,093)	18,0 (22,5)	15,3 (20,0)
ЗН	0,081 (0,093)	0,038 (0,087)	16,6 (20,2)	16,7 (18,5)
Контрольный пункт	0,072(0,107)	0,028(0,094)	7,4 (12,6)	14,4 (11,5)
Вода, мБк/л				
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	1,2	0,9	61	42
Губа Молочная	1,8	1,6	54	56
Узкая Салма	1,2	1,0	43	40
Широкая Салма	1,1	1,0	43	41
р. Нива – водозабор п. Нива	0,9	1,2	51	59
Водозабор п. Африканда	-	-	-	-
р. Пиренга – контрольный водоем	1,0	1,1	37	53
Донные отложения, Бк/кг в.-с.				
Сбросной канал	22,0	11,2	182,0	121,4
Губа Молочная	27,1	11,3	119,8	135,8
Губа Глубокая	4,0	9,7	140,0	60,3
Орловские острова	36,4	11,3	123,0	69,7
Сосновые острова	3,8	16,3	136,5	123,3
Форелевое хозяйство	21,4	10,4	171,5	198,6

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		Σβ	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	3,2	1,5	80,4	62,9
ЗН	5,6	3,4	74,5	58,4
Контрольный пункт	2,1	0,3	47,8	53,8
Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	1,5	0,7	58,8	49,7
ЗН	1,7	2,1	65,8	81,1
Контрольный пункт	1,7	1,9	47,9	47,9
Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	1,3	1,9	26,8	23,7
ЗН	1,7	0,4	27,0	18
Контрольный пункт	1,6	0,7	26,5	21,8
Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы				
СЗЗ	2,7	6,3	28,3	24,5
ЗН	2,5	4,6	27,8	24,4
Контрольный пункт	2,0	2,7	27,8	21
Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы				
	3,3	1,4	28,9	68,8
Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы				
	<1,0	<1,0	59,8	59,8
Рыба, Бк/кг сырой массы				
Бабинская Имандра, щука	6,2	-	42,7	-
Бабинская Имандра, окунь	19,8	2,5	44,4	94,9
Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы				
	< 0,7	< 0,9	42,0	81,4

Примечания: в скобках приведены средние значения за последние 5 лет; - – нет данных.

В 2017 г. в ФГБУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию ⁹⁰Sr в воде оз. Имандра, возобновленные в 2004 г. Отбор воды проводился в двух точках – п. Зашеек и губа Молочная. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде оз. Имандра в 2017 г. составила 1,4 и 2,1 мБк/л соответственно, что значительно ниже УВ, установленного НРБ-99/2009 [3], и ниже фонового содержания ⁹⁰Sr в озерах ЕТР (2,3 мБк/л).

Объемная активность ¹³⁷Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, н.п. Зашеек и п. Африканда колебалась в пределах от 0,9 до 1,2 мБк/л, объемная Σβ активность – от 49 до 61 мБк/л.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ЛООС, приведена в табл. 3.5.6. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. Согласно данным табл. 3.5.6, техногенная активность донных отложений определяется ¹³⁷Cs глобального и частично «станционного» происхождения (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Донные отложения представлены грунтами разных типов (ил, первичные отложения, заиленные пески), отличающихся по своим аккумуляционным свойствам. Активность илов существенно выше активности других типов отложений, глубина проникновения радионуклидов в них в 2–3 раза больше, чем для заиленных песков, соответственно, значительно выше толщина слоя, содержащего радионуклиды. Поэтому на результаты измерения отложений

в большей степени влияют: тип отбираемых грунтов, толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения места отбора.

В 2017 г. в пробах донных отложений содержание ^{137}Cs было выше, чем в 2016 г., во всех точках отбора (превышение от 2,0 до 3,2 раза), кроме губы Глубокой и Сосновых островов. Значения удельной $\Sigma\beta$ в пробах донных отложений в 2017 г. было выше, чем в предыдущий год, во всех точках отбора кроме губы Молочной и Форелевого хозяйства. 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.

В 2017 г. для большинства скважин (кроме скважин № 104, 105, 107, 108, 303, 304 и 706 -введена в эксплуатацию в 2015 г.), расположенных вокруг аппаратного отделения и объединенного спецкорпуса 1-й очереди КоАЭС, содержание радионуклидов находилось ниже порога регистрации аппаратуры (метода). В скважинах № 107, 303 и 310 в 2017 г. наблюдалось увеличение среднегодовой удельной активности ^{137}Cs в 1,2, 1,4 и 3,8 раза соответственно. В воде скважин № 104, 105, 108 и 304 и 706 среднегодовая удельная активность ^{137}Cs в 2017 г. была ниже прошлогодних значений. Удельная активность трития в скважинах № 104, 105, 107, 108, 303, 304 и 706 находилась в пределах 167–14446 Бк/кг. Удельная активность радионуклидов в воде наблюдательных скважин не превышала контрольные уровни, установленные для грунтовых вод Кольской АЭС. Для большинства скважин контрольные уровни соответствуют уровням вмешательства УВ для питьевой воды, приведенные в приложение 2а к НРБ-99/2009 Поступления радионуклидов с грунтовыми водами за пределы территории КоАЭС не обнаружено.

Продукты питания местного производства

В 2017 г. удельная активность ^{137}Cs в грибах и ягодах (см. табл. 3.5.6) соответствует уровням их глобального загрязнения и не превышает допустимых значений, установленных СанПиН 2.3.2.1078-01 [9]. Удельная активность ^{137}Cs в тканях рыб (см. табл. 3.5.6) была на один–два порядка ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [9], составляющего 130 Бк/кг. ^{90}Sr в грибах, ягодах и рыбе обнаружен не был.

Радиационный фон на местности

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2017 г. (по данным Мурманского УГМС) показывают, что по сравнению с 2016 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД практически не изменилась и колебалась в пределах от 0,07 до 0,09 мкЗв/ч при среднемесячных колебаниях от 0,07 до 0,11 мкЗв/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ЛООС, в 2017 г. МЭД в контрольном пункте была равна 0,07 мкЗв/ч, в СЗЗ и ЗН – 0,08 мкЗв/ч, на промплощадке – 0,10 мкЗв/ч.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла: 0,61 мГр для СЗЗ, 0,53 мГр для ЗН и 0,51 мГр для контрольной точки.

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает незначительное влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы санитарно-защитной зоны АЭС и загрязнении грунтовых вод радионуклидами, которое потенциально может распространяться за пределы промплощадки АЭС.

3.6. Курская АЭС

В 2017 г. на Курской АЭС (КуАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 и 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введенные в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 годах соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3200 МВт (тепловая).

КуАЭС расположена в 3 км от г. Курчатова (количество жителей – 41,8 тыс. человек) и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм в его среднем течении. Сейм впадает в р. Десну, которая впадает в р. Днепр.

В марте 2005 г. установлены следующие границы СЗЗ и ЗН КуАЭС: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживают 69,3 тыс. человек.

В 2017 г. среднегодовая температура воздуха в районе АЭС составляла +7,6 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2017 г. составляла 72 %; годовое количество атмосферных осадков – 572,2 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было западно-юго-западное, максимальная скорость ветра наблюдалась весной (март-май) и составляла 21 м/с, среднегодовая скорость – 2,75 м/с.

Газоаerosольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через 2 вентиляционные трубы высотой 150 м, вентрубы машзала высотой 50 м, вентрубу ХОЯТ (26 м), вентрубу здания 54 (40 м), вентрубу ХТРО (30 м). Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на aerosольных 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 2017 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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	1,85·10 ⁸	9,60·10 ⁷	+8,9·10 ⁷
¹³¹ И	9,3·10 ¹⁰	1,03·10 ⁹	1,27·10 ⁹	-2,4·10 ⁸
¹³⁴ Сs	1,4·10 ⁹	1,30·10 ⁷	5,40·10 ⁶	+7,6·10 ⁶
¹³⁷ Сs	4,0·10 ⁹	4,30·10 ⁷	2,91·10 ⁷	+1,4·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	4,80·10 ¹⁴	3,09·10 ¹⁴	+1,7·10 ¹⁴

Из приведенных в табл. 3.6.1 данных видно, что в 2017 г. годовые выбросы всех контролируемых радионуклидов, кроме ¹³¹И, увеличились по сравнению с 2016 г. (⁶⁰Со – в 1,9 раза, ¹³⁴Сs – в 2,4 раза, ¹³⁷Сs – в 1,5 раза, ИРГ – в 1,6 раза; выбросы ¹³¹И уменьшились в 1,2 раза), и составляли от 0,9 % (для ¹³⁴Сs) до 13,0 % (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 $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $21,5 \text{ км}^2$, скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 м/с (в весенний паводок).

Данные о содержании радионуклидов в сбросах КуАЭС в реку Сейм, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов представлены в табл. 3.6.2. В 2017 г. объем сброса промышленно-ливневых и дебалансных вод на КуАЭС составил $1,4 \cdot 10^4 \text{ м}^3$. В 2017 г. в сбросах КуАЭС регистрировались ^3H , ^{54}Mn , ^{60}Co и ^{90}Sr и ^{137}Cs . По сравнению с 2016 г. в 2017 г. сбросы ^{60}Co уменьшились в 2 раза, ^3H – в 2,4 раза, ^{137}Cs – в 1,6 раза, ^{54}Mn – в 2 раза, ^{90}Sr – в 1,5 раза. Тритий вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал 0,03 % от допустимого. Годовые сбросы ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{90}Sr и ^{137}Cs не превышали соответственно 0,5; 0,7; 1,4 и 1,2 % от допустимых.

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на АС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в сбросах, не определяются, фактическому сбросу нормируемого радионуклида присваивается значение $\frac{1}{2}$ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем сброса. В число таких радионуклидов входят ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{65}Zn , ^{89}Sr , ^{95}Zr , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{141}Ce , ^{144}Ce .

Таблица 3.6.2

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
Промышленно-ливневые и дебалансные воды (р. Сейм)	^3H	$2,91 \cdot 10^{10}$	$7,07 \cdot 10^{10}$	$-4,2 \cdot 10^{10}$
	^{137}Cs	$4,23 \cdot 10^6$	$6,80 \cdot 10^6$	$-2,6 \cdot 10^6$
	^{60}Co	$3,53 \cdot 10^6$	$7,21 \cdot 10^6$	$-3,7 \cdot 10^6$
	^{90}Sr	$1,79 \cdot 10^6$	$2,72 \cdot 10^6$	$-9,3 \cdot 10^5$
	^{54}Mn	$3,53 \cdot 10^6$	$7,05 \cdot 10^6$	$-3,5 \cdot 10^6$
Суммарный сброс за год (без учета ^3H)		$5,33 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^8$	$-4,8 \cdot 10^7$
Суммарный сброс за год (с учетом ^3H)		$2,91 \cdot 10^{10}$	$7,07 \cdot 10^{10}$	$-4,2 \cdot 10^{10}$

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 2017 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 7 пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ «Тайфун-1А» производительностью $1250 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- радиоактивность атмосферных выпадений определялась в 8 пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью $0,25 \text{ м}^2$ и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;

- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;

- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в рыбе водоема-охладителя и рек, а также в сельхозпродуктах местного производства;

– проводился регулярный контроль за уровнем γ -фона и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по γ -излучению, $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr . Радионуклидный состав проб определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа «Ortec» GEM-30-P, диапазон измерения активности образцов – $10\text{--}10^5$ Бк с погрешностью 35–60 %. Измерение $\Sigma\beta$ в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами СРП-68-01, ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКС-96, ДРПБ-0,3, МКС-01Р. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра α - и β -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy» Финляндия.

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).

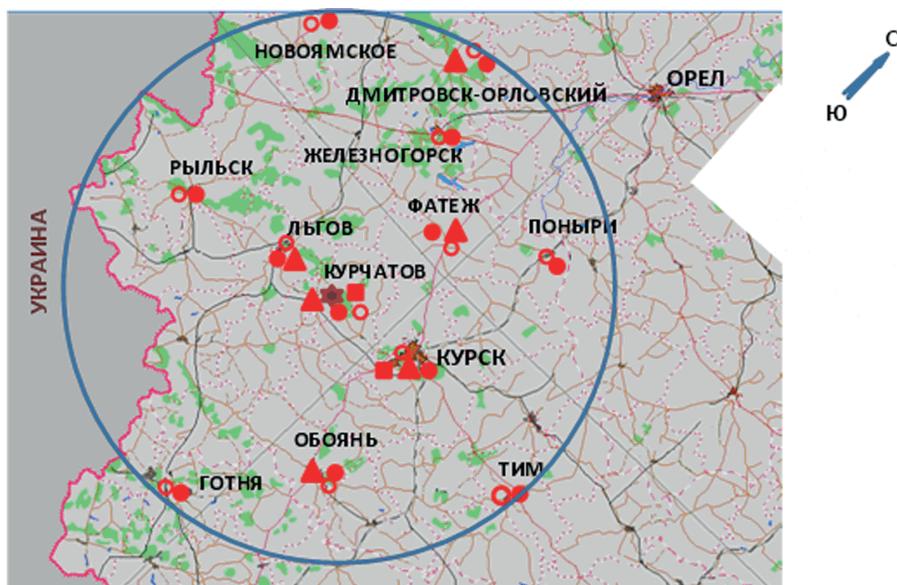


Рис. 3.6.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

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

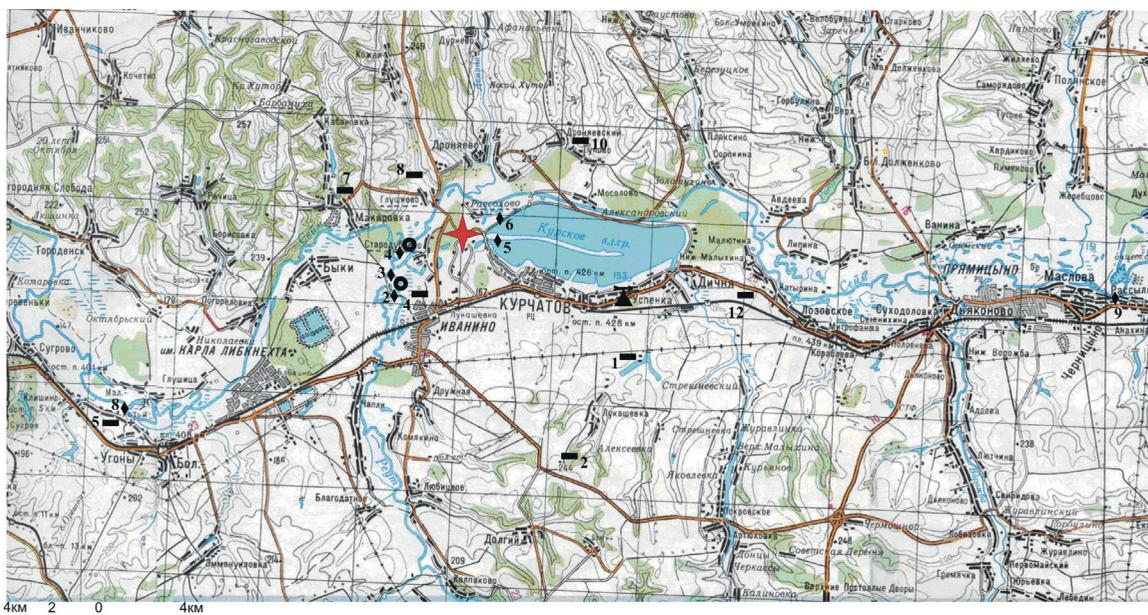


Рис. 3.6.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- ◆ – АЭС;
- — отбор проб снега и растительности;
- ◆ – отбор проб воды;
- – сброс ХФК в р. Реут и ПЛК в р. Сейм;
- – населенные пункты;
- ▲ – метеостанция Курчатова, отбор проб атмосферных аэрозолей, выпадений, измерения гамма-фона

В 2017 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 м² с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;
- плотности загрязнения снега в январе и феврале во время маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске;
- уровня радиоактивного загрязнения растительности в вегетационный период (с мая по август) во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в 9 точках, совпадающих с точками отбора снега;

мощности экспозиционной дозы γ -излучения каждые три часа на 12 стационарных пунктах, а также при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на γ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная β -активность проб измерялась

на радиометре типа РУБ-01П5. Объемная активность ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в объединенных за квартал пробах определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО за 2017 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 2017 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
Курск	с	12	11	16	16	14	13	20	29	20	12	13	12	16	17
	м	27	27	53	40	29	21	49	64	34	37	38	29	64	73
Курчатов	с	18	13	17	17	25	20	17	30	21	18	19	13	19	20
	м	42	31	41	26	30	28	38	61	31	42	43	21	61	64

Из приведенных в табл. 3.6.3 данных видно, что максимальная объемная $\Sigma\beta$, зарегистрированная в течение года, наблюдалась в г. Курске в августе и составила $64 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в г. Курчатове – также в августе и составила $61 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от $13 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале и декабре) до $30 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) в г. Курчатове и от $11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале) до $29 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в августе) в г. Курске. Среднегодовые объемные $\Sigma\beta$ в Курске немного понизились по сравнению с 2016 г. и составляли $16 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в г. Курчатове также немного понизились и составляли $19 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что выше уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 1,4 раза ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По результатам γ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО, в табл. 3.6.4 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны КуАЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности радионуклидов в г. Курске и максимальные пятисуточные объемные активности радионуклидов в г. Курчатове.

Таблица 3.6.4

Среднегодовые (q) и максимальные (q_m) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО)

Радионуклид	Курск				Курчатов				ДОАнас., Бк/м ³
	q		q_m		q		q_m		
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
^{24}Na	н	1	н	160	н	н	н	н	290
^{51}Cr	н	н	н	981	н	4	н	4	2500
^{54}Mn	0,6	1,2	2,0	5,0	6,2	11,7	26	190	72
^{59}Fe	0,2	0,8	2,0	5,2	3,9	6,3	20	230	30
^{58}Co	н	н	н	н	0,7	1,0	4,0	19	68
^{60}Co	0,5	1,3	2,0	5,0	5,2	11,2	14,0	109	11
^{95}Zr	н	н	н	н	1,4	2,4	8,0	20	23
^{95}Nb	0,1	0,5	1,0	1,5	5,6	5,7	12,0	90	72
^{131}I	0,3	1	126	217	2,0	3,0	152	152	7,3
^{134}Cs	н	0,1	н	1,0	1,4	0,6	10,0	6,0	19
^{137}Cs	6,7	7,7	14,0	40	12,3	11,5	13,0	39	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 допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [3], с целью оценки степени опасности для населения регистрируемых в приземной атмосфере радионуклидов.

В течение года среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (декабрь) до $13,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) и составила в среднем за год $6,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза ниже среднего за 2016 г. ($7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 2,1 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В пробах аэрозолей г. Курска также наблюдались ^{131}I , ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{95}Nb . Среднегодовое значение активности ^{60}Co уменьшилось в 2,6 раз по сравнению с 2016 г., а среднегодовое значение активности ^{54}Mn – уменьшилось в 2 раза. В г. Курчатове среднемесячная объемная активность ^{137}Cs изменялась от $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (ноябрь) до $27,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (июнь) и составила в среднем за год $12,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,1 раза выше, чем в 2016 г. ($11,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и в 3,8 раза выше средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs для территории Центра ЕТР.

Кроме ^{137}Cs , в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2017 г. наблюдались ^{54}Mn , ^{59}Fe , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{131}I и ^{134}Cs . Объемные активности большинства радионуклидов уменьшаются с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске меньше, чем в г. Курчатове. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009 на шесть и более порядков.

В табл. 3.6.5 представлены объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu и $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет.

Из табл. 3.6.5 видно, что среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2017 г. в Курске увеличились в 1,1 раза по сравнению с 2016 г. и были в 1,1 раза выше средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, а в Курчатове уменьшились в 3,4 раза по сравнению с 2016 г. и были в 2,5 раза ниже уровня средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР. Объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2017 г. ($0,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) уменьшилась в 2,7 раза по сравнению с 2016 г. Объемная активность ^{238}Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2017 г. составила $0,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и увеличилась в 1,1 раза по сравнению с 2016 г.

Таблица 3.6.5

Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2013–2017 гг., Бк/м³ (данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
$^{137}\text{Cs}^*$, 10^{-7}							
Курск	2013	6,4	21	8,5	11	11,1	5,9
	2014	7,9	10,0	14,0	8,6	10,2	6,2
	2015	9,3	19,0	19,0	8,5	13,9	5,5
	2016	7,6	7,8	10,1	5,4	7,7	3,6
	2017	5,5	9,3	7,8	3,9	6,7	3,2
Курчатов	2013	7,2	18,7	14,1	15,7	13,9	5,9
	2014	14,4	18,5	25,8	9,8	17,4	6,2
	2015	10,8	43,3	29,8	16,8	25,2	5,5
	2016	10,0	10,3	16,8	9,0	11,5	3,6
	2017	10,5	17,3	11,7	9,6	12,3	3,2

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
Курск	2013	0,23	0,76	0,54	0,36	0,47	1,42
	2014	0,70	1,04	2,84	0,48	1,27	0,72
	2015		1,16		1,06	1,11	1,01
	2016		0,98		0,62	0,80	0,82
	2017		0,30		1,50	0,90	0,81
Курчатов	2013	0,23	1,63	0,87	0,33	0,77	1,42
	2014	0,60	1,76	1,96	0,99	1,33	0,72
	2015		1,43		1,71	1,57	1,01
	2016		1,00		1,21	1,11	0,82
	2017		0,30		0,36	0,33	0,81
²³⁹⁺²⁴⁰Pu, 10⁻⁹							
Курск	2013	1,4	2,9	6,2	1,6	2,2	-
	2014	1,5	2,2	6,8	5,2	3,9	-
	2015	5,6	12,6	3,6	1,0	5,7	-
	2016	0,8	4,5		2,4	1,9	-
	2017		1,1		0,3	0,7	-
²³⁸Pu, 10⁻⁹							
Курск	2013	0,8	0,5	1,2	0,7	0,4	-
	2014	0,2	1,4	1,2	0,3	0,8	-
	2015	0,8	42,6	2,2	0,4	11,5	-
	2016	0,3	0,3		2,4	0,8	-
	2017		0,4		1,4	0,9	-

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;
 - – нет данных.

Данные ЛВРК АЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2016–2017 гг. приведены в табл. 3.6.6. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2017 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН существенно не изменился. В ЗН и контрольном пункте Селекционный регистрировался тот же состав радионуклидов, что и в СЗЗ. В контрольном пункте Селекционный содержание большинства регистрируемых радионуклидов по сравнению с 2016 г. осталось на том же уровне или уменьшилось. Объемная активность ¹³⁷Cs в контрольном пункте (41·10⁻⁷ Бк/м³) уменьшилась в 1,4 раза и в 12,8 раза превышала фоновую для Центра ЕТР (3,2·10⁻⁷ Бк/м³). Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН КуАЭС и контрольного пункта были на шесть-семь порядков ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009 (табл. 3.6.6).

Таблица 3.6.6

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном
воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2016–2017 гг., 10⁻⁷ Бк/м³
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОА _{НАС.} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
⁵⁴ Mn	20	22	23	18	8	14	72
⁵⁹ Fe	12	16	42	22	<39	<39	30
⁵⁸ Co	<4	6	5	4	<15	<15	68
⁶⁰ Co	20	28	19	24	21	22	11
⁶⁵ Zn	<9	<6	<10	<12	<30	<32	72
⁹⁴ Nb	<3	<2	<3	<4	<10	<11	11
⁹⁵ Nb	15	20	29	24	<25	19	72
⁹⁵ Zr	<7	4	24	13	<28	<26	23
¹³⁴ Cs	<4	4	22	2	<12	10	19
¹³⁷ Cs	11	14	16	20	41	59	27

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2017 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.).

Из табл. 3.6.7 видно, что в 2017 г. среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС составляли 0,6–0,8 Бк/м²·сутки, что находится примерно на уровне среднего значения для центрально-черноземных областей. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений были зарегистрированы в г. Дмитровск-Орловский (284,6 Бк/м²·год). Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в июле в г. Дмитровск-Орловский (5,1 Бк/ м²·сутки).

Таблица 3.6.7

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений
и объемной $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2017 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		Сумма за год, Бк/м ² ·год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Выпадения, Бк/м²·сутки																
Дмитровск- Орловский	с	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	1,3	0,8	0,8	284,6
	м	2,0	2,0	2,5	2,8	4,3	1,7	5,1	1,8	2,5	2,4	2,6	3,1			
Курск	с	0,4	0,6	0,7	0,4	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	213,6
	м	1,7	2,9	2,6	1,7	1,5	2,2	2,7	1,4	2,5	1,8	3,2	1,8			
Курчатов	с	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	246,3
	м	1,9	3,3	2,1	1,8	2,3	1,9	2,2	1,8	2,2	2,3	3,2	3,5			
Льгов	с	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	1,0	0,7	0,8	237,9
	м	3,8	2,8	1,5	1,6	1,9	1,6	1,7	1,9	2,3	2,7	1,8	3,2			
Обоянь	с	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	1,0	0,7	0,8	230,3
	м	3,6	1,7	1,8	1,9	4,0	1,8	2,6	2,4	2,3	1,6	2,6	3,8			
Фатеж	с	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4	0,6	0,7	0,7	0,5	0,8	0,9	1,0	0,7	0,8	256,9
	м	2,6	2,0	3,6	1,6	1,4	2,9	2,5	4,3	1,7	2,8	3,7	2,3			
100-км зона Курской АЭС		0,7	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	0,7	0,8	245,2
Чистая зона*		0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	203,8

Примечание: * – Белгород, Липецк, Тамбов.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений (табл. 3.6.8) выполнялся УГМС ЦЧО:

- по объединенным за месяц пробам г. Курчатова;
- объединенным за месяц пробам по зоне 12 (Курск, Льгов, Обоянь, расположенным в зоне влияния КуАЭС);
- объединенным за месяц пробам по зоне 11 (Липецк, Белгород, Тамбов, Жуковка).

Таблица 3.6.8

Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2017 г., Бк/м²·месяц (данные УГМС ЦЧО)

Месяц	Курчатов				Зона 12		Зона 11	
	¹³⁷ Cs	⁷ Be	²³² Th	²¹⁰ Pb	¹³⁷ Cs	⁷ Be	¹³⁷ Cs	⁷ Be
Январь	н	8	0,54	19	0,03	9	0,03	10
Февраль	н	13	0,64	22	0,03	12	н	8
Март	н	20	0,48	28	0,03	21	0,03	15
Апрель	н	14	0,36	24	н	13	0,05	12
Май	н	23	0,42	н	0,04	29	0,05	22
Июнь	0,6	26	0,60	17	0,04	41	0,06	44
Июль	н	71	0,88		н	78	0,07	52
Август	н	33	0,60	40	0,05	33	0,06	1
Сентябрь	н	23	0,54	41	0,04	13	0,04	28
Октябрь	н	21	0,54	18	0,07	34	0,05	33
Ноябрь	н	14	0,45	15	0,03	26	0,02	23
Декабрь	н	52	н	5,2	н	41	н	37
Сумма, Бк/м ² ·год: 2017 г.	0,6	318	6,05	228	0,36	350	0,46	285
Сумма, Бк/м ² ·год: 2016 г.	0,1	400			0,61	490	0,53	379
2015 г.	0,5	369			0,75	406	0,61	300

Примечания: в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенные в разных направлениях от КуАЭС (рис. 3.6.1);
н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.6.8 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. В 2017 г. по сравнению с 2016 г. в г. Курчатове выпадения ¹³⁷Cs увеличились в 6 раз. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался ¹³⁷Cs. Выпадения ¹³⁷Cs в зоне 12 уменьшились в 1,7 раз по сравнению с 2016 г.

В 2017 г. годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Курчатове были в 3,5 раза выше средних выпадений этого радионуклида на незагрязненных территориях Центра ЕТР (0,17 Бк/м²·год), а в зоне 12 – в 2,1 раза выше.

По данным ЛВРК АЭС, в 2017 г. среднегодовые выпадения ⁶⁰Co в зоне наблюдения Курской АЭС остались на уровне 2016 г. и составили <0,02 Бк/м²·сутки. Среднегодовые выпадения ¹³⁷Cs в зоне наблюдения Курской АЭС увеличились в 6 раз и составили 0,06 Бк/м²·сутки.

Вода, донные отложения

В 2017 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно отбирались пробы воды открытых водоемов (водоем-охладитель 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 2017 г., полученные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 3.6.9, из которой следует, что в реке Сейм радионуклиды техногенного происхождения регистрировались только в сбросе ПЛК.

По данным УГМС ЦЧО, в 2017 г. (табл. 3.6.9) средние за год значения объемной $\Sigma\beta$ в водных объектах, расположенных в зоне влияния КуАЭС, были близки к значениям в фоновых точках или незначительно их превышали, кроме пруда-охладителя, в котором объемная $\Sigma\beta$ в 2,4 раза превышает фоновое значение. Объемная $\Sigma\beta$ во всех точках отбора была значительно ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

Таблица 3.6.9

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2017 г., мБк/л
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		$\Sigma\beta$	
	2017 г.	Средняя за 5 лет	2017 г.	Средняя за 5 лет	2017 г.	2016 г.
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н* <24,9	<17,5	н* <21,8	<19,4	430*	400*
Подводящий канал водоема-охладителя	н*		н*		460*	420*
<u>р. Сейм</u>						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		180*	160*
Выше сброса ПЛК	<23,6	14,0	<20,3	<15,6	-	-
Сброс ПЛК	10,9	20,7	11,0	15,7	-	-
Ниже сброса ПЛК	<25,0	37,6	<21,1	13,4	-	-
БНС-3	23,0	23,0	<21,5	<15,7		
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 3.6.2)	н*		н*		230*	200*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 3.6.2)	н*		н*		140*	140*
<u>р. Реут</u>						
1 км выше сброса (т. 2 рис. 3.6.2) – фон	н*		н*		340*	190*
0,5 км ниже сброса (т. 3 рис. 3.6.2)	н*		н*		240*	220*

Примечания: * – данные УГМС ЦЧО;

- – нет данных;

н – ниже предела обнаружения (0,5–1 мБк/л).

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников. Для питьевых целей в г. Курчатове используется смешанная вода, отобранная из Тарасовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды показали, что в 2017 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 3 точках водоема-охладителя, расположенных от места сброса теплых вод до подводящего канала, а также в реке Сейм. Результаты анализа проб донных отложений представлены в табл. 3.6.10.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК КуАЭС)

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	1,5	0,5	0,3	<0,5
Подводящий канал водоема-охладителя	-	0,8	-	<0,4
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	-	6,9	-	<0,4
Водоем-охладитель, район БНС-3	-	3,2	-	<0,6
Водоем-охладитель, восточная часть	12,7	1,6	1,0	<0,5
Водоем-охладитель, район ЦГиЭ-125	2,6	3,2	<0,6	<0,4
Водоем-охладитель, район ЛВД	4,0	4,8	<0,7	<0,2
р. Сейм (ниже сброса), д. Макаровка	2,1	3,1	<0,6	<0,8
р. Сейм, сброс ПЛК	9,8	1,2	<0,8	<0,9
р. Сейм (выше сброса), хут. Александровский	6,7	2,6	0,7	<1,2

Примечание: - – нет данных.

Как видно из табл. 3.6.10, в 2017 г. в пробах донных отложений удельная активность ¹³⁷Cs изменялась в диапазоне от 1,5 до 12,7 Бк/кг в.-с. Максимальное загрязнение донных отложений ¹³⁷Cs наблюдалось в восточной части водоема-охладителя и составило 12,7 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были на 3-4 порядка ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. (10⁴ Бк/кг для ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co). Удельная $\Sigma\gamma$ радионуклидов в донных отложениях в 2017 г. сопоставима с удельной $\Sigma\gamma$, усредненной за последние пять лет.

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин, расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, ХТРО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. В 2017 г. измерение объемной $\Sigma\beta$ воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений $\Sigma\beta$ – от 0,1 до 3·10³ Бк с погрешностью не более 15 %). В 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ воды в контрольных скважинах не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) (максимальное значение – 125 Бк/м³ в скважине 12 ХЖТО).

Снег, почва, растительность

По данным УГМС ЦЧО, в 2017 г. наибольшая среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде (170 мБк/л) наблюдалась в т. 8. Наибольшая среднегодовая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ активности (4,2 Бк/м²) наблюдалась также в т.85 (рис. 3.6.2 и табл. 3.6.11). Значения объемной $\Sigma\beta$ активности талой воды и плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ активности в точке наблюдения 8 превысили значения в фоновой точке в 2,8 и 4,2 раза соответственно. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в талой воде и плотности загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ по остальным пунктам наблюдения, кроме т.1, также заметно превышали фоновые значения.

**Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,8	0,8	40	50
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	2,3	0,7	70	40
т. 4 – северная окраина д. Иваново	1,9	0,3	80	20
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	3,2	0,3	110	20
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	1,8	0,9	70	50
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	4,2	2,2	170	130
т. 10 – 0,5 км к востоку от п. Дроняевский	2,9	0,5	130	30
т. 12 – 2 км к востоку от д. Дичня	1,8	0,4	50	30
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	1,0	0,5	60	30

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС из поверхностного слоя земли в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных аэрозолей и выпадений. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является ¹³⁷Cs. В 2017 г. средние значения поверхностной плотности ¹³⁷Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 0,8 и 3,9 кБк/м² соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 2,3 кБк/м² при средних значениях за последние пять лет 2,2 кБк/м² (для СЗЗ); 3,1 кБк/м² (для ЗН) и 3,5 кБк/м² (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы ⁶⁰Co составляла 89 Бк/м² в СЗЗ, 98 Бк/м² в ЗН и <110 Бк/м² в контрольном пункте.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2017 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 ¹³⁷Cs и природных радионуклидов ⁴⁰K, ⁷Be, ²¹⁰Pb, ²³²Th. В табл. 3.6.12 представлены результаты определения радионуклидного состава в пробах растительности.

Таблица 3.6.12

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2017 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.				
	¹³⁷ Cs	⁷ Be	²³² Th	²¹⁰ Pb	⁴⁰ K
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	1,9	181	2,7	56	620
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	2,2	182	1,7	21	609
т. 4 – северная окраина д. Иваново	0,5	105	1,7	90	643
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	1,3	111	2,4	24	660
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,4	221	1,7	33	525
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	1,2	120	2,6	53	478

Точка отбора пробы (рис. 3.6.2)	Удельная активность, Бк/кг в.-с.				
	¹³⁷ Cs	⁷ Be	²³² Th	²¹⁰ Pb	⁴⁰ K
т. 10 – 0,5 км на восток от п. Дроняевский	0,2	114	2,8	57	630
т. 12 – 2 км на восток от д. Дичня	2,0	114	1,9	30	682
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,8	131	1,9	58	679
Среднее	1,2	142	2,2	47	614

Примечания: 1. - – активность радионуклида ниже нижнего предела диапазона измерений объемной активности;
2. ²³²Th определялся по ²²⁸Ac.

Из табл. 3.6.12 видно, что среднее содержание ¹³⁷Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2017 г. составило 1,2 Бк/кг в.-с., что в 1,2 раза ниже значения 2016 г. (1,4 Бк/кг в.-с.) Максимальная удельная активность ¹³⁷Cs в пробе растительного покрова наблюдалась в т. 2 (рис. 3.6.2) – 2,2 Бк/кг в.-с. В целом, в 2017 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений 2016 г., однако в некоторых точках превышали фоновые значения.

В 2017 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства. Удельная активность ¹³⁷Cs в пищевых продуктах в 2017 г. была намного ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в яблоках – <2,5 Бк/кг сырой массы; грибах – 1,9 Бк/кг сырой массы; картофеле – <1,2 Бк/кг сырой массы; рыбе – 0,8 Бк/кг сырой массы; пшенице – <1,1 Бк/кг сырой массы, ячмене – <1,2 Бк/кг сырой массы; овсе – <1,7 Бк/кг сырой массы; свекле – <1,9 Бк/кг сырой массы; мясе – <0,8 Бк/кг сырой массы и молоке – <0,8 Бк/кг сырой массы. Содержание ¹³¹I в молоке было менее 0,5 Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2016 г.

Радиационный фон на местности

По данным ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2017 г. МЭД изменялась в пределах от 0,07 до 0,18 мкЗв/ч при среднем значении за год 0,12 мкЗв/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов наблюдения находились на уровне предыдущих лет и изменялись от 0,09 мкЗв/ч (Рыльск) до 0,16 мкЗв/ч (Льгов). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 0,20 мкЗв/ч.

По данным АСКРО КуАЭС, в 2017 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 0,12 мкЗв/ч и 0,11 мкЗв/ч соответственно. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ и ЗН составило 0,12 мкЗв/ч, что незначительно отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. (0,11 мкЗв/ч). Среднее значение МЭД на промплощадке составило 0,18 мкЗв/ч.

Годовая доза на местности в ЗН КуАЭС изменялась от $7,8 \cdot 10^{-4}$ до $9,5 \cdot 10^{-4}$ Зв, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ($9,0 \cdot 10^{-4}$ Зв).

Для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы (табл. 3.6.13).

Среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН КуАЭС, за период 2000-2017 г. составил $3,2 \cdot 10^{-7}$, что не превышает уровня пренебрежимо малого риска 10^{-6} .

Таблица 3.6.13

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия Курской АЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2017 гг.

Пути поступления	Радионуклид		
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Суммарный риск
Ингаляция	$4,5 \cdot 10^{-12}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$7,5 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$6,9 \cdot 10^{-9}$	-	$6,9 \cdot 10^{-9}$
Потребление продуктов питания*	$3,3 \cdot 10^{-8}$	-	$3,3 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$2,8 \cdot 10^{-7}$	-	$2,8 \cdot 10^{-7}$
Сумма	$3,2 \cdot 10^{-7}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$

Примечания: * – модельные оценки;
- – отсутствие данных мониторинга.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2017 г. деятельность Курской АЭС не оказывала существенного влияния на состояние радиоактивного загрязнения в 100-км зоне Курской АЭС.

3.7. Ленинградская АЭС

В 2017 г. на Ленинградской АЭС (ЛАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 и 4 – вторая очередь) с реакторами РМБК-1000, введенными в эксплуатацию в 1973, 1975, 1979 и 1981 гг. соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт.

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 3.7.1). Первый и второй энергоблоки (первая очередь, здание 401) АЭС расположены примерно в 4 км к юго-западу от г. Сосновый Бор, третий и четвертый энергоблоки (вторая очередь, здание 601) находятся на 2 км западнее.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 4,54 км². СЗЗ ЛАЭС ограничена радиусом 1,5 км, ЗН – площадью радиусом 17 км. В ЗН проживает 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].

В течение 2017 г. в районе размещения ЛАЭС преобладало юго-юго-западное направление ветра со средней скоростью 3 м/с и западно-северо-западное направление ветра со средней скоростью 2,5 м/с.

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), рассчитанное на хранение 38160 отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС). Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов. В 2014 году на Ленинградской АЭС после завершения последнего этапа пуско-наладочных работ был осуществлен ввод в промышленную эксплуатацию Комплекса по переработке твердых радиоактивных отходов (зд.672Р). В состав Комплекса входят установки сортировки, прессования, сжигания, системы транспортно-технологических операций, дезактивации оборудования и другие. Комплекс по переработке ТРО оснащен оборудованием фирмы «Nuket» (Германия).



Рис. 3.7.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения.

В целях совершенствования системы обращения с ЖРО на территории комплекса переработки отходов ведутся работы по созданию комплекса по переработке ЖРО гетерогенного и гомогенного составов, который будет включать установку цементирования отработанных пульп фильтроперлита и ионообменных смол и установку переработки гомогенных ЖРО по малоотходной технологии. В 2015 г. выполнена реконструкция хранилища битумной массы со строительством дополнительных отсеков, предназначенных для хранения отвержденных ЖРО.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционные трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов). Данные о газоаэрозольных выбросах ЛАЭС в 2017 г. и для сравнения данные 2016 г. приведены в табл. 3.7.1. Из приведенных в табл. 3.7.1 данных видно, что годовые выбросы ^{60}Co , ^{134}Cs и ^{137}Cs в 2017 г. увеличились по сравнению с 2016 г. в 1,2 раза, 6 раз и 5,7 раза соответственно. Выбросы ^{131}I остались на уровне прошлого года, выбросы ИРГ уменьшились в 1,2 раза. В 2017 году сохранен принятый в середине 2014 года в соответствии с приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 17.06.2014 № 9/651-П порядок учета выбросов радиоактивных веществ в атмосферу: если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в

выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение произведения 1/2 нижнего предела измерения на объем выброса. Все годовые выбросы по контролируемым радионуклидам оставались на уровне значительно ниже допустимых (11,3 % от ДВ для ИРГ, 10,1 % – для ^{60}Co , 9,7 %- для ^{134}Cs , 5 % – для ^{137}Cs и менее 1 % для ^{131}I).

Таблица 3.7.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^{60}Co	$2,50 \cdot 10^9$	$2,52 \cdot 10^8$	$2,12 \cdot 10^8$	$+ 4,00 \cdot 10^7$
^{131}I	$5,84 \cdot 10^{10}$	$2,46 \cdot 10^8$	$2,47 \cdot 10^8$	$-1,00 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$1,40 \cdot 10^9$	$1,36 \cdot 10^8$	$2,25 \cdot 10^7$	$+ 1,14 \cdot 10^8$
^{137}Cs	$4,00 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^8$	$3,49 \cdot 10^7$	$+1,65 \cdot 10^8$
Сумма ИРГ	$2,96 \cdot 10^{15}$	$2,84 \cdot 10^{14}$	$3,34 \cdot 10^{14}$	$-5,00 \cdot 10^{13}$

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [1]. Сбросы очищенных дебалансных вод на ЛАЭС, которые представляют собой избыточный спецдоочищенный конденсат, образующийся при очистке трапных вод, производятся в Копорскую губу Финского залива. Сброс дебалансных вод в водоем-охладитель в 2017 году не производился. Данные о сбросах на ЛАЭС в 2017 и 2016 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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
^3H	$3,3 \cdot 10^{14}$	-	$2,33 \cdot 10^{10}$	$-2,33 \cdot 10^{10}$
^{51}Cr	$1,4 \cdot 10^{12}$	-	$1,59 \cdot 10^7$	$-1,59 \cdot 10^7$
^{54}Mn	$4,3 \cdot 10^{10}$	-	$2,05 \cdot 10^6$	$-2,05 \cdot 10^6$
^{58}Co	$1,8 \cdot 10^{10}$	-	$2,28 \cdot 10^6$	$-2,28 \cdot 10^6$
^{60}Co	$3,9 \cdot 10^9$	-	$2,28 \cdot 10^6$	$-2,28 \cdot 10^6$
^{59}Fe	$2,5 \cdot 10^9$	-	$2,96 \cdot 10^6$	$-2,96 \cdot 10^6$
^{89}Sr	$1,1 \cdot 10^{11}$	-	$6,83 \cdot 10^6$	$-6,83 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$9,9 \cdot 10^9$	-	$6,83 \cdot 10^6$	$-6,83 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$9,7 \cdot 10^{10}$	-	$1,40 \cdot 10^7$	$-1,40 \cdot 10^7$
^{131}I	$6,3 \cdot 10^{10}$	-	$3,41 \cdot 10^6$	$-3,41 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$7,3 \cdot 10^8$	-	$2,31 \cdot 10^6$	$-2,31 \cdot 10^6$

Примечание: - – сброс не производился

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 2017 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила мониторинг:

– объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$ на

аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. С апреля 2016 года периодичность смены фильтра составляет 1 раз в месяц;

- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических ковров площадью 0,3 м², время экспозиции которых составляло 1 месяц;

- содержания радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, сбросных и подводящих каналов и скважин промплощадки;

- содержания радионуклидов в почве, в рыбе, выращенной в садках рыбного хозяйства станции и выловленной в Копорской губе Финского залива, и в продуктах питания местного производства;

- мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

В качестве средств измерений при проведении радиационного контроля объектов окружающей среды используются: система гамма-спектрометрическая ISOCS/LabSOCS фирмы «Canberra» (детектор GC4019, анализатор DSA-1000); гамма-спектрометр многоканальный для измерения рентгеновского и гамма-излучения Canberra (детектор GC4018, анализатор DSA-1000); бета-спектрометрический комплекс на базе низкофонового жидкостного сцинтилляционного альфа-бета-радиометра TRI-CARB 3100 TR/AB; установка для измерения малых активностей УМФ-2000; радиометр альфа, бета-излучения iMatic.

Для мониторинга мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы ЛВД ЛАЭС использовались следующие средства: автоматическая система дозиметрического контроля радиационной обстановки окружающей среды ААМ-90 (25 стационарных измерительных станций и одна мобильная: 10 станций размещено на промплощадке, 15 станций – в СЗЗ и ЗН); дозиметр-радиометр ДКС-96; дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М.

Северо-Западное УГМС [23] в 2016 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- объемную активность радионуклидов в приземном слое атмосферы путем отбора проб в одном пункте (г. Санкт-Петербург) с помощью ВФУ типа «ДЕЙМОС» на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7 с пятисуточной экспозицией;

- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в двух пунктах;

- мощность экспозиционной дозы γ -излучения на 13 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ проб и измерение $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей и выпадений проводились в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун».

Приземный слой атмосферы

Данные Северо-Западного УГМС об объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 3.7.3. В соответствии с этими данными среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ в Санкт-Петербурге изменялась от $4,3 \cdot 10^{-5}$ до $11,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, которое не превышало регионального уровня для Севера ЕТР ($8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 3.7.4.

Таблица 3.7.3

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ (Р, Бк/м²·сутки) и объемная $\Sigma\beta$ (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне ЛАЭС в 2017 г. (данные Северо-Западного УГМС)

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Сосновый Бор	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	q
Январь	с	0,9	5,1	0,3	0,81	6,69
	м	3,3	7,0	0,7		
Февраль	с	0,9	6,9	0,5	0,66	4,94
	м	4,0	11,1	1,5		
Март	с	0,8	8,4	0,4	0,83	5,44
	м	2,1	11,7	2,0		
Апрель	с	0,5	9,9	0,4	0,59	7,95
	м	1,5	11,9	1,4		
Май	с	0,8	11,1	0,6	0,65	9,03
	м	1,7	14,8	1,5		
Июнь	с	1,1	7,2	0,6	0,56	8,80
	м	2,5	10,3	1,3		
Июль	с	0,7	7,8	0,6	0,59	9,54
	м	2,3	10,0	2,1		
Август	с	0,7	7,2	0,6	0,75	11,81
	м	2,2	11,4	1,8		
Сентябрь	с	0,7	6,3	0,6	0,89	8,09
	м	3,1	8,0	1,5		
Октябрь	с	0,8	7,1	0,7	1,04	9,57
	м	3,0	21,1	4,2		
Ноябрь	с	0,7	6,2	0,5	0,38	12,55
	м	3,2	9,4	0,8		
Декабрь	с	0,9	4,3	0,4	1,02	9,39
	м	2,5	7,1	0,9		
Среднее: Бк/ м ² ·сутки 10 ⁻⁵ Бк/м ³		0,8	7,3	0,5	0,73	8,7
Сумма, Бк/м ² ·год		292		183	266	

Таблица 3.7.4

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2017 г., Бк/м³ (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)

Месяц	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁷	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁷
Январь	3,9	} 1,98
Февраль	5,4	
Март	5,4	
Апрель	13,0	
Май	5,9	
Июнь	3,0	} 0,58
Июль	3,4	
Август	4,2	
Сентябрь	2,0	
Октябрь	2,8	
Ноябрь	5,0	
Декабрь	3,2	
Среднее	4,8	1,28

Из табл. 3.7.4 видно, что объемная активность ^{137}Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась в основном от $2,0 \cdot 10^{-7}$ (сентябрь) до $13,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (апрель) и её среднегодовое значение ($4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м³) превысило в 1,8 раза уровень регионального значения для Севера ЕТР ($2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м³).

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2017 г. ($1,28 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) выросла в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и превысила в 1,4 раза соответствующее региональное значение для Севера ЕТР ($0,90 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Данные ЛВД ЛАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2016–2017 гг. приведены в табл. 3.7.5. Из табл. 3.7.5 видно, что в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН ЛАЭС присутствуют продукты деления и нейтронной активации из состава выбросов ЛАЭС, отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона. В 2017 г. объемные активности ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn в СЗЗ были выше значений в ЗН. Относительно 2016 г. объемные активности ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn в СЗЗ ЛАЭС выросли в 1,9 раза, в 2,1 раза, в 2 раза и в 2,2 раза соответственно. В ЗН ЛАЭС в 2017 г. содержание всех контролируемых радионуклидов осталось примерно на том же уровне.

Таблица 3.7.5

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВД ЛАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОО _{насел.} , Бк/м ³
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
^{137}Cs	610	330	55	63	27
^{134}Cs	180	85	23	22	19
^{60}Co	220	110	43	55	11
^{54}Mn	160	72	53	41	72
^{51}Cr	110	<320	62	<320	2500
^{131}I	9,7	<60	<5,0	<60	7,3

В 2017 г. величины среднегодовых объемных активностей отдельных радионуклидов техногенного происхождения в воздухе приземного слоя атмосферы СЗЗ и ЗН на шесть-восемь порядков ниже допустимых среднегодовых объемных активностей (ДОО) для населения для соответствующих радионуклидов.

Из данных мониторинга следует, что объемная активность ^{137}Cs уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объемная активность ^{137}Cs в 11,5 раз ниже, чем в ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС о среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2017 г. приведены в табл. 3.7.3. Максимальное суточное значение $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в октябре в Сосновом Бору – 4,2 Бк/м²*сутки. В Сосновом Бору среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений были ниже региональных выпадений на Севере ЕТР ($0,73$ Бк/м²*сутки), а в г. Санкт-Петербург – выше в 1,1 раза.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС, свидетельствует о том, что в 2017 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов (^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{51}Cr) не превышали МДА, в СЗЗ ЛАЭС в 2017 г. достоверно определялись ^{137}Cs ($0,03$ Бк/м²*сут), ^{60}Co ($0,04$ Бк/м²*сут) и ^{54}Mn ($0,02$ Бк/м²*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 2017 г., приведенные в табл. 3.7.6, показывают, что среднегодовые объемные активности ^{137}Cs , ^{60}Co , ^3H и ^{90}Sr на два–три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 3.7.6

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде и воде контрольного водоема, Бк/л (данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{60}Co		^3H		^{90}Sr	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
р. Систа	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 10	< 30	< 0,10	< 0,10
р. Коваши	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 10	< 30	< 0,10	< 0,10
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 10	< 30	< 0,10	< 0,10
УВ по НРБ 99/2009	11		40		7600		4,9	

В 2017 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}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn (табл. 3.7.7).

Таблица 3.7.7

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы* (данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	^{137}Cs		^{54}Mn		^{60}Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Копорская губа (водоем-охладитель) Сбросной канал 1-й очереди**	10,6	-	1,9	-	1,4	-
Копорская губа (водоем-охладитель) Сбросной канал 2-й очереди**	14,9	-	< 0,3	-	< 0,3	-
Финский залив – контрольный водоем	13,6	15,1	< 0,3	-	< 0,3	-

Примечания: * – определение удельной активности радионуклидов производилось для высушенных донных отложений с последующим пересчетом на сырую массу (значение переходного коэффициента принято равным 0,5);

** – отбор проб проводился на удалении 1 км от устья сбросного канала.

Отбор проб грунтовых вод в наблюдательных скважинах (НС) (на промплощадке – 45 скважин, на территории комплекса переработки отходов (КПО) – 97 скважин) в 2017 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника. При этом по результатам гамма-спектрометрического анализа объемные активности реперных радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs в пробах грунтовых вод не превышают МДА для гамма-спектрометра при выбранных условиях измерения, что в пересчете на объемные активности составляет 0,3 Бк/дм³. Объемная активность радионуклида ^{90}Sr по результатам бета-спектрометрического анализа не превышает 1,0 Бк/дм³. Объемная активность трития в воде большей части наблюдательных скважин промплощадки и площадки КПО не превышает фоновых значений для подземных вод района расположения станции. Однако повышенные содержания трития в подземных водах регулярно наблюдаются в пограничной с территорией филиала ФГУП «РосРАО» зоне. В отчетах дополнительного исследования,

проведенного в 2014–2015 годах, с привлечением специализированной организации (ФГУГП «Гидроспецгеология») делается вполне обоснованное предположение, что повышенная активность трития в наблюдательных скважинах вокруг зд.460 КПО связана с миграцией высокоактивных тритиевых вод на площадку КПО со стороны хранилищ ЖРО площадки «РосРАО».

По данным γ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ^{137}Cs . В СЗЗ и ЗН плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в 2017 г. (2,01 и 2,13 кБк/м² соответственно) находилась на уровне ее значения в контрольном пункте (2,11 кБк/м²), и в пределах величины глобального фонового уровня (1,1–3,7 кБк/м²). Плотность загрязнения почвы ^{60}Co было ниже МДА, равного 100 Бк/м².

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС, приведена в табл. 3.7.8. Из таблицы видно, что в 2017 г. содержание ^{137}Cs выросло по сравнению с 2016 г. в дикорастущих ягодах в 1,4 раза, в рыбе – в 1,5 раза. Содержание ^{137}Cs в корнеплодах, картофеле и молоке ниже МДА. Все значения были значительно ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [4].

Таблица 3.7.8

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЛВД ЛАЭС)

Продукт	^{137}Cs		
	2017 г.	2016 г.	Допустимый уровень по СанПиН-01 [4]
Корнеплоды	<0,2	<0,3	120
Картофель	<0,4	<0,3	120
Ягоды дикорастущие	7,0	5,1	160
Грибы	2,5	66	500
Рыба	9,3	6,4	130
Молоко	<0,4	<0,08	100

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2017 г., среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД не превышали 0,21 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС, среднегодовые значения МЭД в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) в 2017 г. составляли 0,10 мкЗв/ч; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 0,39; 0,24 и 0,14 мкЗв/ч соответственно. Во время проведения регламентных маршрутных обследований среднегодовые значения МЭД на местности в 2017 г. в СЗЗ составляли 0,12 мкЗв/ч и ЗН составляли 0,13 мкЗв/ч, а в контрольном пункте Бегуницы – 0,11 мкЗв/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 0,23 мкЗв/ч.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что воздействие ЛАЭС на радиационную обстановку в районе ее расположения незначительно. Согласно данным мониторинга наблюдается превышение фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в воздухе и присутствие в приземном слое атмосферы зоны наблюдения ЛАЭС ^{134}Cs и продуктов нейтронной активации (^{60}Co , ^{54}Mn , ^{51}Cr), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на семь-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

Нововоронежская АЭС (НВАЭС) является первой из отечественных атомных станций с реакторами типа ВВЭР. Станция сооружена в три очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и 2 (введены в эксплуатацию в 1964 и 1969 гг. соответственно), вторая – энергоблоки № 3 и 4 (введены в эксплуатацию в 1971 и 1972 гг. соответственно), третья – энергоблок № 5 (введен в эксплуатацию в 1980 г.). В 2016 г. на НВАЭС находились в эксплуатации три энергоблока: два (№ 3 и 4) – проектной мощностью 440 МВт и один (№ 5) – 1000 МВт. Энергоблоки № 1 и 2 остановлены в 1984 и 1990 гг. соответственно. Энергоблок №3 выведен из эксплуатации 25 декабря 2016 г. В конце 2016 г. состоялся энергетический запуск энергоблока №1 НВАЭС-2 (энергоблок №6 НВАЭС). С 1 марта 2017 г. энергоблок №6 НВАЭС начал поставку мощности на оптовый рынок электроэнергии.

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области.

В районе НВАЭС климат умеренно континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Наиболее холодным месяцем в 2017 г. был январь со среднемесячной температурой $-6,1$ °С, наиболее жарким – август со средней температурой $+22,0$ °С. Согласно метеорологическим данным метеостанции, расположенной в г. Нововоронеж, в 2017 г. преобладающим направлением ветра было северное (рис. 3.8.1). Среднегодовая скорость ветра составляла 2,4 м/с.

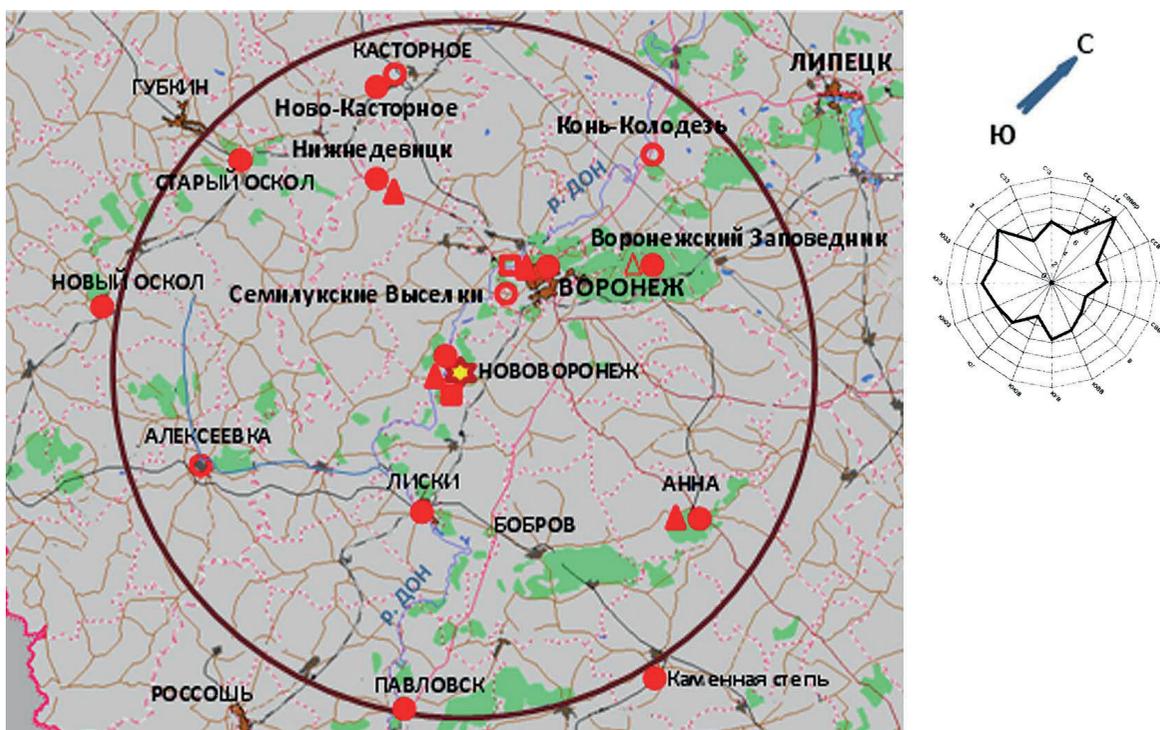


Рис. 3.8.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- ★ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ ○ □ – планируемые наблюдения.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы блоков № 3 и 4 и 2 км – от венттрубы блока № 5. Граница санитарно-защитной зоны блока №6 (№1 НВАЭС-2) определена в границах, образованных периметром ограждения площадки 6 и 7 блоков, общей площадью 76,79 га и находится внутри СЗЗ Нововоронежской АЭС.

Зона наблюдения имеет радиус 20 км от НВАЭС. Зона наблюдения блока №6 (№1 НВАЭС-2) имеет радиус 13 км. Площадь СЗЗ ~ 17,8 км², площадь ЗН ~ 2826 км². В зоне наблюдения проживают более 100 тыс. человек. Напротив промплощадки НВАЭС на правом берегу р. Дон находятся два населенных пункта (с. Архангельское и д. Пашенково), на окраине которых несколько жилых домов расположены на внешней границе СЗЗ. К северу от промплощадки на расстоянии 3–7 км расположен г. Нововоронеж (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 тыс. жителей).

Источниками выбросов на АЭС являются венттрубы энергоблоков (3 трубы высотой 120 м каждая), вентсистема горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов. Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2017 г. и для сравнения в 2016 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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Со	7,40·10 ⁹	3,2·10 ⁷	6,2·10 ⁷	-3,0·10 ⁷
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	4,0·10 ⁸	1,0·10 ⁹	-6,0·10 ⁸
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	3,0·10 ⁶	2,0·10 ⁶	+1,0·10 ⁶
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	1,6·10 ⁷	1,9·10 ⁷	-3,0·10 ⁶
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	4,5·10 ¹³	4,1·10 ¹³	+4,0·10 ¹²

Из приведенных в табл. 3.8.1 данных видно, что в 2017 г. на НВАЭС годовые выбросы ⁶⁰Со, ¹³¹I и ¹³⁷Cs уменьшились по сравнению с 2016 г. в 1,9; 2,5 и 1,2 раза соответственно, выбросы ¹³⁴Cs и ИРГ увеличились в 1,5 и 1,1 раза соответственно. В целом, годовые выбросы контролируемых радионуклидов были ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 6,5 % от разрешенной величины. В 2017 г. наблюдался 1 случай превышения суточных контрольных уровней выбросов ¹³¹I.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются р. Дон, пруд-охладитель блока № 5, пруды рыборазводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод. Наливной пруд-охладитель блока № 5, характеристики которого были приведены в [11], расположен в пойме р. Дон, выше береговой насосной станции. Пруд используется не только для нужд НВАЭС, но и населением г. Нововоронежа для рыбохозяйственных, рекреационных и других целей.

Сбросы НВАЭС:

- хозфекальные воды промзоны и водовыпуск системы продувки сбрасываются на поля фильтрации (семь карт общей площадью 110 000 м²);
- промливневая канализация промплощадки разгружается в р. Дон и пруд-охладитель;

– отработанные нормативно-чистые технические воды из реакторных отделений блоков № 1 и 2, с установки химводопробоподготовки и чеков рыбхоза, продувочные и дебалансные воды из циркуляционной системы блоков № 3 и 4 и пруда-охладителя, инфильтрат из пруда-охладителя, поступающий с разгрузкой подземных вод, загрязненные подземные воды из района ХЖО-2 сбрасываются в р. Дон;

– отработанные нормативно-чистые технические воды из реакторного отделения блока № 5, циркуляционные воды блока № 5 и инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод, сбрасываются в водоем-охладитель блока № 5.

Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [11].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производится. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (около 480 м³) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый непитьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на ⁶⁰Со, остальное – на ¹³⁷Сs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило: ⁶⁰Со – 76 ТБк и ¹³⁷Сs – 15 ТБк. Радиоизотопы ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. ⁶⁰Со в песке практически не задержался и опустился до водоупорного глиняного слоя, глубина которого в этом месте составляет примерно 18 м. Загрязненный песок с суммарной активностью ¹³⁴Сs и ¹³⁷Сs около 1,1 ТБк был захоронен в могильники, расположенные между ХЖО-1 и ХЖО-2. В октябре 1985 г. отношение активностей ¹³⁴Сs/¹³⁷Сs в грунте составляло ~ 0,071. Для локализации загрязненных вод с 1986 г. до февраля 1991 г. проводилась откачка грунтовых вод из трех скважин (№ 34, 61, 102; рис. 3.8.2). Всего было откачено 40000 м³ подземных вод, с которыми извлечено 8,9 ТБк ⁶⁰Со. Однако это не смогло препятствовать формированию ореола загрязнения подземных вод с объемными активностями от 37 кБк/л (на расстоянии 50 м от ХЖО-2) до 0,37 кБк/л (на расстоянии 150 м от ХЖО-2 в сторону р. Дон), причем отмечалось снижение удельной активности ⁶⁰Со в воде в 10 раз каждые 50 м. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (рис. 3.8.2): на участке русла р. Дон преимущественно между сбросным каналом блоков № 1 и 2 и береговой насосной станцией блоков № 1 и 2; в ковше, устье и в средней части русла сбросного канала блоков № 1 и 2; в средней части русла отводного канала на рыбхоз.

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 3.8.2. Из табл. 3.8.2 видно, что фактические сбросы радионуклидов в 2017 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно этим данным годовые сбросы ¹³⁷Сs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) с техводой (нормативно-чистой технической водой из реакторных отделений и циркуляционной системы) блоков № 1–4, а также водой из пруда-охладителя, в которую сбрасывается техвода блока № 5, в 2017 г. не превышали 4,8 % от допустимого сброса. Годовой сброс ⁶⁰Со в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2017 г. не превышал 1,8 % от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 5,4 % от допустимого сброса. Помимо указанных радионуклидов, в 2017 г. в сбросах также регистрировались ¹³¹I, ¹³⁴Сs и ³H.

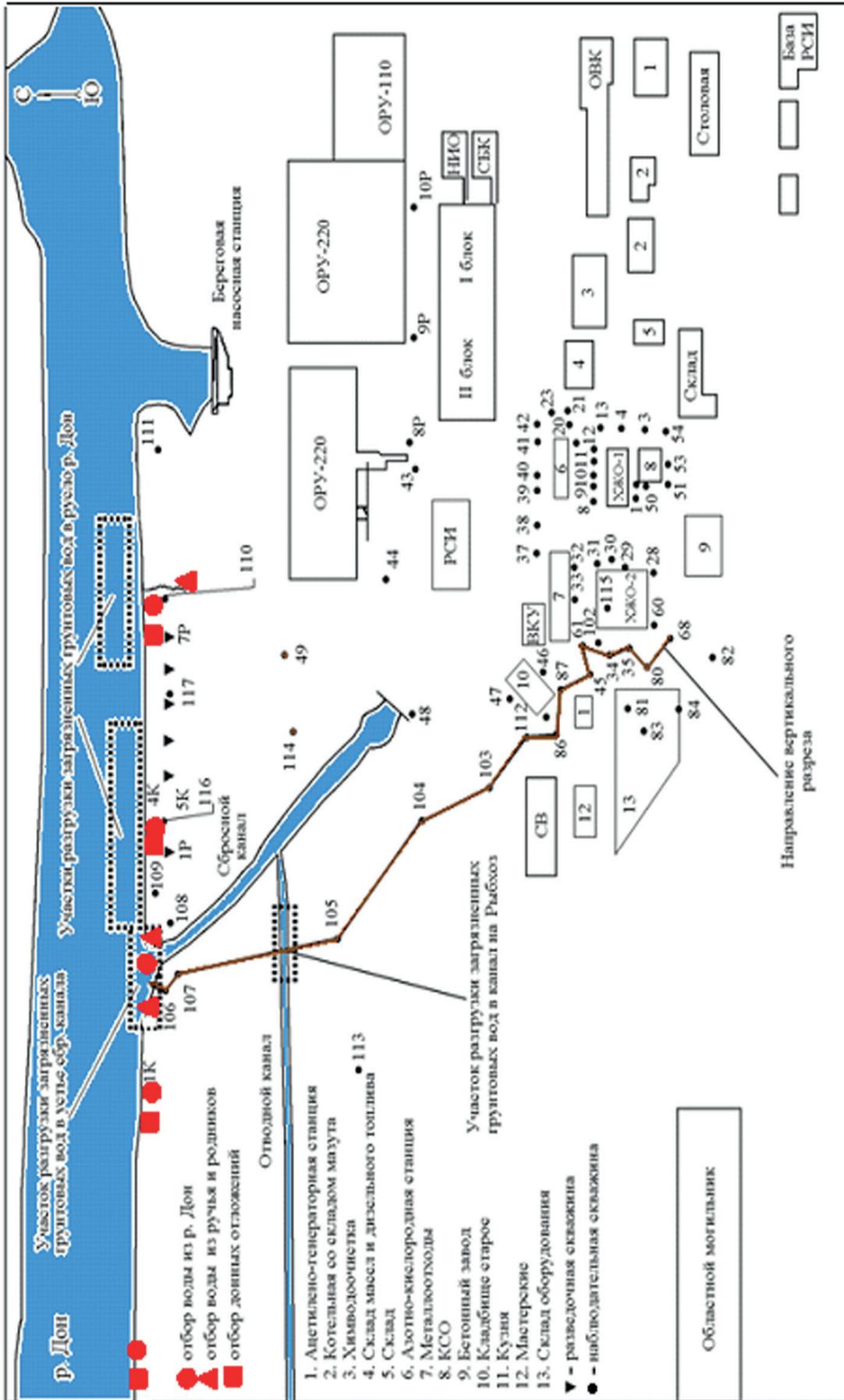


Рис. 3.8.2. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

В соответствии с требованиями Изменения №1 в «Положении о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2009), в случае, если существующими на 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 число таких радионуклидов (в сбросах на поля фильтрации НВАЭС) входят ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{141}Ce , ^{144}Ce .

Таблица 3.8.2

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2017 г.	2016 г.	
р. Дон	^3H	$1,0 \cdot 10^{15}$	$9,5 \cdot 10^{11}$	$7,8 \cdot 10^{11}$	$+1,7 \cdot 10^{11}$
	^{60}Co	$1,1 \cdot 10^{11}$	$2,0 \cdot 10^9$	$2,8 \cdot 10^9$	$-8,4 \cdot 10^8$
	^{131}I	$2,5 \cdot 10^{11}$	$1,8 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^9$	$-1,9 \cdot 10^8$
	^{134}Cs	$4,6 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^8$	$4,1 \cdot 10^8$	$-3,8 \cdot 10^7$
	^{137}Cs	$7,6 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^8$	$4,1 \cdot 10^8$	$-3,8 \cdot 10^7$
Пруд-охладитель блока № 5	^3H	$8,2 \cdot 10^{13}$	$9,2 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{12}$	$-1,8 \cdot 10^{11}$
	^{60}Co	$6,6 \cdot 10^9$	$1,8 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$-3,5 \cdot 10^8$
	^{131}I	$5,3 \cdot 10^{11}$	$1,8 \cdot 10^9$	$2,1 \cdot 10^9$	$-3,5 \cdot 10^8$
	^{134}Cs	$1,9 \cdot 10^9$	$3,5 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	$-7,0 \cdot 10^7$
	^{137}Cs	$2,1 \cdot 10^9$	$3,5 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	$-7,0 \cdot 10^7$
ХФК, поля фильтрации НВАЭС	^3H	$7,5 \cdot 10^{13}$	$1,7 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$	$-8,7 \cdot 10^{12}$
	^{60}Co	$9,6 \cdot 10^9$	$1,8 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^7$	$+2,0 \cdot 10^5$
	^{131}I	$1,3 \cdot 10^{12}$	$1,9 \cdot 10^7$	$1,8 \cdot 10^7$	$+1,2 \cdot 10^6$
	^{134}Cs	$9,6 \cdot 10^9$	$1,5 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$	$+2,3 \cdot 10^6$
	^{137}Cs	$7,5 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$+4,6 \cdot 10^6$
Водовыпуск системы продувки, поля фильтрации НВАЭС	^3H	$1,0 \cdot 10^{15}$	$8,6 \cdot 10^{12}$	-	$+8,6 \cdot 10^{12}$
	^{60}Co	$2,4 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^8$	-	$+2,9 \cdot 10^8$
	^{131}I	$6,3 \cdot 10^{11}$	$3,2 \cdot 10^8$	-	$+3,2 \cdot 10^8$
	^{134}Cs	$1,5 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^8$	-	$+2,9 \cdot 10^8$
	^{137}Cs	$2,4 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^8$	-	$+3,0 \cdot 10^8$
Рыбопитомник «Нововоронежский»	^3H	$1,0 \cdot 10^{13}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	$9,7 \cdot 10^9$	$+8,2 \cdot 10^9$
	^{60}Co	$7,0 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^7$	0
	^{131}I	$5,0 \cdot 10^{10}$	$3,8 \cdot 10^7$	$3,8 \cdot 10^7$	0
	^{134}Cs	$4,6 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^6$	$7,6 \cdot 10^6$	0
	^{137}Cs	$4,2 \cdot 10^7$	$7,6 \cdot 10^6$	$7,6 \cdot 10^6$	0

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг НВАЭС в радиусе до 50 км проводится лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) НВАЭС, а в радиусе до 100 км – УГМС ЦЧО.

В 2017 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на 7 стационарных постах, один из которых расположен на промплощадке, два – в СЗЗ, три – в ЗН и один – в контрольном пункте (г. Лиски в 50 км в юго-восточном направлении от АЭС). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр из ткани ФПП-15 с экспозицией 3 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений – на 20 стационарных постах, расположенных на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции 7–10 дней;
- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;
- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, рыбе, зерне, картофеле);
- МЭД с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 22 постов, и во время маршрутных обследований;
- годовая поглощенная доза γ -излучения на местности на 33 стационарных дозиметрических постах.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись $\Sigma\beta$, содержание и изотопный состав γ -излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился γ -спектрометрическим методом. Измерение $\Sigma\beta$ проб проводилось на радиометрах типа РУБ-01П. Для измерения МЭД использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500.

В 2017 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;
- за мощностью дозы γ -излучения на 13 стационарных постах каждые три часа.

Радионуклидный состав и активность проб в УГМС ЦЧО определялись на γ -спектрометре фирмы «Ortec» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная β -активность измерялась на радиометрах типа РУБ-01П. Объемная активность ⁹⁰Sr определялась в ФГБУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. Мощность дозы γ -излучения измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

Приземная атмосфера

В табл. 3.8.3 приведены данные ЛВРК НВАЭС о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2016–2017 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2017 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2016 г. существенных изменений не имел. В СЗЗ среднегодовые объемные активности ⁵⁴Mn, ⁵⁸Co, ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs уменьшились соответственно в 3,1; 1,2; 1,1 и 1,03 раза относительно уровня 2016 г. В ЗН среднегодовые объемные активности ⁵⁴Mn и ⁵⁸Co были ниже МДА, Среднегодовые объемные активности ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs уменьшились в 5,3 и 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом. Объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в

пределах $(12,5-28,5) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что примерно в 4,5–8,2 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ($3,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В целом, результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на шесть–восемь порядков ниже установленных нормативов ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.8.3

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОА _{НАС} , Бк/м ³
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
⁵⁴ Mn	0,8	2,5	<МДА	0,1	<МДА	<МДА	72
⁵⁸ Co	9,0	10,5	<МДА	0,5	<МДА	<МДА	68
⁶⁰ Co	16,5	18,5	0,6	3,2	<МДА	<МДА	11
¹³⁷ Cs	28,5	29,5	16,1	20,0	12,5	16,2	27

Примечания: МДА = 3 Бк/счетный образец.

Данные УГМС ЦЧО об объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе приведены в табл. 3.8.4. Согласно этим данным в 2017 г. объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составила $14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что почти не отличается от средневзвешенной объемной активности $\Sigma\beta$ в центре ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

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 2017 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
<u>Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³</u>															
Нововоронеж	с	12	6	11	9	12	11	23	23	13	13	15	15	14	12
	м	26	12	23	17	15	18	49	35	21	26	49	27		
<u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u>															
Анна	с	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,9	0,7	0,6	1,0	1,5	1,3	0,9	0,9
	м	2,6	1,7	3,3	3,9	2,3	1,6	2,7	3,0	1,5	3,1	6,7	3,7		
Воронеж	с	0,8	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,7	1,1	1,0	0,7	0,8
	м	2,7	1,8	2,5	2,6	2,1	2,2	1,7	2,2	1,9	2,3	5,7	4,5		
Лиски	с	0,9	0,6	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	1,1	0,9	0,8	0,7
	м	3,3	2,5	3,9	2,3	2,4	1,9	2,2	2,3	1,6	3,0	4,1	3,4		
Нижнедевицк	с	0,7	0,8	0,8	0,9	0,5	0,6	1,2	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8
	м	2,0	2,2	2,2	3,7	1,5	1,3	3,3	2,1	2,3	2,4	4,7	3,1		
Нововоронеж	с	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	0,8	0,8
	м	2,4	2,4	2,3	3,4	3,1	1,6	2,5	2,8	1,7	2,0	4,1	4,1		

Данные УГМС ЦЧО о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2017 г. также приведены в табл. 3.8.4. Среднегодовые суточные

значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. в различных пунктах 100-км зоны практически не изменились по сравнению с 2016 г. и были немного ниже среднегодового фоновое значения для Центра ЕТР (0,9 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений наблюдались в п. Анна в ноябре и составляли 6,7 Бк/м²·сутки.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2017 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).

Из радионуклидов техногенного происхождения в пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 присутствовали ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2017 г. в г. Нововоронеже уменьшились в 3,8 раза по сравнению с 2016 г., а в зоне 13 увеличились в 1,2 раза и составляли 0,45 Бк/м²·год.

Таблица 3.8.5

Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2017 г., Бк/м²·квартал (данные УГМС ЦЧО)

Квартал	г. Нововоронеж		Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁷ Be
I	н	н	0,09	78
II	0,09	н	0,15	177
III	0,26	0,23	0,16	227
IV	0,1	н	0,05	54
Сумма, Бк/м ² ·год: 2017 г.	0,45	0,23	0,45	536
2016 г.	1,7	0,5	0,37	504

Примечания: н – ниже порога обнаружения.

По данным ЛВРК НВАЭС, в 2017 г. ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co регистрировались в выпадениях в СЗЗ и контрольном пункте (Лиски). Выпадения ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в СЗЗ составили 1,5 и 0,4 Бк/м²·год соответственно, а в КП – 2,0 и 1,0 Бк/м²·год соответственно. При этом общая активность выпадения радионуклидов в 2017 г. в СЗЗ немного уменьшилась по сравнению с предыдущим годом, а в контрольном пункте Лиски – увеличилась в 1,3 раза.

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2017 г. определялось ЛВРК НВАЭС в местах постоянного мониторинга: в р. Дон – в 6 точках, в пруде-охладителе – в 2 точках и в пруде рыбхоза – в одной точке.

В табл. 3.8.6 приведены данные об объемных активностях ¹³⁷Cs в поверхностных водах в районе АЭС. Видно, что в 2017 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» почти не изменилась по сравнению с уровнем 2016 г., изменяясь в диапазоне от 5 до 8 Бк/м³, что на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Объемная активность ⁶⁰Co в поверхностных водах в 2017 г. была ниже предела обнаружения. Объемная активность трития в поверхностных водах в 2017 г. составляла от 2 до 87 Бк/м³.

Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС
(данные ЛВРК НВАЭС)

Место отбора проб	Вода, Бк/м ³				Донные отложения, Бк/кг в.-с.			
	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co		¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
	<u>р. Дон</u>							
6 км выше сброса блоков № 1, 2	7	6	н	н	9,5	18,4	н	н
Старица	7	6	н	н	19,1	25,4	0,7	н
Водозабор блоков № 1, 2	8	6	н	н	8,6	15,4	н	н
Сбросной канал блоков № 1, 2	6	7	н	н	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков № 1, 2	8	8	н	н	1,3	4,5	7,2	4,5
15 км ниже сброса блоков № 1, 2	7	8	н	н	9,2	9,1	0,3	0,4
	<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>							
Пляж	8	10	н	н	0,9	1,0	н	н
Водозабор блока № 5	7	10	н	н	1,4	0,3	н	н
	<u>Пруды рыбхоза</u>							
«Нововоронежский»	5	7	н	н	1,1	2,5	0,2	1,5

Примечания: н – ниже предела обнаружения;
- - данные не поступали.

Содержание ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения, содержание трития составляло 3 и 2 Бк/кг соответственно.

ЛВРК НВАЭС также проводит мониторинг содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Наличие ⁶⁰Co в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков № 1 и 2 и в рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС, прослеживается с 1995 г. Удельные активности ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в донных отложениях (табл. 3.8.6) рыбопроизводного пруда в 2017 г. составляли 1,1 и 0,2 Бк/кг в.-с. соответственно. В пруде-охладителе удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях составляла 0,9–1,4 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность ¹³⁷Cs в донных отложениях изменялась в диапазоне от 1,3 до 19,1 Бк/кг в.-с.; ⁶⁰Co – от предела обнаружения до 7,2 Бк/кг в.-с. (в 100 м ниже сбросного канала). В целом, содержание радионуклидов в донных отложениях исследуемых водоемов оставалось на уровне предыдущих лет [1, 7, 11].

Мониторинг грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 в 2017 г. проводился ЛВРК в 17 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему практически полностью обусловлено ⁶⁰Co. В воде 12 из 17 контрольных скважин был обнаружен ⁶⁰Co, среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,05 Бк/л (в скважине № 116) до 28,1 Бк/л (в скважине № 45), что находится ниже уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ⁶⁰Co (УВ = 40 Бк/л по НРБ-99/2009 [3]). В других скважинах ХЖО-2, как в зоне загрязнения, так и вне зоны, объемная активность данных техногенных радионуклидов в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в 2017 г. в СЗЗ составляла 4,3 кБк/м², в ЗН – 3,4 кБк/м², в контрольном пункте Лиски – 9,3 кБк/м². Повышенное содержание ¹³⁷Cs в почве во всех пунктах

мониторинга по сравнению с уровнем глобального загрязнения связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции в 2017 г. было на три–четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [4]: в мясе – 0,1 Бк/кг, в рыбе – 0,05 Бк/кг, в картофеле и пшенице – ниже предела обнаружения, в молоке – 0,05 Бк/кг сырой массы. ^{131}I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения МЭД в 2017 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС, составляли 0,09 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД 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 2017 г. среднемесячные значения МЭД изменялись от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч. Максимальное измеренное значение МЭД наблюдалось в п. Нижнедевицк (0,18 мкЗв/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2016 г.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС, в ЗН варьировала в диапазоне 0,53–0,65 мЗв, что находится на уровне значения, полученного в контрольном пункте Лиски – 0,55 мЗв. В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне 0,43–0,58 мГр. Наибольшие значения дозы в СЗЗ и ЗН были зарегистрированы в северном направлении.

Для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, были рассчитаны радиационные риски от поступления различных радионуклидов в организм человека (от ингаляции, потребления воды, потребления продуктов питания) и внешнего облучения от почвы по методике [5] (табл. 3.8.7).

Таблица 3.8.7

Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2016 гг.

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	^{137}Cs	^{60}Co	^{90}Sr	^{58}Co	^{54}Mn	
Ингаляция	$3,7 \cdot 10^{-12}$	$2,2 \cdot 10^{-12}$	-	$7,3 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-13}$	$6,1 \cdot 10^{-12}$
Потребление воды	$2,4 \cdot 10^{-9}$	-	$1,3 \cdot 10^{-8}$	-	-	$1,5 \cdot 10^{-8}$
Потребление продуктов питания*	$1,2 \cdot 10^{-8}$	$7,6 \cdot 10^{-11}$	-	$3,8 \cdot 10^{-12}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	$1,2 \cdot 10^{-8}$
Внешнее облучение от почвы	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$7,9 \cdot 10^{-11}$	-	$9,4 \cdot 10^{-12}$	$2,9 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-8}$
Сумма	$3,8 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$1,3 \cdot 10^{-11}$	$3,0 \cdot 10^{-10}$	$5,1 \cdot 10^{-8}$

Примечания: * – модельные оценки;
- – отсутствие данных мониторинга.

Среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000–2016 гг. составил $5,1 \cdot 10^{-8}$, что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10^{-6} . Таким образом, НВАЭС не оказывает значимого влияния на радиационную обстановку.

3.9. Ростовская АЭС

Ростовская АЭС расположена на юге России в степном районе Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища, созданного в нижнем течении р. Дон, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска.

До 2010 г. на Ростовской АЭС эксплуатировался энергоблок № 1 с реакторной установкой ВВЭР-1000, введенный в эксплуатацию в 2001 г. В декабре 2009 г. состоялся физический пуск энергоблока № 2, ознаменовавший начало этапа опытно-промышленной эксплуатации. Энергетический пуск энергоблока № 2 состоялся 18 марта 2010 г. Разрешение на промышленную эксплуатацию подписано 10 декабря 2010 г., а 5 января 2011 г. энергоблок № 2 включен в сеть. Физический пуск энергоблока № 3 состоялся 14 ноября 2014 г., а энергетический пуск – 27 декабря 2014 г. 17 сентября 2015 г. энергоблок № 3 принят в промышленную эксплуатацию. 6 декабря 2017 года начат физический пуск четвертого энергоблока, с последующим выводом на минимально контролируемый уровень мощности, который состоялся 29 декабря. 1 февраля 2018 года генератор турбины четвертого энергоблока был синхронизирован с сетью.

Площадь санитарно-защитной зоны (СЗЗ) Ростовской АЭС составляет 44 км², из них 18 км² занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет 2600 км², из них около 500 км² занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 человека на 1 км², общая численность населения в ЗН – 223,996 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска составляет около 171 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от Ростовской АЭС, – около 15 тыс. человек.

Климат региона континентальный с недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом и неустойчивой малоснежной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет +7,9 °С, абсолютный максимум +41 °С, абсолютный минимум -35 °С. Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет -7,4 °С, наиболее теплого (июль) – +23,4 °С. Среднее количество осадков 388 – 428 мм в год. За вегетационный период выпадает в среднем 200–220 мм осадков, что недостаточно для интенсивного земледелия, поэтому в земледелии используется полив водами Цимлянского водохранилища. В течение большей части года преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров. Средняя годовая скорость ветра в районе расположения АЭС составляет 5 м/с.

Газоаэрозольные выбросы на Ростовской АЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 99,9 %. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-03 [12], в атмосферу в 2017 г. и для сравнения в 2016 г. приведены в табл. 3.9.1.

Таблица 3.9.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на Ростовской АЭС, Бк

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Со	7,4·10 ⁹	5,14·10 ⁷	7,10·10 ⁶	+4,4·10 ⁷
¹³¹ И	1,8·10 ¹⁰	3,37·10 ⁷	1,15·10 ⁸	-8,1·10 ⁷
¹³⁴ Сs	9,0·10 ⁸	2,50·10 ⁷	3,06·10 ⁶	+2,2·10 ⁷
¹³⁷ Сs	2,0·10 ⁹	5,39·10 ⁷	9,31·10 ⁶	+4,5·10 ⁷
Сумма ИРГ	6,9·10 ¹⁴	8,38·10 ¹³	8,55·10 ¹³	-1,7·10 ¹²

В соответствии с требованиями «Положения о годовых отчетах по оценке состояния безопасной эксплуатации энергоблоков атомных станций» (СТО 1.1.1.04.001.0143-2015), в случае, если существующими на АЭС приборами и методами некоторые радионуклиды, нормируемые в

выбросах, не определяются, фактическому выбросу нормируемого радионуклида присваивается значение $\frac{1}{2}$ произведения нижнего предела измерения на суммарный объем выброса.

По сравнению с предыдущим годом в 2017 г. на Ростовской АЭС выбросы ИРГ уменьшились на 2%, ^{131}I – в 3,4 раза. Выброс ^{137}Cs увеличился в 5,8 раз, выброс ^{134}Cs – в 8,2 раза, ^{60}Co – в 7,2 раза. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Ростовской АЭС в атмосферу в 2017 г. составляли от 0,19 до 14,2 % от допустимых выбросов.

Сбросы ПЛК на Ростовской АЭС осуществляются через сбросной канал в водоем-охладитель. Отработанная хозяйственная вода поступает на очистные сооружения АЭС. Объем сброса технических вод в водоем-охладитель в 2017 г. составил $199 \cdot 10^3 \text{ м}^3$. Водоем-охладитель Ростовской АЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км², среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – $6 \cdot 10^7 \text{ м}^3$. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу ($1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^3/\text{год}$).

В 2017 г., по данным Ростовской АЭС, содержание радионуклидов в сбросных водах в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности.

Радиационный мониторинг в 30-км зоне в районе расположения Ростовской АЭС осуществляет отдел радиационной безопасности АЭС (ОРБ), а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг АЭС – Северо-Кавказский УГМС.

В 2017 г. ОРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для последующего анализа отбирались пробы:

- аэрозолей в 10 точках с помощью воздухофильтрующих установок (ВФУ) (средний объем прокачанного воздуха – $400 \text{ м}^3/\text{ч}$);
- атмосферных выпадений в 18 точках с помощью кювет с площадью 0,16 и 0,31 м² и высотой бортиков 15–20 см с месячной экспозицией;
- почвы на глубину 5 см от поверхности один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель, Цимлянское водохранилище вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения и подземные воды из наблюдательных скважин);
- донных отложений в водоеме-охладителе и Цимлянском водохранилище;
- сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировалась мощность дозы γ -излучения и поглощенная доза на местности.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», «SBS-55», «Canberra», «Quantulus-1220», «Tri_Carb 3110 TR», радиометрами КРК-1 и УМФ-2000. Контроль поглощенной дозы на местности проводился с помощью термолюминесцентных дозиметров типа ДТЛ-01, размещенных в 17 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МЭД проводилось с помощью переносных дозиметров КП-АД6, ДКГ-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ и 22 стационарных автоматизированных постов контроля на базе УМКС-99Р «Атлант-М» в составе АСКРО. Для экспрессного мониторинга радиационной обстановки по 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 2017 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне Ростовской АЭС проводились наблюдения за МЭД на 8 станциях каждые 3 часа, на 7 из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной (в г. Цимлянске) – ежесуточный отбор проб аэрозолей с помощью ВФУ. В Цимлянске также в течение года отбирались месячные пробы осадков для определения содержания в них трития.

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».

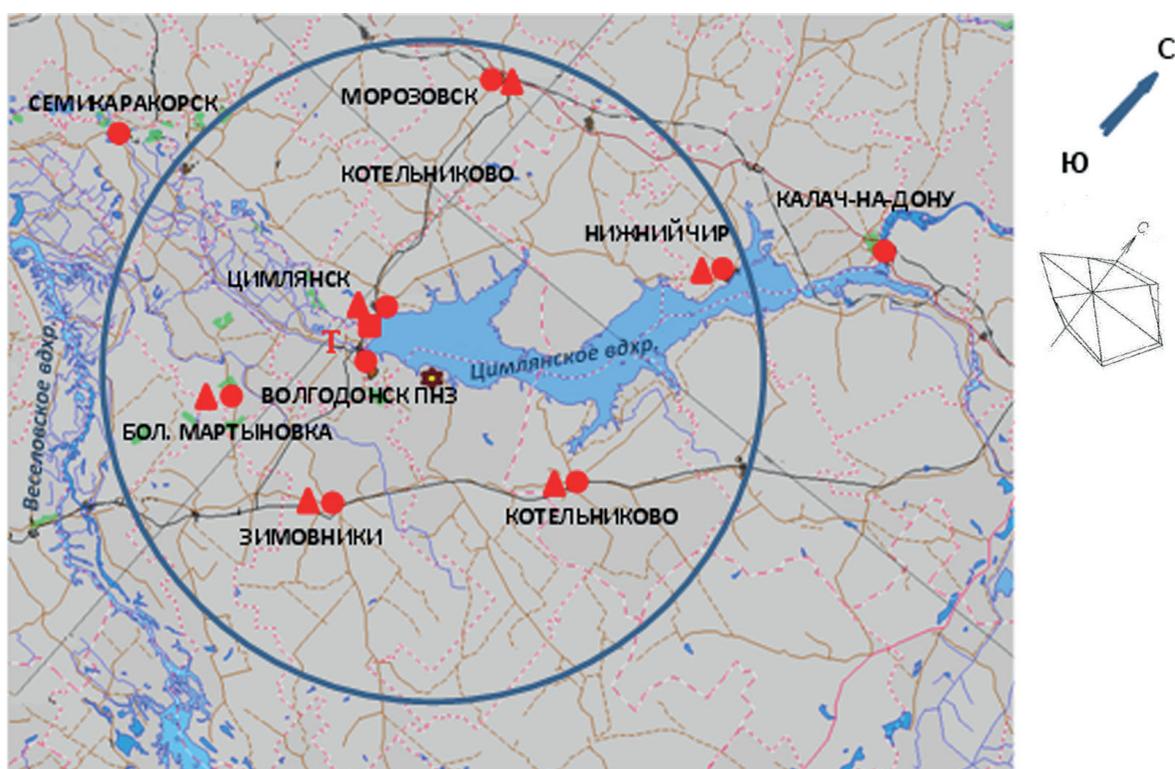


Рис. 3.9.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ростовской АЭС:

- ⚙ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Т – 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. Из табл. 3.9.2 видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ активность в воздухе г. Цимлянска, расположенного в ЗН АЭС, увеличилась в 4,2 раза по сравнению с 2016 г. и составила $27,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что немного ниже средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной $\Sigma\beta$ активности ($28,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 3.9.2

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные величины $\Sigma\beta$ активности выпадений
и объемные значения $\Sigma\beta$ активности в приземном слое воздуха в 100-км зоне Ростовской АЭС
(данные Северо-Кавказского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Выпадения, Бк/м²-сутки															
Зимовники	с	0,70	0,79	0,76	0,72	0,94	0,68	0,83	1,03	0,70	0,80	0,60	0,80	0,8	0,5
	м	1,96	2,07	1,87	1,67	3,09	1,32	2,01	6,46	1,33	2,83	1,38	2,18		
Константиновск	с	0,69	0,75	0,59	0,76	0,78	0,75	0,96	0,90	0,90	0,64	0,63	0,97	0,8	0,5
	м	2,44	4,17	1,61	1,48	1,72	1,82	4,17	2,13	7,14	1,74	1,51	2,93		
Котельниково	с	0,91	0,57	0,78	1,06	0,79	0,70	0,58	0,50	0,48	0,57	0,42	0,58	0,7	0,9
	м	2,49	1,26	2,91	5,84	1,69	2,87	1,09	1,43	1,33	1,69	0,85	1,45		
Морозовск	с	0,60	0,44	0,89	0,54	0,50	0,54	0,45	0,50	1,07	0,58	0,54	0,57	0,6	0,5
	м	1,19	1,31	4,34	1,13	0,90	1,24	1,08	1,30	18,27	1,61	1,40	1,63		
Нижний Чир	с	0,73	0,69	0,61	0,66	0,41	0,50	0,54	0,46	0,80	1,11	0,80	0,59	0,7	0,8
	м	2,53	1,70	2,17	1,75	1,22	1,30	2,02	1,14	4,38	3,49	6,74	1,95		
Цимлянск	с	2,18	1,20	1,22	1,09	0,95	1,05	0,94	1,45	1,39	1,08	1,34	2,73	1,4	0,9
	м	12,27	3,07	3,30	9,04	6,03	2,59	2,71	3,91	10,69	5,86	9,90	12,70		
Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³															
Цимлянск	с	10,0	5,5	6,6	3,1	4,4	5,3	6,1	10,6	251,9	4,9	10,1	10,6	27,4	6,6
	м	19,8	17,5	10,8	4,3	7,4	6,5	12,7	16,2	1478	7,4	21,5	20,4		

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2013–2017 года приведены в табл. 3.9.3. В 2017 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs уменьшилась в 1,6 раза по сравнению с 2016 г. Данное значение в 1,9 раза меньше средневзвешенного значения по Югу ЕТР.

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 г. в г. Цимлянске была в 1,7 раза выше средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла 1,48·10⁻⁷ Бк/м³. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.9.3

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
¹³⁷Cs							
Цимлянск	2013	5,0	4,4	7,7	1,6	4,7	3,1
	2014	2,8	3,5	5,6	2,4	3,6	6,6
	2015	7,8	5,7	6,8	3,8	6,0	6,7
	2016	2,3	2,8	2,1	2,4	2,4	1,9
	2017	1,1	2,0	2,5	0,6	1,5	2,9
⁹⁰Sr							
Цимлянск	2013	0,34	0,68	0,71	0,31	0,51	0,60
	2014	0,48	0,95	0,91	0,36	0,68	0,84
	2015		0,79		0,72	0,76	1,22
	2016		0,75		0,23	0,49	0,48
	2017		0,45		2,50	1,48	0,87

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ – $47 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $36 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) – $39 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность ¹³⁷Cs в атмосфере СЗЗ, ЗН и контрольного пункта составляла $1,2 \cdot 10^{-7}$, $1,6 \cdot 10^{-7}$ и $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Объемная активность ⁶⁰Со, ⁵⁴Mn, ¹³¹I и ¹³⁴Cs в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры: МДА для ⁵⁴Mn составляет $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ⁶⁰Со – $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ¹³¹I – $0,11 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, для ¹³⁴Cs – $0,05 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³.

Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ активности выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны Ростовской АЭС в 2017 г. составляли 0,6–1,4 Бк/м²·сутки (см. табл. 3.9.2), в четырех пунктах наблюдения увеличились в 1,2–1,6 раза и в одном пункте превысили средневзвешенные по Югу ЕТР выпадения (0,78 Бк/м²·сутки).

По данным ОРБ Ростовской АЭС, в 2017 г. значение $\Sigma\beta$ активности выпадений в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте составляло 0,13; 0,13 и 0,17 Бк/м²·сутки соответственно и было примерно на уровне 2016 г.

Результаты проведенного в ФГБУ «НПО «Тайфун» анализа проб атмосферных осадков показали, что в 2017 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН Ростовской АЭС (г. Цимлянск) составляла 1,44 Бк/л и была немного меньше усредненной по всем пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (1,75 Бк/л).

Почва, вода, донные отложения

В пробах почвы, отобранных ОРБ Ростовской АЭС в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2017 г., содержание ¹³⁷Cs составляло: в СЗЗ – 0,14 кБк/м², в ЗН – 0,77 кБк/м² и в с. Дубовское – 0,39 кБк/м². Содержание ¹³⁴Cs было менее 0,05–0,06 кБк/м² в СЗЗ, ЗН и КП. Среднегодовое содержание ⁶⁰Со в 2017 г. в СЗЗ, ЗН и КП было менее 0,05–0,06 кБк/м².

Результаты измерений ОРБ проб воды показали, что в 2017 г. объемная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Со в питьевой воде (г. Волгодонск, ст. Подгоренская, ст. Жуковская, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности. В Цимлянском водохранилище объемная $\Sigma\beta$ активность составляла 150 мБк/л, а в водоеме-охладителе – 260 мБк/л. Все полученные результаты значительно ниже контрольного уровня объемной $\Sigma\beta$ для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л). Содержание трития в пробах питьевой воды и воды Цимлянского водохранилища ниже минимально детектируемой активности (1,1 Бк/л), а в водоеме-охладителе – 35,0 Бк/л.

Донные отложения из водоемов отбирались ОРБ Ростовской АЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Среднегодовая удельная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Со в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 0,6 и 0,5 Бк/кг в.-с. соответственно; в донных отложениях водоема-охладителя – 2,7 Бк/кг в.-с. по ¹³⁷Cs и менее 1,2 Бк/кг в.-с. по ⁶⁰Со. $\Sigma\beta$ донных отложений в Цимлянском водохранилище увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2016 г. и составила 70 Бк/кг в.-с., а в водоеме-охладителе была на уровне среднего за 5 лет значения и составила 508 Бк/кг в.-с.

На территории Ростовской АЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 27 наблюдательных скважин (НС), предназначенных для мониторинга радиоактивности подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. Разброс значений объемной $\Sigma\beta$ активности в воде скважин в течение года был от 200 до 260 мБк/л.

Продукты питания местного производства

Пробы продуктов питания отбирались в следующих пунктах: ст. Жуковская, ст. Подгоренская, г. Волгодонск, а также в с. Дубовское. Рыба отбиралась из водоема-охладителя и Цимлянского водохранилища.

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока, куриных яиц), выловленной рыбы, а также грибов, ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН Ростовской АЭС, проведенный ОРБ, показал, что в 2017 г., как и в предыдущем, содержание в них ^{137}Cs было ниже минимально детектируемой активности. Содержание ^{131}I определялось только в молоке и было ниже МДА (<0,007 Бк/кг сырой массы).

Полученные значения $\Sigma\beta$ активности во всех обследованных продуктах питания, кроме говядины, не превышали значений «нулевого фона». В говядине получено значение $\Sigma\beta$ активности, равное 85 Бк/кг.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая мощность дозы γ -излучения в 2017 г. на промплощадке, в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (г. Цимлянск), по данным постов АСКРО Ростовской АЭС, составляла 0,08–0,11 мкЗв/ч при максимальном измеренном значении 0,13 мкЗв/ч.

По данным 8 пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС, среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 0,10 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует естественному γ -фону.

Годовая доза на местности вокруг Ростовской АЭС, измеренная с помощью системы термолюминесцентных дозиметров районе размещения АЭС (в 16 пунктах) и в контрольном пункте (с. Дубовское), составила в СЗЗ – от 0,48 до 0,72 мЗв; в ЗН – от 0,49 до 0,68 мЗв, в контрольном пункте – 0,59 мЗв.

По результатам расчетов ФГБУ «НПО «Тайфун», выполненных на основе данных радиационного мониторинга в районе Ростовской АЭС по методике [5], среднегодовой суммарный риск (с учетом регионального фона) для населения, проживающего в ЗН станции, от ^{137}Cs и ^{90}Sr за 2000–2017 годы составил $3,2 \cdot 10^{-7}$ (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}Cs и ^{90}Sr в организм человека различными путями, 2000–2017 гг. (с учетом регионального фона)

Путь облучения	Радионуклид	Риск
Ингаляция	^{137}Cs	$1,2 \cdot 10^{-12}$
	^{90}Sr	$1,3 \cdot 10^{-12}$
Потребление продуктов питания*	^{137}Cs	$7,2 \cdot 10^{-8}$
Потребление воды	^{137}Cs	$2,1 \cdot 10^{-9}$
Внешнее облучение от почвы	^{137}Cs	$2,4 \cdot 10^{-7}$
Суммарный риск		$3,2 \cdot 10^{-7}$

Примечание: * - модельные оценки

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

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ОРБ Ростовской АЭС, можно сделать вывод, что влияния Ростовской АЭС в 2017 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг нее не выявлено.

3.10. Смоленская АЭС

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируются три энергоблока (№ 1 и 2 – первая очередь, № 3 – вторая очередь), введенные в эксплуатацию в 1982, 1985 и 1990 гг. соответственно, с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 МВт.

САЭС расположена на юге Смоленской области, в 35 км от г. Рославля, в 3 км от г. Десногорска. Основной водной артерией в районе расположения САЭС является р. Десна с притоками, впадающая в р. Днепр, на которой для промышленного водоснабжения построено водохранилище площадью зеркала 42,2 км². Плотины расположена в месте впадения в р. Десну ее правого притока р. Сельчанки, в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС умеренно континентальный, формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом, средняя температура от -4 до -16 °С. Лето теплое, самая высокая температура наблюдалась в июле. Среднегодовая температура +7 °С. Ветровой режим района водохранилища в течение года характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В теплый период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в холодный – южных ветров.

СЗЗ САЭС определена кругом радиусом 3 км. Размер ЗН для первой и второй очереди САЭС определен кругом радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди. Площадь ЗН – 2 797,7 км². Территория ЗН захватывает земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области. Численность населения, проживающего в ЗН САЭС, составляет 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. человек, сельское – 21,2 тыс. человек.

На территории промплощадки второй очереди САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят хранилище жидких и твердых отходов (ХЖТО), хранилища жидких отходов (ХЖО и ХЖО-2). Для хранения отработавшего ядерного топлива оборудовано хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), расположенное на территории промплощадки второй очереди.

В конце 2016 года 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 2017 г. представлено в табл. 3.10.1, там же для сравнения приведены данные за 2016 год.

Таблица 3.10.1

Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Co	6,10·10 ⁹	1,58·10 ⁷	8,05·10 ⁷	-6,47·10 ⁷
¹³¹ I	1,59·10 ¹²	1,35·10 ⁸	1,35·10 ⁸	0,00
¹³⁷ Cs	4,88·10 ⁹	1,66·10 ⁷	3,53·10 ⁷	-1,87·10 ⁷

Продолжение табл. 3.10.1

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
¹³⁴ Cs	1,76·10 ⁹	8,31·10 ⁶	2,35·10 ⁷	-1,52·10 ⁷
Сумма ИРГ	1,22·10 ¹⁷	6,58·10 ¹⁴	1,60·10 ¹⁴	+4,98·10 ¹⁴

Из табл. 3.10.1 видно, что в 2017 г. снизились годовые выбросы всех регламентированных радионуклидов, кроме выбросов ИРГ, которые выросли в 4,1 раза и составили 0,54 % от допустимого выброса. Величины всех годовых выбросов не превышали установленных нормативов и составляли для ¹³¹I – менее 0,01 %, для ⁶⁰Co – 0,26 %, для ¹³⁴Cs – 0,47 %, для ¹³⁷Cs – 0,34 % от допустимых выбросов. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ. Среднесуточные и среднемесячные выбросы регулируемых 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 приямков грунтовых вод машзалов и баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения ПЛК в водоем-охладитель.

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами САЭС в 2016–2017 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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
³ H	2,3·10 ¹⁴	2,46·10 ¹¹	8,14·10 ¹⁰	+1,65·10 ¹¹
⁵¹ Cr	1,3·10 ¹²	1,88·10 ⁶	1,09·10 ⁷	-9,02·10 ⁶
⁵⁴ Mn	8,0·10 ⁹	5,52·10 ⁶	8,83·10 ⁶	-3,83·10 ⁶
⁵⁹ Fe	1,5·10 ¹⁰	2,21·10 ⁶	5,04·10 ⁶	-2,83·10 ⁶
⁵⁸ Co	2,3·10 ¹⁰	1,54·10 ⁵	1,56·10 ⁶	-1,31·10 ⁶
⁶⁰ Co	1,6·10 ⁹	5,42·10 ⁶	8,87·10 ⁶	-3,45·10 ⁶
⁸⁹ Sr	6,0·10 ¹¹	1,67·10 ⁶	-	+1,67·10 ⁶
⁹⁰ Sr	2,4·10 ⁹	1,47·10 ⁶	4,60·10 ³	+1,47·10 ⁶
¹³⁴ Cs	1,5·10 ¹⁰	8,27·10 ⁵	5,59·10 ⁵	+2,68·10 ⁵
¹³⁷ Cs	2,1·10 ⁹	7,25·10 ⁶	4,08·10 ⁶	+ 3,17·10 ⁶

Общий объем сброса сточных вод в 2017 г. составил 55724 м³. Наибольший вклад в активность сброса вносил тритий. Из приведенных в табл. 3.10.2 данных видно, что сброс трития в 2017 г. по сравнению с 2016 г. вырос в 3 раза, но при этом составил менее 0,11 % от допустимого. Активности остальных нормируемых нуклидов были ниже МДА, а их расчетные величины сбросов составили менее 0,3 % от допустимых.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН САЭС осуществляется лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) САЭС, а в 100-км зоне САЭС – Центральным УГМС и УГМС ЦЧО, а также Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Республики Беларусь.

В СЗЗ и ЗН САЭС в 2017 г. ЛВРК САЭС осуществлялся контроль следующих характеристик окружающей среды:

- объемной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы аспирационным методом с экспозицией 10 дней с использованием установок «Тайфун-4», расположенных на постах постоянного наблюдения;

- активности радиоактивных выпадений на местности с помощью кювет, установленных в СЗЗ на территории очистных сооружений и ЗН, экспонируемых в течение 30 дней;

- содержания радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях и рыбе открытых водоемов в районе САЭС, а также в питьевой водопроводной воде;

- объемной активности радионуклидов в воде контрольных скважин вокруг ХЖТО, ХЖО, ХЖО-2, ХОЯТ;

- содержания радионуклидов в почве в пунктах постоянного наблюдения. Пробы отбирались один раз в год;

- содержания радионуклидов в продуктах питания, производящихся в хозяйствах, расположенных в ЗН САЭС. Отбор проб проводился один раз в год после сбора урожая;

- мощности экспозиционной дозы γ -излучения на постах постоянного наблюдения с периодичностью один раз в 10 дней переносными приборами, а также непрерывно с помощью системы АСКРО САЭС;

- годовой поглощенной дозы на местности термoluminesцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на 25 постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны АЭС.

Радиоизотопный анализ объединенных за квартал проб аэрозолей и атмосферных выпадений проводился с помощью полупроводникового γ -спектрометра. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью спектрометрического комплекса «TRI CARB» модели 3180 TR/SL.

В 100-км зоне САЭС в 2017 г. Центральным УГМС и УГМС ЦЧО на 7 стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и на 4 пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (рис. 3.10.1).

РЦРКМ Республики Беларусь в 2017 г. на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории Республики (рис. 3.10.1) в г. Мстиславле проводилось измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, контролировались радиоактивные выпадения из приземного слоя атмосферы (отбор проб производился с помощью горизонтальных планшетов) с определением суммарной бета-активности, производился ежедневный отбор проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы с использованием ВФУ.

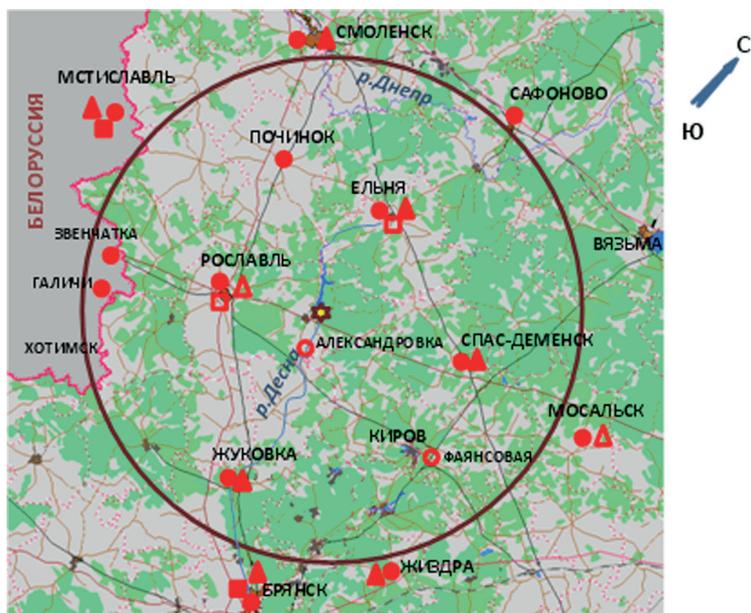


Рис. 3.10.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- ✿ – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ □ – планируемые наблюдения.

Приземная атмосфера

В табл. 3.10.3 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС в 2017 году. Техногенный радионуклид ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона, регистрировался как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС. Содержание ^{60}Co в СЗЗ было в 8,1 раза больше, чем в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{134}Cs в 2017 г. ниже МДА как в ЗН, так и в СЗЗ. Значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в 2017 г. по сравнению с 2016 г. снизилось в 1,1 раза в СЗЗ и в 1,2 раза в ЗН. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2017 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 2,3 и 1,3 раза соответственно. В целом, в 2017 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на шесть-восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 3.10.3

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК САЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
СЗЗ	7,40	7,82	<1,64	<1,25	42,70	32,20
ЗН	4,18	4,82	<2,04	<3,51	5,28	5,29

По данным РЦРКМ Республики Беларусь, среднемесячная объемная $\Sigma\beta$ активность в приземном слое атмосферы г. Мстиславля (рис. 3.10.1) в 2017 г. колебалась в пределах $(7,5-14,2) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в Мстиславле составила $10,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что ниже

уровня средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по Центру ЕТР ($13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2017 г. составила $35 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, изменяясь в диапазоне от $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (май) до $87 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (январь). Содержание ¹³⁷Cs в воздухе г. Мстиславля в 8,4 раза выше, чем в ЗН САЭС, и в 11 раз выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ($3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, представленных в табл. 3.10.4, среднемесячные суточные значения $\Sigma\beta$ активности атмосферных выпадений в течение 2017 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 0,8 Бк/м²-сутки (г. Спас-Деменск в апреле), и изменяясь в пределах 0,3–0,7 Бк/м²-сутки.

Таблица 3.10.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2017 г., Бк/м²-сутки (данные Центрального УГМС и УГМС ЦЧО)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
Ельня	с	0,2	0,3	0,6	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	м	0,6	0,8	1,0	0,9	0,7	1,0	0,8	0,9	0,8	0,7	1,0	1,0		
Смоленск	с	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	м	0,6	0,6	1,1	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	1,3	0,7	1,0	0,9		
Жуковка*	с	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
	м	1,7	1,1	1,3	0,7	1,2	1,8	1,4	0,9	1,4	1,8	1,5	1,7		
Спас-Деменск	с	0,2	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,4	0,5	0,9
	м	1,2	1,1	1,6	3,4	1,2	2,6	2,7	2,8	4,1	2,9	3,1	2,4		

Примечание: * – данные УГМС ЦЧО.

В выпадениях на территории СЗЗ и ЗН из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС был зарегистрирован только ¹³⁷Cs. Содержание ¹³⁷Cs не превосходит значений «нулевого фона» (0,2 Бк/м²-сутки). Выпадения ¹³⁴Cs и ⁶⁰Co 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 2017 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только ¹³⁷Cs со среднегодовой объемной активностью 2,4; 2,1 и 3,1 мБк/л соответственно, что выше значения в контрольной точке (2,0 мБк/л). Контрольная точка находится на р. Десна выше сбросов с САЭС. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности ¹³⁷Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3].

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 3.10.5.

В 2017 г. в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС регистрировался только ¹³⁷Cs. Максимальное значение удельной активности ¹³⁷Cs в пробах донных отложений наблюдалось в р. Соложа. Активность ¹³⁷Cs в данной точке обусловлена не сбросами с САЭС, а глобальными выпадениями вследствие испытаний ядерного оружия и выпадений после аварии на Чернобыльской АЭС. Можно предполагать, что на содержание ¹³⁷Cs в точках ниже места впадения р.Соложа в реку Десна влияет вымывание ¹³⁷Cs из р. Соложа. Как видно из табл. 3.10.5, удельная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. снизилась во всех точках, относительно уровня предыдущего года в 1,1–10,0 раз. Содержание ¹³⁷Cs в пробах донных отложений только в р. Соложа было выше

его содержания в пробе из контрольного водоема (р. Десна выше по течению сбросов с САЭС в месте впадения р. Соложа в р. Десна) в 1,6 раза. В остальных случаях содержание ^{137}Cs в донных отложениях, по сравнению с контрольным водоемом, было ниже в 1,1–4,8 раза.

Таблица 3.10.5

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг с.-м.
(данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
р. Соложа	16	38	< 1,1	< 1,2
д. Трояново	9,8	27	< 2,6	< 1,0
Очистные сооружения	8,0	8,7	< 1,5	< 0,8
Плотина	2,2	21	< 1,3	< 0,6
Городской пляж	2,1	12	< 1,3	< 1,1
р. Десна ниже плотины	3,7	4,1	< 0,7	< 1,1
Контрольная точка (р. Десна выше сбросов)	10	35	< 1,6	< 1,0

Контроль содержания радионуклидов в источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется с периодичностью один раз в квартал отдельно для греющих сред теплотрассы и водопроводов питьевого назначения. Пробы воды объемом 100 л подвергаются предварительному концентрированию на ионообменной смоле КУ-2 с последующим проведением γ -спектрометрического анализа. МДА метода по ^{137}Cs приблизительно равна 6,6 мБк/л. Радионуклиды техногенного происхождения в пробах не обнаружены.

Раз в год проводится отбор проб воды из артезианских скважин с последующим проведением измерений по показателям общей α - и β - активности. Общая α -радиоактивность – менее 0,2 Бк/л, общая β -радиоактивность – менее 1,0 Бк/л, что соответствует требованиям санитарно-эпидемиологических правил и нормативам по СанПиН 2.1.4.1074-01 и НРБ-99/2009.

Почва, продукты питания местного производства

В табл. 3.10.6 приведены данные ЛВРК САЭС за 2016–2017 гг. о плотности загрязнения ^{137}Cs и ^{134}Cs почвы в СЗЗ и ЗН. Данные по контрольному пункту в д. Холмец за 2017 г. и 2016 г. отсутствуют.

Таблица 3.10.6

**Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м²
(данные ЛВРК САЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
^{137}Cs	4,7	0,87	1,8	2,7	-	-
^{134}Cs	< 0,09	< 0,09	< 0,09	< 0,11	-	-

Примечание: - - данные отсутствуют

В пробах почвы регистрировался только ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов было ниже МДА. В 2017 г. по сравнению с 2016 г. содержание ^{137}Cs в почве СЗЗ выросло в 4,3 раза, в ЗН – понизилось в 1,5 раза.

Содержание ^{137}Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС в 2017 г. было значительно ниже нормативов по СанПиН-01 [8] и ниже МДА для всех продуктов питания. Значения ^{137}Cs не превышали: в грибах – 1,9, в рыбе – 0,6, в овощах – 2,2, в зерне – 0,7, в молоке – 1,5 Бк/кг сырой массы.

Радиационный фон на местности

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в 2017 г. в СЗЗ составляла 0,11 мкЗв/ч, в ЗН – 0,08 мкЗв/ч, что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (0,10 мкЗв/ч). По данным маршрутных обследований, на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 0,12 и 0,10 мкЗв/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 0,13 мкЗв/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС и УГМС ЦЧО, в 2017 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 0,09 до 0,15 мкЗв/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь свидетельствуют о том, что в 2017 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовое значение МЭД в г. Мстиславле не превышало уровня естественного радиационного фона (до 0,20 мкЗв/ч).

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности, характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от САЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировался для СЗЗ и ЗН в пределах (0,56–0,86) мГр, что находится на уровне естественного радиационного фона, сложившегося до пуска САЭС («нулевой фон» – 0,79 мГр).

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере ЗН САЭС наблюдается отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона ^{60}Co и превышен региональный уровень по объемной активности ^{137}Cs , наблюдаемые объемные активности которых в воздухе на шесть–восемь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009 [3].

3.11. Производственное объединение «Маяк»

Производственное объединение «Маяк» расположено на территории Челябинской области на восточном берегу оз. Иртяш и является одним из крупнейших предприятий ядерно-топливного цикла Госкорпорации «Росатом». Предприятие работает уже более 60 лет и до 90-х годов было ориентировано на производство оружейного плутония. В настоящее время производство оружейного плутония прекращено, и на предприятии созданы гражданские производства ядерно-топливного цикла, радиоактивных источников и препаратов (с использованием двух из семи ранее работавших реакторов). В связи с этим выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую природную среду уменьшились, но пока еще остаются значительными. Краткое описание комплекса основных производств ПО «Маяк», обращения с радиоактивными отходами производства с использованием естественных и искусственных водоемов и новых технологий переработки РАО, а также история развития ПО «Маяк» приведены в [1–3].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [1–3]. 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 [4].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружен Теченский каскад водоемов: водоем В-3 (бывший Кокшаровский пруд), водоем В-4 (бывший Метлинский пруд), водоем-10 (В-10) и водоем-11 (В-11). Плотина № 10 сооружена в 1956 г., но из-за высоких темпов заполнения водоема В-10 в 1964 г. была сооружена плотина № 11, которая образовала новый водоем В-11. Заполнение водоема В-11 жидкими РАО начато в 1966 г. В Теченском каскаде водоемов накоплено около $8 \cdot 10^{15}$ Бк долгоживущих β -активных нуклидов [5]. Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, поверхностные и подземные воды. Фильтрация загрязненных вод в открытую гидрографическую систему р. Течи происходит через и под боковыми ограждающими дамбами в правобережный (ПБК) и левобережный (ЛБК) обводные каналы, сооруженные для сброса речных и паводковых вод вокруг Теченского каскада водоемов, а также под телом плотины № 11.

Наиболее крупной из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ПО «Маяк», был взрыв емкости с высокоактивными ЖРО 29 сентября 1957 г. В атмосферу было выброшено около $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк радионуклидов, из которых около 90 % выпали на промышленной площадке предприятия, а остальные $7,4 \cdot 10^{16}$ Бк осели в прилегающем регионе, обусловив загрязнение части территорий Челябинской, Свердловской и Тюменской областей [5]. Эта загрязненная территория впоследствии получила название Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). В долгосрочном аспекте основную радиационную опасность на территории ВУРС представляло наличие в выбросе долгоживущего ^{90}Sr . Весной 1967 г. произошло радиоактивное загрязнение территории, примыкающей к площадке ПО «Маяк», вследствие ветрового переноса загрязненных донных отложений с обнажившихся берегов водоема Карачай, использовавшегося в качестве хранилища ЖРО. В ветровой перенос было вовлечено около $2,2 \cdot 10^{13}$ Бк в основном ^{137}Cs и ^{90}Sr . Радиационная обстановка на этих загрязненных территориях обсуждается в разделе 4.1.

На 01.01.2017 г. общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, составляет 446,8 км² [6], из них 195,96 км² находятся в ЗН. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ПО «Маяк» приведены в Приложении С.

В штатном режиме работы предприятия поступление радионуклидов в окружающую природную среду обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами, сбросами жидких радиоактивных веществ, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод и захоронением жидких и твердых отходов всех уровней активности. Основными источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей природной среды в районе ПО «Маяк» в настоящее время являются территории, загрязненные в результате аварии 1957 и 1967 гг., и пойма р. Течи.

В ноябре 2015 г. акватория оз. Карачай была полностью ликвидирована (закрыта скальным грунтом), что исключает вынос радионуклидов с водной поверхности водоема при аномальных метеоусловиях и повторения ситуации 1967 г. В настоящее время водоем Карачай остается источником радиоактивного загрязнения окружающей среды вблизи ПО «Маяк». В результате фильтрации происходит радиоактивное и химическое загрязнение подземных вод вокруг водоема.

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [7] и ОСПОРБ-99/2010 [8] вокруг промышленной зоны предприятия установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН), размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора (ФМБА РФ). Площадь СЗЗ, границы которой

совпадают с границами промплощадки (ПП), составляет 252 км². В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км². СЗЗ, ЗН и зоны аварийного загрязнения: ВУРС, «цезиевый» след 1967 г., пойма р. Теча – составляют зону влияния предприятия.

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк» в 2017 г. приведены в табл. 3.11.1.

Таблица 3.11.1

Годовые выбросы радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк», Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017	2016	
⁵¹ Cr	8,88·10 ⁸	1,10·10 ⁷	1,03·10 ⁷	+0,07·10 ⁷
⁶⁰ Co	6,13·10 ⁸	1,10·10 ⁷	4,55·10 ⁶	+6,45·10 ⁶
⁹⁰ Sr	7,60·10 ¹²	1,07·10 ⁹	1,88·10 ⁹	-0,81·10 ⁹
⁹⁵ Zr	9,76·10 ⁸	204·10 ⁶	4,06·10 ⁶	-2,02·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	2,92·10 ¹⁰	6,96·10 ⁸	9,60·10 ⁸	-2,64·10 ⁸
¹²⁵ Sb	3,12·10 ⁹	3,36·10 ⁷	7,45·10 ⁷	-4,09·10 ⁷
ΣI	1,17·10 ¹²	4,17·10 ¹⁰	4,15·10 ¹⁰	+2,02·10 ⁸
¹³⁴ Cs	8,53·10 ⁹	6,43·10 ⁷	3,19·10 ⁸	-2,55·10 ⁸
¹³⁷ Cs	5,70·10 ¹⁰	2,10·10 ⁹	3,65·10 ⁹	-1,55·10 ⁹
¹⁴⁴ Ce	7,92·10 ⁹	8,38·10 ⁷	5,90·10 ⁷	+2,48·10 ⁷
²³⁹ Pu	4,92·10 ¹⁰	9,39·10 ⁸	9,97·10 ⁸	-0,58·10 ⁸
³ H	1,76·10 ¹⁶	1,26·10 ⁸	9,95·10 ⁷	+2,65·10 ⁷
Сумма ИРГ	4,45·10 ¹⁷	4,07·10 ¹⁶	4,06·10 ¹⁶	+0,01·10 ¹⁶

Примечания: ΣI – сумма нуклидов йода.

Как видно из табл. 3.11.1, в 2017 г. выбросы составляли от 0,01 % (для ⁹⁰Sr) до 9,1 % (сумма ИРГ) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2016 г. увеличились выбросы ⁶⁰Co в 2,4 раза, ³H в 1,3 раза, ¹⁴⁴Ce в 1,4 раза, тогда как выбросы ²³⁹Pu, ⁹⁵Zr, ⁹⁰Sr, ¹⁰⁶Ru, ¹²⁵Sb, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs уменьшились от 1,1 до 5,0 раз.

Сбросы ⁹⁰Sr со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2016-2017 гг. приведены в табл. 3.11.2.

Таблица 3.11.2

Сбросы ⁹⁰Sr со сточными водами ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида*	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017	2016 г.	
⁹⁰ Sr	1,95·10 ¹²	1,25·10 ¹¹	2,95·10 ¹¹	-1,70·10 ¹¹

Примечание: * – по другим радионуклидам норматив допустимого сброса не установлен.

Из табл. 3.11.2 видно, что сбросы ⁹⁰Sr уменьшились в 2,4 раза и по-прежнему не превышали утвержденного норматива по допустимому сбросу радионуклида. Объемные активности ⁹⁰Sr составляли: в ЛБК – 2,6 Бк/л, в ПБК – 13 Бк/л; объемная активность ¹³⁷Cs – в ЛБК и в ПБК менее 0,4 Бк/л, объемная активность трития в ЛБК уменьшилась в 1,2 раза до 200 Бк/л, а в ПБК в 1,6 раза до 160 Бк/л.

Штатный контроль состояния окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН предприятия проводится лабораторией экологической безопасности и охраны окружающей среды центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) по программе согласованной с органами госсанэпиднадзора.

Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб.

Радиационный контроль, проводимый ЦЗЛ ФГУП «ПО «Маяк», включает:

- определение объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере в 23 пунктах ЗН безаспирационным методом (методом «марлевых конусов»);
- 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 снеговом покрове;
- определение ежемесячно или ежеквартально объемной активности гамма-излучающих радионуклидов и ^{90}Sr в воде в 21 пунктах открытой гидрографической сети, трития – в 14 пунктах и альфа-излучающих нуклидов - в 9 пунктах;
- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радионуклидного состава и объемной активности радионуклидов в 114 скважинах и 1 – 3 раза в год с определением объемной активности трития в 104 скважинах.

В связи с большим объемом контроля на ФГУП «ПО «Маяк» для определения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы широко используется индикаторный метод мониторинга с помощью марлевых конусов со временем экспозиции один месяц. Этот способ носит оценочный (индикаторный) характер и используется для выявления случаев превышения установленных контрольных уровней. Отбор проб радиоактивных выпадений производится с помощью планшетов площадью 0,0625 м² и временем экспозиции один месяц. В качестве фильтрующего материала используется ткань ФПП-15.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды: ^{90}Sr , ^{137}Cs , сумма α -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных α -, β - и γ -излучающих нуклидов. Для измерения МЭД используются переносные дозиметрические приборы: ДКГ-02У, ДКС-96, МКС-А02-2М, МКС-А03-3Н, МКС-АТ1117М. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью сцинтилляционного и полупроводникового γ -спектрометров. Измерение содержания α - и β -активных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических α - и β -радиометрах NRR-610, МФ-60, СЕБ-01, АРС и низкофоновых спектрометрах α -излучения типа СЭАМ, СЕА. Объемная активность трития определялась с помощью жидкостного β -радиометра трития типа ЖУ-2 (м).

Лабораторный анализ проб объектов окружающей среды проводит аккредитованная лаборатория ФГУП «ПО Маяк».

Мониторинг загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2017 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}Cs и ^{90}Sr определялись в 11 пунктах;

- за МЭД в 17 пунктах;
- за радиоактивным загрязнением воды рек: ^{137}Cs и ^{90}Sr в семи пунктах;
- за радиоактивным загрязнением растительности и снежного покрова в 10 пунктах.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 100-км зоне ПО «Маяк» представлена на рис. 3.11.1.

Мониторинг содержания радионуклидов в пробах проводился Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: полупроводникового γ -спектрометра фирмы «Ortec», низкофонового α - и β -радиометра УМФ-2000. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ФГБУ «НПО «Тайфун». Анализ проб осадков на содержание трития выполнялся в «НПО «Тайфун» с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДРГ-107Ц, ДБГ-01Н, ДБГ-04А, ДКГ-03Д «Грач».

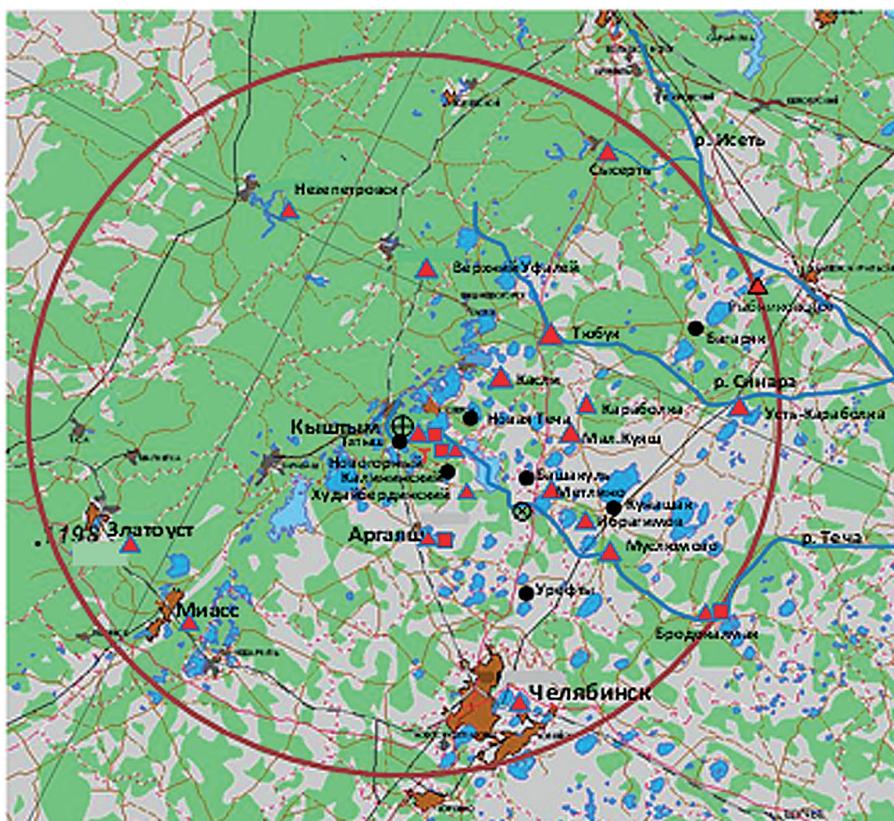


Рис. 3.11.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО:

- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений с суточной экспозицией и наблюдения за γ -фоном;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон»).

Приземная атмосфера

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» в течение последних лет, по данным ПО «Маяк», находились примерно на одном уровне.

Необходимо отметить, что осенью 2017 г. в пробах атмосферного воздуха и выпадений в отдельных пунктах территории ЗН наблюдался ^{106}Ru . Анализ этих результатов с учетом географического положения пунктов контроля, в которых были зафиксирован рутений-106 и метеоусловий за этот период, свидетельствует о глобальном характере загрязнения. Зафиксированные фактические значения объемной активности этих радионуклидов составили тысячные доли допустимой среднегодовой объемной активности ($\text{ДОА}_{\text{нас}}$), которая по [7] составляет для ^{106}Ru – $4,4 \cdot 10^3$ мБк/м³.

Результаты мониторинга приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» с помощью конусов в ЗН и в зоне влияния в 2017 г. представлены в табл. 3.11.3. Из табл. 3.11.3 видно, что в ЗН и в зоне влияния ПО «Маяк» значения объемной активности ^{90}Sr в воздухе на четыре порядка, а ^{137}Cs на пять порядков и плутония на два порядка ниже величины $\text{ДОА}_{\text{нас}}$ по НРБ-99/2009 [7].

Таблица 3.11.3

Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ПО «Маяк» в 2017 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	Pu*	^{90}Sr
Зона наблюдения				
г. Озерск	70	≤ 13	3	14
г. Озерск, пост № 2	100	≤ 10	4	43
п. Метлино	80	≤ 10	2	14
п. Новогорный	160	≤ 15	2	14
п. Красный Партизан	40	≤ 10	–	-
п. Б. Куяш	80	≤ 10	3	25
д. Т. Караболка	60	≤ 12	3	14
д. Сары-Кульмяк	70	≤ 12	–	28
п. Башакуль	160	≤ 15	3	56
п. Худайбердинский	50	≤ 11	4	13
п. Аргаяш	150	≤ 73	–	10
г. Кыштым	170	≤ 13	5	55
п. Слюдорудник	50	≤ 11	–	–
Среднее по зоне наблюдения	90,8	-	3,2	26
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	60	≤ 10	7	16
п. Кунашак (след 1967 г.)	90	≤ 13	2	25
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
п. Щелкун, мБк/м ³	260	43	–	4
$\text{ДОА}_{\text{нас}}$, Бк/м³	–	27	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2,7

Примечания: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;
 – – измерения не проводились.

В 2017 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения 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. 3.11.4.

Таблица 3.11.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2017 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	2015 г.	
Аргаяш	с	9,26	12,95	5,16	3,49	4,04	2,81	3,55	7,72	1276,85	18,18	7,18	24,92	114,7	12,6	9,8
	м	24,11	31,76	6,17	5,93	5,80	4,18	5,06	11,32	7612,34	23,54	14,89	31,32			
Новогорный	с	19,28	23,20	14,66	9,91	12,82	9,82	5,65	11,89	885,06	36,58	23,71	67,95	93,4	12,3	14,0
	м	39,58	55,08	25,83	15,08	22,77	14,39	8,79	18,93	5231,61	73,58	38,81	118,01			
Кыштым	с	21,15	23,13	9,41	10,26	8,70	6,40	5,68	8,64	7,65	18,74	31,59	59,08	17,5	21,4	17,6
	м	52,68	43,06	18,29	14,75	13,76	9,84	7,79	16,44	14,58	36,21	62,47	88,42			
Среднее по 100-км зоне наблюдения:																
	2017 г.	16,56	19,76	9,74	7,89	8,52	6,34	4,96	9,42	723,19	24,50	20,83	50,65			
	2016 г.	33,7	17,9	13,2	10,9	12,0	10,2	12,5	15,3	12,6	9,5	21,7	15,7		15,4	13,6

Из данных табл. 3.11.4. видно, что в 2017 г. среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» значительно увеличилась в сентябре по сравнению с 2016 г. Среднемесячные объемные $\Sigma\beta$ в пункте наблюдения г. Аргаяш изменялись от $2,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (июнь) до $1,3 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ (сентябрь). В 2017 г. было зарегистрировано 2 случая ВЗ (высокое значение), когда значение объемной суммарной бета-активности радионуклидов в приземном слое воздуха значительно превышало фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц (табл. 3.11.5). Наиболее высокое значение объемной $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалось на ПНРЗ Аргаяш 26.09.17-01.10.17 – $7,6 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³.

Таблица 3.11.5

Экстремально высокие значения $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 2017 г. в зоне влияния ПО «Маяк»

Пункт наблюдения		Дата экспозиции	Значение суммарной бета-активности, 10^{-5} Бк/м ³
1	Новогорный-2	26.09.17-01.10.17	5231,61
2	Аргаяш	26.09.17-01.10.17	7612,34

В табл. 3.11.6 приведены объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе в этих же пунктах мониторинга. Наибольшее среднегодовое содержание ¹³⁷Cs в воздухе пунктов наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Новогорный – $23,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе во всех трех населенных пунктах уменьшилась примерно в 2 раз по сравнению с 2016 г., и превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ($1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) в 2-11 раз. Максимальное из зарегистрированных значений среднемесячной объемной активности ¹³⁷Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» было в 15 раз выше средневзвешенной объемной активности по всей территории РФ, но на семь порядков ниже ДОА_{нас.} для ¹³⁷Cs по НРБ-99/2009 [7].

Таблица 3.11.6

Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2017 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные Уральского УГМС)

Месяц	Пункт наблюдения		
	Новогорный	Аргаяш	Кыштым
Январь	27,0	2,5	9,4
Февраль	22,3	3,3	6,3
Март	6,9	2,2	5,0
Апрель	11,7	5,3	7,0
Май	11,0	0,6	2,9
Июнь	10,4	3,3	5,8
Июль	15,4	0,7	5,1
Август	12,6	6,3	7,7
Сентябрь	19,9	2,7	9,8
Октябрь	22,2	3,8	9,7
Ноябрь	23,8	3,5	14,6
Декабрь	19,8	4,9	5,4
Среднее:			
2017 г.	16,9	3,5	7,4
2016 г.	28,1	8,1	11,1
2015 г.	67,1	7,0	34,0
ДОА _{нас.} , Бк/м ³	27		

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк», по данным Уральского УГМС, представлены в табл. 3.11.7. Там же для сравнения приведена $\Sigma\beta$ выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 3.11.7 видно, что среднегодовая величина $\Sigma\beta$ суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2017 г. ($0,7$ Бк/м²·сутки) осталась примерно на уровне 2016 г. ($0,6$ Бк/м²·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 10 и более раз.

Таблица 3.11.7

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2017 г., Бк/м²-сутки (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Средне годовое	Сумма за год, Бк/м ² -год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	с	0,51	0,57	0,5	0,55	0,48	0,49	0,7	0,61	3,09	0,77	0,78	0,63	0,81	296
	м	1,09	1,08	1,03	1,35	1,22	1,37	1,93	1,29	32,64	1,86	1,76	1,24		
Бродокалмак	с	0,57	0,51	0,62	0,60	0,48	0,54	0,67	0,63	0,70	0,68	0,62	0,59	0,60	219
	м	1,37	1,12	1,08	1,39	1,29	1,26	1,67	1,29	2,53	1,41	1,41	1,35		
Верхний Уфалей	с	0,51	0,60	0,55	0,63	0,57	0,63	0,56	0,71	0,98	0,82	0,64	0,69	0,66	241
	м	0,93	1,66	1,13	1,60	2,37	1,60	1,67	1,82	2,48	3,68	1,29	1,16		
Златоуст	с	0,61	0,60	0,59	0,56	0,50	0,72	0,84	0,70	1,13	0,76	0,68	0,71	0,7	256
	м	1,11	0,98	1,33	1,16	2,06	1,71	1,80	1,93	3,29	2,06	1,60	1,16		
Ибрагимово	с	0,51	0,49	0,53	0,52	0,45	0,50	1,22	0,57	1,01	0,77	0,64	0,78	0,67	245
	м	0,82	1,18	1,07	1,37	1,16	1,16	18,8	1,33	3,66	1,33	1,54	1,99		
Караболка	с	0,51	0,47	0,52	0,49	0,46	0,59	0,57	0,53	0,93	0,89	0,7	0,66	0,61	223
	м	0,96	0,86	0,82	1,22	1,16	1,16	1,48	1,11	3,72	2,89	1,76	1,29		
Касли	с	0,59	0,59	0,68	0,57	0,48	0,63	0,65	0,84	0,92	0,67	0,73	0,61	0,66	241
	м	1,07	1,12	1,20	1,29	1,01	1,46	1,48	6,20	3,40	1,70	1,80	1,35		
Кыштым	с	0,65	0,65	0,71	0,61	0,62	0,60	0,72	0,66	2,96	0,97	0,75	0,78	0,89	325
	м	1,41	1,76	1,97	1,02	1,54	1,37	1,61	1,39	52,2	2,61	1,61	1,61		
Метлино	с	0,52	0,52	0,61	0,58	0,62	0,58	0,69	0,69	3,60	0,79	0,74	0,69	0,89	325
	м	1,07	0,93	1,09	1,43	1,6	1,29	1,97	1,93	79,61	2,31	1,63	1,16		
Миасс	с	0,58	0,63	0,54	0,61	0,59	0,55	0,7	0,65	1,04	0,69	0,65	0,72	0,66	241
	м	1,02	1,02	0,98	1,39	1,37	1,46	2,18	1,93	3,53	2,57	2,18	1,48		
Новогорный	с	0,61	0,94	0,81	0,65	0,68	0,74	1,07	0,71	3,67	1,21	0,86	0,84	1,07	390
	м	1,07	6,04	1,85	2,39	1,97	1,82	11,9	2,31	52,1	4,06	2,13	2,05		
Нязепетровск	с	0,57	0,60	0,56	0,63	0,54	0,70	0,57	0,67	1,00	0,72	0,69	0,67	0,66	241
	м	1,18	0,97	1,31	1,59	1,72	1,51	1,60	1,64	2,58	1,35	1,86	1,60		
Рыбниковское	с	0,48	0,35	0,38	0,41	0,64	0,74	0,67	0,86	0,97	0,61	0,58	0,75	0,62	226
	м	1,19	1,56	1,01	2,42	3,66	3,03	1,90	3,24	3,10	1,65	1,51	2,11		
Сысерть	с	0,62	0,68	0,48	0,47	0,67	0,49	0,49	0,86	0,67	0,47	1,02	0,70	0,64	234
	м	1,63	4,17	1,13	1,60	4,43	1,33	1,56	2,55	3,68	1,00	4,17	1,67		
Тюбук	с	0,52	0,58	0,48	0,55	0,55	0,63	0,59	0,87	1,13	0,80	0,70	0,75	0,68	248
	м	1,03	1,20	0,90	1,41	1,29	1,36	1,29	2,70	3,87	2,74	1,63	1,48		
Худайбер- дйский	с	0,59	0,59	0,61	0,55	0,54	0,63	0,68	0,64	3,71	1,02	0,78	0,65	0,92	336
	м	1,12	1,01	1,18	1,16	1,09	1,26	2,44	1,73	54,0	3,05	1,50	1,35		
Челябинск - город	с	0,57	0,59	0,55	0,56	0,55	0,59	0,85	0,70	0,88	0,77	0,63	0,73	0,66	241
	м	1,07	1,20	1,07	1,07	1,66	1,25	2,83	1,85	4,63	1,24	1,40	1,38		
Среднее:															
2017 г.		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	1,7	0,8	0,7	0,7	0,7	266
2016 г.		0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	215
Фон для Уральского региона:															
2017 г.		0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	241
2016 г.		0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	208

В табл. 3.11.8 приведены данные об атмосферных выпадениях ⁹⁰Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2016 г.

Таблица 3.11.8

**Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2017 г., Бк/м²-месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м ² -год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	0,22			0,20			0,51			0,31			0,31	3,7
Бродокалмак	0,50			0,52			0,65			0,58			0,56	6,7
Ибрагимово	1,52			1,16			0,82			1,34			1,21	14,5
Караболка	0,54			0,62			0,73			0,91			0,70	8,4
Касли	0,56			0,58			0,65			0,51			0,58	7,0
Кыштым	0,32			0,53			0,57			0,51			0,48	5,8
Метлино	0,76			0,46			1,17			0,90			0,82	9,8
Новогорный	3,52			4,85			8,75			6,12			5,86	70,3
Рыбниковское	0,63			0,42			0,32			0,21			0,40	4,8
Тюбук	0,39			0,43			0,63			0,55			0,50	6,0
Худайбердинский	0,51			0,77			1,10			0,69			0,77	9,2
Среднее: 2017 г.	0,9			0,8			1,5			1,2			0,9	10,8
2016 г.	0,2			0,5			0,4			0,3			0,4	4,4
Фон для Уральского региона:													0,26	3,1
2017 г.	0,23	0,24	0,27	0,22	0,25	0,24	0,27	0,28	0,29	0,27	0,28	0,30		
2016 г.	0,10	0,10	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,12	0,11	0,14	0,17	0,13	1,6

Годовые выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2017 г. (10,8 Бк/м²-год) увеличились в 2,5 раза по сравнению с 2016 г., и были в 3,5 раз выше регионального фона (3,1 Бк/м²-год). Наибольшие годовые выпадения ⁹⁰Sr отмечались в п. Новогорный (70,3 Бк/м²-год) – в 23 раза выше регионального фона. Максимальные выпадения ⁹⁰Sr в п. Новогорный в 2017 г. зарегистрированы во III квартале.

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2017 г. (табл. 3.11.9) колебались в диапазоне от 1,7 до 12,5 Бк/м²-год.

Таблица 3.11.9

**Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2017 г., Бк/м²-месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднегодовое	Сумма за год, Бк/м ² -год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	0,197	0,106	МДА	0,337	0,015	н	0,371	0,575	0,253	0,096	0,239	0,306	0,208	2,5
Бродокалмак	0,240	0,159	0,143	0,277	н	0,148	0,378	0,224	0,360	0,143	0,105	0,100	0,190	2,2
Ибрагимово	н	0,106	0,287	0,050	н	0,395	0,158	0,268	0,067	0,311	0,062	0,186	0,158	1,9
Караболка	0,024	0,159	0,005	0,876	0,340	0,173	н	0,127	0,145	0,306	0,101	0,067	0,194	2,3
Касли	н	0,159	н	0,158	0,120	0,109	0,225	0,111	0,261	0,502	0,244	0,153	0,170	2,0
Кыштым	0,336	0,159	0,239	0,074	0,340	0,104	0,195	0,257	0,386	0,119	0,134	0,062	0,200	2,4
Метлино	0,144	0,212	н	н	0,186	0,198	0,435	0,313	0,102	0,124	0,086	0,105	0,159	1,9
Новогорный	0,192	0,053	0,096	1,659	2,444	2,085	2,951	1,156	1,111	0,086	0,287	0,435	1,046	12,5
Рыбниковское	0,119	н	0,029	н	0,143	0,227	0,183	1,037	0,034	0,095	0,134	0,196	0,183	2,2
Тюбук	н	н	0,191	0,018	0,292	0,282	0,118	0,034	0,106	0,961	0,124	0,076	0,184	2,2

Пункт наблюдения	Месяц												Среднегодовое	Сумма за год, Бк/м ² -год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Худайбердинский	н	н	0,143	0,064	н	0,257	0,385	0,157	0,428	0,129	0,101	0,076	0,145	1,7
Среднее:														
2017 г.	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	3,1
2016 г.	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	4,5
Фон для Уральского региона:														
2017 г.	н	н	н	0,013	0,012	0,003	0,025	0,016	0,024	н	0,004	0,009	0,009	0,11
2016 г.	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,03	н	0,02	н	0,02	0,2

Примечание: н – ниже порога обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²-месяц);

Средняя сумма выпадений ¹³⁷Cs за год в 100-км зоне наблюдения составила 3,1 Бк/м²-год, что в 1,5 раза меньше уровня 2016 г., и в 28,2 раза выше региональных фоновых выпадений (0,11 Бк/м²-год). Максимальные выпадения ¹³⁷Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2017 г. – 12,5 Бк/м²-год – наблюдались в п. Новогорный, что в 114 раз выше регионального фона в 2017 г. Максимальные месячные выпадения ¹³⁷Cs в п. Новогорный наблюдались в июле и составляли 3,0 Бк/м²-месяц.

В табл. 3.11.10 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2016 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией.

Таблица 3.11.10

Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2017 г., Бк/м²-год (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	¹³⁷ Cs	Pu*	⁹⁰ Sr
Зона наблюдения				
г. Озерск	250	≤ 83	12	88
г. Озерск, пост № 2	200	≤ 93	10	66
п. Новогорный	500	≤ 100	9	73
п. Метлино	160	≤ 91	11	69
п. Красный Партизан	120	≤ 74	–	32
п. Б. Куяш	120	≤ 82	2	9
п. Башакуль	160	≤ 83	5	46
п. Худайбердинский	180	≤ 80	13	28
г. Кыштым	390	≤ 86	9	70
п. Слюдорудник	300	≤ 100	–	–
Среднее по зоне наблюдения	238		7,1	53,4
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	210	≤ 83	10	42
с. Булзи (ВУРС)	120	≤ 82	4	35
п. Кунашак (след 1967 г.)	220	≤ 80	–	107
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	183		7	61
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
п. Щелкун	200	≤ 80	2	26
Фоновый уровень по Уральскому региону**	241	0,11	–	3,1

Примечания: * – сумма α -излучающих изотопов плутония;
 ** – данные Уральского УГМС;
 – – измерения не производятся.

По данным ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2017 г. выпадения радионуклидов в зоне влияния ПО «Маяк» уменьшились по сравнению с 2016 г. в 1,7 раза для $\Sigma\beta$. Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr в ЗН ПО «Маяк» в 2017 г. наблюдались в г. Озерск, п. Новогорный, г. Кыштым и п. Метлино; изотопов плутония – в п. Худайбердинский. В зоне аварийного загрязнения территории максимальные годовые выпадения $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr наблюдались в п. Кунашак.

Анализ многолетних данных о радиоактивных выпадениях в районе предприятия показывает:

- основным источником загрязнения атмосферы является вторичный ветровой подъем с ранее (1950-1960-ые годы) загрязненных территорий;

- интенсивность атмосферных выпадений определяется, главным образом, природными факторами (ветровая нагрузка, степень увлажнения почвы, наличием растительности и др.);

- текущая деятельность предприятия практически не оказывает влияния на загрязнение атмосферы.

Поскольку ЦЗЛ ПО «Маяк» осуществляет контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с месячной экспозицией, количественные результаты этих измерений не могут быть сопоставлены с суточными измерениями, проводимыми Росгидрометом, из-за неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы).

Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязненными, в основном ^{90}Sr , остаются воды р. Течи. Этот радионуклид более чем на 95 % находится в водорастворимом состоянии, поэтому он мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе [9]. Влияние стоков ПО «Маяк» на загрязнение речной воды ^{90}Sr прослеживается на всем протяжении рек Течи и Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исеть в р. Тобол и далее.

В 2017 г. Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжался многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами воды рек Течи и Исеть, в которые происходит поступление загрязненных фильтрационных вод, а также рек Караболки и Синары, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», и р. Мишеляк, протекающей по СЗЗ предприятия (рис. 3.11.2).



Рис. 3.11.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ПО «Маяк»

Пробы воды Уральским УГМС в 2017 г. отбирались: из р. Течи – в двух пунктах ежемесячно,

из р. Исеть – в трех пунктах ежемесячно, из системы рек Караболка – Синара – в двух пунктах ежемесячно в течение года. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2017 г. проводила отбор проб воды из р. Течи в створах с. Муслюмово (ежемесячно) и с. Затеченское (два раза в год), из р. Исеть – в двух пунктах (два раза в год), из р. Караболка – в нижнем бьефе болота Бугай (один раз в год) и в створе с. Татарская Караболка (четыре раза в год).

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 3.11.11 и 3.11.12 соответственно, а из рек Караболка и Синара – в разделе 4.1, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун». В табл. 3.11.11 и 3.11.12 приведены данные по результатам измерений, в том числе данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Из анализа приведенных в табл. 3.11.11 данных видно, что объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у с. Муслюмово (в 78 км от источника) в 2017 г. изменялась от 1,6 до 9,3 Бк/л при среднем значении 5,9 Бк/л примерно равным значению по предыдущему году. Максимальное значение наблюдалось в декабре, и было в 1,9 раза выше уровня вмешательства для ^{90}Sr в питьевой воде по НРБ-99/2009 [7] и в 1600 раз выше фонового уровня для рек России (5,8 мБк/л). Самые высокие среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время по данным Уральского УГМС наблюдались в с. Муслюмово: в 1995 г. – 25,9 Бк/л, в 1997 г. – 32,2 Бк/л, в 1998 г. – 26,7 Бк/л, в 2004 г. – 26,0 Бк/л. В 1994, 1999–2003 и 2006–2009 гг. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л.

Таблица 3.11.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2017 г., Бк/л
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Муслюмово					Першинское		Затеченское		
	$^{90}\text{Sr}^*$	^{90}Sr	$^{137}\text{Cs}^*$	^{137}Cs	$^3\text{H}^*$	^{90}Sr	^{137}Cs	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$
Январь	13	4,9	<0,4	0,2	180	7,2	0,038	–	–	–
Февраль	6,8	5,4	<0,4	0,2	160	3,6	0,036	–	–	–
Март	7,2	1,6	<0,4	0,1	160	4,2	0,035	–	–	–
Апрель	4,1	2,5	<0,4	0,3	140	5,3	0,054	–	–	–
Май	2,7	2,5	<0,4	0,1	100	3,7	0,003	–	–	–
Июнь	3,0	3,1	<0,4	0,3	130	4,7	0,004	1,9	<0,4	140
Июль	2,4	3,7	0,8	0,2	90	4,8	0,026	–	–	–
Август	6,3	4,3	<0,4	0,2	120	3,9	0,003	–	–	–
Сентябрь	3,8	4,7	<0,4	0,1	150	4,8	0,009	–	–	–
Октябрь	6,1	5,6	<0,4	0,1	130	4,2	0,005	3,0	<0,4	60
Ноябрь	6,2	4,9	<0,4	0,2	120	4,2	0,007	–	–	–
Декабрь	9,3	8,9	<0,4	0,2	130	5,4	0,007	–	–	–
Среднее:										
2017 г.	5,9	4,3	<0,4	0,19	130	4,7	0,02	2,5	<0,4	100
2016 г.	5,8	5,5	<0,2	0,23	120	6,3	0,03	2,6	<0,2	66,5
УВ [3]	4,9	4,9	11	11	7600	4,9	11	4,9	11	7600

Примечания: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
-- измерения не проводились.

Таблица 3.11.12

Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2017 г., Бк/л

(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Месяц	Далматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	⁹⁰ Sr*	⁹⁰ Sr*	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Январь	–	–	1,4	0,004	0,6	0,003	0,4	0,008
Февраль	–	–	1,0	0,004	0,4	0,002	0,4	н
Март	–	–	1,5	0,012	1,0	0,003	0,4	0,006
Апрель	–	–	1,1	0,013	0,3	0,009	0,5	0,009
Май	–	–	1,0	0,005	0,5	0,004	0,3	0,006
Июнь	<0,1	0,7	1,0	0,013	0,6	0,009	0,3	0,006
Июль	–	–	1,3	0,015	0,5	0,006	0,3	0,010
Август	–	–	1,2	0,008	0,7	0,002	0,3	0,005
Сентябрь	–	–	1,2	0,006	0,5	0,004	0,2	0,008
Октябрь	0,2	0,9	1,1	0,004	0,4	0,005	0,2	0,006
Ноябрь	–	–	1,3	0,003	0,5	0,006	0,2	0,003
Декабрь	–	–	1,1	0,004	0,5	0,004	0,2	0,006
Среднее:								
2017 г.	0,1	0,8	1,2	0,01	0,6	0,005	0,3	0,006
2016 г.	<0,1	0,9	1,7	0,01	1,1	0,01	0,5	0,007

Примечания: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
 – – отбор проб не проводился;
 н – ниже предела обнаружения.

Вниз по течению р. Течи содержание ⁹⁰Sr в воде в 2017 г. с. Затеченское осталось примерно на уровне 2016 г. и составило 2,5 Бк/л. В п. Першинское содержание ⁹⁰Sr в воде в 2017 г. уменьшилось по сравнению с 2016 г. в 1,3 раза.

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде уменьшалась от 1,2 до 0,3 Бк/л (табл. 3.11.12). В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность ⁹⁰Sr в воде в 2017 г. составила 0,1 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть (по данным ФГБУ НПО «Тайфун» и Уральского УГМС) объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 г. осталась на уровне 2016 г. и была в 4 – 10 раз ниже УВ по НРБ-99/2009.

Объемная активность ¹³⁷Cs в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 3.11.11 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 г. наблюдавшаяся в воде р. Течи (с. Муслумово, с. Затеченское) осталась на уровне 2016 г. и в 58 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [7]. По мере удаления от ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исети концентрации этого радионуклида уменьшаются в 10 и более раз (табл. 3.11.12).

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ЦЗЛ ПО «Маяк», показали повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (табл. 3.11.11) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2016 г. превышала фоновый уровень в реках России (1,7 Бк/л) примерно в 76 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 130 Бк/л у с. Муслумово до 100 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника (рис. 3.11.2).

Таблица 3.11.13

Объемная активность радионуклидов в воде р. Караболка и р. Синара в 2017 г., Бк/л

(данные Уральского УГМС, ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Месяц	р. Караболка					Устье р. Синара	
	д. Усть-Караболка		с. Татарская Караболка*			⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	тригий		
Январь	0,9	0,03	-	-	-	0,1	0,002
Февраль	0,2	0,03	<0,4	0,2	<40	0,1	0,01
Март	0,6	0,02	-	-	-	0,1	0,003
Апрель	0,5	0,02	-	-	-	0,1	0,01
Май	0,5	0,01	<0,4	1,2	<30	0,2	0,008
Июнь	0,5	0,03	-	-	-	0,3	0,007
Июль	0,5	0,02	-	-	-	0,2	0,02
Август	0,6	0,02	<0,4	0,4	<30	0,1	0,002
Сентябрь	0,5	0,01	-	-	-	0,1	0,005
Октябрь	0,4	0,03	-	-	-	0,1	0,002
Ноябрь	0,8	0,02	<0,4	0,2	<30	0,1	0,005
Декабрь	1,2	0,04	-	-	-	0,1	0,007
Среднее за год	0,6	0,02	<0,4	0,5	<30	0,15	0,007

Примечания: * – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;
 -- отбор проб не проводился.

Из табл. 3.11.13 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в водах ре Караболка и Синара значительно ниже, чем в реках Исеть и Теча.

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2017 г. приведены в табл. 3.11.14. Из табл. 3.11.14 видно, что объемная активность ⁹⁰Sr в водах этих озер в 2017 г. колебалась от 0,03 до 1,2 Бк/л, а объемная активность ¹³⁷Cs в водах всех озер была < 0,2 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воде озер в 4 и в 55 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [7] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртяш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание ⁹⁰Sr в оз. Б. Акуля и в оз. Иртяш в 2017 г. было на два порядка ниже УВ в питьевой воде для населения.

Таблица 3.11.14

Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2017 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)

Озеро	Объемная активность	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Силач	0,1	< 0,2
Сунгуль	0,05	< 0,2
Киреты	0,06	< 0,2
Б. Касли	<0,03	< 0,2
М. Касли	<0,03	< 0,2
Куташи	0,06	< 0,2
Иртяш	<0,03	< 0,2
Б. Наного	<0,03	< 0,2
М. Наного	0<0,03	< 0,2
Б. Акуля	0,08	< 0,2
Акакуль	0,08	< 0,2
Увильды	0,04	< 0,2
Улагач	<0,03	< 0,2
УВ по НРБ-99/2009 [3]	4,9	11

Результаты наблюдения за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк в 2017 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай,

приведены в табл. 3.11.15.

Таблица 3.11.15

**Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2017 г.
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		⁹⁰ Sr	Тритий	¹³⁷ Cs
р. Мишеляк выходной створ	Январь	0,5	120	<3,0
	Февраль	0,6	130	<3,0
	Март	0,7	110	<3,0
	Апрель	0,6	100	<3,0
	Май	0,1	110	<3,0
	Июнь	0,4	110	<3,0
	Июль	0,1	100	<3,0
	Август	0,2	140	<3,0
	Сентябрь	0,1	250	<3,0
	Октябрь	0,4	150	<3,0
	Ноябрь	0,3	140	<3,0
	Декабрь	0,4	110	<3,0
	Средняя за 2017 г.	0,4	130	<3,0
	Средняя за 2016 г.	0,2	120	3,5
УВ по НРБ-99/2009		4,9	7600	11

Из табл. 3.11.15 видно, что в 2017 г. по сравнению с 2016 г. объемная активность ⁹⁰Sr и трития в воде р. Мишеляк увеличилась в 2 раза, объемная активность ¹³⁷Cs практически не изменилась, объемная активность трития также практически не изменилась. Содержание данных радионуклидов в воде р. Мишеляк на порядки величины ниже УВ по НРБ-99/2009.

Снежный покров, растительность

В марте 2017 г. в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в 10 пунктах – пробы растительности (трава). Результаты анализа этих проб на $\Sigma\beta$ и содержание ¹³⁷Cs приведены в табл. 3.11.16.

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ (табл. 3.11.16) в 2017 г. увеличилась в 2,4 раза относительно уровня предыдущего года, плотность загрязнения снежного покрова ¹³⁷Cs уменьшилась по сравнению с 2016 г. в 1,3 раза. Наибольшие плотности загрязнения снега $\Sigma\beta$ (16,3 Бк/м²) и ¹³⁷Cs (3,4 Бк/м²) были зарегистрированы в районе п.п. Новогорный и Татыш соответственно, превышая среднее значение по зоне наблюдения в 1,2 и 1,4 раз.

Содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ПО «Маяк»
(данные Уральского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м ²				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	01.03.2017	03.03.2016	01.03.2017	03.03.2016	30.08.2017	28.08.2016	30.08.2017	28.08.2016
Ибрагимово	13,1	4,7	2,1	1,4	757	380	3,2	2,2
Касли	15,2	7,0	2,7	1,8	1015	252	5,3	2,1
Кыштым	12,8	13,9	2,3	2,9	715	601	5,6	7,4
ЛЭП-60	6,3	6,4	1,4	1,0	738	347	2,6	1,4
Малый Куяш	16,3	6,5	2,7	2,5	730	251	3,6	2,0
Метлино	7,9	10,9	2,1	1,5	1132	320	5,3	2,7
Новая Теча	9,1	14,1	2,7	13,7	1030	366	5,1	1,9
Новогорный	13,4	17,4	3,2	3,3	702	388	5,8	8,7
Татыш	8,7	5,8	3,4	2,2	1079	422	5,0	2,4
Худайбердинский	10,2	9,4	2,0	1,7	940	251	4,8	2,1
Среднее по зоне наблюдения	11,3	4,7	2,5	3,2	884	380	4,6	2,2

По данным (табл. 3.11.16), в 2017 г. удельная $\Sigma\beta$ в пробах растительности (884 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ПО «Маяк» увеличилась в 2,3 раза по сравнению с предыдущим годом, удельная активность ^{137}Cs (4,6 Бк/кг) увеличилась в 2,1 раза по сравнению с 2016 г. Наибольшая удельная $\Sigma\beta$ растительности (1132 Бк/кг) наблюдалась в п. Метлино, а ^{137}Cs (5,8 Бк/кг) – в п. Новогорный, что соответственно в 3 и 2,6 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2017 г. также проводила отбор проб растительности в зоне влияния предприятия (табл. 3.11.17). В соответствии с результатами анализа содержание радионуклидов ^{90}Sr уменьшилось по сравнению с предыдущим годом в 1,5 раза, ^{137}Cs – в 2,2 раз, и изменялось в диапазоне 6–230 Бк/кг и 20–120 Бк/кг соответственно. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs наблюдалась в д. Т.Караболка и с. Багаряк, а ^{90}Sr – в п. Новогорный.

Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2017 г., по данным Уральского УГМС, находились в пределах 0,07–0,17 мкЗв/ч и были на уровне данных за последние несколько лет и естественного γ -фона для Уральского региона. Значения индивидуальной эффективной дозы облучения населения, обусловленной сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк», в 2017 г. составляли от 0,10 до 0,16 мЗв/год. Основной вклад (80-95%) в эффективную дозу облучения вносит внешнее облучение.

Подводя итоги, можно сказать, что в 2016 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной.

**Содержание основных дозообразующих радионуклидов в пробах
растительности в зоне влияния ПО «Маяк»
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт отбора проб	Растительность, Бк/кг			
	⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.
Зона наблюдения				
г. Озерск	40	270	33	51
г. Озерск, пост № 2	110	-	59	100
п. Новогорный	230	-	32	36
п. Метлино	38	200	30	180
г. Касли	29	150	94	46
п. Красный партизан	6	94	24	210
п. Б. Куяш	25	31	110	54
д. Т. Караболка	140	-	120	170
п. Башакуль	100	200	29	240
с. Калининское	130	110	84	58
п. Худайбердинский	130	320	70	38
п. Аргаяш	25	81	41	40
г. Кыштым	-	-	-	-
п. Слюдорудник	44	83	22	75
Среднее по зоне наблюдения	81	154	58	100
Пункты контроля, расположенные в зоне аварийного загрязнения территории				
с. Багаряк (ВУРС)	150	56	120	6
с. Булзи (ВУРС)	29	100	21	360
с. Муслюмово (р. Теча)	56	36	100	33
п. Кунашак (след 1967 г.)	28	-	20	380
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	66	73	65	163
Дальний район				
г. В. Уфалей	55	-	43	250
с. Щелкун (ВУРС)	55	100	17	34
Среднее по всей зоне	79	122	56	124

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Среднегодовые концентрации радионуклидов, характеризующих радиоактивное загрязнение атмосферы в зоне ПО «Маяк», составляли: для бета-активных радионуклидов $75,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Величина среднегодовой концентрации Cs-137 в 2017 году ($0,095 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в приземной атмосфере в 5,3 раза выше по сравнению со средней величиной по территории РФ в 2016 г. ($0,018 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В водных объектах зоны влияния ПО «Маяк» пределы среднегодовых концентраций Sr-90 составили 0,05-8,9 Бк/л. Среднегодовые концентрации этого радионуклида на один два порядка выше среднегодовой для рек России (0,005 Бк/л).

3.12. Горно-химический комбинат

Горно-химический комбинат является Федеральным государственным унитарным предприятием в составе государственной корпорации «Росатом». ФГУП «ГХК» – уникальное предприятие с подземным расположением основных ядерных производств, не имеющее аналогов в мире. Предприятие расположено на правом берегу р. Енисей в 9 км от г. Железногорска и в 60 км ниже по течению реки от г. Красноярска.

ГХК занимает площадь около 360 км² вдоль берега реки. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56 км². СЗЗ комбината протяженностью 17 км вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму, представленную на рис. 3.12.1. В 30-км зоне наблюдения комбината проживают около 150 тыс. человек. Основная часть населения (примерно 130 тыс. человек) проживает в промышленных городах Железногорск и Сосновоборск. Остальные населенные пункты 30-км зоны расположены в основном на левом берегу р. Енисей и представляют в большинстве случаев сельскохозяйственные отделения подсобных хозяйств. Ближайшими к комбинату населенными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 2440 человек (расположено на границе СЗЗ (рис. 3.12.1) на левом берегу р. Енисей в 6 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и д. Большой Бальчуг с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод).

Комбинат создавался для наработки оружейного плутония. В его состав входят реакторный и радиохимический заводы, цех хранения отработавших тепловыделяющих сборок, цех по переработке радиоактивных отходов, комплекс очистных сооружений по обращению с радиоактивными отходами. Реакторное и радиохимическое производства составляют основу комбината и являются основными источниками загрязнения природной среды за счет газоаэрозольных выбросов и водных сбросов, содержащих радионуклиды. Основные производства комбината размещены на правом берегу р. Енисей по обе стороны р. Шумихи (рис. 3.12.1) в скальных выработках в глубине горного массива, часть объектов, связанных с переработкой, хранением и захоронением радиоактивных отходов, – на поверхности.

В 1992 г. на ГХК были остановлены для последующего вывода из эксплуатации два прямоточных уран-графитовых реактора АД и АДЭ-1. В настоящее время реакторы АД и АДЭ-1 приведены в ядерно-безопасное состояние и находятся на стадии подготовки к длительной выдержке. В соответствии с Соглашением 1997 г. между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, реактор АДЭ-2 остановлен 15 апреля 2010 года. С 2016 года предприятие осуществляло комплекс мероприятий по загрузке, транспортировке и переработке высокообогащенного ядерного топлива промышленных уран-графитовых реакторов. В 2017 году эта работа была завершена, ФГУП «ГХК» полностью освобожден от ОЯТ данного типа, которое направлено на переработку на другое предприятие Росатома - ФГУП «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».

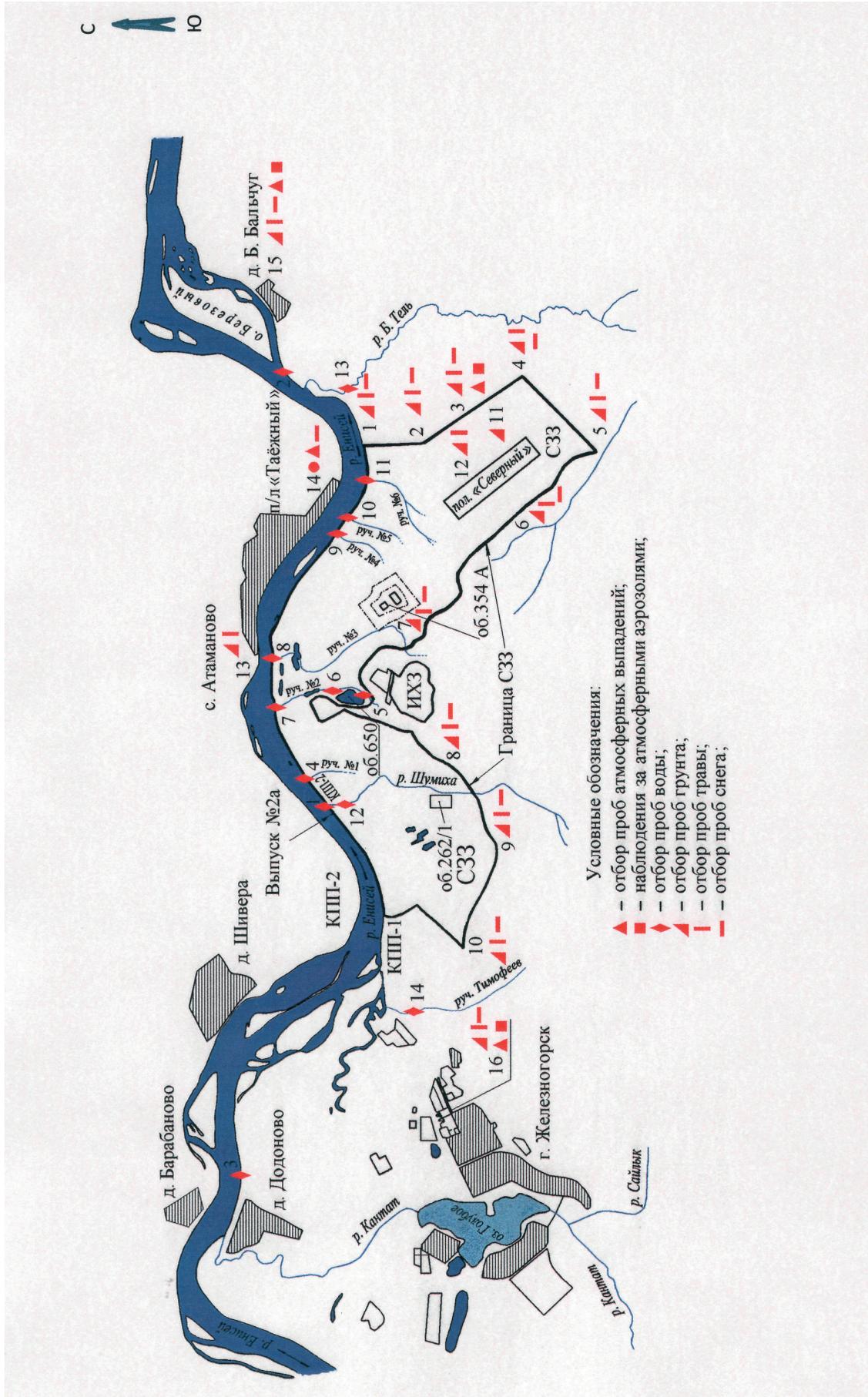


Рис. 3.12.1. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

Очистные сооружения комбината введены в эксплуатацию в 1958 г. и предназначены для очистки жидких низкоактивных сбросов реакторного и радиохимического заводов, газоаэрозольных выбросов реакторного завода, утилизации и захоронения всех видов отходов. Очищенные до нормативных требований жидкие нетехнологические воды сбрасываются в р. Енисей. Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) различной активности захораниваются на полигоне «Северный». Твердые радиоактивные отходы (ТРО) помещаются в специальные грунтовые и бетонные хранилища. Газовые и аэрозольные выбросы после очистки удаляются в атмосферу.

Полигон «Северный» расположен на правом берегу р. Енисей на высокой (100 м) террасе (водораздел рек Енисей и Большая Тель) в 3 км от комбината вниз по течению реки в сторону д. Большой Бальчуг (рис. 3.12.1). Границы полигона удалены на расстояние 2,5–4 км от основных водных артерий. Суммарная площадь горного отвода под полигон составляет примерно 45 км², объем подземного пространства – около 11 000 м³. ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 130–220 м и 400–500 м, изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты.

Завод РТ-2 по переработке отработанного ядерного топлива (ОЯТ) реакторов ВВЭР-1000 атомных электростанций советского проекта не был достроен из-за кризиса 1990-х годов и в наши дни разобран. В настоящее время завершается реконструкция «мокрого» хранилища с увеличением его вместимости до 8 тысяч 600 тонн. В дальнейшем ёмкость хранилища планируют увеличить до 11 тысяч тонн, что позволит продлить его эксплуатацию до 2020–2025 года. На территории ГХК построено «сухое» хранилище – первая очередь предназначена для приема ОЯТ реакторов РБМК-1000. Поступающее с АЭС России, Украины и Болгарии ОЯТ пока только складировается в хранилище комбината. Хранение ОЯТ в отсеках бассейна выдержки производится под слоем воды не менее 2,5 м над сборкой, что обеспечивает надежную защиту от всех видов излучения. 18 декабря 2015 года государственной комиссией подписан акт о завершении строительства на территории ФЯО ФГУП «Горно-химический комбинат» «сухого» хранилища для приёма ОЯТ реакторов РБМК-1000 и ВВЭР-1000. Система водоснабжения хранилища замкнутая, без сброса воды в окружающую среду.

Главный проект, над которым сейчас трудятся на ГХК – это строительство опытно-демонстрационного центра с современной технологией переработки ОЯТ, по существу, это будет мини-завод третьего поколения. Ввод в эксплуатацию опытно-демонстрационного центра планируется осуществить в 2018 году. На его базе, а затем и на инновационном заводе РТ-2, который построят с учётом опыта опытно-демонстрационного центра, всё ОЯТ из «мокрого» хранилища будет переработано. Производительность построенного современного радиохимического завода составит до 1,5 тыс. тонн в год. Сроки – 2025–2030 годы. Кроме того, на комбинате в настоящее время прорабатываются варианты обращения с отработавшим ядерным топливом.

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территории СЗЗ и ЗН загрязнены радионуклидами. Основные причины загрязнения этих территорий следующие:

- сброс радиоактивных вод охлаждения 2-х прямоточных реакторов в р. Енисей;

– ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промышленной площадке комбината.

В 2017 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются многоступенчатой очистке на очистных сооружениях комбината. По данным, представленным в табл. 3.12.1, в 2017 г. годовые выбросы в атмосферу радионуклидов на ГХК были на четыре – шесть порядков ниже величины допустимых выбросов.

Таблица 3.12.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Co	2,78·10 ¹¹	3,56·10 ⁶	2,42·10 ⁷	-2,06·10 ⁷
⁹⁰ Sr	4,93·10 ¹¹	4,93·10 ⁷	1,38·10 ⁸	-8,87·10 ⁷
¹⁰⁶ Ru	1,39·10 ⁹	-	2,19·10 ⁶	-
¹³⁷ Cs	5,05·10 ¹²	2,61·10 ⁷	1,78·10 ⁷	+8,30·10 ⁶
¹⁴⁴ Ce	8,99·10 ⁹	1,26·10 ⁶	4,78·10 ⁶	-3,52·10 ⁶
²³⁹ Pu	3,57·10 ¹¹	2,68·10 ⁸	2,78·10 ⁷	+2,40·10 ⁸

Примечание: - – радионуклиды не обнаружены.

Зона наблюдения комбината состоит из территории радиусом 30 км вокруг места расположения основного источника выбросов (объект 262/1, см. рис. 3.12.1) и до 2000 км поймы р. Енисей вниз по течению реки от места сброса сточных вод. Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 и 1961 гг. соответственно) являлись в течение более 40 лет основными источниками поступления радионуклидов в р. Енисей. По сравнению с 1991 г. сброс в р. Енисей радионуклидов значительно снижен и с 1993 г. осуществляется после бассейна выдержки, построенного для снижения активности среднеживущих радионуклидов. Однако последствия сброса загрязненных стоков, произведенных до 1992 г., прослеживаются на всем протяжении р. Енисей. Многолетние сбросы долгоживущих радионуклидов обусловили загрязнение ими донных отложений и почвы пойменных участков реки. Прекращение прямых сбросов мало повлияло на содержание долгоживущих радионуклидов в речных донных отложениях и почве поймы, в которых сосредоточена существенная часть радиоактивности. Тем не менее с 1992 г. использование только одного энергетического реактора и бассейна выдержки привело к значительному снижению концентрации радионуклидов в воде р. Енисей, а также в водной растительности и рыбе.

Величины сбросов радионуклидов в р. Енисей в 2017 г., представленные в табл. 3.12.2, остались примерно на уровне 2016 г. и не превышали установленных нормативов. В 2017 г. в сбросах не были зарегистрированы ³H, ¹³⁴Cs, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Ce, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu. Как видно из приведенной ниже таблицы, основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили долгоживущие радионуклиды.

Сбросы радионуклидов со сточными водами ГХК в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Co	$2,95 \cdot 10^{12}$	$4,24 \cdot 10^8$	$4,07 \cdot 10^8$	$+1,70 \cdot 10^7$
⁹⁰ Sr	$1,31 \cdot 10^{12}$	$4,36 \cdot 10^9$	$5,86 \cdot 10^9$	$-1,50 \cdot 10^9$
¹³⁷ Cs	$2,90 \cdot 10^{11}$	$7,12 \cdot 10^9$	$4,44 \cdot 10^9$	$+2,68 \cdot 10^9$
²³⁹ Pu	$1,97 \cdot 10^9$	$1,53 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^8$	$+3,80 \cdot 10^7$

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК. В 2017 г. Радиоэкологическим центром ГХК контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (см. рис. 3.12.1):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха на трех стационарных пунктах контроля, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с учетом розы ветров, еще 6 пунктов расположены на промплощадке ГХК. Аэрозоли улавливали на аналитические фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с помощью ВФУ производительностью около $300 \text{ м}^3/\text{ч}$;

- радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, и в пунктах мониторинга глобального фона. Пробы отбирались с помощью металлических кювет, дно которых выстилалось марлевым планшетом. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы. Смена планшетов, расположенных на территории СЗЗ и ЗН, производилась раз в неделю одновременно с заменой фильтров на ВФУ. В пунктах мониторинга глобального фона смена планшетов производилась один раз в месяц;

- содержание радионуклидов в почве и растительности в 15 пунктах, 2 из которых фоновых;

- содержание радионуклидов в снеге в 15 точках;

- объемная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (отбор проб производился с мая по октябрь); фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось в 17 км выше выпуска №2а в районе д. Додоново;

- мощность эквивалентной дозы внешнего γ -излучения во время маршрутных обследований, а также с помощью системы АСМРО 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).

Суммарная β -активность проб природной среды измерялась на универсальных радиометрах РУБ-01П, альфа-бета-радиометрах УМФ-2000; гамма-спектрометрический анализ – на спектрометре гамма-излучения на основе детектора из особо чистого германия GCD-30185 и сцинтилляционном гамма-спектрометре «Гамма-1С». Содержание γ -излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом γ -спектрометре. Содержание ²³⁹⁺²⁴⁰Pu и ⁹⁰Sr определялось радиохимическими методами.

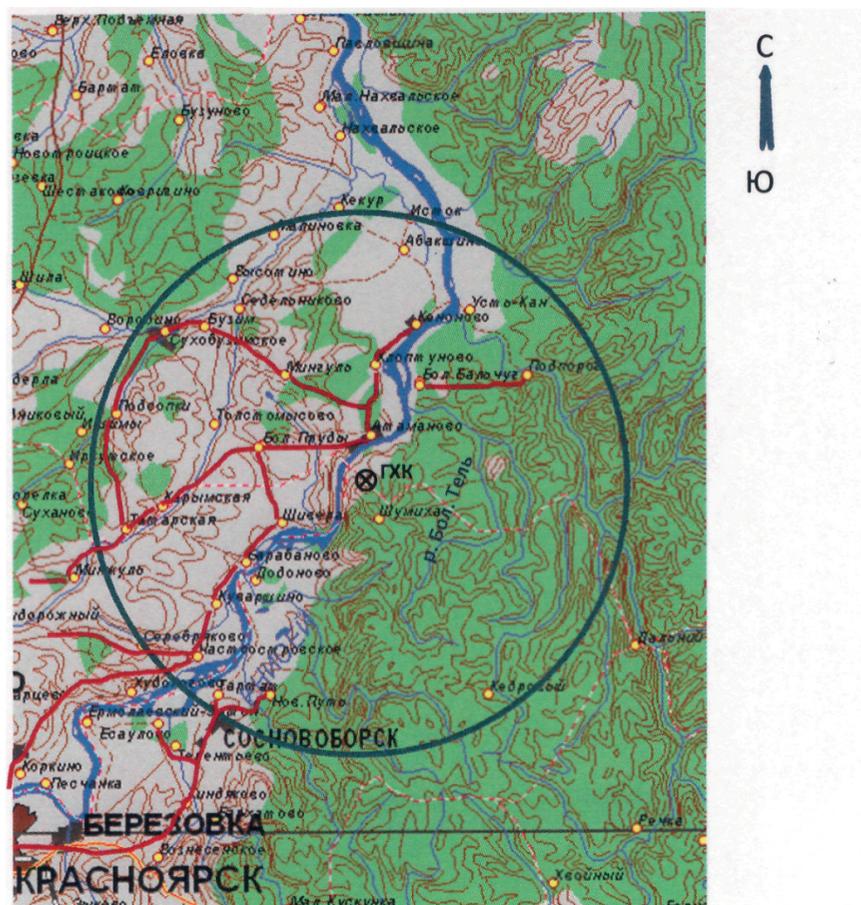


Рис. 3.12.3. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

Приземная атмосфера

В табл. 3.12.3 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной $\Sigma\beta$ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных и суточных проб. В пункте г. Железногорск в период с января по август 2017 года недельные пробы накапливались за месяц и обрабатывались как одна, месячная проба. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдений в 2017 г. были на 10-20 % ниже уровня 2016 г.

По данным оперативного контроля радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в 100-км зоне комбината в 2017 году были зарегистрированы 13 случаев пятикратного превышения концентрации суммы бета-активных радионуклидов над средними уровнями на станциях наблюдения. Наиболее высокое значение концентрации суммы бета-активных радионуклидов в суточных пробах аэрозолей было зафиксировано в пробе, отобранной на станции Большая Мурта 12–13 января 2017 г. ($212 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). По результатам гамма-спектрометрического анализа во всех пробах присутствовал бериллий-7. В некоторых пробах были обнаружены также цезий-137 и рутений-106. Объемная $\Sigma\beta$ в СЗЗ и ЗН ГХК была выше средневзвешенной объемной $\Sigma\beta$ по территории Среднесибирского федерального округа ($15 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 3,5 и 3,9 раза соответственно. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК (по данным Среднесибирского УГМС) среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от $4 \cdot 10^{-5}$ до $212 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовое значение объемной $\Sigma\beta$ в пунктах 100-км зоны было примерно на том же уровне, что и средневзвешенное значение объемной $\Sigma\beta$ по территории Сибирского федерального округа.

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 2017 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиоэкологического центра (рис. 3.12.1) и Среднесибирского УГМС (рис. 3.12.2))

Месяц		10 км на СВ, граница СЗЗ, т. 3	9 км на ЮЗ, г. Железно- горск, ЗН, т. 16	60 км на ЮЗ, г. Красноярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобузим- ское	67 км на ССЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр
Январь	с	73 108	73	9	19	64	9
	м	89	150	26	74	212	37
Февраль	с	60	54	12	30	65	10
	м	79	81	28	80	170	26
Март	с	37	39	8	17	11	8
	м	52	82	18	43	33	19
Апрель	с	34	26	8	12	10	9
	м	55	28	20	42	22	27
Май	с	31	36	12	18	14	9
	м	37	47	30	55	38	20
Июнь	с	44	48	15	23	15	13
	м	50	58	30	71	32	31
Июль	с	43	42	10	15	11	8
	м	75	88	19	34	17	24
Август	с	42	49	9	18	11	8
	м	51	72	19	66	36	20
Сентябрь	с	31	32	5	8	5	6
	м	36	49	12	23	14	17
Октябрь	с	56	92	9	25	11	9
	м	91	210	24	133	35	27
Ноябрь	с	42	45	4	19	7	7
	м	85	98	10	130	16	22
Декабрь	с	140	190	9	19	15	7
	м	230	280	50	62	57	15
Среднее:							
	2017 г.	53	60	9	19	20	8
	2016 г.	65	63	10	22	26	10

В 2017 г. в 100-км зоне ГХК ни в одном из пунктов мониторинга не было зафиксировано случаев радиоактивного загрязнения аэрозолей выше критерия $3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 3.12.4.

Таблица 3.12.4

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы
на границе СЗЗ и в ЗН ГХК, 10^{-7} Бк/м³
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Размещение пунктов мониторинга относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 3.12.1)				ДОО _{НАС.} по НРБ-99/2009, Бк/м ³
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3		9 км на юго-запад, г. Железногорск, ЗН, т. 16		
	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	
⁶⁰ Co	< 10	<10	< 10	< 10	11
⁹⁰ Sr	< 200	<200	< 200	<200	2,7
⁹⁵ Zr	< 10	<10	< 10	< 10	23
¹⁰⁶ Ru	< 30	< 30	25	< 30	4,4
¹³⁷ Cs	14	34	4,5	7,4	27
¹⁴⁴ Ce	< 30	<50	< 30	<50	3,3
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	5,1	2,7	5,3	2	$2,5 \cdot 10^{-3}$
²⁴¹ Am	< 10	<10	<10	<10	0,0029
Σβ	5300	6300	6000	6300	

Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99/2009. Из табл. 3.12.4 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность радионуклидов, как и в прошлом году, была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, за исключением ¹³⁷Cs и ²³⁹⁺²⁴⁰Pu. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе ЗН и СЗЗ была в 1,6 и 2,4 раза ниже 2016 г. соответственно. При этом содержание ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ и ЗН превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объемную активность ¹³⁷Cs ($0,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³): в СЗЗ – в 20 раз, в ЗН – в 6,4 раза. Объемная активность ²³⁹⁺²⁴⁰Pu в СЗЗ увеличилась в 1,9 раз, в ЗН в 2,7 раза и была на четыре порядка ниже ДОО_{НАС.} по НРБ-99/2009 [1].

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 ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг ГХК в 2010–2017 гг., 10^{-7} Бк/м³
(данные НПО «Тайфун» и Среднесибирского УГМС)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
Большая Мурга	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

Продолжение табл. 3.12.5

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
^{137}Cs							
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
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
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

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

Из табл. 3.12.5 видно, что содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК, так же как и по территории Западной Сибири, существенно не меняется. В 2011 г. наблюдалось увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения, что, по-видимому, было связано с поступлением в атмосферу аварийных выбросов на АЭС «Фукусима-1», однако уже в 2012 г. содержание этого радионуклида в атмосфере ЗН ГХК не отличалось от средних многолетних значений. В 2017 г. среднегодовые объемные активности радионуклида снизились по сравнению с 2016 г. в п. Большая Мурта – в 1,8 раза, в Сухобузимское в 1,3 раза, и в п. Уяр увеличилась в 2,3 раза.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs во всех пунктах наблюдения, за исключением п. Уяр, не превышали средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ($1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Самая высокая среднеквартальная объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в пробах, отобранных в I квартале в п. Уяр ($4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), максимальная среднегодовая объемная активность ^{137}Cs также наблюдалась также в п. Уяр ($2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Кроме того, в пробах аэрозолей, отобранных в 4 квартале 2017 года, наблюдалось присутствие ^{106}Ru . Наибольшее загрязнение приземной атмосферы ^{106}Ru было зафиксировано в месячных пробах аэрозолей, отобранных на метеостанциях Красноярск и Уяр в октябре 2017 года. Среднемесячные концентрации ^{106}Ru в этих пробах составили $1,51 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³

и $1,75 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Все зафиксированные значения существенно ниже допустимых среднегодовых объёмных активностей для данных радионуклидов в воздухе, установленных для населения нормами НРБ-99/2009 ($ДОА_{нас.} = 27$ Бк/м³ для цезия и $ДОА_{нас.} = 4,4$ Бк/м³ для рутения).

Радиоактивные выпадения

В 2017 г. Радиоэкологическим центром ГХК осуществлялся мониторинг величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах мониторинга глобального фона) экспозицией, поэтому количественные результаты этих измерений в Ежегоднике не приводятся, так как они не могут быть сопоставлены с суточными измерениями, проводимыми Росгидрометом, из-за неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшетом аэрозолей изменяется с увеличением экспозиции пробы). Однако необходимо отметить, что, согласно данным Радиоэкологического центра ГХК, в 2017 г. $\Sigma\beta$ выпадений во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2016 г. и ни в одном из пунктов контроля не было зафиксировано случаев превышения критерия радиоактивного загрязнения атмосферных выпадений в суточных пробах 110 Бк/м²-сутки. Наибольшие годовые значения $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 г. наблюдались в п. Уяр и п. Солянка и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался ¹³⁷Cs. В 2017 г. выпадения ¹³⁷Cs как в СЗЗ, ЗН, так и в фоновых точках (п. Емельяново, д. Крутая) увеличились относительно 2016 г. приблизительно в 1,2 раза. Выпадения ¹³⁷Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках (д.Крутая - 1,7 Бк/м² и п.Емельяново – 2,0 Бк/м²).

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2017 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. Из таблицы 3.12.6 видно, что в 2017 г. средняя по 100-км зоне ГХК $\Sigma\beta$ выпадений осталась на уровне 2016 г. и была в 1,2 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири. Среднегодовые суточные значения $\Sigma\beta$ выпадений в пунктах наблюдения колебались в диапазоне 0,7–1,1 Бк/м²-сутки.

Таблица 3.12.6

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2017 г., Бк/м²-сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Большая Мурта	с	0,8	1,2	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	1,0	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9
	м	1,9	3,2	2,8	1,8	2,6	2,9	2,4	2,5	2,7	4,7	1,5	1,7		
Дзержинское	с	1,2	0,8	1,1	0,8	0,9	0,6	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9
	м	3,0	2,1	3,3	2,8	2,9	1,6	5,7	2,6	3,9	3,5	2,2	9,2		
Красноярск (опытное поле)	с	0,9	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
	м	2,5	4,0	1,7	2,9	3,1	1,7	2,3	2,7	1,4	4,7	2,5	2,7		
Солянка	с	0,9	0,9	0,8	1,1	0,9	0,7	1,2	1,7	1,2	0,9	0,6	1,0	1,0	1,0
	м	2,6	3,0	2,9	2,7	2,0	2,1	6,3	8,8	3,3	3,8	1,7	4,2		
Сухобузимское	с	1,5	1,0	1,0	0,8	1,1	0,7	0,7	1,0	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,9
	м	3,7	4,5	2,5	2,4	4,6	1,5	1,7	6,0	1,8	2,4	5,5	3,3		
Уяр	с	1,6	1,5	0,9	1,1	1,0	0,6	1,1	1,2	0,8	1,1	0,8	1,1	1,1	0,9
	м	8,1	3,6	5,5	2,7	3,5	1,1	4,0	5,6	2,0	5,2	2,2	2,8		

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.	
Шалинское	с	1,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	1,3	1,4	0,7	0,8	0,8	1,0	0,9
	м	7,5	3,6	7,0	2,5	2,8	2,6	2,1	5,0	3,4	1,7	1,8	5,6		
Среднее по100-км зоне:	2017 г.	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
	2016 г.	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	1,1	1,0		

Почва, растительность

Отбор проб почвы для мониторинга ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2017 г. производился Радиоэкологическим центром ГХК с помощью специального керн с фиксированной площадью отбора. На каждом исследуемом участке отбиралось по две параллельные пробы почвы на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего 10-см слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы.

Мониторинг удельной активности техногенных радионуклидов в растительности осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор проб почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельные пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади. Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения.

В табл. 3.12.7 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание ^{137}Cs как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 3.12.7 видно, что плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2017 г. составляла от 0,95 до 3,15 кБк/м². Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,03 и 0,99 кБк/м². Удельная активность ^{137}Cs в пробах травы в СЗЗ и ЗН изменялась от 0,5 до 1,2 Бк/кг в.-с. при значении в фоновых точках 0,5–0,62 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в точках отбора проб (10–13 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного γ -фона.

В 2017 г. Среднесибирским УГМС пробы почвы не отбирались (отбор и анализ проб почвы при нормальной работе РОО и отсутствии аварий осуществляется 1 раз в 5 лет, согласно приказа Росгидромета №156 от 31.10.2000 г).

Таблица 3.12.7

**Содержание ^{137}Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2017 г.
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 3.12.1)	Удельная активность		Плотность загрязнения		МЭД в точке отбора, мкР/ч
	Почва, Бк/кг	Трава, Бк/кг в.-с.	Почва, кБк/м ²	Трава, Бк/м ²	
Санитарно-защитная зона					
9,5 км на северо-восток, т. 1	31 ± 4	1 ± 0,2	2,4 ± 0,3	0,40 ± 0,07	10 ± 3
9 км на северо-восток, т. 2	25 ± 3	<0,5	2,2 ± 0,3	<0,1	11 ± 3
10 км на северо-восток, т. 3	20 ± 3	<0,5	1,5 ± 0,2	<0,1	10 ± 3
11 км на северо-восток, т. 4	13 ± 2	<0,5	1,0 ± 0,1	<0,1	11 ± 3
10,5 км на северо-восток, т. 5	39 ± 5	0,5 ± 0,1	1,9 ± 0,2	0,11 ± 0,02	10 ± 3
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	15 ± 2	<0,5	1,0 ± 0,1	<0,1	12 ± 4
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	35 ± 4	1,2 ± 0,2	1,9 ± 0,2	0,34 ± 0,06	13 ± 4

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 3.12.1)	Удельная активность		Плотность загрязнения		МЭД в точке отбора, мкР/ч
	Почва, Бк/кг	Трава, Бк/кг в.-с.	Почва, кБк/м ²	Трава, Бк/м ²	
Санитарно-защитная зона					
1 км на северо-восток, т. 8	42 ± 5	0,7 ± 0,1	3,2 ± 0,4	0,18 ± 0,03	12 ± 4
3 км на юг, т. 9	18 ± 2	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,1	0,26 ± 0,06	11 ± 3
4 км на юго-запад, т. 10	26 ± 3	0,5 ± 0,1	1,4 ± 0,2	0,08 ± 0,02	11 ± 3
Зона наблюдения					
7 км на север, п. Атаманово, т. 13	29 ± 4	<0,5	1,5 ± 0,2	<0,1	10 ± 3
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	30 ± 4	0,9 ± 0,2	2,1 ± 0,3	0,15 ± 0,03	11 ± 3
9 км на юго-запад, г. Железногорск, т. 16	12 ± 2	< 0,5	1,1 ± 0,1	< 0,1	13 ± 4
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	12 ± 2	< 0,5	1,0 ± 0,1	< 0,1	10 ± 3
73 км на запад, д. Крутая	16 ± 2	0,6 ± 0,1	1,0 ± 0,1	0,14 ± 0,03	10 ± 3

Снежный покров

В период с 17 февраля по 14 марта 2017 г. были отобраны 12 проб снега возле населённых пунктов: Мингуль, Толстомысово, Атаманово, Хлоптуново, Кононово, Большие Пруды, Барабаново, Шивера, Додоново, Большой Бальчуг, Новый Путь, Тартат и 1 проба («фоновая») – на территории метеостанции Красноярск опытное поле. Для концентрирования радиоактивности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию. Наибольшие концентрации суммы бета-активных радионуклидов были зарегистрированы в талой воде проб снега, отобранных возле населенных пунктов Кононово (1238 Бк/м³), Мингуль (748 Бк/м³) и Атаманово (627 Бк/м³). В 2017 г. содержание ¹³⁷Cs во всех пунктах пробоотбора было ниже предела измерения (табл. 3.12.8).

Таблица 3.12.8

**Содержание Σβ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2017 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт отбора пробы	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения снежного покрова, Бк/м ²	
		Σβ, Бк/л	¹³⁷ Cs, мБк/л	Σβ	¹³⁷ Cs
Атаманово	17.02	0,63	нпи	50,2	нпи
Барабаново	01.03	0,16	нпи	15,4	нпи
Большой Бальчуг	14.03	0,37	нпи	49,8	нпи
Большие Пруды	01.03	0,23	нпи	19,9	нпи
Додоново	14.03	0,33	нпи	21,7	нпи
Кононово	17.02	1,24	нпи	90,5	нпи
Мингуль	17.02	0,75	нпи	49,5	нпи
Новый Путь	10.03	0,57	нпи	36,0	нпи
Тартат	10.03	0,51	нпи	57,5	нпи
Толстомысово	21.02	0,53	нпи	69,6	нпи
Хлоптуново	17.02	0,59	нпи	37,2	нпи
Шивера	01.03	0,46	нпи	41,3	нпи
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	21.02	0,41	нпи	60,6	нпи

Примечание: нпи – ниже предела измерения

Также отбор проб снега в 2017 г. производился в конце зимнего периода перед началом снеготаяния – с 02.03.2017 по 06.04.2017. В каждой точке контроля пробы отбирались на всю глубину снежного покрова. Общая бета-активность проб снежного покрова и содержание ¹³⁷Cs приведена в таблицах 3.12.9 и 3.12.10.

Таблица 3.12.9

Общая бета-активность в снежном покрове в 2017 году

№ п/п	Место отбора проб	Общая бета-активность
		Бк/м ²
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	22±4
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	26±4
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	43±7
4	11 км на северо-восток от источника выбросов (4 СЗЗ)	40±7
5	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	22±4
6	4 км на восток от границы ограждения об.354а (6 СЗЗ)	22±4
7	1 км на юг от границы ограждения об.354а (7 СЗЗ)	29±5
8	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	30±5
9	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	20±3
10	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	17±3
Зона наблюдения (ЗН)		
11	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	25±5
12	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	33±6
13	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	16±3
Точки для контроля фона		
14	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	55±9
15	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	25±4

Таблица 3.12.10

Содержание цезия-137 в снежном покрове в 2016 году

№ п/п	Место отбора проб	Цезий-137
		Бк/м ²
Санитарно-защитная зона (СЗЗ)		
1	9,5 км на северо-восток от источника выбросов (1 СЗЗ)	0,26±0,05
2	9 км на северо-восток от источника выбросов (2 СЗЗ)	0,41±0,11
3	10 км на северо-восток от источника выбросов (3 СЗЗ)	< 0,3
4	10,5 км на северо-восток от источника выбросов (5 СЗЗ)	< 0,3
5	4 км на восток от границы ограждения об.354а (6 СЗЗ)	< 0,3
6	1 км на юг от границы ограждения об.354а (7 СЗЗ)	0,41±0,08
7	1 км на северо-восток от источника выбросов (8 СЗЗ)	0,46±0,10
8	3 км на юг от источника выбросов (9 СЗЗ)	< 0,3
9	4 км на юго-запад от источника выбросов (10 СЗЗ)	< 0,3
Зона наблюдения (ЗН)		
10	7 км на север от источника выбросов (с. Атаманово)	0,61±0,11
11	15 км на северо-восток от источника выбросов (с. Б. Балчуг)	< 0,3
12	9 км на запад от источника выбросов (г. Железногорск)	< 0,3
Точки для контроля фона		
13	70 км на запад от источника выбросов (п. Емельяново)	< 0,3
14	73 км на запад от источника выбросов (д. Крутая)	< 0,3

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозкологическим центром ежегодно определяется в двух контрольных створах у правого берега: в 250 м и в 10 км ниже выпуска сбросных вод ГХК, что на 1 км выше первого населенного пункта по правому берегу – д. Большой

Бальчуг, (см. рис. 3.12.1, точки 1, 2). В период навигации пробы отбирались с лодки на расстоянии ~ 100 м от правого берега (в струе сточных вод), а в зимний период – непосредственно с берега. В первом створе пробы воды отбирались с мая по октябрь, поскольку в зимний период нет безопасных подходов с берега. Фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось ежемесячно в течение всего года у д. Додоново, расположенной в 17 км выше выпуска сбросных вод ГХК (рис. 3.12.1, т. 3). Для повышения чувствительности и достоверности результатов осадки, полученные после концентрирования месячных проб, объединялись за год. Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей приведены в табл. 3.12.11, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99/2009.

Таблица 3.12.11

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2017 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 д. Б. Бальчуг), т. 2	
⁶⁰ Co	<0,002	< 0,002	40
⁹⁰ Sr	0,0034±0,0010	0,0039±0,0008	4,9
¹³⁷ Cs	<0,002	0,0024±0,0003	11
¹⁵² Eu	< 0,01	< 0,01	98
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	< 0,0004	< 0,0004	0,55

Примечание: фоновые объемные активности в 2017 г. для ⁹⁰Sr – 2,4 мБк/л, для ¹³⁷Cs – < 2 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново)

Из табл. 3.12.11 видно, что основной вклад в объемную активность воды вносил ⁹⁰Sr. По сравнению с 2016 г. содержание ⁹⁰Sr в воде в 10 км ниже сброса осталось на прежнем уровне. По результатам измерений концентрации радионуклидов были на три–семь порядков ниже УВ по НРБ-99/2009.

В 2017 г. Среднесибирское УГМС осуществляло мониторинг загрязнения воды в р. Енисей в створе на расстоянии 250 м вниз по течению от ГХК (п. Широкий Лог). Пробы отбирались ежемесячно с мая по октябрь и высылались в ФГБУ «НПО «Тайфун» на γ-спектрометрический анализ. Содержание ¹³⁷Cs в данном пункте в среднем было <0,002 Бк/л. На расстоянии 1650 км вниз по течению от ГХК (п. Игарка) в р. Енисей Среднесибирское УГМС производит отбор проб воды с целью последующего анализа на содержание в ней ⁹⁰Sr и ³H. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 г., по данным Западно-Сибирского УГМС, была в 2,4 раза выше 2016 г. (5,6 мБк/л) и составила 13,4 мБк/л, что в 2 раза выше средней объемной активности ⁹⁰Sr в воде рек АТР (6,7 мБк/л). В 2017 г. среднегодовая объемная активность ³H в пробах воды, по данным ФГБУ «НПО «Тайфун», составляла 1,8 Бк/л, что одинаково с 2016 г. (1,8 Бк/л).

В период с 21 апреля по 29 августа 2017 г. были отобраны 9 проб воды (табл. 3.12.12). Вода отбиралась в реках возле населённых пунктов, где возможно обнаружение радионуклидов техногенного характера (Атаманово, Большой Балчуг, Усть-Кан, Додоново, Кононово, Хлоптуново, Павловщина). «Фоновая» проба воды была отобрана в р. Енисей возле речного вокзала г. Красноярск. Наибольшая радиоактивность речной воды была зарегистрирована в двух пробах, отобранных в р. Енисей (населённые пункты Усть-Кан и Большой Балчуг). Концентрации суммы бета-радиоактивных продуктов в этих пробах составила 1,0 Бк/л и 1,4 Бк/л, соответственно.

Для обнаружения возможной миграции радионуклидов с грунтовыми водами из хранилищ ТРО и ЖРО, а также возможной утечки радиоактивных продуктов из линий спецканализации в случае нарушения их герметичности на ГХК осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 3.12.1). В 2017 г. отбор проб производился с мая по октябрь. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 3.12.13.

Таблица 3.12.12

**Объемная $\Sigma\beta$ в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2017 г.
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт мониторинга	Дата отбора	МЭД, мкЗв/ч на высоте		Объемная $\Sigma\beta$, Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, с. Кононово	21.04	0,10	0,08	0,64 (0,4)
р. Енисей, д. Павловщина	21.04	0,11	0,11	0,60 (0,53)
р. Енисей, с. Атаманово	21.04	0,12	0,11	0,60 (0,68)
р. Енисей, д. Хлопуново	21.04	0,10	0,08	0,50 (0,45)
р. Кан, п. Усть-Кан	29.08	-	-	1,02 (1,42)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	14.06	0,10	0,10	0,64 (0,86)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	14.06	0,11	0,14	1,35 (1,10)
р. Енисей, д. Додоново	14.06	0,09	0,10	0,52 (0,36)
р. Енисей, г. Красноярск (фонозная точка)	23.05	0,10	0,12	0,35 (0,43)

Примечания: в скобках приведены данные за 2016 г.;
- – измерения не проводились.

Таблица 3.12.13

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2017 г., Бк/л
(данные Радиэкологического центра ГХК)**

Пункт мониторинга (рис. 3.12.1)	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	$^{239+240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
ручей № 1, устье, т. 4	0,0032	0,011	<0,002	<0,001	0,07	<0,20
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,002	0,0054	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,002	0,018	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 2, устье, т. 7	0,0052	0,078	<0,002	<0,0004	<0,07	<0,20
ручей № 3, устье, т. 8	0,16	0,031	0,0084	0,0012	<0,07	<0,15
ручей № 4, устье, т. 9	<0,002	0,0078	<0,002		<0,07	<0,20
ручей № 5, устье, т. 10	<0,002	0,0097	0,0044		<0,07	<0,20
ручей № 6, устье, т. 11	<0,002	<0,0068	<0,002	<0,001	<0,07	<0,20
р. Шумиха, устье, т. 12	0,022	0,062	<0,002	<0,001	<0,07	<0,20
р. Б. Тель, т. 13	<0,002	0,013				<0,20
ручей Тимофеев, устье, т. 14				<0,004		
УВ по НРБ-99/2009 [3]	11	4,9	40	0,55	0,2	1

Из табл. 3.12.13 видно, что в 2017 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание $\Sigma\alpha$ и $\Sigma\beta$ не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [3]. Повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 3.12.11, примечание) выявлено в воде почти всех ручьев, что связано в основном с миграцией радионуклидов с загрязненных участков территорий, примыкающих к промплощадке предприятия. Максимальная объемная

активность ^{90}Sr (0,078 Бк/л) имели место в ручье № 2 (т.7); ^{137}Cs (0,16 Бк/л) – в ручье № 3, однако они были соответственно в 63 и 69 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [3]. Максимальное содержание ^{137}Cs в пробах воды на порядок превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Мониторинг радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСМРО. По данным Радиоэкологического центра ГХК, в 2017 г. среднегодовое значение МЭД составило 0,10 мкЗв/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч, что соответствует γ -фону Западно-Сибирского региона.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК также контролировалась Среднесибирским УГМС. Значения МЭД, полученные в 2017 г. в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, не превышали 0,14 мкЗв/ч, и находились в пределах колебаний естественного радиоактивного γ -фона, не превышая установленного для перехода на оперативный радиационный контроль значения (0,30 мкЗв/ч).

Таким образом, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2017 г. оставалась стабильной. Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности, измеряемая в пунктах мониторинга 100-км зоны комбината, в основном соответствовала естественному γ -фону. Однако в воздухе приземного слоя атмосферы ЗН ГХК наблюдаются техногенные радионуклиды, отсутствующие в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность радионуклидов, обусловленная выбросами предприятия, в атмосферном воздухе в СЗЗ и населенных пунктах была значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009. Текущие выбросы радионуклидов в атмосферу не оказывали влияния на увеличение загрязнения территории в 30-км зоне. Содержание ^{137}Cs в почве в основном соответствовало глобальному уровню. В устьях некоторых ручьев и рек, протекающих в СЗЗ и впадающих в р. Енисей, содержание ^{137}Cs в воде более чем на порядок превышает фоновый уровень в р. Енисей. И хотя содержание радионуклидов в этих средах существенно ниже допустимых уровней по НРБ-99/2009, радиационная обстановка вокруг ГХК требует постоянного мониторинга.

3.13. Сибирский химический комбинат

АО «Сибирский химический комбинат» (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}U и ^{239}Pu , регенерация топлива промышленных реакторов, наработка делящихся материалов в разной форме, а также выработка для народного хозяйства электрической и тепловой энергии. В состав СХК входят семь заводов, ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт, а также 20 вспомогательных подразделений. Подробное описание производств СХК приведено в [7].

Для территории СХК характерно направление розы ветров с юго-запада на северо-восток – доля ветров данного направления является преобладающей. Общая площадь санитарно-защитной зоны СХК составляет 112 км² с протяженностью границы по периметру 50 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 519 км² 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 [20].

Производственная деятельность СХК сопровождается образованием низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. На территории комбината расположены 50 хранилищ жидких (ЖРО) и твердых радиоактивных отходов (РАО), являющихся потенциально опасными. Суммарная активность отходов, хранящихся в них, оценивается в 125 млн. Кюри. Большую опасность представляет хранение на территории комбината отвального гексафторида урана, в том числе и тех нескольких сотен тонн, которые получены при переработке и обогащении частично очищенного отработанного топлива зарубежных АЭС по договору с французской фирмой “КОЖЕМА”. Подробное описание обращения с радиоактивными отходами на СХК приведено в [7].

За период деятельности комбината произошло более 30 аварийных инцидентов, причем пять из них, включая аварию, произошедшую 6 апреля 1993 г., в результате которой образовался узкий радиоактивный след, простирающийся в северо-восточном направлении от СХК до 35 км, обусловленный ^{106}Ru , ^{103}Ru , ^{95}Zr , ^{95}Nb [24], относятся к третьему уровню по Международной шкале оценки событий и классифицируются как серьезные нарушения. В 2017 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината. В соответствии с соглашением между Томской областью и Росатомом, госкорпорация приступила к реализации двух масштабных проектов с общим объемом инвестиций в 100 миллиардов рублей на площадке ОАО «Сибирский химический комбинат». Первый – строительство нового конверсионного производства. Второй проект – создание опытно-демонстрационного комплекса с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-300 и пристанционным ядерным топливным циклом. Необходимо отметить, что, с учетом планов дальнейшего развития СХК, связанного в первую очередь со строительством реактора БРЕСТ-300, а также расширением производства, вероятность радиоактивного загрязнения как плановыми, так и аварийными выбросами территории Томской области в ближайшем будущем сохраняется.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят α - и β -активные радионуклиды. В 2017 г. выбросы $\Sigma\alpha$ остались практически на уровне 2016 г.; $\Sigma\beta$ – уменьшились почти в 1,9 раза (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 2017 г. по сравнению с 2016 г.
		2017 г.	2016 г.	
$\Sigma\alpha$	$1,57 \cdot 10^{11}$	$3,07 \cdot 10^9$	$3,06 \cdot 10^9$	$+1,00 \cdot 10^7$
$\Sigma\beta$	$3,48 \cdot 10^{11}$	$2,18 \cdot 10^9$	$4,23 \cdot 10^9$	$-2,05 \cdot 10^9$

Примечания: $\Sigma\alpha$ – сумма α -активных радионуклидов;
 $\Sigma\beta$ – сумма β -активных радионуклидов.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашки в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1, в который поступали радиоактивные стоки. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильщикова (Чернильщиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к накоплению радионуклидов в донных отложениях и почве затопляемой поймы.

В связи с остановкой в 2008 г. последних реакторов техногенные радионуклиды в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, в 2017 г., как и в 2016 г., зарегистрированы не были.

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Вокруг комбината выделены две зоны радиационного мониторинга: первая – ближняя с радиусом 30 км, вторая – в пределах 100 км (включает часть Кемеровской, Новосибирской и Томской областей) (рис. 3.13.1).

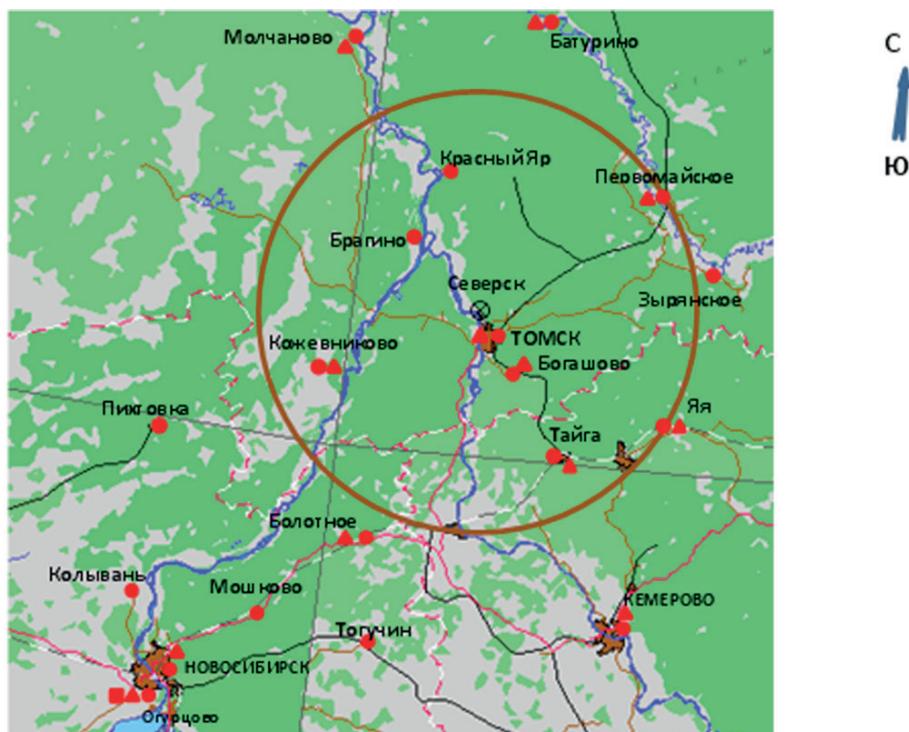


Рис. 3.13.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

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

В 2017 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 11 станциях;
- содержание β - и γ -излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоемов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в этой зоне СХК измерялась суммарная бета-активность снега;
- мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности измерялась в 2017 г. в 100 км зоне влияния РОО СХК на 5 станциях СНЛК, 4 стационарных ПНЗ в г. Томске, на посту в д. Козюлино и на 22 постах автоматического мониторинга (далее АПМ) автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (далее – АСМРО) Томской области, а также на 7 станциях наблюдений за 100 км зоной влияния РОО СХК.

Суммарная β -активность в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью β -радиометра РУБ-01П. Для γ -спектрометрического анализа использовался полупроводниковый γ -спектрометр. Радиохимический анализ проводился с использованием малофоновой установки РТ-10. Для измерения мощности дозы γ -излучения использовались переносные дозиметры типа ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д «Грач», ДКГ-07Д «Дрозд», ДКГ-02У «Арбитр», датчики АСМРО.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 100-км зоне СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере осуществлялся на станции М-II Томск с помощью ВФУ, запущенной в эксплуатацию с августа 2015 г. 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 2017 г., приведены в табл. 3.13.2. Среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ в пробах аэрозолей составила $38,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Томск, равная $139,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в пробе, экспонированной 16–21 января 2017 г. Максимальная среднемесячная концентрация $77,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в январе 2017 г. Полугодовая концентрация ⁹⁰Sr в пробах аэрозолей в г. Томск по результатам первого полугодия 2017 г. составила $0,034 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Концентрация ¹³⁷Cs в пробах аэрозолей в г. Томск в течение 2017 г. оказалась ниже предела обнаружения.

Таблица 3.13.2

Радиоактивное загрязнение проб аэрозолей М-II Томск в 2017 г., 10^{-5} Бк/м³

Вид загрязнения	Месяцы												Среднее за год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$\Sigma\beta$	77,7	76,7	58,2	26,0	23,9	24,9	18,1	14,5	17,2	35,5	22,0	65,0	38,3
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
<u>Стронций-90</u>	0,034						...						0,034
Цезий-137	н			н			н			н			н
Бериллий-7	442,4			675,9			424,8			370,4			478,4
Калий-40	15,38			3,71			4,66			4,60			7,09

Примечание: ... – проба в работе;
н – ниже предела обнаружения.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево в 2017 г. приведены в табл. 3.13.3. Из табл. 3.13.3 видно, что среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$, равная $2,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, была в 1,9 раз выше, чем в 2016 г. ($4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная суточная концентрация $\Sigma\beta$ в г. Колпашево, равная $6,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наблюдалась в феврале 2017 г.; максимальная среднемесячная концентрация $\Sigma\beta$ $3,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, также наблюдалась в феврале. Концентрация ⁹⁰Sr в пробах аэрозолей в г. Колпашево была измерена только за первое полугодие 2017 г. и составила $0,016 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 3,2 раза выше, чем в 2016 г. ($0,005 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовая концентрация ¹³⁷Cs в пробах аэрозолей в г. Колпашево в 2017 г. оказалась ниже предела обнаружения. Необходимо также отметить, что концентрация техногенных радионуклидов в воздухе была на порядки меньше, чем концентрация природных радионуклидов (⁷Be, ⁴⁰K).

Таблица 3.13.3

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2010–2017 г., 10^{-5} Бк/м³

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$\Sigma\beta, 10^{-5}$													
2010	-	8	11	5	5	4	4	4	5	6	4	6	5,5
2011	4	5	5	8	5	5	4	3	3	2	3	5	5
2012	4	3	6	7	4	5	7	4	5	3	3	3	5
2013	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
2014	3	3	4	4	4	5	3	4	3	4	4	5	4
2015	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
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2010	0,3			0,3			0,5			0,4			0,4
2011	0,7			0,5			0,4			0,5			0,5
2012	0,3			0,5			0,5			0,3			0,4
2013	0,3			0,5			0,6			0,3			0,4
2014	0,3			0,3			0,7			0,3			0,4
2015	0,3			0,2			0,6			-			0,4
2016				0,5						0,8			
2017				1,6						...			
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$													
	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			
2010	н			н			1,6			н			0,4
2011	4,1			28,2			н			н			8,1
2012	3,0			н			5,3			1,8			2,7
2013	н			1,5			4,9			н			1,6
2014	н			2,9			н			н			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
$^7\text{Be}, 10^{-5}$													
2015	93,3			138,7			125,3			67,3			106,2
2016	91,1			97,1			102,4			54,5			86,3
2017	95,5			152,5			116,6			84,7			112,3
$^{40}\text{K}, 10^{-5}$													
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

Примечания: ... – проба в работе, -- нет данных;
н – ниже предела обнаружения.

Данные наблюдений за $\Sigma\beta$ выпадений в 100-км зоне наблюдения вокруг СХК и за пределами этой зоны (пп. Александровская, Батурино, Колпашево, Молчаново) приведены в табл. 3.13.4 [23].

Из табл. 3.13.4 видно, что в 2017 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 2017 г. уменьшились до 1,05 Бк/м²·сутки, что сопоставимо со средневзвешенным значением $\Sigma\beta$ выпадений по территории Западной Сибири в 2016 г. (1,1 Бк/м²·сутки).

Таблица 3.13.4

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения $\Sigma\beta$ выпадений в районе размещения СХК в 2017 г., Бк/м²·сутки

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2017 г.	2016 г.
В 30-км зоне															
М-П (Томск)	с	1,2	1,1	0,9	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,1	1,2	0,7	0,9	1,1	1,1
	м	2,2	3,9	2,3	3,0	3,4	3,1	2,9	2,8	2,4	3,1	2,2	2,7	3,9	2,7
Козюлино	с	1,1	1,1	1,2	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	0,9	1,3	0,7	0,7	1,0	1,0
	м	2,6	2,2	3,4	2,4	3,0	2,8	2,3	2,8	1,7	2,9	1,6	1,8	3,4	2,8
Среднее по 30-км зоне: 2017 г.		1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,0	1,3	0,7	0,8	1,1	
2016 г.		1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9		1,1
В 100-км зоне															
Болотное*	с	1,15	1,24	1,20	0,81	0,93	1,00	1,18	1,08	1,26	1,03	0,95	0,77	1,05	1,12
	м	2,57	2,67	2,64	2,05	1,94	5,21	2,38	5,24	3,13	3,72	3,36	2,14	5,21	3,95
Кожевниково	с	1,00	0,60	1,22	0,72	1,20	1,22	1,69	1,34	0,99	0,95	0,73	0,86	1,04	1,09
	м	2,45	1,90	3,06	2,38	2,65	2,38	6,19	3,31	2,47	5,81	1,76	2,89	6,19	3,22
Первомайское	с	1,02	0,98	0,91	0,92	0,87	1,22	1,00	1,33	1,17	1,16	0,72	0,98	1,02	1,07
	м	1,78	2,02	3,11	1,89	2,00	3,58	2,32	3,43	2,80	2,81	2,71	2,67	3,58	4,07
Тайга*	с	1,16	0,94	0,94	0,88	0,85	1,25	1,00	1,39	1,01	1,16	0,72	0,86	1,01	1,03
	м	2,31	2,33	2,29	2,54	1,96	2,48	1,96	4,52	1,92	2,99	2,05	2,22	4,52	3,37
Яя*	с	1,11	1,01	0,95	0,86	0,93	1,11	1,09	1,32	1,35	1,14	0,92	0,82	1,12	1,11
	м	2,38	2,33	2,76	2,78	2,44	3,38	3,30	2,89	2,80	3,19	2,97	2,43	3,38	3,71
Среднее по 100-км зоне: 2017 г.		1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	0,8	0,9	1,1	
2016 г.		1,2	1,1	1,1	0,9	1,0	1,2	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2		1,1
Вне 100-км зоны															
Александровское	с	1,5	1,1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,1	1,2	0,4	0,8	1,1	1,1
	м	4,8	3,1	2,5	2,3	2,5	2,9	5,9	4,4	2,4	3,2	2,0	2,3	5,9	4,7
Батурино	с	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,3	1,1	1,4	1,3	1,0	0,9	0,8	1,1	1,1
	м	2,3	3,0	3,1	3,3	2,6	3,7	2,7	7,0	3,1	2,3	3,3	2,8	7,0	5,3
Колпашево	с	1,1	0,9	0,9	0,8	1,1	1,5	1,5	1,2	1,3	0,9	0,8	0,9	1,0	1,2
	м	2,7	2,0	2,1	1,9	2,5	4,1	5,2	2,5	3,3	2,8	2,7	1,8	5,2	5,0
Молчаново	с	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,0	1,4	0,9	0,6	0,7	1,0	1,1
	м	2,1	2,1	2,3	2,3	2,5	2,9	2,6	3,2	3,2	2,3	1,9	3,9	3,9	4,8
Среднее вне 100-км зоны: 2017 г.		1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,0	0,7	0,8	1,1	
2016 г.		1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1		1,1

Примечание: * – пункты отбора проб, входящие в 100-км зону СХК, административно расположенные на территориях Кемеровской (Тайга, Яя) и Новосибирской (Болотное) областей.

Максимальная суточная $\Sigma\beta$ выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в пробе М-П Томск в феврале 2017 г. и составила 3,93 Бк/м²·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная $\Sigma\beta$

выпадениям, равная 7,02 Бк/м²·сутки, была зарегистрирована на станции М-II Батурино в августе 2017 г. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная Σβ выпадений (5,94 Бк/м²·сутки) была зафиксирована на станции АЭ Александровское в конце июля – начале августа 2017 г.

В 100-км зоне СХК значение выпадений ⁹⁰Sr за первое полугодие 2017 г. (0,48 Бк/м²) было в 2,8 раза выше по сравнению с 2016 г. (0,17 Бк/м²).

Увеличение суммарной удельной активности ⁹⁰Sr в пробах выпадений за первое полугодие 2017 г. наблюдалось и в 100-км зоне СХК на территории Кемеровской области (0,73 Бк/м²), по сравнению с 2016 г. (0,38 Бк/м²).

В 12-км зоне СХК суммарная удельная активность ⁹⁰Sr в пробах выпадений за первые полгода 2017 г. увеличилась в 3,1 раза (до 1,67 Бк/м²), по сравнению с первым полугодием 2016 г. (0,54 Бк/м²).

На территории Новосибирской области в 100-км зоне РОО суммарное количество ⁹⁰Sr в пробах выпадений за первые полгода 2017 г. увеличилось в 3,3 раза (до 0,96 Бк/м²), по сравнению с первым полугодием 2016 г. (0,29 Бк/м²).

Почва, донные отложения, снежный покров

Отбор проб почвы в 2017 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [2]. Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 3.13.5), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и ¹³⁷Cs. Содержание ¹³⁷Cs в почве распределено неравномерно. В 2017 г. результаты анализа проб почвы показали, что максимальные значения по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения РОО СХК – берег реки Ромашка т. № 1 (см. рис. 3.13.2) – 870 Бк/кг. В точках дополнительной сети 12-км зоны наблюдения РОО среднегодовые значения по ¹³⁷Cs увеличились в 1,2 раза (6,1 Бк/кг) по сравнению с 2016 г. – 5,1 Бк/кг. В точках 30 км зоны наблюдения РОО в 2017 г. среднегодовые значения по ¹³⁷Cs увеличились в 1,3 раза до 79,3 Бк/кг, по сравнению с активностью этого радионуклида в 2016 г. – 60,3 Бк/кг. В 30 км зоне наблюдения РОО (станции основной сети Томской области) в прошлом 2016 г. максимальные значения по ¹³⁷Cs наблюдались в пробе почвы М-II Томск – 4,8 Бк/кг. В 2017 г. на этой станции значения по ¹³⁷Cs увеличились в 3,3 раза – 16,0 Бк/кг. По маршрутному обследованию в ближней зоне наблюдения РОО СХК на всех точках отбора средние значения загрязнения почвы ¹³⁷Cs уменьшились в 1,3 раза - с 19,9 Бк/кг в 2016 г. до 15,0 Бк/кг – в 2017 г. Содержание естественных радионуклидов в почве фоновое.

Таблица 3.13.5

Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2017 г.

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs
д. Георгиевка	12	11	7,9	7,5	15,1
д. Наумовка	12	12	23,0	15,8	10,8
Спутник	11	10	24,0	20,0	6,2
Зоркальцево	9	11	24,2	19,0	4,7
Козюлино	9	11	17,4	16,2	5,3
Самусь	14	11	21,3	17,0	5,3
Шоссе «Томск – Самусь»; 28,5 км	11	13	27,0	25,0	62,0
Поворот на д. Наумовка	8	9	24,0	15,3	4,0

Отбор проб почвы и донных отложений проводился в СЗЗ СХК в районе р. Ромашка и Чернильщиковской протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашка (см. рис. 3.13.2). Отбор проб донных отложений так же, как и в предыдущие годы, осуществлялся из поверхностного слоя дна (объем пробы не менее 1 л) по урезу воды, граница которого ежегодно изменяется; проб почвы – в непосредственной близости от воды [20]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 3.13.6.

Из таблицы видно, что в 2017 г. в поверхностном слое донных отложений, наряду с естественными радионуклидами, присутствуют, как и в предыдущие годы, долгоживущие γ -излучающие радионуклиды техногенного происхождения: ^{60}Co , ^{137}Cs . Однако в отличие от предыдущих лет в почве и донных отложениях уже не наблюдаются короткоживущие радионуклиды, такие как ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{103}Ru , которые регистрировались еще в 2009 г., что подтверждает отсутствие сбросов радионуклидов на СХК в поверхностные воды.

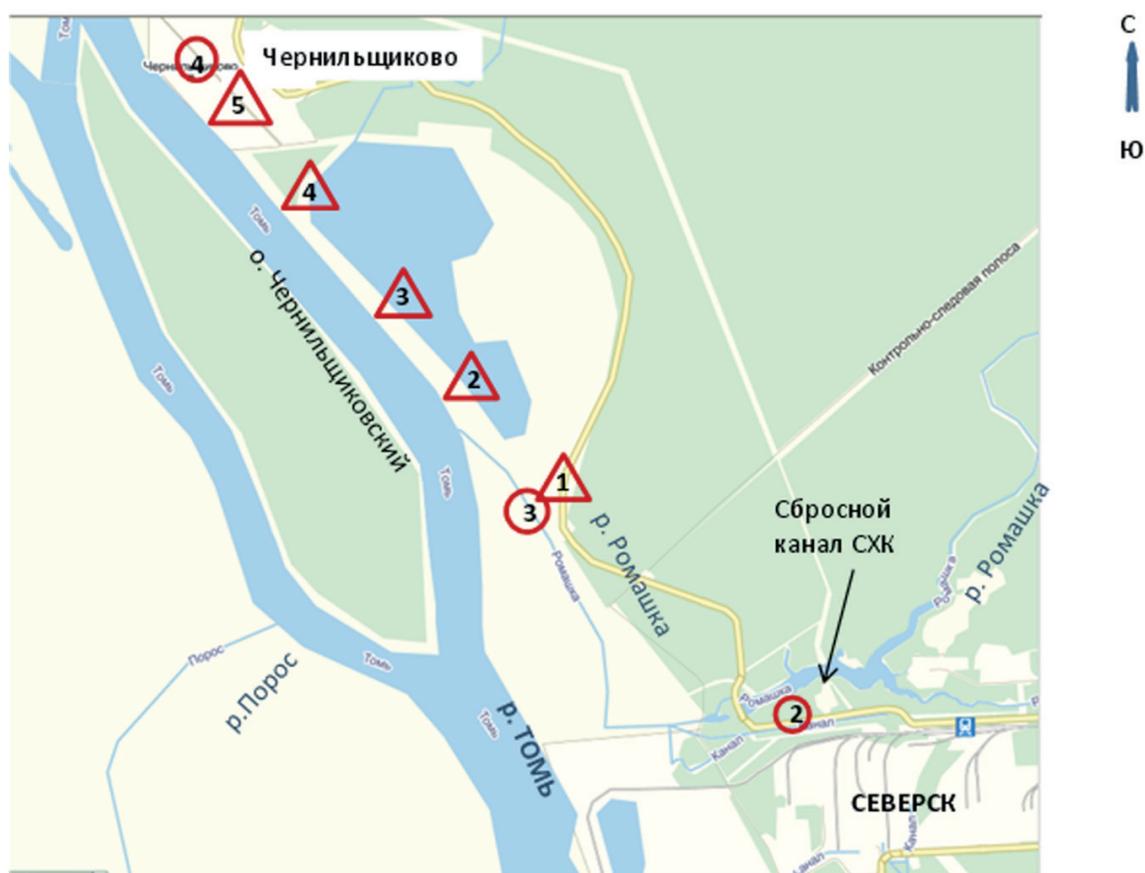


Рис. 3.13.2 Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

- — отбор проб воды;
- △ — отбор проб почвы, растительности и донных отложений.

Таблица 3.13.6

Мощность дозы (мкР/ч) в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы (Бк/кг) и донных отложений (Бк/кг в.-с.) в СЗЗ СХК в 2017 г. (рис. 3.13.2)

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Черныльщикова протока, т. 5	
	Почва	Донные отложения	Почва	Донные отложения
⁶⁰ Со	-	8	-	2
¹³⁷ Cs	870	13	5	11
⁴⁰ К	-	440	-	440
²²⁶ Ra	26	20	17	17
²³² Th	28	24	15	20
²⁴¹ Am	-	21	-	131
МЭД	26	10	13	9
	17	10	8	12

Примечания: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м;
 - - нет данных

По мере удаления от устья р. Ромашка наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. В 2017 г., как и в 2016 г., результаты анализа проб почвы показали, что максимальные значения по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах ближней зоны наблюдения СХК – в пойме р. Ромашка – 870 Бк/кг (в т. № 1 на берегу р. Ромашка). Это меньше, чем значение наблюдаемое в 2016 г. (1020 Бк/кг). Максимальные значения проб донных отложений по ¹³⁷Cs наблюдались в пробах точки № 1 р. Ромашка – 13 Бк/кг, в 2016 г. – 33 Бк/кг, максимальное значение активности ¹³⁷Cs в 2017 г. уменьшились в этой точке в 2,5 раза. Гамма-спектрометрический анализ проб почвы и донных отложений показал, что за санитарно-защитной зоной (СЗЗ) в пробах почвы и донных отложений присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и техногенный долгоживущий ¹³⁷Cs, содержание которого распределено по площади неравномерно, его значения близки к среднему значению распределения ¹³⁷Cs на территории Томской области.

В 2017 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 МЭД на высоте 3–4 см и 1 м от поверхности. При отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 3.13.5 и 3.13.6) МЭД изменялась в пределах 0,08–0,14 мкЗв/ч, за исключением т. 1 отбора проб почвы у р. Ромашка, где значение МЭД на высоте 3–4 см составило 0,26 мкЗв/ч, а на высоте 1 м – 0,17 мкЗв/ч.

В соответствии с [23] в 2017 г. максимальный суточное значение МЭД был равным 0,13 мкЗв/ч, среднегодовое значение гамма-фона на территории г. Томска в ближней зоне наблюдения СХК составило 0,09 мкЗв/ч.

В 2017 г., по данным станций СНЛК, в 100-км зоне наблюдения комбината максимальный суточное значение МЭД, равное 0,13 мкЗв/ч, наблюдалось в марте и октябре на станции М-II Батурино, а также на станции М-II Томск (в июне, июле, ноябре). В течение года среднегодовое значение гамма-фона на территории 100-км зоны наблюдения РОО составило 0,09 мкЗв/ч, что сопоставимо с 2016 г. (0,10 мкЗв/ч).

Анализ и сравнение средних и максимальных значений МЭД по данным постов дополнительной сети в 12-км зоне наблюдения СХК в 2017 г. (0,08 и 0,10 мкЗв/ч) показывает соответствие показателям 2016 г. (0,08 и 0,11 мкЗв/ч) [22].

Поверхностные воды

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2017 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора и анализа проб воды в следующих точках [23] (см. рис. 3.13.2):

- т. 1 – р. Ромашка;
- т. 2 – 500 м от р. Ромашка;
- т. 3 – 1000 м от р. Ромашка;
- т. 4 – 1500 м от р. Ромашка
- т. 5 – в р. Томь ниже СХК (Чернильщикова протока в районе д. Чернильшиково).

При отборе проб производились измерения МЭД на высоте 3–4 см и 1 м над поверхностью воды.

Во всех точках отбора в пробах воды в 2017 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. МЭД в точках наблюдения колебалась от 0,05 до 0,13 мкЗв/ч.

В 2017 г. радиационная обстановка на территории Томской области и в районе влияния РОО СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината и внесших существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Выход радионуклидов в окружающую среду за СЗЗ СХК не обнаружен. Выбросы СХК в атмосферу заметного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды не оказали. Неравномерное содержание ^{137}Cs в почве в зоне наблюдения СХК обусловлено многолетней деятельностью комбината (плановыми и аварийными выбросами). После остановки последнего реактора 5 июня 2008 г. в ближней зоне наблюдения СХК в пресной воде поверхностных водоемов значимых количеств радиоактивных веществ не обнаружено. Содержание долгоживущих техногенных радионуклидов в донных отложениях и почве поймы р. Ромашка постепенно уменьшается в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. В течение 2017 г. мощность экспозиционной дозы на территории Томской области, по данным станций СНЛК и АСМРО, находилась в пределах естественного фона.

В целом, можно утверждать, что радиационная обстановка в районе расположения СХК и на территории всей Томской области оставалась в 2017 г. стабильной и не ухудшалась по сравнению с предыдущими годами. С учетом потенциальной радиационной опасности СХК и планов дальнейшего его развития необходимость мониторинга радиационной обстановки в районе СХК сохраняется.

Список литературы к разделу 3

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2013 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2014. – 367 с.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.

5. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н., Санина К.Д., Скакунова М.А., Вережанская К.В. Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки. Росгидромет: Рекомендации Р.52.18.787-2013. Обнинск, 2014. – 108 с.
6. Постановление Правительства РФ от 6 октября 2006 г. № 605 «О Федеральной целевой программе «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 годы и на перспективу до 2015 года».
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2009 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2010. – 315 с.
8. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 90 с.
9. СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). – М.: Госатомнадзор, 2010. – 51 с.
10. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – 273 с.
12. СанПиН 2.6.1.24-03. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-03). – М., 2003.
13. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
14. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 1. – С. 5–10.
15. Глаголенко Ю.В., Дзекуп Е.Г., Дрожко Е.Г. и др. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на производственном объединении «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 2. – С. 3–10.
16. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2004. – № 4. – С. 43–49.
17. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Губанов В.А., Дрожко Е.Г., Ильин Л.А., Крышев И.И., Линге И.И., Романов Г.Н., Савкин М.Н., Сауров М.М., Тихомиров Ф.А., Холина Ю.Б. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Под общей редакцией Л.И. Ильина и В.А. Губанова. – Москва: ИздАТ, 2001.
18. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.
19. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
20. Башкиров Н.И., Волков Ю.В. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасного объекта СХК на территории Томской области в 2016 г. Ежегодник – Томск: Томский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», 2017.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ НА ПО «МАЯК» И НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

4.1. Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС)

Радиоактивное загрязнение Южно-Уральского региона является результатом двух аварийных ситуаций на ПО «Маяк»: взрыва емкости с высокоактивными РАО в 1957 г. с образованием собственно «стронциевого» радиоактивного следа ВУРС и выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай в 1967 г., куда сливались низкоактивные РАО с образованием карачаевского «цезиевого» следа, который частично наложился на ВУРС.

Подробные данные о происхождении ВУРС, его протяженности, радионуклидном составе загрязнения и уровнях загрязнения приведены в [1]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона ^{90}Sr и ^{137}Cs по состоянию на 1997 г. Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС).

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 10 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и МЭД [2]. Кроме того, Уральским УГМС проводится мониторинг загрязнения радионуклидами вод р. Синары и впадающей в нее р. Караболки, протекающих по территории ВУРС. Пробы воды из системы рек Караболка – Синара отбирались Уральским УГМС в 2017 г. в двух пунктах ежемесячно. ФГУП ПО «Маяк» в 2017 г. также проводило отбор проб воды (раз в год) в болоте Бугай, являющемся истоком р. Караболки (площадь болота составляет 100 км²), и в р. Караболке в населенном пункте Татарская Караболка (вблизи истока): в феврале, мае, августе и ноябре. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 3.2.1 в разделе 3.2 и на рис. 3.11.1 и 3.11.2 в разделе 3.11.

Выпадения ^{137}Cs , ^{90}Sr и величина $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 2017 г., а также за предыдущие годы приведены в табл. 4.1.1 [2]. $\Sigma\beta$ выпадений в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединенных за месяц пробах, ^{90}Sr – в пробах, объединенных за квартал.

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что в 2017 г. годовая $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2016 г. и была (как и в предыдущие годы) ниже фонового значения по Уральскому региону (более низкий уровень для территории ВУРСа по сравнению с фоновым обусловлен более высоким содержанием естественных радиоактивных изотопов (бериллий, калий) на всей территории Уральского региона по отношению к территории ВУРСА). В 2017 г. зарегистрировано два случая повышенных значений $\Sigma\beta$ радиоактивных выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) на территории ВУРС: 25–26.09 и 26–27.09 в п. Аргаяш [2]. Величина $\Sigma\beta$ составила 25–26.09 – 32,6 Бк/м²·сут, 26–27.09 – 24,6 Бк/м²·сут. По результатам гамма-спектрометрического анализа в пробах выпадений был обнаружен ^{106}Ru с активностью 13,9 Бк/м²·сут – 25–26.09 и 11,0 Бк/м²·сут – 26–27.09.

Годовые выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, в 2017 г. оставались на уровне 2016 г. (1,6 и 1, 7 Бк/м²·год соответственно), но были в 14,5 раз выше фоновых годовых выпадений ^{137}Cs для Уральского региона (которые составили в 2017 г. 0,11 Бк/м²·год, а в 2016 г. –

0,19 Бк/м²·год). Максимальные месячные выпадения ¹³⁷Cs, усредненные по территории ВУРС, наблюдались в августе (0,24 Бк/м²·месяц), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,016 Бк/м²·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ¹³⁷Cs на территории ВУРС наблюдались в п. Аргаяш (2,5 Бк/м²·год).

В 2017 г. усредненные по территории ВУРС выпадения ⁹⁰Sr увеличились в 1,9 раза по сравнению с 2016 г. и в 1,9 раз превышали региональный фоновый уровень. Средние по территории ВУРС выпадения колебались на уровне 0,43–0,52 Бк/м²·квартал. Максимальные годовые выпадения ⁹⁰Sr в 2017 г. наблюдались в п. Ирбит (8,4 Бк/м²·год).

Таблица 4.1.1

Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2015–2017 гг., Бк/м²·год (данные Уральского УГМС)

Пункт наблюдения	Σβ			¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Аргаяш	296	223	223	2,5	3,6	3,5	3,7	3,0	2,9
Байны	215	190	161	1,0	1,0	2,2	6,8	2,5	2,5
Богданович	212	168	117	1,3	1,4	3,7	6,0	2,0	1,8
Бродокалмак	219	201	204	2,3	3,5	1,7	6,7	2,2	4,9
Бутка	204	172	128	1,5	1,1	1,9	6,5	2,5	4,6
Ирбит	186	165	128	1,1	1,5	5,0	8,4	2,6	2,2
Каменск-Уральский	226	165	139	1,7	1,6	2,0	3,6	2,2	5,2
Камышлов	215	187	161	1,7	0,8	3,4	5,2	1,9	2,5
Рыбниковское	226	165	124	2,2	1,4	2,9	4,8	2,3	2,3
Тавда	212	179	117	0,9	1,3	2,8	7,0	2,3	3,8
Среднее по территории ВУРС	223	181	150	1,6	1,7	2,9	5,9	2,3	3,3
Фон для Уральского региона	241	209	172	0,11	0,19	0,48	3,1	1,6	1,7

Динамика годовых выпадений ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr на территории ВУРС, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2017 год приведена на рис. 4.1.1. Из рис. 4.1.1 видно, что фоновые выпадения ¹³⁷Cs по Уральскому региону со временем имеют тенденцию к уменьшению. Фоновые выпадения ⁹⁰Sr с 1998 по 2013 г. колебались в пределах 1,1–2,2 Бк/м²·год, с 2014 года отмечается постепенное их увеличение. В 2017 г. фоновые выпадения ⁹⁰Sr составили 3,1 Бк/м²·год, что является самой большой величиной за последние 20 лет. Средние по территории ВУРС выпадения ¹³⁷Cs уменьшаются, с 1998 г. они уменьшились примерно в 2 раза и в 2017 г. составили 1,6 Бк/м²·год. Средние по территории ВУРС выпадения ⁹⁰Sr в 2017 г. были одни из самых высоких за последние 20 лет, так же как и фоновое выпадение этого радионуклида. Отношение содержания ¹³⁷Cs к ⁹⁰Sr в выпадениях за данный период изменялось в пределах 0,27–1,22. Отношение этих радионуклидов сразу после образования ВУРС составляло 0,05, а в «цезиевом» следе, частично перекрывшем ВУРС в 1967 г., отношение было равно 3 [1].

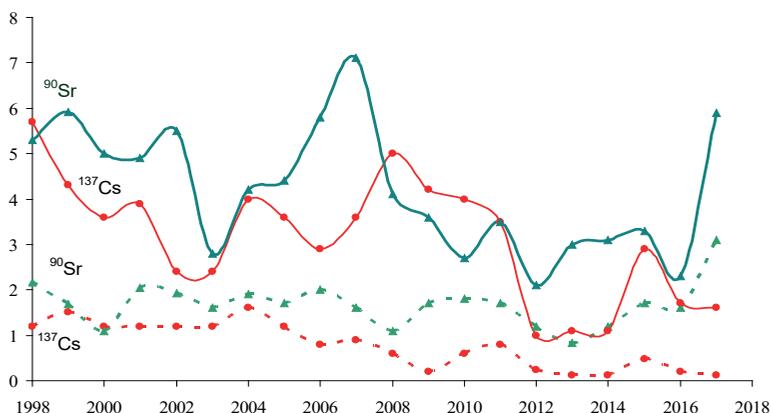


Рис. 4.1.1 Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

--- фоновые уровни по Уральскому региону;
 — выпадения, усредненные по территории ВУРС.

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Содержание ^{90}Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и в ФГБУ «НПО «Тайфун», поэтому в табл. 4.1.2 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, включая данные ФГУП ПО «Маяк» [3]. Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 4.1.2. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 3.11.2 в разделе 3.11.

Таблица 4.1.2

Объемная активность радионуклидов в воде рек Караболки и Синары в 2017 г., Бк/л (данные ФГУП ПО «Маяк», Уральского УГМС и ИПМ НПО «Тайфун»)

Месяц	р. Караболка					р. Синара, устье			
	с. Татарская Караболка			д. Усть-Караболка		$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$	^{137}Cs	^{90}Sr
	$^{90}\text{Sr}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{1)}$	$^3\text{H}^{1)}$	$^{137}\text{Cs}^{2)}$	$^{90}\text{Sr}^{2)}$				
Январь	-	-	-	0,03	0,859	0,002	0,084	-	-
Февраль	0,2	< 0,2	< 40	0,03	0,235	0,011	0,047	-	-
Март	-	-	-	0,02	0,587	0,003	0,075	-	-
Апрель	-	-	-	0,02	0,474	0,010	0,131	-	0,109
Май	1,2	< 0,4	< 30	0,01	0,549	0,008	0,205	-	0,195
Июнь	-	-	-	0,03	0,484	0,007	0,273	-	0,255
Июль	-	-	-	0,02	0,535	0,019	0,211	-	0,211
Август	0,4	< 0,4	< 30	0,02	0,629	0,002	0,147	-	0,147
Сентябрь	-	-	-	0,01	0,533	0,005	0,137	-	0,137
Октябрь	-	-	-	0,03	0,448	0,002	0,097	-	0,097
Ноябрь	0,2	< 0,4	< 30	0,02	0,825	0,005	0,080	-	0,080
Декабрь	-	-	-	0,04	1,154	0,007	0,108	-	0,108
Среднее:									
2017 г.	0,5	< 0,4	< 30	0,02	0,61	0,007	0,13	-	0,15
2016 г.	0,9	< 0,2	71	0,02	0,65	0,006	0,15	-	0,35
2015 г.	1,8	< 0,2	< 52	0,01	0,71	0,006	0,26	-	-
2014 г.	1,4	< 0,2	< 40	-	0,84	0,005	0,25	-	0,25
2013 г.	1,2	0,2	93	0,01	0,95	0,005	0,18	-	0,15
УВ	4,9	11	7600	11	4,9	11	4,9	11	4,9

Примечания: ¹⁾ – данные ФГУП ПО «Маяк»;
²⁾ – данные Уральского УГМС;
 - - измерения не проводились.

По данным Уральского УГМС, в 2017 г. содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в р. Синара и р. Караболка было на уровне предыдущего года. Следует отметить, что объемная активность радионуклидов в воде рек Синара и Караболка в 2017 г. не превышала УВ по НРБ-99/2009 [4], но содержание ^{90}Sr в этих реках было в 22–105 раз выше фонового уровня для рек России. Содержание трития в р. Караболка, по данным ФГУП ПО «Маяк», в 2017 г. УВ не превышало [3].

По данным ПО «Маяк», среднегодовая объемная активность радионуклидов в болоте Бугай в 2017 г. составила: ^{90}Sr – 1,6 Бк/л, ^{137}Cs – <0,4 Бк/л, ^3H – 40 Бк/л, что не превышает УВ для этих радионуклидов по НРБ-99/2009 [2].

Среднегодовые значения МЭД γ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2017 г. колебались от 0,09 до 0,11 мкЗв/ч [2] и находились в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

4.2 Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. на территории Российской Федерации подверглись загрязнению ^{137}Cs с уровнями 1 Ки/км² (37 кБк/м²) 19 субъектов Федерации. В 2017 г. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» проводили работы по уточнению радиационной обстановки в 12 населенных пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения из-за аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в населенных пунктах Брянской области. Обследования включали измерения мощности дозы γ -излучения на территориях населенных пунктов в точках отбора и отбор проб почвы на глубину 30–40 см для последующего гамма-спектрометрического анализа в лабораторных условиях. В таблице 4.2.1 приведены обобщенные данные о количестве обследованных в 2010–2017 гг. населенных пунктов (н.п.).

Таблица 4.2.1

Количество загрязненных в результате аварии на ЧАЭС населенных пунктов, обследованных в субъектах РФ в 2010–2017 гг.

Республика, область	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Белгородская								
Брянская	16	15	76	24	10		38	12
Воронежская								
Калужская	13	4	38		3			
Курская								
Ленинградская							28	
Липецкая						1		
Орловская	10	5		80	88			
Пензенская								
Рязанская		1						
Тульская	27	50				50		
Респ. Мордовия								
Всего н.п./проб	66/660	75/675	114/1102	104/912	101/956	51/550	66/833	12/120

В целом полученные в результате проведенных обследований экспериментальные результаты по содержанию ^{137}Cs в почве населенных пунктов хорошо согласуются с расчетными оценками, учитывающими уменьшение загрязнения почвы только за счет распада ^{137}Cs [5, 6].

В табл. 4.2.2 представлены данные по количеству населенных пунктов в загрязненных районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения ^{137}Cs по состоянию на 01.01.2018 [7].

Таблица 4.2.2

Распределение количества населенных пунктов в субъектах Российской Федерации на территориях, загрязненных в результате чернобыльской аварии, по уровню загрязнения ¹³⁷Cs (по состоянию на 01.01.2018)

№	Субъекты РФ	Количество н.п.	<1 Ки/км ²	1–5 Ки/км ²	5–15 Ки/км ²	15–40 Ки/км ²	>40 Ки/км ²
Центральный федеральный округ							
1	Белгородская	543	535	8			
2	Брянская	1868	1361	312	178	15	2
3	Воронежская	1144	1134	10			
4	Калужская	562	362	190	10		
5	Курская	1104	1044	60			
6	Липецкая	212	203	9			
7	Московская	9	9				
8	Орловская	1537	1178	359			
9	Рязанская	562	466	97			
10	Смоленская	79	79				
11	Тамбовская	111	111				
12	Тульская	2084	1242	822	20		
Южный федеральный округ							
13	Волгоградская	5	4	1			
14	Ростовская	2	2				
Приволжский федеральный округ							
15	Нижегородская	138	138				
16	Пензенская	173	166	7			
17	Саратовская	13	13				
18	Ульяновская	128	128				
19	Респ. Башкортостан	93	93				
20	Респ. Марий Эл	23	23				
21	Респ. Мордовия	331	331				
22	Респ. Чувашия	27	27				
Северо-Западный федеральный округ							
23	Новгородская	82	82				
24	Ленинградская	156	152	4			
	Всего:						
	на 01.01.2018	10986	8883	1879	208	15	2
	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 [8] и 01.01.2018 [7]:

- Центральный федеральный округ – (2684) 2092 населенных пункта с уровнями загрязнения более 1 Ки/км², из них (278) 208 населенных пункта имеют уровни загрязнения более 5 Ки/км²;
- Южный федеральный округ – (1) 1 населенный пункт с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;
- Приволжский федеральный округ – (24) 7 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км²;
- Северо-Западный федеральный округ – (13) 4 населенных пунктов с уровнем загрязнения более 1 Ки/км².

Список литературы к разделу 4

1. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года // Под редакцией Ю.А. Израиля. – М: ГКЭ Росгидромет и РАН, Фонд «Инфросфера» – НИИ-Природа, 2013 г. – 140 с.
2. Роговский И.А., Банникова О.А., Замятина Э.А., Иванова И.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2017 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2017.
3. Мокров Ю.Г., Алексахин А.И., Бакуров А.С., Фирсов Н.В., Антонова Т.А., Исаева Н.Б. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2017 г.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
5. Квасникова Е.В., Вакуловский С.М., Гордеев С.К., Жукова О.М., Константинов С.В., Манзон Д.А., Яхрюшин В.Н. Радиационный мониторинг в Брянском Полесье через 21 год после аварии на Чернобыльской АЭС // Метеорология и гидрология. – 2009. – № 7. – С. 65 – 78.
6. Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Бородин Р.В., Уваров А.Д. Радиоактивное загрязнение территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) в результате чернобыльской аварии. – Обнинск, 2012. – 312 с.
7. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) / Ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2018. – 225 с.
8. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-(239+240) / Ежегодник. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2012. – 228 с.

5. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИЯХ СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

5.1. Республика Беларусь

Радиационный мониторинг на территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Радиационный мониторинг на территории Беларуси [1] включает:

- непрерывный отбор проб радиоактивных аэрозолей с использованием ВФУ в 7 пунктах, в 5 пунктах (Браслав, Гомель, Мозырь, Мстиславль и Пинск) с суточной экспозицией и в 2 пунктах (Минск, Могилёв) с десятидневной экспозицией;
- ежедневный отбор проб радиоактивных выпадений в 5 пунктах наблюдения (Мозырь, Нарочь, Пинск, Браслав и Мстиславль) с суточной экспозицией и в 19 пунктах с десятидневной экспозицией;
- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) на 41 посту (ежесуточно);
- отбор проб воды на 6 реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

На рис. 5.1 и 5.2 показаны среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2010–2017 годах. В Приложении D.1, табл. 1 приведены среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ и содержание ^{137}Cs в приземном слое атмосферы в 2017 году.

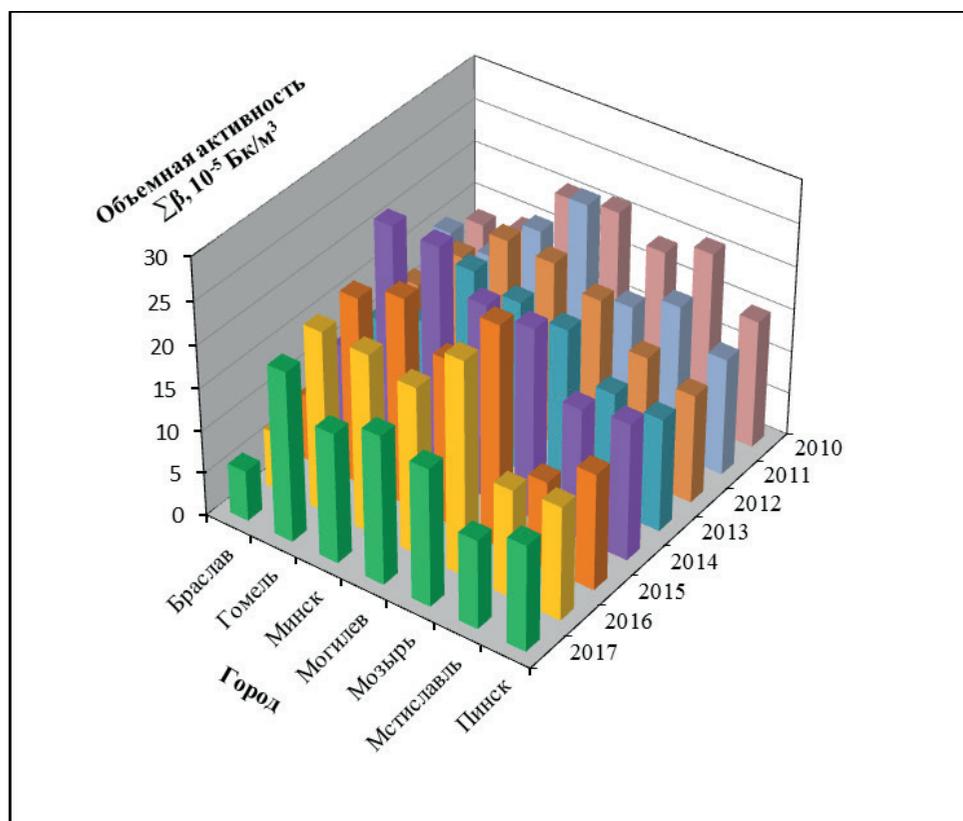


Рис. 5.1. Среднегодовые значения объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2017 годах

В 2017 году среднегодовая объемная $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере на территории Беларуси была ниже уровней 2016 года в 1,1–1,6 раза (Приложение D.1, табл. 1).

Максимальные среднемесячные значения объемной $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 2017 году наблюдались в городах Минске – $23,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в июне, Мозыре – $25,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в марте, Могилёве – $26,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в октябре, Гомеле – $28,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в августе. В 2016 году максимальные значения во всех этих городах были значительно выше: в Минске – $38,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в июне, Мозыре – $29,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в июле, Могилеве – $44,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в январе, Гомеле – $27,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в ноябре.

Превышений контрольного уровня объемной $\Sigma\beta$ приземного слоя атмосферы ($3700 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в 2017 году в контролируемых городах не зафиксировано.

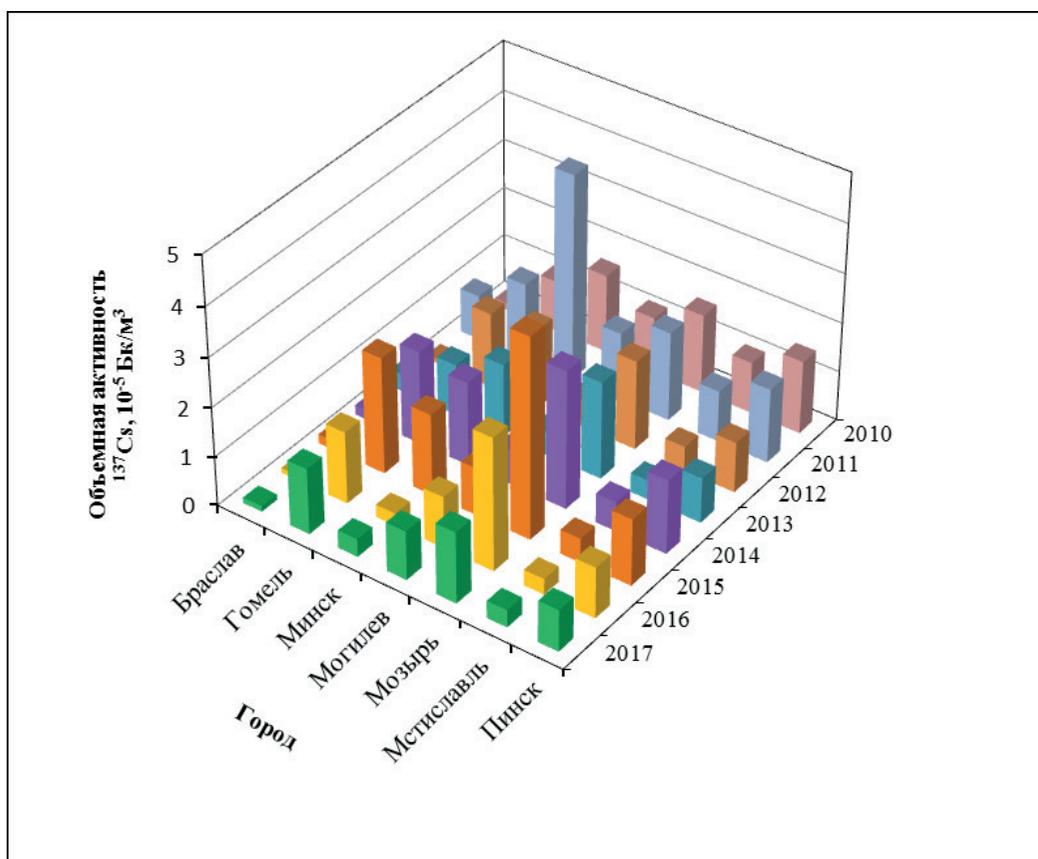


Рис. 5.2. Среднегодовые значения объемной активности ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории городов Беларуси в 2010–2017 годах

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в 2017 году наблюдались в январе в Мозыре – $3,18 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в мае и сентябре в Гомеле – $2,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $2,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Наибольшая среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в 2017 году зарегистрирована в Мозыре, Гомеле и Могилёве – $1,4 \cdot 10^{-5}$; $1,3 \cdot 10^{-5}$ и $1,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно (Приложение D.1, табл. 1). Это на два порядка выше средневзвешенной объемной активности на территории РФ.

Среднегодовое содержание ¹³⁷Cs в атмосферном воздухе в 2017 году мало изменилось по сравнению с 2016 годом, за исключением Мозыря, где его величина уменьшилась почти в 2 раза – от $2,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $1,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В других случаях изменения незначительны.

В 2017 году в пробах аэрозолей и выпадений из атмосферы короткоживущие изотопы, в том числе ¹³¹I, не обнаружены, как и на протяжении ряда предыдущих лет.

В 2017 году продолжались наблюдения за содержанием естественных и техногенных радионуклидов в атмосферном воздухе. В объединенных за месяц пробах аэрозолей определялось содержание следующих радионуклидов: ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb . Содержание ^7Be в контролируемых пунктах наблюдения находилось в диапазоне от $12,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 до $884,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 , ^{210}Pb – от $5,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 до $87,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 .

Анализ данных γ -спектрометрических измерений в пробах атмосферного воздуха показывает, что активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

Содержание ^{137}Cs в пробах аэрозолей, отобранных в 2016 г. в пунктах наблюдения сети радиационного мониторинга, находилось в диапазоне от $0,05 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 до $3,18 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3 .

Сложившиеся весной 2017 года погодные условия, как и в 2016 году, привели к снижению уровня пожароопасности. Пожаров, аналогичных пожарам 2015 года, на загрязненной территории весной 2017 года также не было, что положительно сказалось на радиационной обстановке.

Зафиксированные значения объемной активности ^{137}Cs на 6–8 порядков ниже допустимого уровня содержания ^{137}Cs в воздухе, который, согласно Гигиеническому нормативу «Критерии радиационного воздействия», утвержденному Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 № 213, составляет 27 Бк/ м^3 .

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ проб радиоактивных выпадений из атмосферы в 2017 году составили: г. Могилёв – 1,05–1,6 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Костюковичи – 1,5 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Брагин – 1,0 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Горки – 1,1–1,3 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Славгород – 1,7 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Мозырь – 0,9 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$, г. Волковыск – 1,0 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$. Наибольшие среднемесячные уровни $\Sigma\beta$ выпадений в 2017 году зарегистрированы в городах: Гомель – 2,0 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ в марте; Горки – 2,1 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, Костюковичи – 2,7 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, Славгород – 3,5 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ – в октябре.

Превышений контрольного уровня суммарной бета-активности для выпадений из атмосферы (110 Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$) в 2017 году в пунктах наблюдения не зафиксировано.

Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2016 г. 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), Нижняя Брагинка (д. Гдень).

На контролируемых реках пробы воды отбирались ежеквартально с одновременным определением расходов. В отобранных пробах определялось содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Данные радиационного мониторинга свидетельствуют, что радиационная обстановка на водных объектах в 2016 г. оставалась стабильной. Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде рек были значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов, предусмотренных республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды РДУ-99 [2]: для ^{137}Cs – 10 Бк/л, для ^{90}Sr – 0,37 Бк/л, хотя в поверхностных водах большинства контролируемых рек объемная активность этих радионуклидов все еще выше уровней, наблюдавшихся до аварии на Чернобыльской АЭС.

В 2017 году содержание ^{137}Cs в р. Припять (г. Мозырь) находилось в пределах от 1 до 5 мБк/л; в р. Днепр (г. Речица) – от 1 до 3 мБк/л; в р. Сож (г. Гомель) – от 1 до 4 мБк/л; в р. Ипуть (г. Добруш) – от 5 до 12 мБк/л; в р. Беседь (д. Светиловичи) – от 3 до 10 мБк/л.

На рис. 5.3 видно, что среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воде рек со времени чернобыльской аварии уменьшилась на два порядка. В 2017 году она уменьшилась по сравнению с 2016 годом во

всех реках, кроме Припяти и Беседи. Уменьшение произошло в 1,5–2 раза. В Припяти концентрация увеличилась в 1,5 раза – от 3 до 6 мБк/л, в Беседи практически не изменилась – от 5 до 6 мБк/л. Наименьшая среднегодовая ОА ^{137}Cs в Днестре – 2 мБк/л.

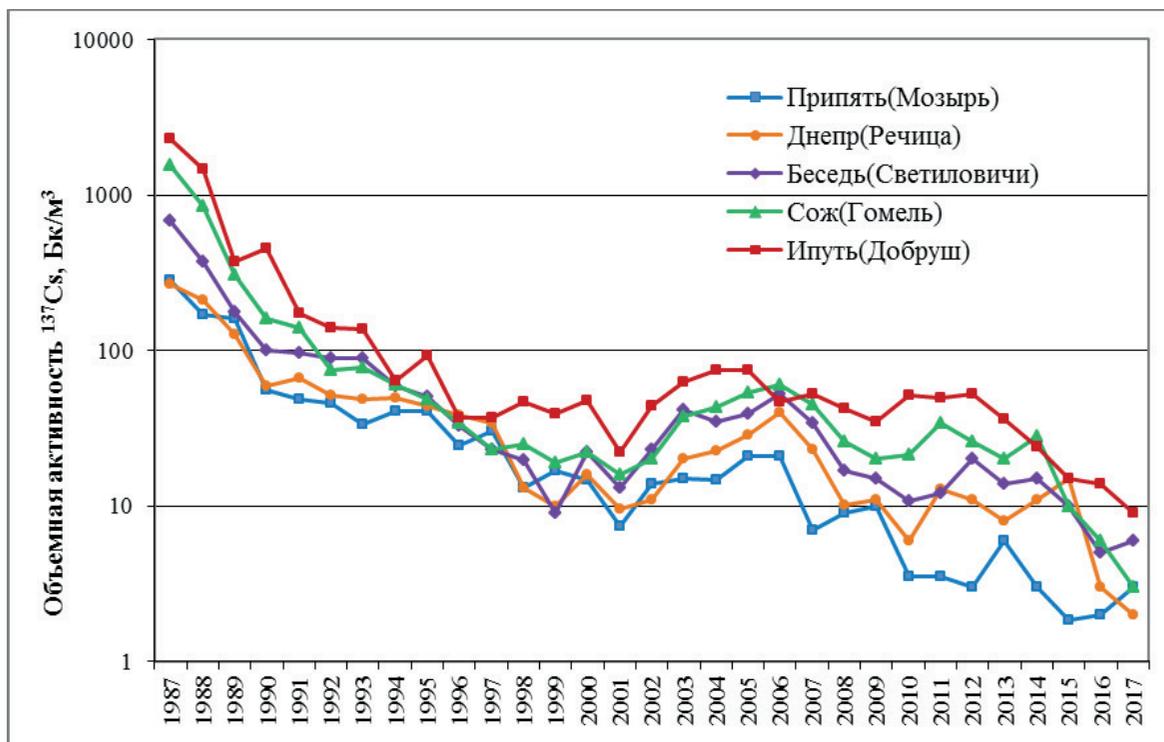


Рис. 5.3. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах рек Беларуси в 1987–2017 годах

За счет выноса и естественного распада объемная активность ^{137}Cs в больших и средних реках значительно уменьшилась. Однако в водах большинства контролируемых рек активность ^{137}Cs и ^{90}Sr все еще выше предаварийных уровней.

Среднегодовые ОА ^{90}Sr имеют тенденцию к снижению, однако периодически наблюдается их рост. Это объясняется тем, что ОА этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависят от водности года, поскольку ^{90}Sr в почве находится в основном в сорбированном состоянии или в растворенной форме, и его вынос заметно усиливается во влажные периоды.

Содержание ^{90}Sr в 2017 году по сравнению с 2016 годом в большинстве рек практически не изменилось, только в Беседи (д. Светиловичи) уменьшилась с 24 до 19 мБк/л и в Ипути (г. Добруш) с 21 до 17 мБк/л (рис. 5.4).

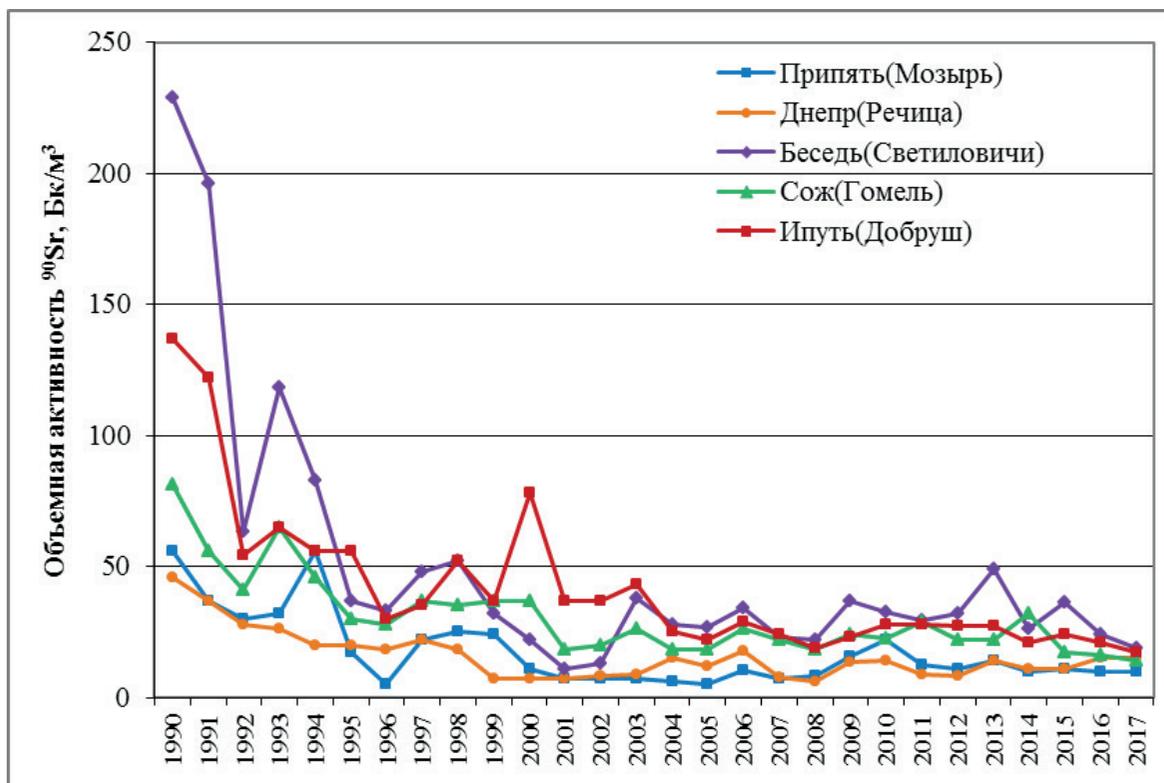


Рис. 5.4. Динамика среднегодовых концентраций ⁹⁰Sr в поверхностных водах рек Беларуси в 1990–2017 годах

Зафиксированные в 2017 году содержания ⁹⁰Sr в Припяти (г. Мозырь) находились в пределах от 6 до 14 мБк/л; в Днепре (г. Речица) – от 6 до 39 мБк/л; в Ипути (г. Добруш) – от 13 до 20 мБк/л; в Беседи (д. Светиловичи) – от 11 до 31 мБк/л; в Соже (г. Гомель) – от 8 до 19 мБк/л.

В р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, наблюдается наиболее высокое содержание радионуклидов по сравнению с другими контролируруемыми реками. В 2016 г. диапазон значений объемной активности ¹³⁷Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) существенно понизился и составил 4–8 мБк/л (в 2016 г. – 12–304 мБк/л), как и концентрация объемной активности ⁹⁰Sr – 43–93 мБк/л (в 2016 году – 660–1740 мБк/л). Таким образом, содержание ¹³⁷Cs в воде р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) не превышает РДУ-99 по этому радионуклиду. В 2017 году содержание ⁹⁰Sr впервые со времени аварии на Чернобыльской АЭС опустилось ниже допустимого уровня.

На рисунках 5.5 и 5.6 представлена динамика среднегодовых концентраций ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 1991–2017 годах.

Как видно из представленных графиков, в р. Нижняя Брагинка среднегодовая концентрация ¹³⁷Cs уменьшилась до диапазона концентраций в других реках. Среднегодовая концентрация ⁹⁰Sr хотя и сильно сократилась, но остается самой высокой среди контролируемых рек. Однако за период 1991–2017 годов колебания среднегодовых концентраций не обнаруживают устойчивой тенденции и носят случайный характер.

Оценка трансграничного переноса радионуклидов проводилась на реках Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи) – граница с Россией; Припять (д. Довляды), Нижняя Брагинка (д. Гдень) – граница с Украиной.

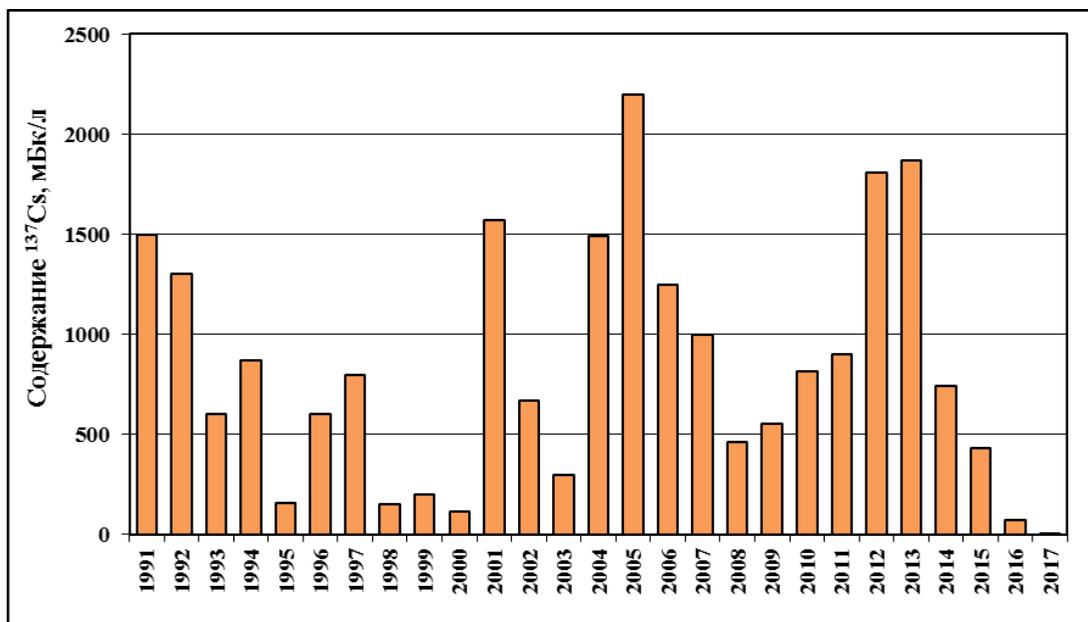


Рис. 5.5. Динамика среднегодовых концентраций ^{137}Cs в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) за 1991–2017 годы

Трансграничный перенос контролировался также на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты) – зона воздействия Игналинской АЭС (Литва); реки Горынь (д. Речица) и Стыр (д. Ладорож) – зона воздействия Ровенской АЭС (Украина), реки Припять (д. Довляды) и Днепр (г. Лоев) – зона воздействия Чернобыльской АЭС (Украина) и р. Сож (д. Коськово) – зона воздействия Смоленской АЭС (Россия).

В 2017 году в пробах поверхностных вод, отобранных в зонах воздействия работающих атомных электростанций, расположенных на территориях сопредельных государств, короткоживущих радионуклидов, в том числе ^{131}I , не обнаружено.

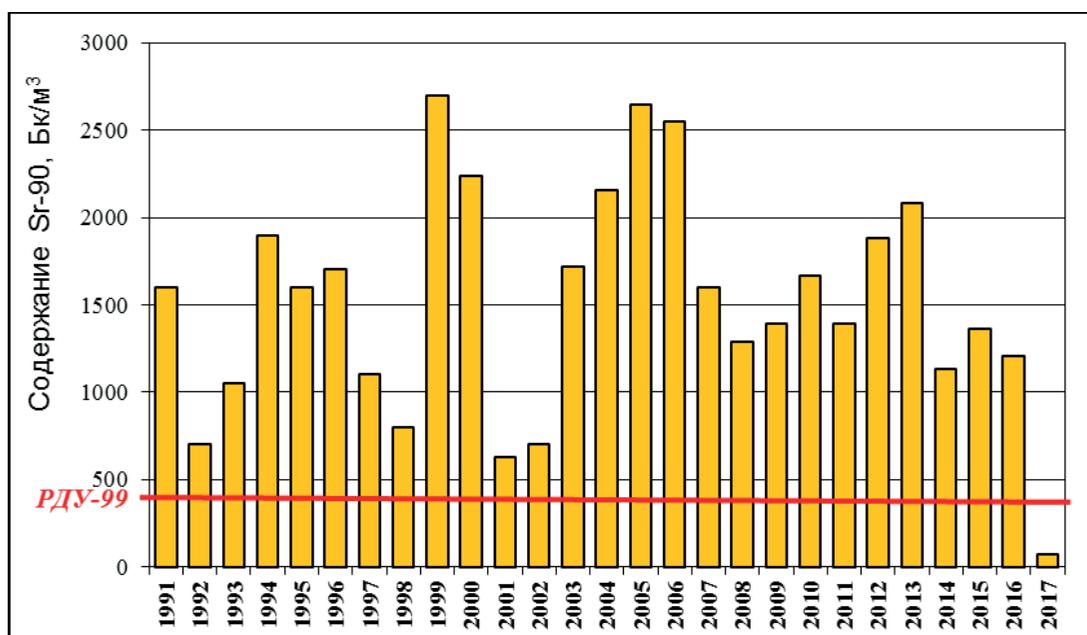


Рис. 5.6. Динамика среднегодовых концентраций ^{90}Sr в поверхностных водах реки Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 1991–2017 годах

Радиационный фон на местности

Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь оставалась стабильной – в 2017 году не выявлено ни одного случая превышения уровней МЭД над установленными многолетними значениями.

Повышенные уровни МЭД зарегистрированы только в пунктах наблюдений городов Брагин и Славгород, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения.

В 2017 году значения МЭД в Брагине изменялись от 38 до 59 мкР/ч, в Славгороде – от 10 до 25 мкР/ч. На остальных 40 пунктах наблюдений МЭД не превышала уровень естественного γ -фона – 20 мкР/ч.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2017 году оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установленным многолетним значениям.

5.2. Армения

В Ереване, на ст. Аэрологическая, проводятся наблюдения за $\Sigma\beta$ выпадений из атмосферы. Среднемесячная величина плотности суточных выпадений в 2017 году колебалась в пределах от 0,51 до 1,05 Бк/м²·сутки, составляя в среднем за год 0,72 Бк/м²·сутки [3].

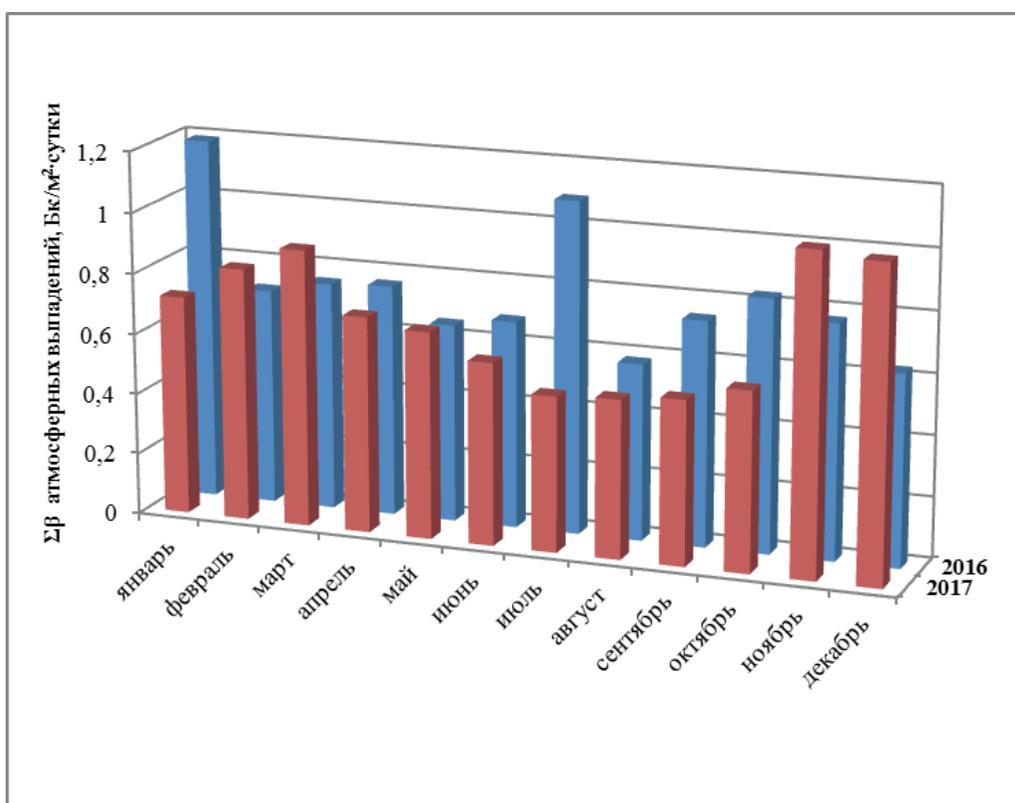


Рис. 5.7. Динамика среднемесячной суточной $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в Ереване (ст. Аэрологическая) в 2016–2017 годах, Бк/м²·сутки

Ежедневные измерения МЭД, проводимые на 15 постах, показали, что значения колеблются в интервале от 14,6 мкР/ч до 18,2 мкР/ч, что лежит в пределах естественных колебаний γ -фона.

5.3. Радиозоологическое состояние «южной» части территории Семипалатинского испытательного полигона

Семипалатинский испытательный полигон (СИП) расположен в северо-восточной части Казахстана на пересечении трех областей: Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской и занимает площадь 18,5 тыс. км² (рис. 5.8). За время функционирования СИП (1949–1989 годы) на его территории было проведено 456 ядерных испытаний, в том числе 30 наземных, 86 воздушных и 340 подземных ядерных взрывов. Указом Президента Республики Казахстан от 29 августа 1991 года № 409 Семипалатинский испытательный ядерный полигон был закрыт.

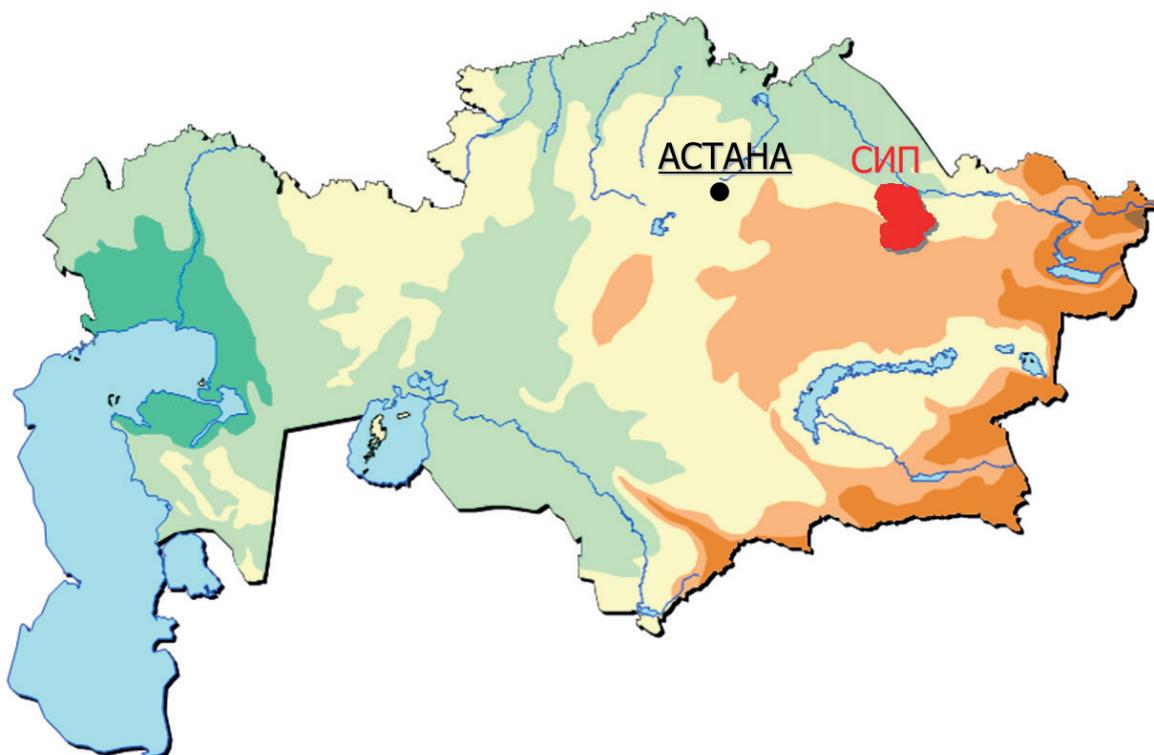


Рис. 5.8. Расположение СИП в Казахстане

Исследование «южной» части (ЮЧ) территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) является продолжением начатых ранее работ по изучению территории полигона с целью оценки возможности передачи части территории СИП в хозяйственный оборот. Результаты обследования юго-восточной территории полигона изложены в [4].

В настоящем разделе представлены результаты, полученные в ходе изучения в 2013–2014 годах южной территории полигона площадью 800 км². В пределах обследованной территории была выполнена оценка современного радиозоологического состояния объектов природной среды: почвогрунтов, водных объектов, воздушного бассейна, растительного покрова.

На рисунке представлена карта СИП с расположенной на ней исследованной территорией.

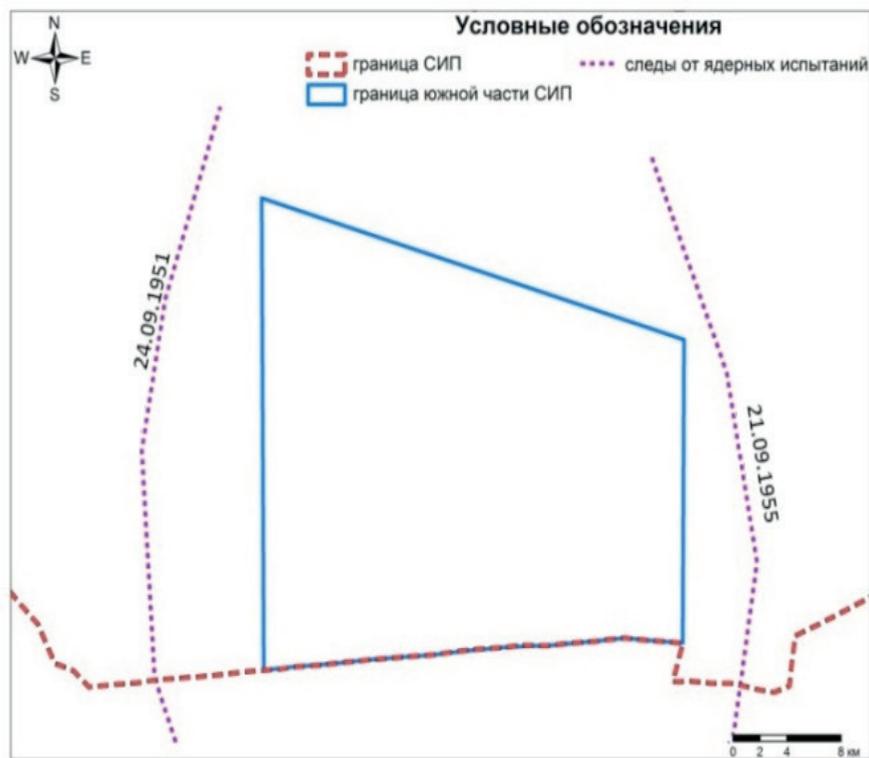


Рис. 5.10. Оси следов радиоактивных выпадений от наземных ядерных испытаний

Комплексные исследования состояния окружающей среды

Исследование зимовок

В результате дешифрирования аэроснимков и полевого обследования на южной территории СИП были выявлены 15 зимовок, 11 из которых являются жилыми. Каких-либо военных объектов, оставшихся со времен проведения ядерных испытаний и представляющих радиационную опасность, не обнаружено.

В связи с тем, что эти земли уже используются в хозяйственной деятельности, хотя и не санкционированно, имеется возможность сравнить оценку степени опасности проживания населения на данной территории, основанную на общем подходе, к выбору места проживания с конкретными примерами ведения хозяйственной деятельности в радиационных условиях СИП. Общий подход подразумевает рассмотрение сценариев проживания людей на радиоактивно загрязненных землях и на «чистых» территориях. На данной территории одна часть зимовок расположена на следе радиоактивных выпадений, другая часть – на «условно чистых» территориях (рис. 5.11).

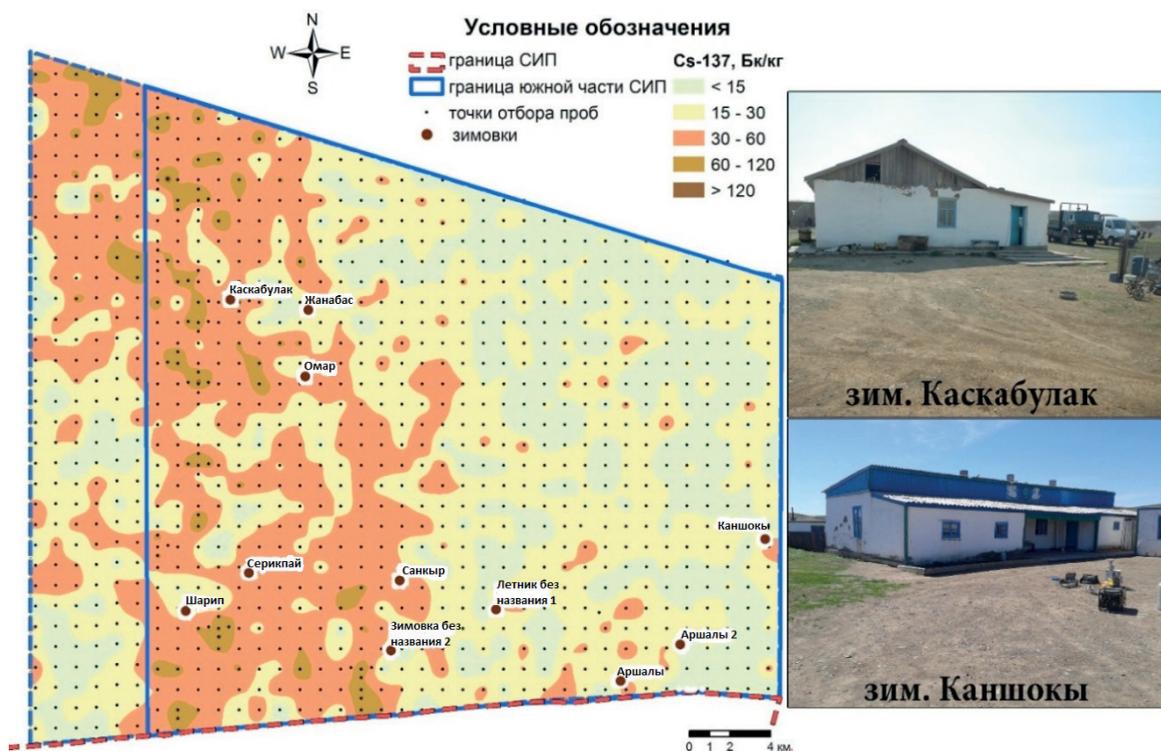


Рис. 5.11. Расположение зимовок в «южной» части СИП с указанием площадного распределения ^{137}Cs

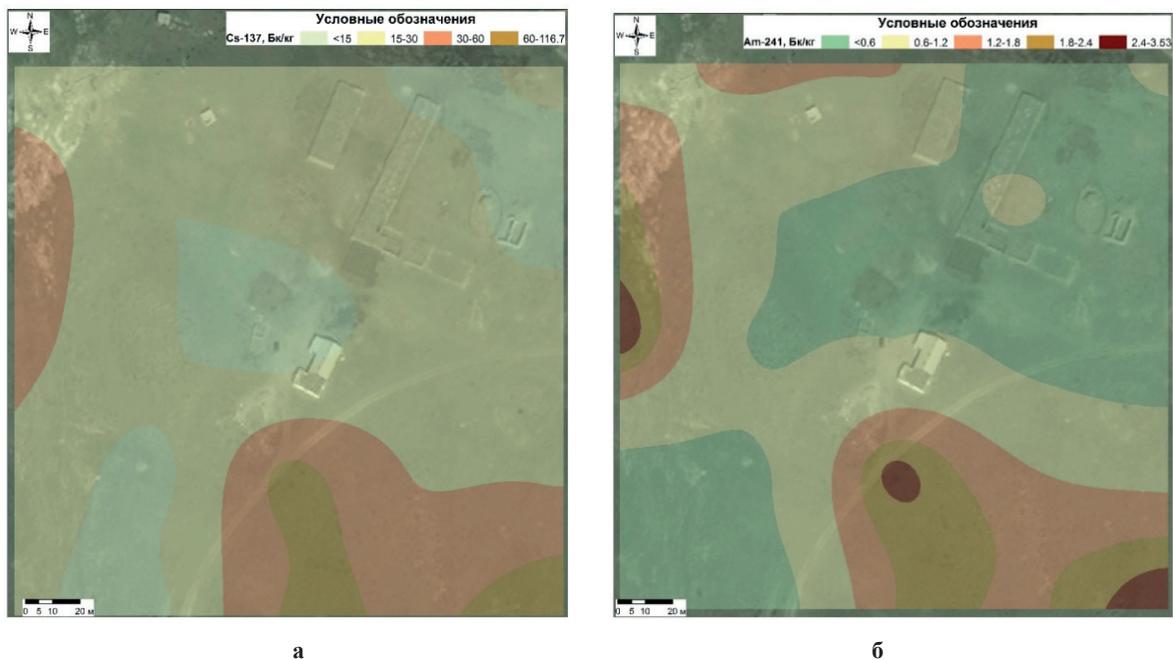
Радиационное обследование территорий расположения 11 зимовок заключалось в оценке содержания радионуклидов в поверхностном слое почвы в радиусе 200 м от каждой зимовки, а также в определении содержания радона в жилых помещениях.

Основным фактором, определяющим возможность безопасного проживания и ведения хозяйственной деятельности на территории СИП, является степень радиоактивного загрязнения местности. Для исследования радиоактивного загрязнения на территории расположения каждой зимовки было отобрано по 25 проб почвы на глубину 0–5 см по сети 50x50 м.

Значения мощности эквивалентной дозы (МЭД), измеренные на высоте 0,03 и 1 м от поверхности земли, для всех зимовок практически не отличаются друг от друга. На высоте 1 м значения МЭД равны 0,10–0,11 мкЗв/ч. В населенных пунктах Восточно-Казахстанской области [5] средние значения МЭД находятся в диапазоне от 0,10 до 0,18 мкЗв/ч, в зависимости от района. Таким образом, можно отметить весьма низкий уровень γ -фона на территории обследуемых зимовок. Также необходимо отметить, что на всех обследованных зимовках не зафиксировано повышенных уровней плотности потока β -частиц, все значения находятся ниже 0,17 Бк/см².

В целом радиационную обстановку на территории обследуемых зимовок по результатам измерений радиационных параметров можно оценить как благополучную. Радиоактивно загрязненные участки местности с аномально высокими значениями радиационных параметров не обнаружены.

По результатам лабораторных анализов образцов почвы, отобранных на зимовках, были построены карты распределения ^{137}Cs и ^{241}Am . В качестве примера на рисунке 5.12 показано распределение цезия и америция на зимовке Шарип, которая расположена в центре следа радиоактивных выпадений 1951 года.



а б
Рис. 5.12. Распределение ^{137}Cs (а) и ^{241}Am (б) на зимовке Шарип

Как видно из рисунка, конфигурация площадного распределения ^{137}Cs и ^{241}Am имеет общие черты – несколько повышенные значения удельной активности этих радионуклидов в южной и западной части и низкие значения в центральной части обследуемой территории. Низкие уровни удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в центральной части зимовки, несмотря на то, что данная зимовка расположена на следе радиоактивных выпадений, по-видимому, связаны с тем, что в результате хозяйственной деятельности обитателей жилого дома происходит наиболее интенсивное воздействие на почвенный покров и, как следствие, перераспределение радионуклидов. Такая картина площадного распределения техногенных радионуклидов характерна практически для всех исследованных зимовок.

Для оценки доз облучения населения, проживающего на зимовках, были рассчитаны средние значения удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в почве (таблицы 5.1, 5.2).

Результаты лабораторных анализов проб показали, что средние значения удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в почве семи зимовок, расположенных на следе радиоактивных выпадений, согласуются со средним значением удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am для всей области следа. Среднее содержание $^{239+240}\text{Pu}$ в почве этих зимовок рассчитывалось исходя из среднего содержания ^{241}Am по отношению $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$, которое для следа радиоактивных выпадений составило 13,8. Средняя рассчитанная удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в почве зимовок, расположенных на следе радиоактивных выпадений, равна 22,1 Бк/кг. Максимальное рассчитанное значение удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ получено на зимовке Каскабулак и равно 152 Бк/кг.

Таблица 5.1

Средние значения удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в почве зимовок, расположенных на следе радиоактивных выпадений, Бк/кг

№пп	Название зимовки	Среднее значение удельной активности радионуклидов в почве					
		На зимовках				На следе радиоактивных выпадений	
		^{137}Cs	^{241}Am	^{137}Cs	^{241}Am	^{137}Cs	^{241}Am
1	Жанабас	56,7	2,0	46,7	1,6	44,5	1,4
2	Каскабулак	44,8	1,9				
3	Омар	44,9	1,6				
4	Санкыр	52,4	1,3				
5	Серикбай	49,3	1,7				
6	Шарип	30,8	1,1				
7	Зимовка (без названия)	48,2	1,3				

Таблица 5.2

Средние значения удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am в почве зимовок, расположенных вне следа радиоактивных выпадений, Бк/кг

№пп	Название зимовки	Среднее значение удельной активности радионуклидов в почве					
		На зимовках				На остальной территории ЮЧ	
		^{137}Cs	^{241}Am	^{137}Cs	^{241}Am	^{137}Cs	^{241}Am
1	Аршалы	20,9	1,0	23,9	0,7	20,3	0,7
2	Аршалы 2	23,4	0,5				
3	Каншоқы	24,7	0,7				
4	Летник	26,7	0,7				

Данные по зимовкам, расположенным вне следа выпадений (4 зимовки), также сопоставимы со средним значением удельной активности ^{137}Cs и ^{241}Am для «фоновой» территории ЮЧ. Среднее содержание $^{239+240}\text{Pu}$ в почве этих зимовок получено расчетным путем по среднему значению концентрации ^{241}Am . Отношение $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ для территории, где не проходил след радиоактивных выпадений, постоянно и равно 6,6. С учетом этого отношения средняя рассчитанная удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в почве зимовок, расположенных вне следа радиоактивных выпадений, равна 4,6 Бк/кг.

Объемная активность радона в воздухе жилых помещений зимовок

Для оценки степени радоноопасности зимовок на территории «южной» части СИП были проведены измерения эквивалентной равновесной объемной активности радона (ЭРОА) и его дочерних продуктов распада (ДПР). Все измерения проводились в закрытом помещении жилого дома, в середине комнаты, на расстоянии не менее 0,5 м от уровня пола. Работы выполнялись при помощи радиометра «РАМОН-02», в соответствии с методикой проведения измерений. Полученные усредненные значения ЭРОА радона и ДПР в воздухе жилых помещений по каждой зимовке представлены на рисунке 5.13.



Рис. 5.13. Средние значения ЭРОА радона в помещениях по каждой зимовке

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что средние значения ЭРОА радона и его ДПР в жилых помещениях меняются от 2 Бк/м³ (измерения проведены на открытом воздухе в связи с тем, что помещения были закрыты) до 13 Бк/м³ и находятся ниже нормируемого предела для жилых помещений, равного 200 Бк/м³, регламентированного гигиеническими нормативами «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности» [6].

Проведение радиометрического обследования территории «южной части»

Почвенный покров

Радиологическое обследование территории ЮЧ площадью 800 км² было выполнено в 2013–2014 годах по сети 1x1 км и включало в себя отбор проб почвы и измерения радиационных параметров (МЭД и плотность потока β-частиц) в каждой точке сети (всего в 804 точках).

По результатам работ 2013 года на территории ЮЧ была выявлена область повышенных значений удельной активности техногенных радионуклидов, предположительно фрагмент «южного следа» радиоактивных выпадений от испытания 1951 года. Для характеристики «южного следа» и оценки его влияния на обследованную территорию в совместную обработку были взяты ранее полученные данные по 197 пробам почвы, отобраным на территории, расположенной в 6 км к западу от территории ЮЧ. Для уточнения распределения радионуклидов в местах с повышенным содержанием радионуклидов в почвах обследованной территории дополнительно были отобраны 207 проб почвы по сетке 1x1 км со смещением приблизительно на 500–700 м. Общее количество точек, взятых в обработку, составило 1208.

По полученным на обследованной территории значениям интегральных радиационных параметров были построены карты распределения значений плотности потока β-частиц и МЭД (рис. 5.14, рис. 5.15).

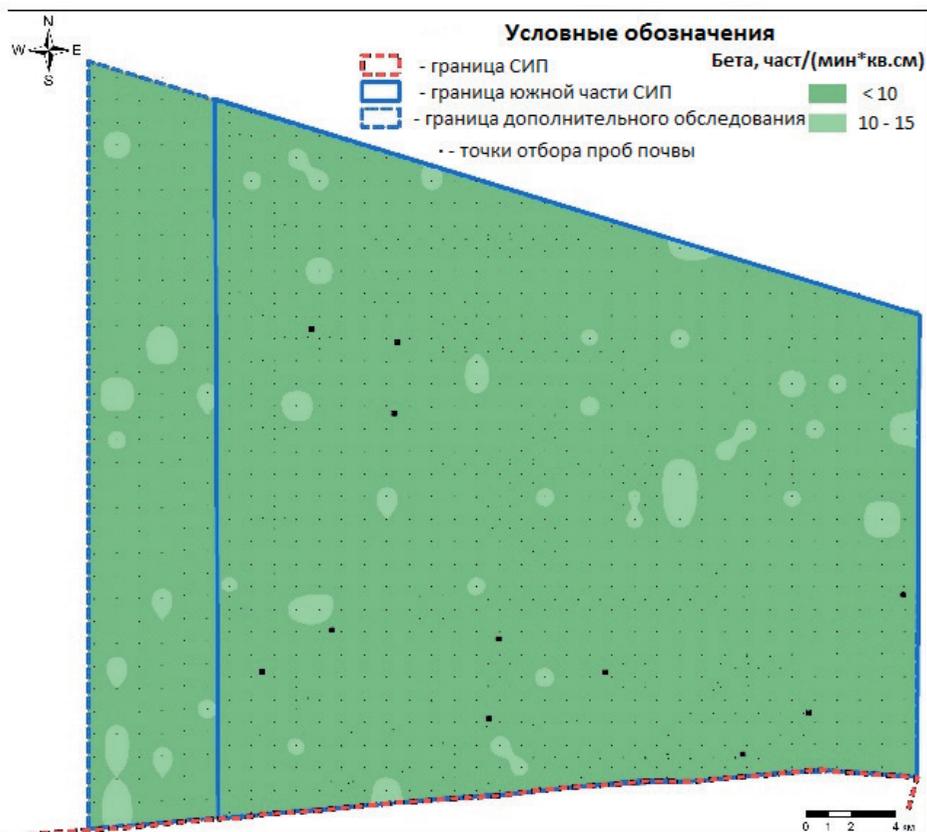


Рис. 5.14. Распределение значений плотности потока β -частиц

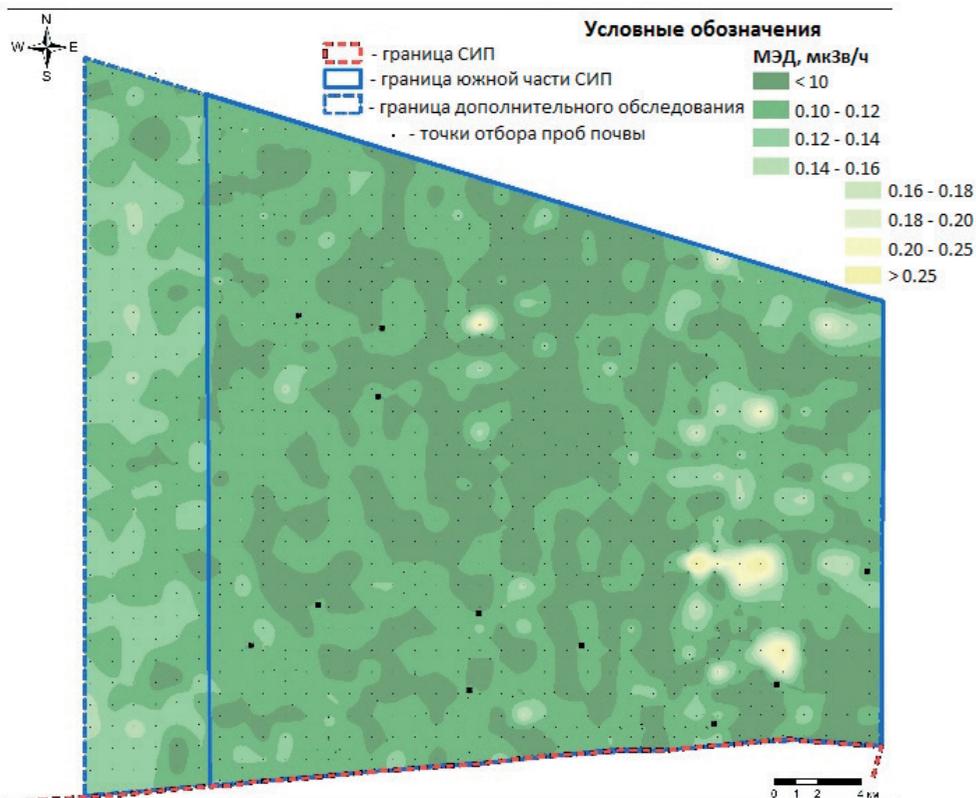


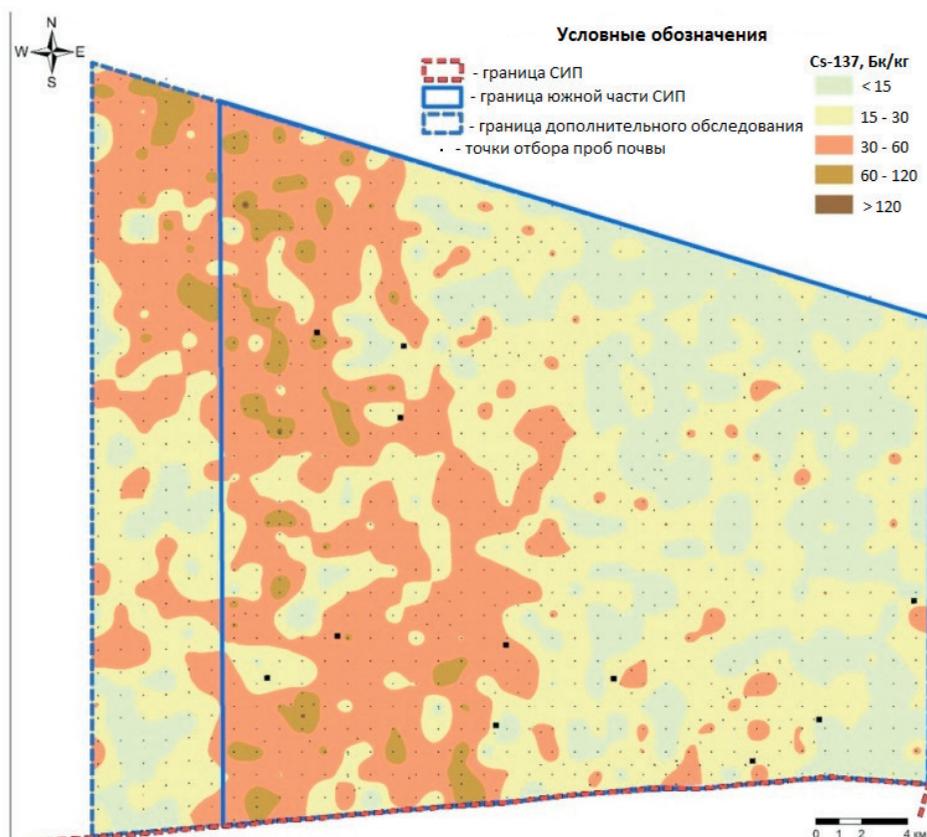
Рис. 5.15. Распределение значений МЭД

Анализ данных показал, что значения плотности потока β -частиц находятся в диапазоне от $<0,17$ Бк/см² до $0,27$ Бк/см². В распределении МЭД выделяется несколько участков с повышенными до $0,38$ мкЗв/ч значениями в восточной области ЮЧ. Площадь этих участков небольшая и не оказывает влияния на среднее значение МЭД для всего района ЮЧ, которое составило $0,11$ мкЗв/ч.

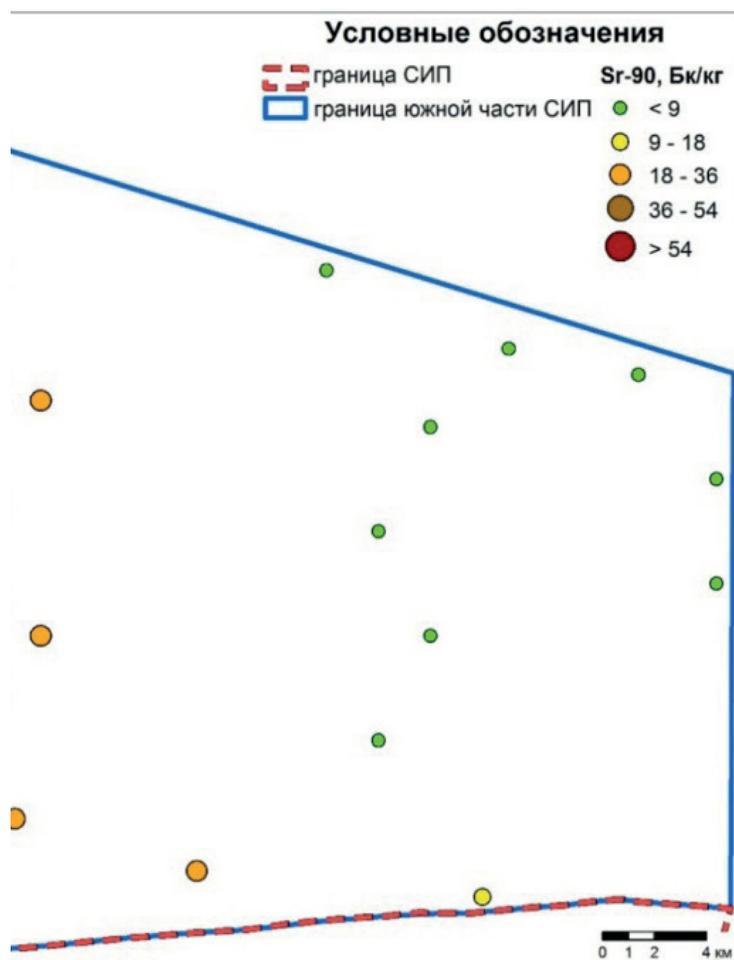
В целом радиационную обстановку на исследуемой территории по результатам измерений радиационных параметров (МЭД и плотности потока β -частиц) можно оценить как благополучную. Радиоактивно загрязненные участки местности с аномально высокими значениями радиационных параметров не обнаружены. Значения МЭД находятся в пределах фоновых значений, как для СИП, так и для Республики Казахстан.

Исследование площадного распределения естественных радионуклидов проводилось с целью выявления возможных радиационных аномалий на местности. В образцах почвы определялись удельные активности (Бк/кг) ^{40}K , ^{232}Th и ^{226}Ra . Было установлено, что содержание естественных радионуклидов в почвах исследуемого района является типичным для почв Казахстана, каких-либо явных радиационных аномалий не выявлено.

Поверхностное распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr исследовалось на основе результатов лабораторных анализов проб почвы. Всего было проанализировано 1047 проб. По полученным данным построены карта распределения ^{137}Cs (рис.8). Бета-спектрометрические измерения проб почвы на определение ^{90}Sr без предварительной радиохимической обработки показали, что во всех пробах его содержание было ниже предела обнаружения используемого оборудования (менее 100 Бк/кг). Распределение ^{90}Sr представлено по результатам радиохимического анализа нескольких проб (рис. 5.16а, рис. 5.16б).



а)



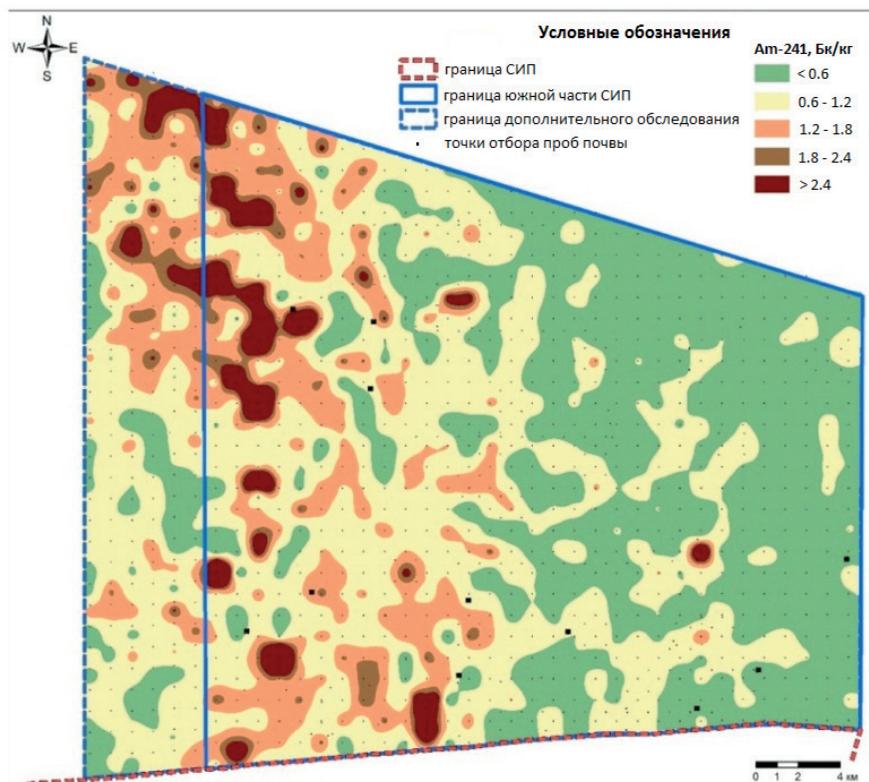
б)

Рис. 5.16. Площадное распределение ^{137}Cs (а) и удельная активность ^{90}Sr в отдельных точках (б) в почвах участка ЮЧ

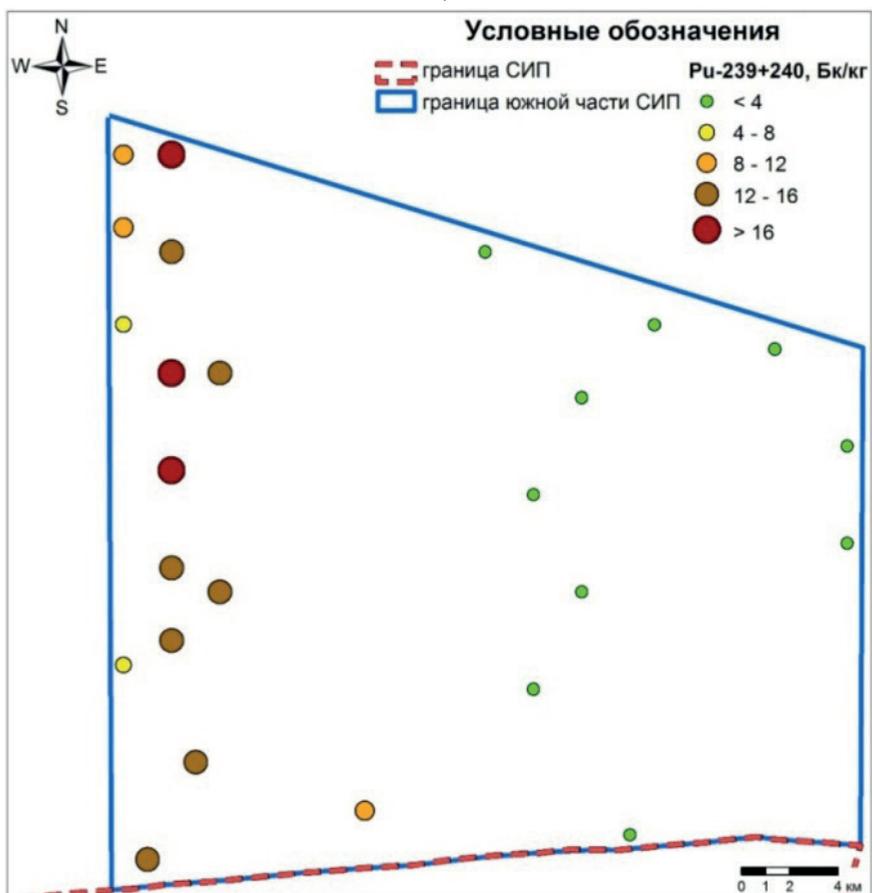
Как видно из рисунков, область повышенных значений ^{137}Cs и ^{90}Sr сосредоточена вдоль западной границы исследованной территории. Данная область расположена в районе прохождения следа радиоактивных выпадений от испытания 1951 года, который был идентифицирован по результатам аэрогаммасъемки 1990–1991 годов.

Диапазон значений удельной активности в почве участка варьирует для ^{137}Cs – от 0,6 до 150 Бк/кг, для ^{90}Sr – от 9 до 110 Бк/кг.

Для территории ЮЧ анализ плутониевого загрязнения проведен с учетом данных активности ^{241}Am . На рисунках 5.17а и 5.17б представлены карты-схемы распределения ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$.



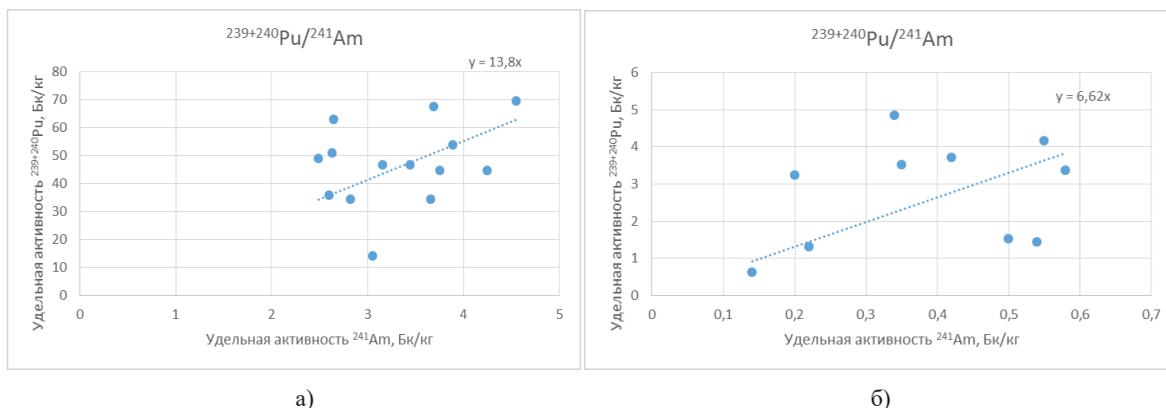
а)



б)

Рис. 5.17. Площадное распределение ^{241}Am (а) и удельная активность $^{239+240}\text{Pu}$ (б) в отдельных точках в почвах ЮЧ

Анализируя данные об удельной активности ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в почве, можно также выделить область повышенных значений от испытания 1951 года. Значение отношений $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am для этой области равно 13,8. На оставшейся так называемой «фоновой» территории отношение $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ составляет $\sim 6,6$ (рис. 5.18а и 5.18б)

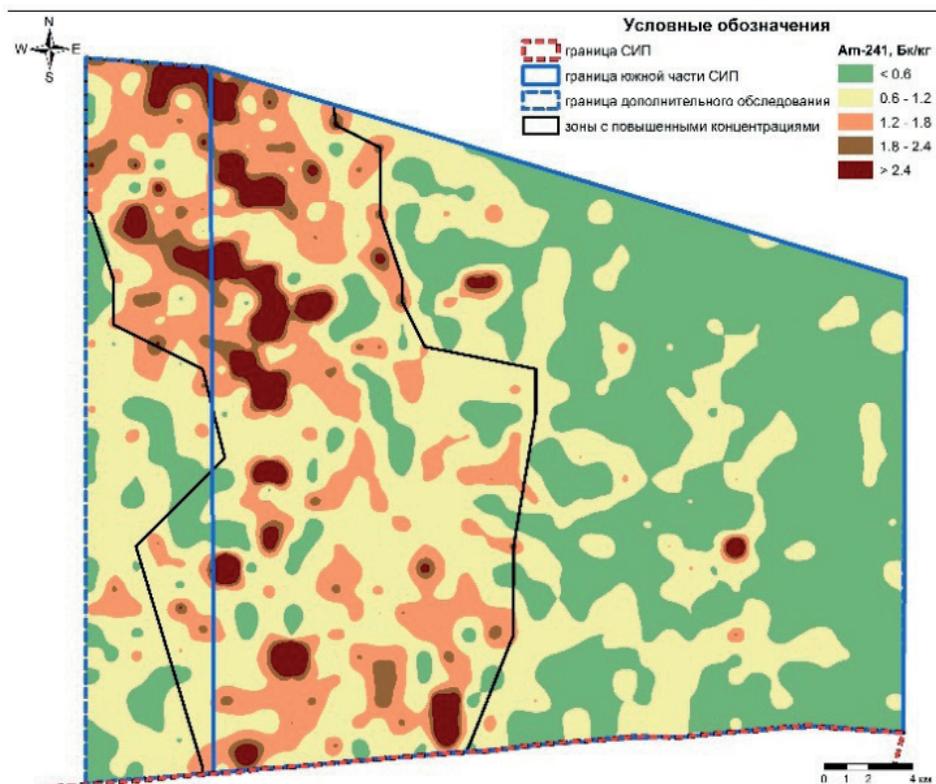


а) б)
Рис. 5.18. Отношения удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ к ^{241}Am на «следе» (а) и остальной территории ЮЧ (б)

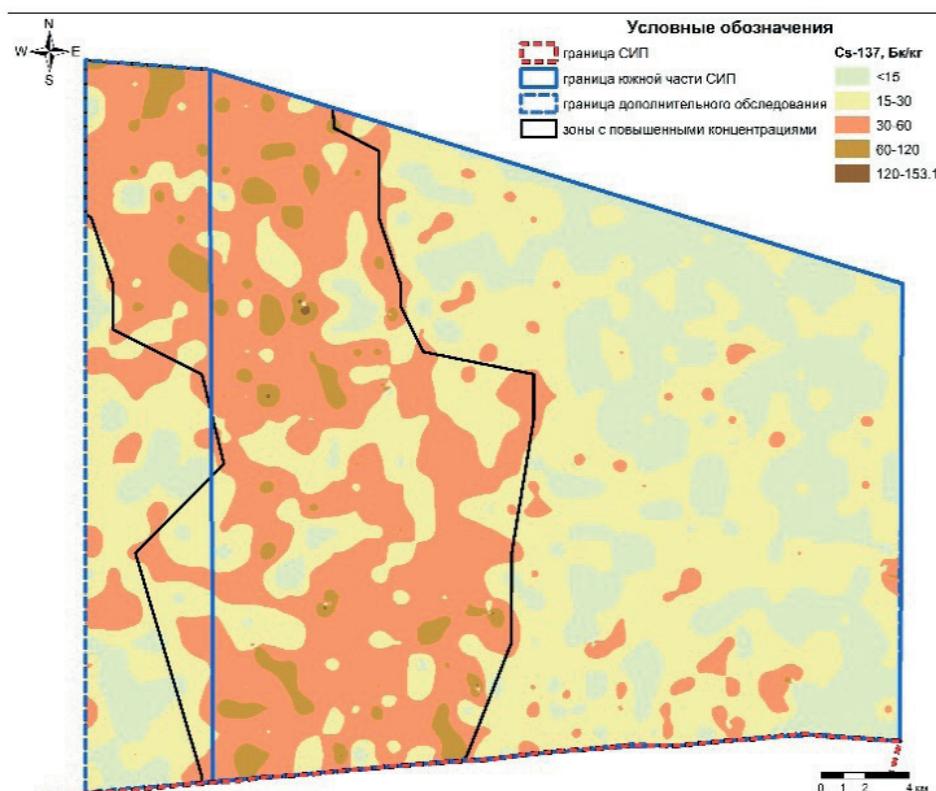
Отношения $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ на следе радиоактивных выпадений и на остальной территории различаются практически в 2 раза, что еще раз подтверждает, что на территории ЮЧ имеется две области с различным уровнем радиационного фона.

Таким образом, участок с повышенным содержанием данных радионуклидов в почвенном покрове совпадает со следом радиоактивных выпадений от наземного ядерного испытания, проведенного на площадке «Опытное поле» 24 сентября 1951 года. В районе следа от испытания 21 сентября 1955 года повышенных значений радионуклидов, которые могли быть обусловлены данным испытанием, не обнаружено.

Результаты измерения интегральных радиационных параметров и исследования распределения искусственных радионуклидов на территории ЮЧ показали, что на обследованном участке можно выделить две зоны, различающиеся по степени радиоактивного загрязнения: а) – след радиоактивных выпадений от ядерного испытания 1951 года; б) – «фоновая» территория участка ЮЧ (рис. 5.19а и 5.19б).



а)



б)

Рис. 5.19. Зонирование участка «южной» части территории СИП по распределению активности ^{241}Am (а) и ^{137}Cs (б)

Для выделенных зон были рассчитаны средние значения удельной активности искусственных радионуклидов в верхнем слое почвы, которые использовались для дальнейших расчетов дозовых нагрузок (таблица 3).

Таблица 5.

Средние удельные активности искусственных радионуклидов в зонах, Бк/кг

^{137}Cs	^{90}Sr	^{241}Am	$^{239+240}\text{Pu}$	^{241}Pu
Зона 1				
44,5	31,6	1,4	19,3	14,5
Зона 2				
20,3	14,4	0,7	4,6	3,5

Для исследования характера загрязненности техногенными радионуклидами почв на территории ЮЧ было заложено 6 исследовательских площадок, на которых произведен отбор образцов почв послойно через 3 см до глубины 30 см и далее через 5 см до глубины 50 см.

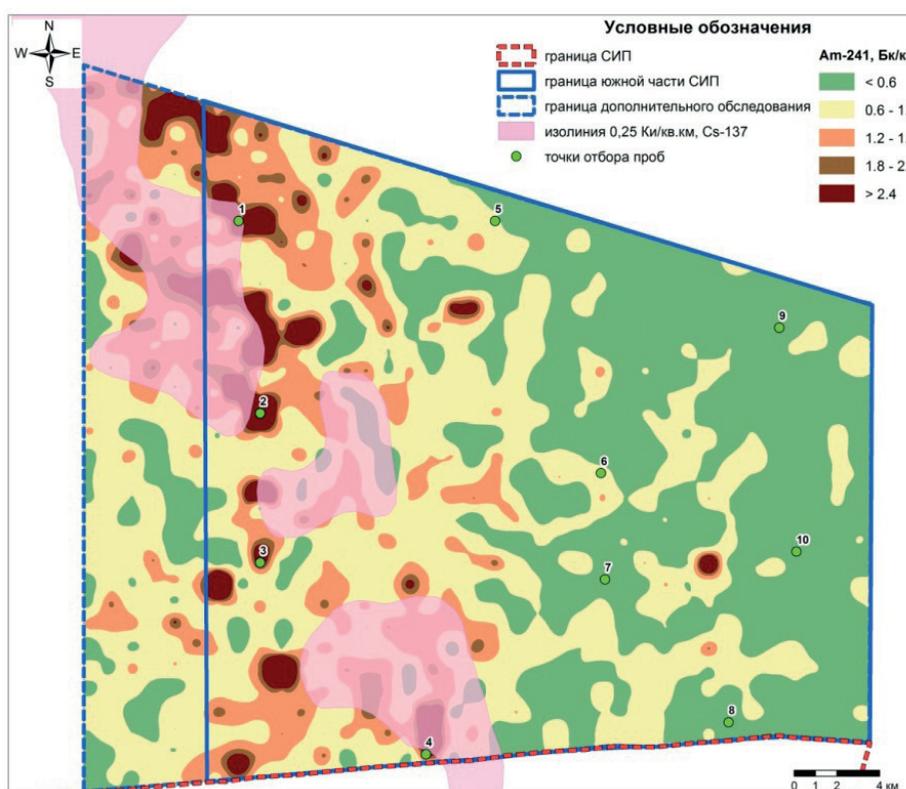


Рис. 5.20. Точки отбора проб для исследования характера загрязненности техногенными радионуклидами почвы до глубины 50 см

Анализ полученных данных указывает на незначительное загрязнение почвенного покрова радионуклидами ^{241}Am и ^{137}Cs . При этом весь ^{241}Am содержится в слое до 5 см. Распределение ^{137}Cs в почвенном профиле имеет классический характер (рис. 5.21). В верхнем слое 0–3 см находится 69,5% ^{137}Cs от общей удельной активности в почвенном профиле, в слое 3–6 см – 21,5%. Таким образом, 91% ^{137}Cs фиксируется в верхнем слое 0–6 см. На слои 6–9 см, 9–12 см и 12–15 см приходится 7, 1,8 и 0,2 % удельной активности соответственно. Глубже 15 см количественных значений ^{137}Cs зафиксировано не было.

Распределение ^{90}Sr в профиле почвы более равномерное, чем ^{137}Cs . В слое до 10 см содержится 67,8% активности ^{90}Sr от общей удельной активности в почве (0–3 см – 25%, 3–6 см – 28,1%, 6–9 см – 23,5%, 9–12 см – 14,7%, 12–15 см – 14,4%). Однако глубже 15 см, как и в случае с ^{137}Cs , количественных значений ^{90}Sr зафиксировано не было.

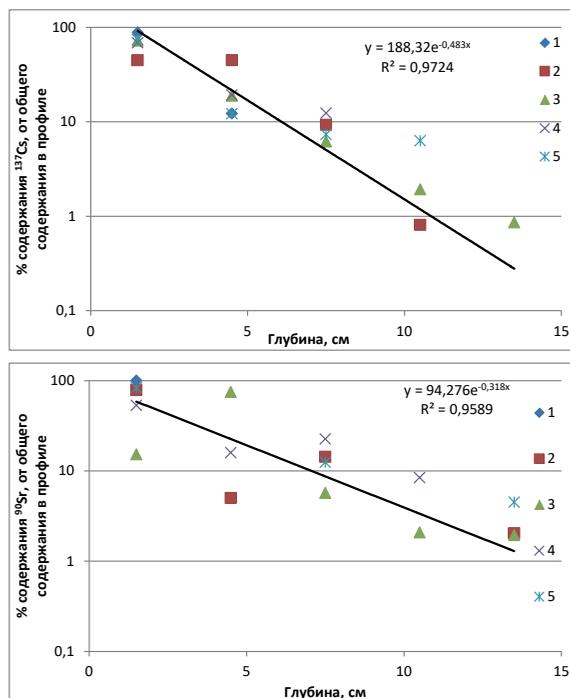


Рис. 5.21. Характер распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в почвенном профиле

Как и в случае с ^{137}Cs , количественные значения $^{239+240}\text{Pu}$ фиксируются только до глубины 15 см, и до глубины 10 см содержится 92% от общей удельной активности в почвенном профиле (0–3 см – 66%, 3–6 см – 19,2%, 6–9 см – 11%, 9–12 см – 2,1%, 12–15 см – 1,74%). В разрезе 4, заложенном на солончаках, наблюдается чередование количественных значений удельной активности $^{239+240}\text{Pu}$ со значениями, не превышающими чувствительности анализов. Возможно, это связано с физико-химическими процессами, обуславливающими формирование солончаков, когда наблюдаются периодическое промывание солей с атмосферными осадками вглубь почвы и обратное подтягивание солей к поверхности почвы с капиллярным подъемом воды в результате испарения.

Таким образом, вертикальное распределение радионуклидов на исследуемой территории имеет классический характер.

Для изучения форм нахождения искусственных радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в почве исследуемой территории было отобрано 10 образцов почвы на участках с повышенными уровнями радиоактивного загрязнения (рис. 5.20). По результатам изучения распределения γ -излучающих радионуклидов на исследуемой территории выделены 2 зоны (зона «следа» и «фоновая» зона) с разными уровнями радионуклидного загрязнения, для которых ожидается различное поведение радионуклидов в почве.

Для радионуклидов ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ отмечена единая закономерность распределения в почвах различных зон исследуемой территории. Более того, схожий характер распределения радионуклидов наблюдается и в почвах других, ранее исследованных, площадок СИП («Опытное поле»,

«4а», «Атомное» озеро, «Дегелен») [4]. При этом процессы миграции для радионуклидов ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ в почве могут иметь принципиально иной характер. В этой связи большой интерес представляют результаты исследования форм нахождения радионуклидов ^{90}Sr и ^{241}Am . Параметры биологической доступности данных радионуклидов в почвах, выраженные в относительных единицах, достаточно хорошо коррелируют с данными, характеризующими различные варианты радиоактивного загрязнения исследуемой территории. Результаты, полученные на территории ЮЧ, согласуются с ранее выполненными исследованиями «фоновых» территорий СИП («северная», «западная», «юго-восточная»). Поэтому они могут быть полезными при оптимизации исследований на «фоновых» территориях СИП.

Для исследования распределения радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях почвы исследуемой «южной» части СИП были отобраны 10 проб (точки 1 и 10) верхнего 5-см слоя почвы. 4 пробы (точки 1 и 4) были отобраны на следе наземного испытания 1951 года, остальные 6 проб (точки 5 и 10) – на менее загрязненных участках (рис. 13).

При изучении распределения радионуклидов в гранулометрических фракциях почвы наибольший интерес представляла тонкая фракция (меньше 1000 мкм), песчаная фракция (10000–1000 мкм) была исключена из дальнейших исследований. В таблице 4 приведены данные о содержании радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , и $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях почвы.

Таблица 5.4

Удельная активность ($A_{\text{уд}}$) радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях почвы, Бк/кг

Фракция, мкм	След наземного испытания 1951 г.				«Фоновый» участок					
	т. 1	т. 2	т. 3	т. 4	т. 5	т. 6	т. 7	т. 8	т. 9	т. 10
^{137}Cs										
1000–250	50±10	53±11	69 ± 14	130±30	26 ± 5	30±6	12±2	23±5	18±4	37±7
250–40	100±20	120±20	140±30	200±40	64±13	61±12	34±7	39±8	41±8	55±11
40–8	160±30	150±30	230±50	160±30	83±17	98±20	51±10	40±8	50±10	55±11
8–5	190±40	160±30	240±50	220±40	98±10	95±19	46±9	40±8	59±12	62±12
5–1	160±30	130±30	390±80	140±30	110±20	89±18	33±7	32±6	85±17	71±14
<1	140±30	150±30	240±50	140±30	130±30	120±20	50±10	54±11	110±20	110±20
$A_{\text{уд}}$ в почве	95±19	100±20	110±20	145±30	52±10	58±11	28±6	31±6	35±7	48±10
^{90}Sr										
1000–250	2,8±0,7	7,9±1,2	3,0±0,6	58±9	1,6±0,7	1,8±0,7	<1,2	11±3	6,2±0,9	6,6±2,3
250–40	3,5±1,1	8,1±1,2	3,9±0,8	92±14	3,6±0,7	3,9±0,9	<1,1	12±4	6,4±1,1	7,6±2,3
40–8	5,6±1,1	6,3±0,9	7,5±1,1	108±16	5,9±1,2	<2,2	<1,4	12±3	6,6±1,0	10±3
8–5	6,1±1,0	9,2±1,4	4,4±0,7	84±13	< 2,3	2,5±1,0	3,2±1,0	<4,8	<1,7	11±2
5–1	7,8±1,6	6,4±1,4	11±1,6	53±8	8,1±1,4	5,4±1,3	12±4	6,3±2,9	21±3	12 ± 3
<1	6,9±1,9	7,4±2,7	11±3	28±12	< 7,4	<3,3	9,8±4,1	<3,1	7,9±2,5	12±2
$A_{\text{уд}}$ в почве	3,9±0,8	7,5±1,5	3,7±0,7	66±13	3,0±0,6	2,9±0,6	3,3±0,7	10±2	6,8±1,4	7,6±1,5
^{241}Am										
1000–250	<1,3	<1,4	<3,3	<7,2	<1,8	<1,2	<2,0	<0,7	<0,5	<1,1
250–40	2,8±0,6	4,8±1,0	<2,0	2,2±0,9	<1,5	<2,1	<4,7	<0,6	<2,3	<2,7
40–8	3,7±0,7	4,9±0,9	4,0±0,8	1,9±0,9	1,4±0,5	<3,2	1,8±0,5	<0,7	<1,6	<2,1
8–5	3,9±0,9	7,6±1,5	10±2	5,4±1,4	<1,1	<2,6	<3,1	<1,2	<1,2	<3,0
5–1	1,3±0,8	<4,6	8,3±1,7	4,0±0,8	<2,0	<3,8	<1,0	<2,4	2,4±0,8	<1,7
<1	<3,0	<3,4	5,2±2,0	3,1±0,6	<2,0	<4,3	<2,2	<1,5	<2,5	<1,9
$A_{\text{уд}}$ в почве	<3,7	<3,7	<3,3	<7,2	<1,8	<1,9	<2,4	<1,3	<1,3	<1,8

Фракция, мкм	След наземного испытания 1951 г.				«Фоновый» участок					
	т. 1	т. 2	т. 3	т. 4	т. 5	т. 6	т. 7	т. 8	т. 9	т. 10
$^{239+240}\text{Pu}$										
1000–250	15±3	8,5±1,9	12±2	32±4	3,0±1,2	5,4±1,6	59±5	3,4±1,3	2,6±1,0	4,4±1,4
250–40	50±7	55±7	60±8	54±6	11±2	21±3	14±2	8,7±2,5	8,8±1,8	14±3
40–8	130±20	120±10	120±10	75±11	25±4	53±5	26±4	10±3	7,4±2,0	16±3
8–5	120±10	2,5±1,2	100±10	57±6	36±4	40±4	19±4	13±4	8,4±2,0	12±2
5–1	42±5	38±5	51±7	31±4	11±3	23±4	7,9±1,7	5,6±1,5	11±3	16±2
<1	11±3	12±4	15±4	<0,3	<0,8	7,4±2,0	3,3±1,6	2,9±1,2	<0,5	5,5±1,5
$A_{\text{уд}}$ в почве	46±7	38±6	33±4	38±6	9,0±1,9	19±2	28±4	6,1±1,6	5,6±1,5	10±2

Для количественной оценки распределения искусственных радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{90}Sr по гранулометрическим фракциям почвы был использован безразмерный показатель – коэффициент обогащения (K_0), определяемый как отношение удельной активности радионуклида в гранулометрической фракции ($A_{\text{уд}}^{\text{фр.}}$) к удельной активности того же радионуклида в соответствующей исходной почве ($A_{\text{уд}}^{\text{н}}$): $K_0 = A_{\text{уд}}^{\text{фр.}} / A_{\text{уд}}^{\text{н}}$. Данный параметр является показателем степени обогащенности или обедненности гранулометрических фракций относительно среднего содержания радионуклидов в почве. Значение $K_0 > 1$ свидетельствует о концентрировании радионуклидов в данной фракции, а при $K_0 < 1$ фракция обеднена радиоизотопами.

Распределение ^{137}Cs по гранулометрическим фракциям почвы «южной» части СИП имеет тенденцию накопления радионуклида в тонких фракциях. Наиболее крупная фракция размером 1000–250 мкм обеднена относительно содержания радионуклида в исходной почве. Во всех остальных фракциях размерами менее 250 мкм значения коэффициентов обогащения превышают единицу. Детальный анализ результатов показал, что распределение ^{137}Cs по гранулометрическим фракциям почвы на следе наземного испытания 1951 года и на условно «фоновом» участке различается. На «фоновом» участке распределение ^{137}Cs характеризуется возрастанием его концентрации по мере уменьшения размеров фракции, что является типичным для аналогичных территорий. Распределение ^{137}Cs на «следе» испытания 1951 года отличается наибольшим накоплением во фракции 8–5 мкм.

Отмечается сходство характера распределения ^{90}Sr в гранулометрических фракциях с распределением ^{137}Cs . Так, в распределении ^{90}Sr в гранулометрических фракциях почвы на «следе» прослеживается тенденция наибольшего накопления радионуклида в диапазоне размеров фракций от 40 до 5 мкм, на «фоновом» участке – в более тонких фракциях.

В связи с тем, что в большинстве исследованных образцов не удалось получить количественные данные о содержании ^{241}Am , определение коэффициентов обогащения гранулометрических фракций не представляется возможным. Однако на участке «следа» прослеживается тенденция наибольшего накопления радионуклида во фракции 8–5 мкм.

На следе наземного испытания 1951 года распределение $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях почвы по своему механизму схоже с распределением ^{137}Cs . Однако наибольшие величины коэффициентов обогащения отмечаются во фракции 40–8 мкм. Наряду с этим коэффициенты обогащения фракций 8–5 мкм также значимы и близки по значению с фракцией 40–8 мкм. Еще одной отличительной особенностью распределения $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях

почвы «южной» части СИП является одинаковый характер распределения на «следе» и на фоновом участке.

Таким образом, результаты проведенных исследований показывают, что в целом наибольшие концентрации радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , и $^{239+240}\text{Pu}$ наблюдаются в области тонких фракций почвы размером менее 40 мкм. Однако выявлено, что распределение ^{137}Cs по гранулометрическим фракциям почвы исследуемой территории в зависимости от характера радиоактивного загрязнения формируется по разным механизмам. Так, на «следе» наземного испытания 1951 года присутствует промежуточная по размеру фракция (40–8 мкм) с повышенным накоплением ^{137}Cs , что, по-видимому, является признаком присутствия выпадений от ядерного взрыва. На менее загрязненном участке распределение ^{137}Cs по гранулометрическим фракциям почвы характеризуется постепенным ростом содержания по мере уменьшения размеров фракций.

Примечательно, что различия в характерах распределения $^{239+240}\text{Pu}$ в гранулометрических фракциях почвы на «следе» и на «фоновом» участке не обнаружено.

Водные объекты

На исследуемой территории было выявлено и обследовано 26 водопунктов (рис. 5.22). Объекты представляют собой колодцы, огороженные бетонным сооружением, поилками для водопоя скота и различные гидрогеологические скважины, имеющие открытые оголовки. Часть из объектов водопользования представлена поверхностными водами – небольшими озерами, временными водоемами и родниками.

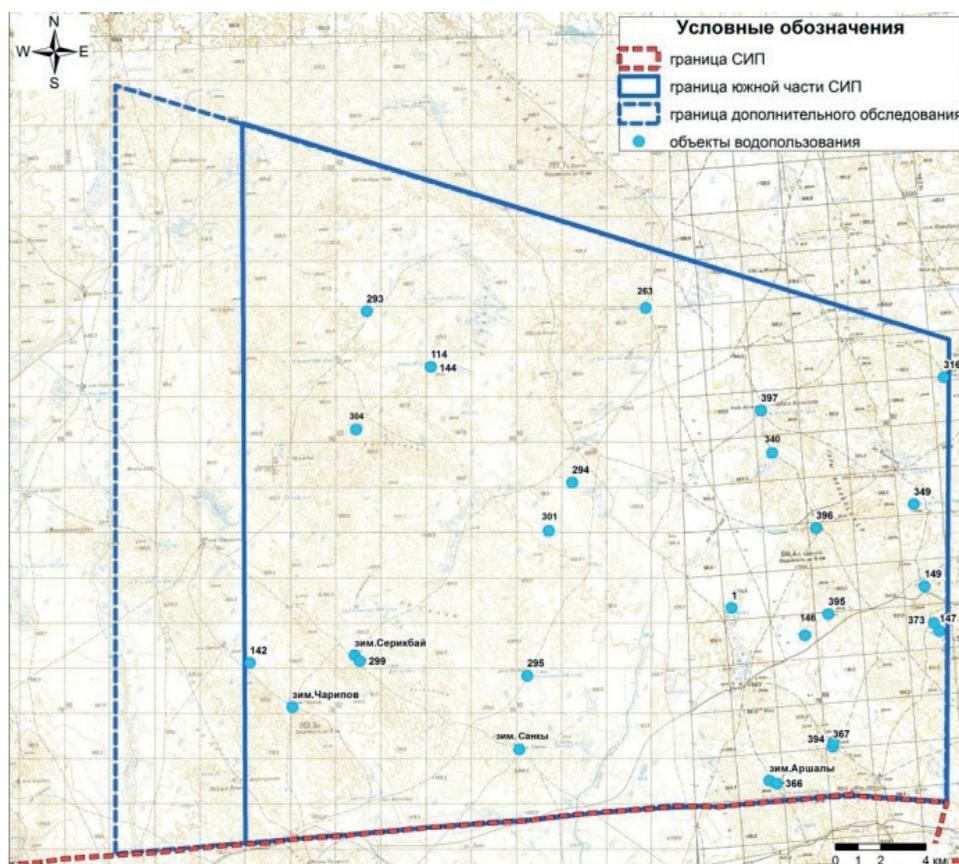


Рис. 5.22. Точки опробования объектов водопользования «южной» части СИП

Исследованиями было установлено, что из 26 объектов водопользования 15 в настоящее время используются, остальные 11 являются потенциальными для использования источниками. Среди действующих объектов в качестве питьевой используется вода 7 источников, вода остальных 8 применяется для хозяйственно-бытовых нужд (водопой скота и др.).

В водах, отобранных из 26 водопунктов, проведены исследования на содержание техногенных радионуклидов ^3H , ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$. Также были выполнены определения общего химического состава воды.

По данным радионуклидного анализа, содержание техногенных радионуклидов во всех 26 объектах водопользования находится ниже минимально детектируемой активности используемого аппаратурно-методического обеспечения ($^3\text{H} < 12$, $^{137}\text{Cs} < 0,02$, $^{90}\text{Sr} < 0,005$ и $^{239+240}\text{Pu} < 0,003$ Бк/кг) и не представляет опасности для населения.

Общехимический состав показал, что из 7 источников, используемых в качестве питьевого водопотребления, санитарным правилам соответствует вода 4 объектов. В остальных 3 питьевых источниках качество воды не соответствует установленным нормам. В связи с этим использование воды данных объектов в питьевых целях не рекомендуется.

Вода остальных 8 действующих объектов водопользования не используется для питьевых целей, соответственно, на них нормативы санитарных правил не распространяются. Также, учитывая состояние (заброшенные, разрушенные и т.д.) и места расположения 11 потенциальных источников, их непосредственное использование в питьевых целях нецелесообразно.

Исходя из особенностей геологического строения и гидрогеологических условий, среди возможных путей перемещения водных потоков из мест проведения ядерных испытаний можно выделить следующие:

- потоки подземных вод, выходящие за пределы горного массива Дегелен в южном направлении;

- зоны тектонических разломов – северо-восточную часть исследуемой территории пересекает Главный Чингизский региональный разлом северо-западного простирания. Кроме этого, по территории проходит ряд более мелких разломов различных направлений и порядков.

Основными возможными направлениями миграции техногенных радионуклидов в подземные воды обследуемой территории являются два направления:

- первое связано с потоками порово-трещинных вод, поступающими с горного массива «Дегелен» в южном направлении;

- второе обусловлено наличием трещинно-жильных вод, приуроченных к зоне Главного Чингизского разлома. По этому направлению возможно поступление загрязненных подземных вод в воды ЮЧ с площадок «Сары-Узень» и «Актан-Берли».

Для оценки возможного поступления подземных вод с площадок «Дегелен», «Сары-Узень» и «Актан-Берли» в подземные воды, приуроченные к зоне Главного Чингизского разлома, проведен комплекс исследовательских работ, заключавшийся в анализе фильтрационного водного потока данной территории и дешифрировании аэро- и космоснимков и рекогносцировочном обследовании участков работ. На выбранных участках для выявления пространственного расположения тектонических нарушений и обводненных зон проводились геофизические исследования. По результатам исследований выбирались участки, где закладывались точки бурения гидрогеологических скважин. Из скважин проводился отбор проб подземных вод на радионуклидный анализ.

Для оценки общего состояния подземных вод непосредственно на территории «южной» части СИП проведено бурение шнековых скважин глубиной до 10 м.

На рисунке 5.23а показана цифровая модель рельефа изучаемой территории, построенная в изолиниях абсолютных отметок с сечением через 5 м. Стрелки отражают локальные направления поверхностного стока, а их длина характеризует величину уклона поверхности. На рисунке 5.23б представлена цифровая модель уровней подземных вод в пределах исследуемой территории, построенная в изолиниях абсолютных отметок уровней подземных вод с сечением через 5 м. Схема подземного стока дает наглядное представление о направлениях движения подземных вод.

Область питания подземных вод приурочена к горам Дегелен, а также к западной части зоны влияния регионального разлома. Расположение зоны питания в пределах зоны влияния разлома определяет направление движения подземных вод на данном участке. При этом образуется встречный поток подземных вод, не позволяющий загрязненным подземным водам с площадки «Дегелен» проникнуть в зону влияния разлома.

Для изучения возможности перемещения загрязненных трещинных вод по зоне регионального разлома в юго-западном направлении проведено бурение 5 колонковых скважин (рис. 5.24а) глубиной до 100 м (скважины 65К, 66К, 67К, 68К и 69К). По результатам лабораторных анализов, миграции техногенных радионуклидов ^3H , ^{137}Cs и $^{239+240}\text{Pu}$ с площадок «Дегелен» и «Актан-Берли» в сторону «южной» части не выявлено. Значения ^{90}Sr более чем в 100 раз ниже уровня вмешательства по содержанию в питьевой воде, равного 4,9 Бк/кг.

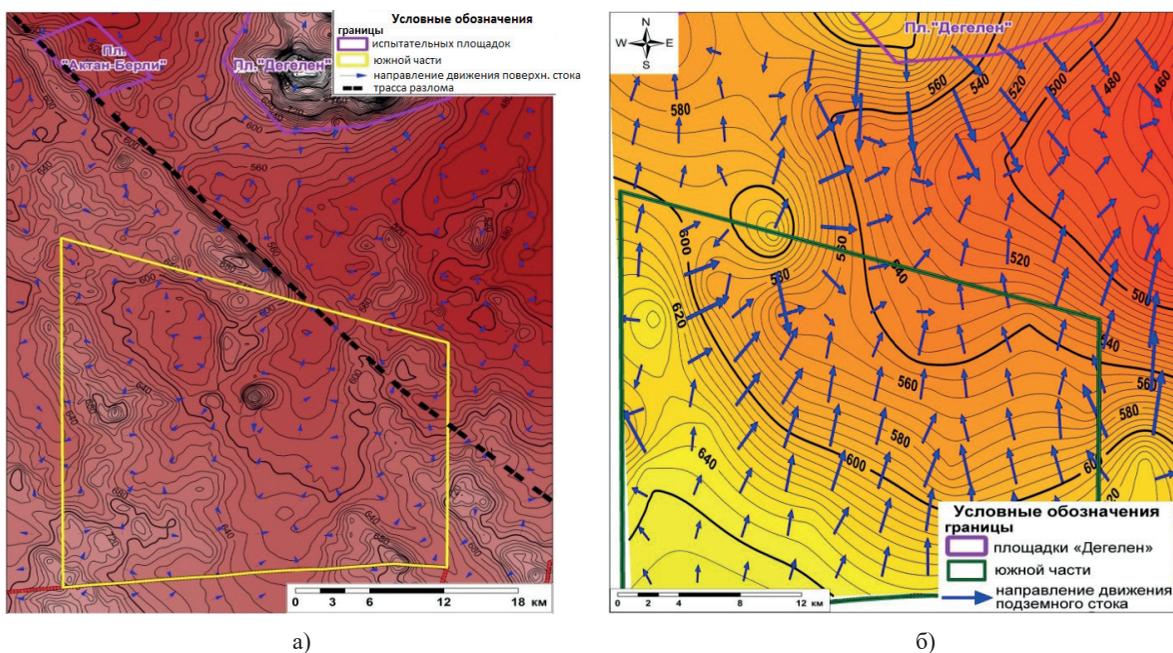


Рис. 5.23. Карта-схема поверхностного стока (а) и гидроизогипс (б) подземных вод территории ЮЧ

Для оценки состояния поровых вод в пределах «южной» части СИП и за ее пределами опробовано более 30 шнековых скважин, глубиной до 10 м (рис. 5.24б). Результаты бурения скважин показали, что водоносный горизонт представлен валунно-галечными и гравийными отложениями с песчаным заполнителем. Ниже залегают водоупорные глины неогена, которые отделяют поровые воды от регионального бассейна трещинных вод. Уровень подземных вод

изменяется от 1,0 до 3,8 м. По данным опробования скважин, концентрация трития в подземных водах южных территорий находится ниже МДА (<10 Бк/кг).

Таким образом, результаты исследований состава подземных вод южной территории показали, что поступления загрязненных техногенными радионуклидами потоков подземных вод в воды «южной» части со стороны площадок «Дегелен», «Сары-Узень» и «Актан-Берли» не происходит.

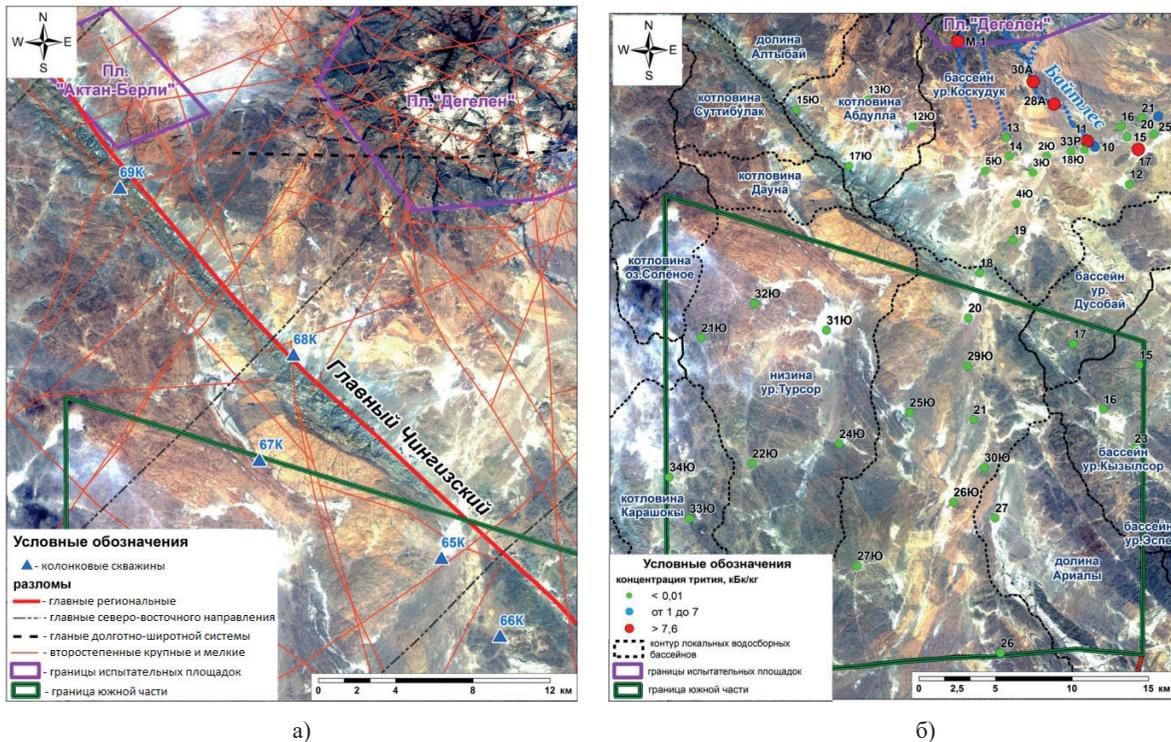


Рис. 5.24. Схема расположения колонковых (а) и шнековых (б) скважин

Воздушный бассейн

Исследовательские работы по изучению загрязненности воздушного бассейна проводились в два этапа. На 1-м этапе были получены первичные данные об уровнях радиоактивного загрязнения приземной атмосферы техногенными радионуклидами на зимовках Чарипов, Серикпай, Санкы, Аршалы и Курманле (рис. 5.25).

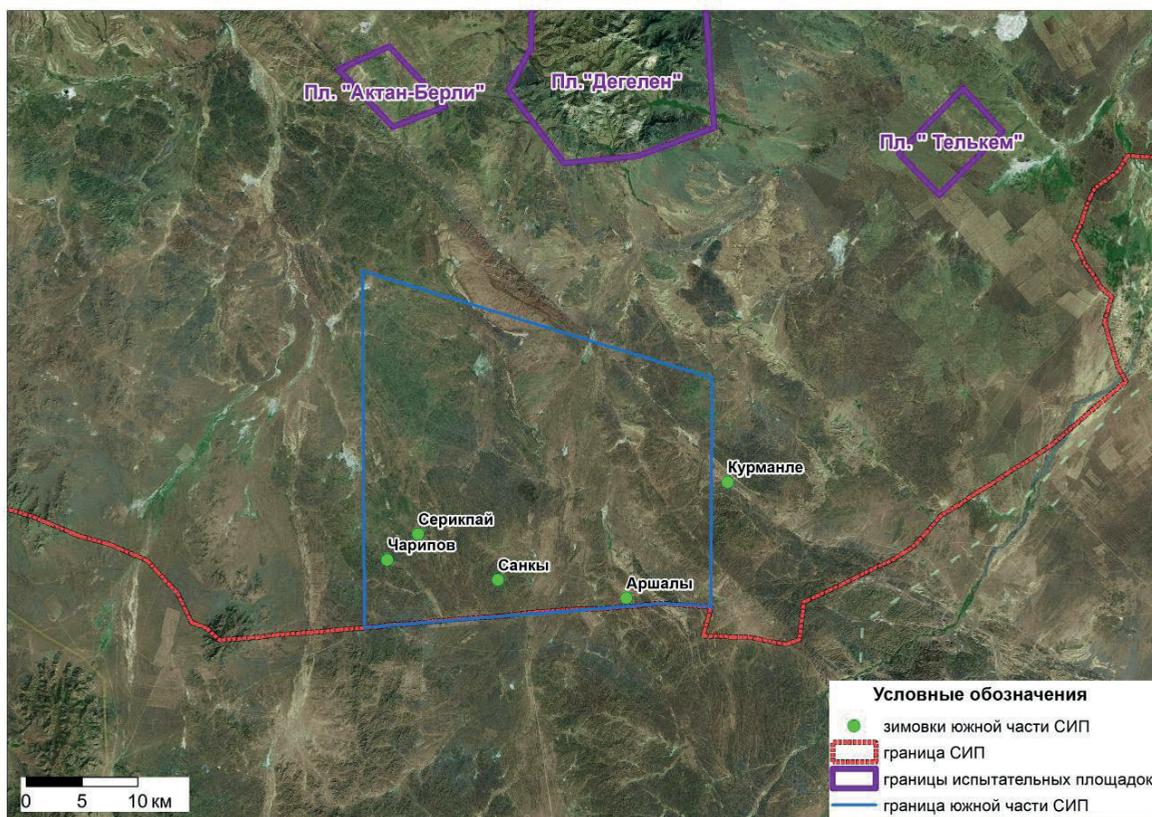


Рис. 5.25. Карта расположения зимовок

В ходе последующих работ на этих же зимовках были проведены повторные работы, позволившие уточнить (подтвердить) уровни радиоактивного загрязнения воздушной среды. На каждой зимовке проводился отбор 2 проб воздушных аэрозолей и 2 проб водяных паров. Результаты проведенных лабораторных γ -спектрометрических и радиохимических анализов проб воздушных аэрозолей представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Содержание техногенных радионуклидов в воздушной среде

№ п/п	Точка отбора	^{241}Am , Бк/м ³	^{137}Cs , Бк/м ³	^{90}Sr , Бк/м ³	$^{239+240}\text{Pu}$, Бк/м ³
1.	Чарипов	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<8 \cdot 10^{-3}$	$<8 \cdot 10^{-5}$
2.	Чарипов	$<2 \cdot 10^{-3}$	$<4 \cdot 10^{-3}$	$<5 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-5}$
3.	Серикпай	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<7 \cdot 10^{-5}$
4.	Серикпай	$<4 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-4}$
5.	Санкы	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<8 \cdot 10^{-3}$	$<3 \cdot 10^{-4}$
6.	Санкы	$<2 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-5}$
7.	Аршалы	$<1 \cdot 10^{-3}$	$<2 \cdot 10^{-3}$	$<8 \cdot 10^{-3}$	$<4 \cdot 10^{-4}$
8.	Аршалы	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<1 \cdot 10^{-4}$
9.	Курманле	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<7 \cdot 10^{-3}$	$<5 \cdot 10^{-4}$
10.	Курманле	$<3 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<6 \cdot 10^{-3}$	$<2 \cdot 10^{-4}$
ДОО _{нас}		$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	2,7	$2,5 \cdot 10^{-3}$

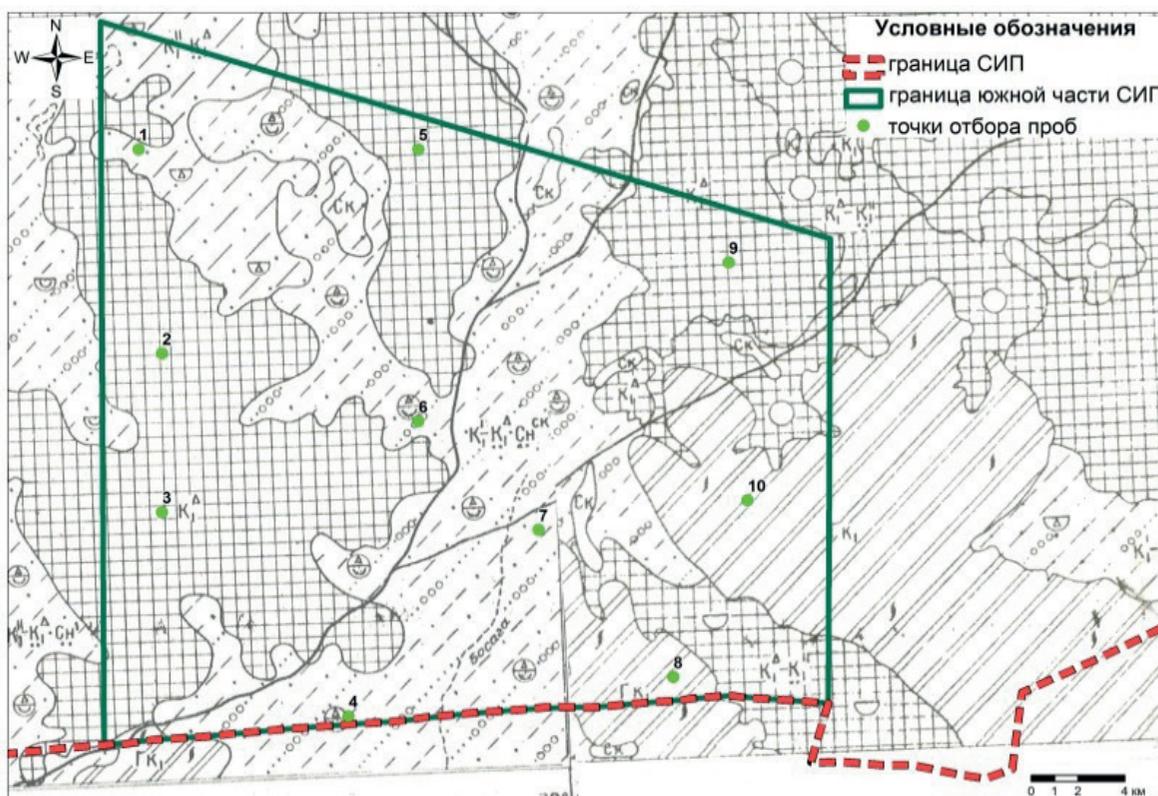
В воздушной среде исследуемых зимовок не обнаружено наличия техногенных радионуклидов ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$. Объемная активность техногенных радионуклидов на всех исследованных зимовках не превышала допустимой объемной активности для категории «Население» ($\text{ДОА}_{\text{НАС}}$), установленной [6]. β -спектрометрический анализ показал, что содержание трития в воздушной среде исследуемых зимовок составляет меньше 1 Бк/м^3 , что также не превышает $\text{ДОА}_{\text{НАС}} 1,9 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$, установленной [6].

Результаты проведенных исследований показали, что объемная активность техногенных радионуклидов на всех исследованных зимовках не превышала $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$, установленной [6].

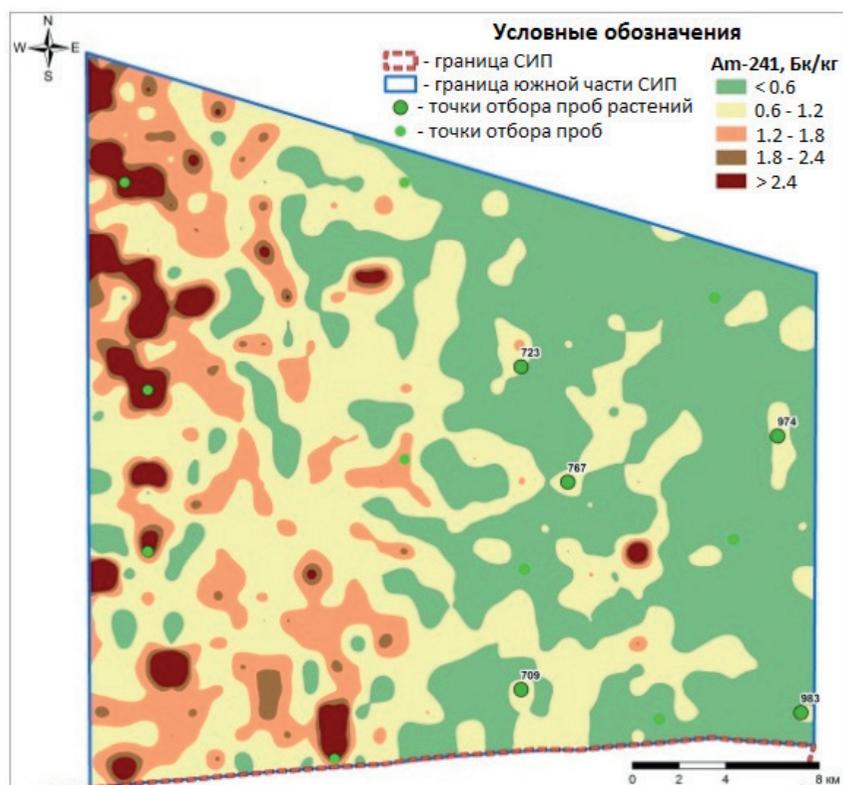
Данные, полученные в ходе радоновой съемки, также не выявили повышенных концентраций радона и торона в воздушной среде. Таким образом, сельскохозяйственные и производственные работы на исследованных территориях можно проводить без ограничений.

Растительный покров

На участках с повышенными значениями удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в почве, установленных по результатам площадного обследования, заложено 10 исследовательских площадок. При этом распределение точек отбора выполнено с учетом рельефа и охватывает максимальное количество установленных почвенных и геоботанических контуров (рис. 5.26а). С целью уточнения параметров перехода радионуклида ^{241}Am в системе «почва-растение» дополнительно заложено 5 исследовательских площадок в местах с заведомо низким его содержанием в почве (рис. 5.26б).



а)



б)

Рис. 5.26. Схема расположения площадок исследования радионуклидов в почвах (а) и распределение ^{241}Am в почвах (б)

На каждой из 10 исследовательских площадок произведен отбор смешанной пробы почвы (методом «конверта» (2×1 м) на глубину 5 см) и надземной части растений (площадь отбора около 2 м^2), представленных двумя видами: ковыль (*Stipa sareptana*) и полынь (*Artemisia gracileccens*). На 5 дополнительных исследовательских площадках произведен сопряженный отбор смешанных проб надземной части растений (степного разнотравья) и проб почвы методом конверта на глубину 5 см. Все отобранные пробы подготовлены и проанализированы на содержание радионуклидов ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{90}Sr и $^{239+240}\text{Pu}$.

Наибольшее содержание в растительном покрове исследуемой территории наблюдается для ^{40}K как одного из наиболее распространенных в природе естественных радионуклидов, концентрация ^{232}Th и ^{226}Ra – на 2 порядка ниже. Аномально высоких либо низких параметров накопления данных радионуклидов растениями на исследуемой территории не выявлено.

Удельная активность ^{241}Am в почве составила от $<0,5$ до $1,6 \pm 0,6$ Бк/кг, ^{137}Cs – от $6,5 \pm 1,3$ до 150 ± 30 Бк/кг, ^{90}Sr – <100 Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu}$ – от $<0,3$ до 80 ± 10 Бк/кг. Удельная активность всех радионуклидов в пробах растений оказалась ниже предела обнаружения используемой аппаратуры, поэтому для теоретической оценки параметров перехода искусственных радионуклидов из почвы в надземную часть растений использованы коэффициенты накопления (Кн), полученные ранее для «следов» радиоактивных выпадений и условно «фоновых» территорий СИП [5]. В качестве средних значений Кн ^{241}Am , из-за отсутствия количественных величин для условно «фоновых» территорий, использованы Кн данного радионуклида, приведенные в материалах МАГАТЭ (2009 г.) [7].

Учитывая принятые значения K и средние значения удельной активности ($УА$) радионуклидов в почве, рассчитано среднее содержание ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в растениях. Предполагаемое содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениях не превышает предельно допустимых уровней радиоактивного загрязнения кормовых растений ($^{137}\text{Cs} - 74 \text{ Бк/кг}$, $^{90}\text{Sr} - 111 \text{ Бк/кг}$), установленных Минсельхозом Республики Казахстан (1994) [8]. Концентрация $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в растениях не нормируется, однако, исходя из степени общей радиотоксичности каждого, можно предположить, что допустимые уровни по $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am будут ориентировочно на порядок меньше, чем по ^{90}Sr [9]. При этом предполагаемые допустимые уровни в растениях данных радионуклидов значительно выше средних расчетных значений $УА$.

Для выявления характера загрязненности растительного покрова радионуклидом ^3H на исследуемой территории отобрано 20 проб растительности. В качестве исследуемых растений выбраны виды, относящиеся к группе фреатофитов (растений, использующих в качестве источника влаги грунтовые воды) – чий (*Achnaterum splendens*) и чингил (*Halimodendron halodendron*) (в единичном случае ковыль (*Stipa sareptana*)). Установлено, что удельная активность ^3H в свободной воде исследуемых растений незначительна и изменяется от $<4,3$ до 14 Бк/кг . На основании полученных данных построена карта-схема распределения ^3H в растительном покрове (рис. 5.27).

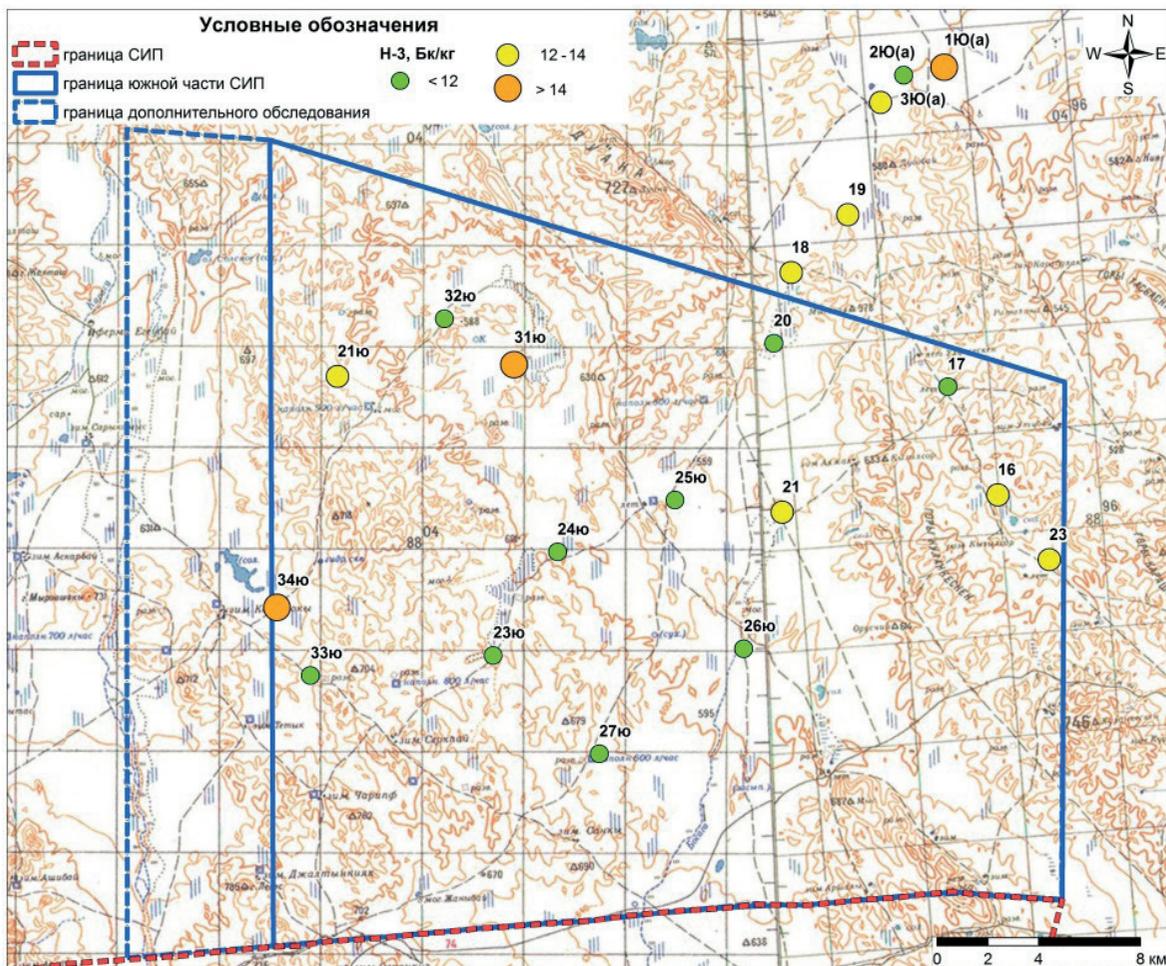


Рис. 5.27. Содержание радионуклида ^3H в свободной воде растений исследуемой территории

Как видно из карты-схемы, загрязнения радионуклидом ^3H растительного покрова на исследуемой территории не выявлено, а установленные значения его удельной активности в свободной воде растений существенно ниже уровня вмешательства (УВ) по содержанию ^3H в питьевой воде, который составляет 7600 Бк/кг. Дополнительно с использованием системы Oxidizer проведены исследования по определению содержания радионуклида ^3H в органической составляющей растений. Диапазон значений удельной активности ^3H в данном случае колебался в диапазоне от $1,7 \cdot 10^3 \pm 0,2 \cdot 10^3$ до $3,0 \cdot 10^3 \pm 0,3 \cdot 10^3$ Бк/кг, что также не превышает уровня вмешательства (УВ) по содержанию ^3H в питьевой воде, однако может указывать на наличие возможного источника поступления ^3H в растительный покров на исследуемой территории.

Выполненные исследования радионуклидного загрязнения растительного покрова ЮЧ территории СИП с точки зрения характера его загрязнения естественными (^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) и искусственными (^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am) радионуклидами показал, что в настоящее время и в будущем растительный покров не представляет опасности для населения и может считаться пригодным для выпаса скота.

Удельная активность ^3H в свободной воде растений исследуемой территории незначительна, однако наличие сравнительно повышенных его концентраций в органической составляющей (до 3 кБк/кг) нельзя оставлять без внимания, так как они могут указывать на наличие возможного источника поступления ^3H в растительный покров на исследуемой территории. Таким образом, с точки зрения радионуклидного загрязнения растительного покрова радионуклидом ^3H рекомендуется провести дополнительные исследования, связанные с выявлением источника поступления данного радионуклида в растительный покров исследуемой территории, а также мониторинговые наблюдения за его концентрацией в растительности. Вместе с тем, выявленные количественные значения ^3H ни в свободной воде растений, ни в их органической составляющей не представляют никакой опасности и позволяют использовать исследуемую территорию для ведения соответствующих видов хозяйственной деятельности.

Животноводческая продукция

В ходе исследований «южной» части СИП были проведены радионуклидные анализы 10 проб животноводческой продукции, которая производится на исследуемой территории, в том числе: 1 проба желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота, 1 проба конины, 4 пробы баранины и 4 пробы коровьего молока. Пробы были отобраны с зимовок Жанабас, Каскабулак, Омар, Серикбай, Шарип, Санкы и Аршалы. Данные продукты являются основными видами сельскохозяйственной продукции, получаемой на исследуемом участке.

Полученные результаты показали, что удельная активность радионуклидов $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{90}Sr в мясе и молоке, производимых на исследуемой территории, ниже пределов определения использованного аппаратурно-методического обеспечения. По всем полученным результатам значения не достигают допустимой концентрации радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr) в животноводческой продукции [6].

На основании расчета суточного поступления радионуклидов с почвой и кормом в организм животных, а также коэффициентов перехода радионуклидов в продукцию животноводства, полученных для территории СИП [9], рассчитаны ожидаемые концентрации радионуклидов в продукции. Полученная прогнозируемая удельная активность радионуклидов во много раз меньше допустимых уровней. При этом в расчет взяты максимальные значения коэффициентов перехода,

а полученные значения удельной активности в отобранных пробах в несколько раз меньше прогнозируемых концентраций в данной продукции.

Значения возможного содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, в случае выпаса животных даже в зонах с максимальными значениями содержания радионуклидов в почве, не превышают допустимых значений. Исследования показали, что продукты сельского хозяйства, полученные на исследуемых участках, будут соответствовать санитарным нормам, предъявляемым к пищевым продуктам.

Заключение

Окончательный вывод о пригодности исследованной территории для проживания и ведения хозяйственной деятельности основывался на результатах оценки дозовых нагрузок на население, которое в дальнейшем будет проживать на данной территории.

Основной вклад в дозовую нагрузку населения при средних значениях удельной активности радионуклидов в поверхностном слое почвы в зонах 1 и 2 вносит доза внутреннего облучения от продуктов питания, выращенных и производимых на исследуемой территории. Основной вклад в дозу от внешнего облучения радионуклидами вносит ^{137}Cs . Вклад в дозу внутреннего облучения от ингаляционного поступления радионуклидов вносит $^{239+240}\text{Pu}$. Основным дозообразующим радионуклидом в продуктах питания является ^{90}Sr .

Предельно допустимая эффективная доза для населения составляет 1 мЗв/год. В результате оценки ожидаемых дозовых нагрузок на население, при «наихудших» условиях, ожидаемая годовая эффективная доза на человека составит: для зоны 1 – 0,06 мЗв/год, для зоны 2 – 0,03 мЗв/год, что ниже уровня вмешательства, согласно [6]. Следовательно, никаких защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения не требуется.

Таким образом, в обследованной «южной» части территории СИП содержание радионуклидов в объектах природной среды находится на допустимом уровне, и никаких мероприятий по ликвидации последствий испытаний ядерного оружия проводить нет необходимости.

По результатам оценки распределения интегральных радиационных параметров, с учетом существующих требований нормативной базы радиационного контроля, вся обследованная территория может использоваться без ограничений.

Список литературы к разделу 5

1. Герменчук М.Г., Бакарикова Ж.В., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2017 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2018.
2. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) ГН 10-117-99. – Минск, 2000.
3. Ежегодник. Значения мощности экспозиционной дозы фонового гамма-излучения за 2017 г. Ереван: Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу. – Ереван, 2018. – 6 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2016 году. Ежегодник / Под ред. Шершакова В.М., Булгакова В.Г., Крышева И.И., Вакуловского С.М. и др. – Н. Новгород: Издательство «Кириллица», 2017. – 397 с.

5. Ларионова Н.В. Накопление искусственных радионуклидов растениями на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона: Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук / Н.В. Ларионова. – Обнинск, 2013. – 22 с.
6. Гигиенические нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», № 155. Утверждены приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27 февраля 2015 г.
7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quantification of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments for radiological assessments, IAEA -TECDOC-1616. – Vienna: IAEA, 2009.
8. Временные допустимые уровни содержания радионуклидов в объектах контроля Минсельхоза Республики Казахстан, не вошедших в перечень Минздрава Республики, 22.02.94.
9. Байгазинов Ж.А. Исследование параметров перехода $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H в организм некоторых видов сельскохозяйственных животных и птиц в условиях Семипалатинского испытательного полигона: автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук: 03.01.01 / Байгазинов Жанат Абылканович. – Обнинск, 2016. – 24 с.

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 2017 ГОДУ**

В 2017 году на территории России и за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы за пределами загрязненных зон в 2017 году составляли для суммарной β -активности долгоживущих (более четырех суток) техногенных и природных радионуклидов $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Анализ многолетних данных показывает, что содержание техногенных радионуклидов в воздухе постепенно уменьшается, претерпевая год от года незначительные колебания. В 2017 году объемная суммарная β -активность увеличилась в 1,1 раза, объемная активность ⁹⁰Sr осталась неизменной, а ¹³⁷Cs – уменьшилась в 1,1 раза. Наблюдаемые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы были на шесть-семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2017 году наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на семь и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Средневзвешенная по территории РФ суммарная β -активность выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность в 2017 году ($1,0$ Бк/м²·сутки) незначительно уменьшилась по сравнению с 2016 годом ($1,1$ Бк/м²·сутки). Выпадения ⁹⁰Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа. Выпадения ¹³⁷Cs ($0,17$ Бк/м²·год) были несколько выше уровня 2016 года ($0,14$ Бк/м²·год), однако, как и в предыдущие пять лет, оставались очень низкими.

Радиационный фон на территории РФ, включая 100-км зоны РОО и территории, загрязненные вследствие радиационных аварий и инцидентов, не превышал многолетних фоновых значений $0,09-0,16$ мкЗв/ч.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2017 году повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве, сложившимся в предыдущие годы.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено выносом ⁹⁰Sr, накопившегося в почве в процессе глобальных выпадений, поверхностными и грунтовыми водами. В реках РФ (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемная активность ⁹⁰Sr в 2017 году в среднем составила $5,5$ мБк/л, что выше уровня 2016 года ($4,6$ мБк/л). В целом объемная активность ⁹⁰Sr в реках была на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения ($4,9$ Бк/л) по НРБ-99/2009.

Среднегодовая объемная активность трития (³H) в осадках (по данным ежемесячных наблюдений в 32 пунктах) постепенно снижается. В 2017 году в среднем по территории России она составляла $1,75$ Бк/л и была на уровне ряда предшествующих лет. Сумма выпадений трития с осадками на всю территорию РФ в 2017 году не изменилась по сравнению с 2016 годом и составила $14,8 \cdot 10^{15}$ 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 2017 году она составляла 1,7 Бк/л, изменяясь по отдельным рекам в диапазоне от 1,1 до 2,2 Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде наблюдалась, как и в предыдущие годы, в р. Амур (п. Благовещенск), что более чем на три порядка ниже уровня вмешательства по содержанию трития в питьевой воде согласно НРБ-99/2009 ($7,6 \cdot 10^3$ Бк/л).

В 2017 году объемная активность ^{90}Sr в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2016 годом. Максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась, как и ранее, в Азовском море (Таганрогский залив) – 5,6 мБк/л (по единственной пробе, отобранной в середине сентября), а минимальная – в Тихом океане (Авачинская губа) – 1,56 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 года в 12 областях на начало 2018 года остаются территории с плотностью загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км². В Центральном федеральном округе в 2092 населенных пунктах плотность загрязнения почв ^{137}Cs более 1 Ки/км², из них в 208 – уровни загрязнения более 5 Ки/км². В Приволжском, Северо-Западном и Южном округах в 7, 4 и 1 населенном пункте соответственно плотность загрязнения почв ^{137}Cs составляет 1-5 Ки/км².

На АТР, как и ранее, загрязнен район Южного Урала, где находятся:

– «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), образовавшийся вследствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 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}Cs и ^{90}Sr в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

В районах ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, наблюдается постепенное снижение уровней радиоактивного загрязнения, в основном за счет естественного распада радионуклидов. Атмосферные выпадения ^{137}Cs (усредненные по 10 пунктам) в 2017 году уменьшились в 1,7 раза и составляли 0,72 Бк/м²·год, что в 3,6 раза выше выпадений вне загрязненных зон ЕТР (0,2 Бк/м²·год). Наибольшие выпадения ^{137}Cs , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора, уменьшились в 1,3 раза относительно данных 2016 года и составили 5,2 Бк/м²·год. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2017 году уменьшилась в 1,1 раз и составляла $3,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,7 раза выше фонового уровня для ЕТР ($1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), но на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС в 2017 году составляли 5,9 Бк/м²·год, что в 1,9 раза выше уровня 2016 года. Годовые выпадения ^{90}Sr в 2017 году были одни из самых высоких за последние 20 лет, так же как и фоновое выпадение этого радионуклида. Годовые выпадения ^{137}Cs остались на уровне 2016 года (1,6 Бк/м²·год). Годовые выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr превышали средние фоновые выпадения для Уральского региона в 14,5 и в 1,9 раз соответственно.

В 2017 году уровни радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения ^{90}Sr (10,8 Бк/м²·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненные по 11 пунктам) в 2017 году были в 2,5 раз

выше уровня 2016 года и в 3,5 раза превышали региональный фоновый уровень (3,1 Бк/м²·год). Выпадения ¹³⁷Cs (3,1 Бк/м²·год) были ниже уровня 2016 года (4,5 Бк/м²·год), но в 28 раз превышали региональный фоновый уровень (0,11 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ¹³⁷Cs (12,5 Бк/м²·год) и ⁹⁰Sr (70,3 Бк/м²·год) из атмосферы наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. В п. Новогорный наблюдалась и самая высокая на территории России среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе – $16,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, превышающая средневзвешенное значение по территории России в 10,5 раз. Это значение на шесть порядков ниже допустимого уровня в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово в 78 км от источника) составляла 5,9 Бк/л, что на три порядка выше среднего значения для рек России и в 1,9 раз превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009. Средняя объемная активность трития в воде р. Течи в том же пункте в 2017 году составляла 130 Бк/л, что в 1600 раз превышает среднее значение для рек России и на порядок ниже величины уровня вмешательства по НРБ-99/2009.

Появление ¹⁰⁶Ru в приземной атмосфере, зафиксированное на европейской территории России, Среднем и Южном Урале, Средней Сибири в России и в странах Южной и Центральной Европы в сентябре-октябре 2017 года, не представляло радиационной опасности для населения и не требовало принятия защитных мер. Его концентрации были значительно ниже установленных допустимых уровней в соответствии с нормативными требованиями (санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»).

В целом радиационная обстановка в 2017 году на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне предшествующих лет. Содержание техногенных радионуклидов практически во всех наблюдаемых объектах окружающей среды имеет тенденцию к уменьшению и не представляет опасности для населения. В пределах зон радиоактивного загрязнения вследствие аварий на ЧАЭС и ПО «Маяк», а также в районах расположения потенциально опасных в радиационном отношении объектов, радиационная обстановка оставалась стабильной.

Приложение А

Приложение А.1

Атомные электростанции	
Открытое акционерное общество «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях», г. Москва, со следующими филиалами:	
1	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
Радиационно опасные объекты (с изменениями на 14.04.2018)	
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 «Всероссийское объединение «Изотоп», г. Москва.
9	Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт химической технологии», 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. Доллежала», 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 горнохимическое 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 экологотехнологический и научно-исследовательский центр по обезвреживанию РАО и охране окружающей среды», г. Москва.
62	Федеральное государственное унитарное предприятие «Предприятие по обращению с радиоактивными отходами «РосРАО», г. Москва.
63	Федеральное государственное унитарное предприятие «Приборостроительный завод», г. Трёхгорный, Челябинская обл.
64	Федеральное государственное унитарное предприятие Производственное объединение «Маяк», г. Озёрск, 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. Озёрск, Челябинская обл.

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	5. Южно-Сахалинск	8. Хабаровск (экспозиция 5 дней)
3. Ангарск	6. Сковородино (н/р)	

Примечания: н/р – не работает;

*– в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР;

**– данные по пунктам наблюдения: Кыштым (отбор возобновлен с октября 2017 г.), Новогорный, Аргаяш (все пункты входят в 100-км зону ПО «Маяк») при подсчете средневзвешенных объемных активностей $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr по АТР и РФ в целом не учитывались.

Приложение А.3

Объемная $\Sigma\text{в}$ в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2017 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	-	6,6	6,7	12,8	4,5	8,5	7,6
Февраль	-	7,2	4,9	9,9	4,5	10,2	7,3
Март	-	6,2	5,4	12,5	6,9	14,9	7,9
Апрель	-	6,0	7,9	14,2	7,5	10,4	8,1
Май	-	6,5	9,0	15,3	7,1	9,9	8,8
Июнь	-	6,8	8,8	12,4	7,6	7,8	8,2
Июль	-	6,6	9,5	15,2	7,5	11,1	9,0
Август	-	5,8	11,8	16,4	10,6	15,5	9,9
Сентябрь	-	5,9	8,1	13,5	8,3	221,3	29,3
Октябрь	-	5,2	9,6	13,9	4,6	8,0	7,7
Ноябрь	-	5,7	12,6	15,0	5,2	9,0	8,9
Декабрь	-	6,0	9,4	14,6	4,3	11,2	8,5
Среднее:							
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	19,3	19,5	23,8	47,2	27,5	19,7	
Февраль	23,2	22,0	51,0	44,8	42,6	28,7	
Март	14,7	14,5	36,7	40,6	32,0	22,5	
Апрель	9,9	12,4	20,8	30,4	20,7	15,7	
Май	12,8	13,6	19,4	36,1	21,3	16,4	
Июнь	9,8	15,1	25,5	29,6	23,8	17,6	
Июль	5,7	12,7	18,3	37,7	20,8	16,2	
Август	11,9	14,3	23,5	27,6	22,1	17,3	
Сентябрь	885,1	8,4	18,2	21,8	16,5	21,6	
Октябрь	36,6	19,4	21,1	41,1	24,7	18,0	
Ноябрь	23,7	13,5	29,0	29,6	25,3	18,9	
Декабрь	68,0	16,5	29,6	58,9	32,3	22,9	
Среднее:							
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 ¹³⁷Cs в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2017 году, 10⁻⁷·Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	1,0	1,6	2,2	3,5	2,3	1,5
Февраль	-	1,0	1,7	2,1	3,5	2,2	1,5
Март	-	1,0	1,6	2,1	3,3	2,2	1,5
Апрель	-	1,4	4,4	2,3	6,3	2,2	2,4
Май	-	1,4	4,3	3,2	7,4	2,4	2,6
Июнь	-	1,4	4,1	3,9	5,4	2,2	2,6
Июль	-	1,0	1,6	3,7	2,5	3,9	1,6
Август	-	0,9	1,7	3,5	4,1	4,5	1,7
Сентябрь	-	1,4	3,0	3,4	6,3	3,9	2,2
Октябрь	-	2,0	2,6	4,7	11,8	2,8	2,3
Ноябрь	-	1,2	2,7	3,5	5,8	2,8	1,8
Декабрь	-	1,2	2,5	3,9	3,7	2,9	1,8
Среднее:							
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	27,0	2,0	0,8	1,5	1,3	1,4	
Февраль	22,3	2,0	0,8	1,5	1,3	1,4	
Март	6,9	2,0	0,8	1,5	1,1	1,4	
Апрель	11,7	1,3	1,8	1,8	1,7	2,0	
Май	11,0	1,3	1,8	1,8	1,7	2,1	
Июнь	10,4	1,3	1,8	1,8	1,7	2,1	
Июль	15,4	1,9	1,4	1,1	1,5	1,6	
Август	12,6	1,9	1,4	1,1	1,5	1,7	
Сентябрь	19,9	1,9	1,4	1,1	1,5	1,9	
Октябрь	22,2	2,3	0,3	1,7	1,2	1,5	
Ноябрь	23,8	2,3	0,3	1,7	1,2	1,3	
Декабрь	19,8	2,3	0,3	1,7	1,2	1,3	
Среднее:							
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 ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2017 г., 10⁻⁷ Бк/м³

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Заполярье	0,57	0,57	0,48	0,48	0,53
Север	0,98	0,98	0,81	0,81	0,90
Центр	0,37	0,37	1,25	1,25	0,81
Юг	0,56	0,56	1,18	1,18	0,87
Брянск, Курск	0,51	0,51	0,68	0,68	0,59
Азиатская территория России					
Западная Сибирь*	2,23	2,23	1,81	1,81	2,02
Север Восточной Сибири	1,29	1,29	0,91	0,91	1,10
Юг Восточной Сибири	2,93	2,93	2,62	2,62	2,78

Примечания: * – при подсчете не учитывались данные по п. В. Дуброво.

Таблица 2

Средневзвешенные по территории страны объемные активности ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы в 2001-2017 годах, 10⁻⁷ Бк/м³

Квартал	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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
II	1,74	1,52	1,91	1,90	1,08	1,24	1,10	1,30	1,18	0,77	1,05	1,12	1,17	1,03	0,86	1,07	1,34
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
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
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

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 2017 г., 10^{-9} Бк/м³**

Месяц	г. Обнинск		г. Курск	
	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu
Январь	1,17	1,41		
Февраль	9,18	7,63	0,36	1,12
Март	5,07	13,52		
Апрель	35,55	23,70		
Май	9,75	7,95	0,36	1,12
Июнь	5,01	1,48		
Июль	9,51	6,13		
Август	10,92	11,36	1,37	0,26
Сентябрь	8,06	9,85		
Октябрь	36,99	3,65		
Ноябрь	5,36	22,81	1,37	0,26
Декабрь	3,90	3,90		
Среднее: 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
2011 г.	4,7	6,0	0,4	2,4

Примечание: в скобках приведены значения без учета данных за октябрь 2013 г. и за октябрь 2014 г.

Приложение А.6

**Группировка пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями
по географическим районам РФ**

Европейская территория России
<p><u>Заполярье*</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, бух. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><u>Север</u> УГМС: Северное (без Диксонского ЦГМС), Северо-Западное (включая Калининградский ЦГМС)</p> <p><u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Республики Татарстан, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u> В Центральном УГМС и УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орёл (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) Данные по пунктам Плавск (Тульская обл.); Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км²) при расчете средневзвешенных выпадений ^{137}Cs по ЕТР и РФ не учитывались.</p> <p><u>Юг</u> Северо-Кавказское (включая Крымское УГМС)</p>
Азиатская территория России
<p><u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское</p> <p><u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское (без Тиксинского ЦГМС), Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)</p> <p><u>Юг Восточной Сибири</u> 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 2017 г., Бк/м²·сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,73	0,81	0,95	0,57	1,12	0,88
Февраль	0,71	0,66	0,87	0,44	0,91	0,77
Март	0,57	0,83	0,8	0,56	0,94	0,77
Апрель	0,54	0,59	0,87	0,78	0,77	0,69
Май	0,67	0,65	0,85	0,59	0,79	0,74
Июнь	0,5	0,56	0,81	0,58	0,65	0,63
Июль	0,57	0,59	0,75	0,62	0,57	0,64
Август	0,69	0,75	0,86	0,57	0,66	0,76
Сентябрь	0,43	0,89	0,99	0,56	0,73	0,79
Октябрь	0,62	1,04	0,96	0,64	0,72	0,88
Ноябрь	0,51	0,38	0,91	0,64	0,71	0,62
Декабрь	0,63	1,02	1,01	1,01	0,82	0,90
Среднее:						
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	1,66	0,82	1,11	1,26	1,16	
Февраль	1,51	0,83	1,13	1,2	1,09	
Март	1,31	0,81	1,18	1,11	1,02	
Апрель	1,27	0,78	1,29	1,1	0,99	
Май	1,1	0,8	1,24	1,02	0,95	
Июнь	1,07	0,81	1,12	0,98	0,89	
Июль	1,28	0,81	1,27	1,11	0,99	
Август	1,43	0,84	0,96	1,13	1,04	
Сентябрь	1,56	0,84	1,06	1,21	1,1	
Октябрь	1,39	0,95	1,04	1,17	1,09	
Ноябрь	1,24	1,07	1,14	1,16	1,02	
Декабрь	1,34	1,14	1,18	1,24	1,15	
Среднее:						
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 ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2017 г., Бк/м²·квартал

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год						
					2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Заполярье	0,022	0,025	0,045	0,024	0,12	0,32	0,28	0,18	0,33	0,20	2,03
Север	0,057	0,036	0,042	0,031	0,17	0,27	0,25	0,21	0,27	0,23	1,57
Центр ЕТР (без загр. зоны)	0,029	0,078	0,058	0,036	0,20	0,22	0,37	0,35	0,64	0,37	1,54
Юг	0,051	0,065	0,062	0,056	0,23	0,26	0,41	0,27	0,37	0,29	0,94
Средневзвешенное по ЕТР (без загр. зоны)	0,040	0,049	0,050	0,034	0,17	0,27	0,31	0,27	0,42	0,28	1,43
Загрязненная зона	0,12	0,28	0,25	0,07	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/м²·месяц), усредненные по 32 пунктам на территории России

Месяц	2017 г.		2016 г.		2015 г.		2014 г.		2013 г.	
	Объемная активность	Выпадения								
Январь	1,80	47,72	1,75	50,4	1,22	39,4	1,57	45,9	1,67	47,32
Февраль	1,88	39,51	1,88	51,5	1,23	26,4	1,42	43,57	1,98	33,31
Март	1,91	35,95	2,17	50,5	1,35	24,6	1,45	34,94	1,78	62,31
Апрель	1,91	55,53	1,69	46	1,43	41,4	1,78	35,57	1,86	49,34
Май	2,29	89,74	1,68	66,8	1,67	73,5	2,22	76,2	2,43	95,5
Июнь	2,39	129,21	1,98	98,6	1,88	102,2	2,11	109,82	2,58	117,77
Июль	2,02	150,74	1,87	124,3	1,99	135,4	2,14	125,29	2,39	166,7
Август	1,63	101,66	2,04	159,7	1,99	129,9	2,02	119,63	2,12	141,64
Сентябрь	1,55	76,09	1,71	84,9	1,87	81,9	1,69	65,4	2,01	127,69
Октябрь	1,26	56,08	1,55	44,6	1,49	72,1	1,24	51,94	1,4	57,49
Ноябрь	1,08	40,84	1,31	50,4	1,55	50,9	1,39	44,85	1,59	65,3
Декабрь	1,27	42,51	1,20	39,7	1,52	54	1,29	46,86	1,32	54,66
Среднее	1,75	72,13	1,74	72,3	1,59	69,3	1,69	66,66	1,94	84,92
Сумма, кБк/м ² ·год		0,87		0,87		0,83		0,8		1,02
Выпадения на территории РФ, Бк		14,8·10 ¹⁵		14,8·10 ¹⁵		14,2·10 ¹⁵		13,7·10 ¹⁵		17,7·10 ¹⁵

Таблица 2

Среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr в реках и озерах РФ, мБк/л

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
2000	6,2	5,6	5,9	-	22,6
2001	7,2	4,7	6,0	9,8*	18,3
2002	5,9	3,6	4,8	8,1*	15,6
2003	6,4	4,5	5,5	7,0*	22,0
2004	7,6	4,7	6,2	6,2	25,6
2005	6,7 (8,2)	4,7	5,7 (6,4)	5,5	19,7
2006	6,1 (9,1)	4,4	5,3 (6,7)	4,8	15,4
2007	5,6 (6,7)	4,5	5,1 (5,7)	4,8	12,0
2008	5,0 (7,8)	4,1	4,5 (6,0)	3,7	10,3
2009	4,7 (6,9)	3,9	4,3 (5,6)	4,5	6,8
2010	4,2 (4,4)	4,2	4,2 (4,3)	3,0	7,8
2011	3,7 (4,6)	4,3	4,2 (4,5)	2,6	7,2
2012	4,6 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	3,7	9,0
2013	3,8 (4,3)	4,8	4,3 (4,5)	3,5	7,5
2014	5,1 (5,2)	4,5	4,8 (4,9)	4,6	5,9
2015	4,7 (5,1)	5,0	4,8 (5,0)	4,8	11,8
2016	4,3 (5,5)	4,8	4,6 (5,2)	2,6	7,3
2017	4,2 (5,0)	6,7	5,5 (5,8)	2,3	7,2

Примечания: за 2005–2012 и 2016–2017 годы приводятся среднегодовые объемные активности ⁹⁰Sr без учета данных по рекам Колва, Кама и Вишера, а в скобках – с их учетом; за 2013–2015 годы – без учета данных по р. Нева (Новосаратовка), а в скобках – с их учетом;
* – данные только по оз. Онежскому;
- – пробы не отбирались.

Приложение А.9

Таблица 1

Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ, Бк/л

Регион стока	Река (пункт)	Год																	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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
	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
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
	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
	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
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

Регион стока	Река (пункт)	Год																	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
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
	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
	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
	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
	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
	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
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
	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
	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

Примечание: -- пробы не отбирались.

Таблица 2

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в поверхностных водах морей РФ, мБк/л

Море	Кол-во проб в 2017 г.	Год																	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Азовское	1	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	18,2	14,95	12,2	5,6
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
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
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
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
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
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

Примечания: -- пробы не отбирались;

* – прибрежные воды Восточной Камчатки.

Приложение В

**Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС)
с субъектами РФ и федеральными округами**

Европейская территория России:	
Заполярье*	
УГМС: Мурманское (Мурманская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (Ненецкий авт. окр.: Амдерма)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное (ЦГМС: Диксонский – север Красноярского края)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Якутское (ЦГМС: Тиксинский – север Республики Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский авт. окр.: о. Шмидта, бух. Провидения, Певек)	Дальневосточный федеральный округ
Север	
УГМС: Северное (Республика Коми, Ненецкий АО, Архангельская и Вологодская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северо-Западное (Республика Карелия, г. Санкт-Петербург, Ленинградская, Новгородская и Псковская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
ЦГМС: Калининградский (Калининградская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
Центр	
УГМС: Верхне-Волжское (Республики: Марий Эл, Мордовия, Удмуртская и Чувашская, Кировская и Нижегородская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Приволжское (Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская и Ульяновская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Республика Татарстан	Приволжский федеральный округ
УГМС: Центральное (г. Москва, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская обл.)	Центральный федеральный округ
УГМС: Центрально-Черноземных областей (ЦЧО) (Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская обл.) (кроме загрязненной зоны)	Центральный федеральный округ
Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС, – УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орёл (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.), пп. Плавск (Тульская обл.) и Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷ Cs 5–	Центральный федеральный округ
Юг	
УГМС: Северо-Кавказское (Республики: Адыгея, Калмыкия; Краснодарский край; Астраханская, Волгоградская и Ростовская обл.); Крымское (Республика Крым)	Южный федеральный округ
УГМС: Северо-Кавказское (Республики: Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская; Ставропольский край)	Северо-Кавказский федеральный округ
Азиатская территория России:	
Западная Сибирь	
УГМС: Башкирское (Республика Башкортостан)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Пермский край)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское (Курганская, Свердловская и Челябинская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО, Тюменская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское (Омская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Западно-Сибирское (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Среднесибирское (Республики: Хакасия, Тыва; Красноярский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Иркутское (Иркутская обл.)	Сибирский федеральный округ

Север Восточной Сибири	
УГМС: Якутское (Республика Саха (Якутия))	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Чукотское (Чукотский АО)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Колымское (Магаданская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Камчатское (Камчатский край)	Дальневосточный федеральный округ
Юг Восточной Сибири	
УГМС: Забайкальское (Республика Бурятия, Забайкальский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Дальневосточное (Хабаровский край, Еврейская автономная область, Амурская обл.)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Приморское (Приморский край)	Дальневосточный федеральный округ
УГМС: Сахалинское (Сахалинская обл.)	Дальневосточный федеральный округ

Примечание: * – в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР.

Приложение С

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2017 ГОДУ**

Таблица С.1

Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2017 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
БАРИЙ-139			9,07·10 ⁸	3,26·10 ⁸	-5,81·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,88·10 ⁹	9,07·10 ⁸	3,26·10 ⁸	-5,81·10 ⁸
ВИСМУТ-214			6,75·10 ¹³	5,44·10 ¹³	-1,31·10 ¹³
	ПАО «ППГХО»	1,75·10 ¹⁴	6,75·10 ¹³	5,44·10 ¹³	-1,31·10 ¹³
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ			1,55·10 ⁸	6,27·10 ⁷	-9,23·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,36·10 ⁸	1,17·10 ⁸	1,22·10 ⁷	-1,05·10 ⁸
	ФГУП «Атомфлот»	1,35·10 ⁸	3,82·10 ⁷	5,05·10 ⁷	+1,23·10 ⁷
ЖЕЛЕЗО-59			5,71·10 ⁷	2,71·10 ⁷	-3,00·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,28·10 ⁸	5,71·10 ⁷	2,71·10 ⁷	-3,00·10 ⁷
ИОД-129			4,12·10 ¹⁰	4,14·10 ¹⁰	+2,00·10 ⁸
	ФГУП «ПО «Маяк»	4,18·10 ¹¹	4,12·10 ¹⁰	4,14·10 ¹⁰	+2,00·10 ⁸
ИОД-131			9,67·10 ⁹	1,34·10 ¹⁰	+3,73·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	1,80·10 ¹⁰	7,27·10 ⁷	7,37·10 ⁷	+1,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,63·10 ⁹	2,57·10 ⁷	-1,60·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	3,27·10 ¹¹	1,65·10 ⁸	1,63·10 ⁸	-2,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	1,80·10 ¹⁰	2,02·10 ⁷	1,26·10 ⁸	+1,06·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,37·10 ⁸	6,28·10 ⁷	-7,42·10 ⁸

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,27·10 ⁹	1,03·10 ⁹	-2,4·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	5,84·10 ¹⁰	2,47·10 ⁸	2,46·10 ⁸	-1,00·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,03·10 ⁹	4,02·10 ⁹	+2,99·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,15·10 ⁸	3,37·10 ⁷	-8,13·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,59·10 ¹²	1,35·10 ⁸	1,35·10 ⁸	0,0
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,98·10 ¹⁰	4,58·10 ⁹	1,10·10 ¹⁰	+6,42·10 ⁹
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,49·10 ¹¹	2,62·10 ⁸	1,44·10 ⁸	-1,18·10 ⁸
ИОД-132			4,86·10 ⁸	2,21·10 ⁹	+1,72·10 ⁹
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,82·10 ¹⁰	4,86·10 ⁸	2,21·10 ⁹	+1,72·10 ⁹
ИОД-134			5,33·10 ⁷	6,52·10 ⁷	+1,19·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	8,32·10 ⁸	5,33·10 ⁷	6,52·10 ⁷	+1,19·10 ⁸
ИОД-135			5,56·10 ⁸	9,96·10 ⁸	+4,40·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,69·10 ⁹	5,56·10 ⁸	9,96·10 ⁸	+4,40·10 ⁸
КАЛИЙ-40			6,91·10 ⁹	6,70·10 ⁹	-2,10·10 ⁸
	ПАО «ЛПГХО»	7,47·10 ⁹	6,91·10 ⁹	6,70·10 ⁹	-2,10·10 ⁸
КОБАЛЬТ-57			8,42·10 ⁶	6,99·10 ⁶	-1,43·10 ⁶
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	5,50·10 ⁸	8,18·10 ⁶	6,89·10 ⁶	-1,29·10 ⁶
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	1,96·10 ⁸	2,43·10 ⁵	9,90·10 ⁴	-1,44·10 ⁵
КОБАЛЬТ-58			2,92·10 ⁷	2,92·10 ⁷	+1,41·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,01·10 ⁸	2,92·10 ⁷	2,92·10 ⁷	+1,41·10 ⁷
КОБАЛЬТ-60			7,85·10 ⁸	7,85·10 ⁸	0,0
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	7,40·10 ⁹	5,04·10 ⁶	1,05·10 ⁷	+5,46·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	7,40·10 ⁹	5,93·10 ⁷	4,39·10 ⁶	-5,49·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,95·10 ⁸	6,55·10 ⁷	3,74·10 ⁷	-2,81·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	7,40·10 ⁹	9,55·10 ⁶	8,17·10 ⁶	-1,38·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	7,40·10 ⁹	1,06·10 ⁷	5,88·10 ⁶	-4,72·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	2,50·10 ⁹	9,60·10 ⁷	1,85·10 ⁸	+8,90·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	2,50·10 ⁹	2,12·10 ⁸	2,52·10 ⁸	+4,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	7,40·10 ⁹	6,16·10 ⁷	3,22·10 ⁷	-2,94·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	7,40·10 ⁹	7,08·10 ⁶	5,15·10 ⁷	+4,44·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	6,10·10 ⁹	8,05·10 ⁷	1,58·10 ⁷	-6,47·10 ⁷

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$1,50 \cdot 10^{10}$	$2,33 \cdot 10^6$	$1,28 \cdot 10^6$	$-1,05 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$8,37 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$8,97 \cdot 10^7$	$-6,13 \cdot 10^7$
	АО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина»	$5,16 \cdot 10^7$	$4,87 \cdot 10^4$	-	$-4,87 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$6,13 \cdot 10^8$	$4,55 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^7$	$+6,45 \cdot 10^6$
	ФГУП «РАДОН»	$7,69 \cdot 10^5$	$3,91 \cdot 10^3$	$6,04 \cdot 10^3$	$+2,13 \cdot 10^3$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,02 \cdot 10^8$	$5,72 \cdot 10^7$	$7,51 \cdot 10^7$	$+1,79 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$2,78 \cdot 10^{11}$	$2,42 \cdot 10^7$	$3,56 \cdot 10^6$	$-2,06 \cdot 10^7$
	АО «ОДЦ УГР»	$4,90 \cdot 10^{10}$	$3,83 \cdot 10^6$	$1,58 \cdot 10^6$	$-2,25 \cdot 10^6$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$7,83 \cdot 10^6$	-	$2,03 \cdot 10^5$	$+2,03 \cdot 10^5$
КЮРИЙ-242			$2,66 \cdot 10^3$	$2,04 \cdot 10^5$	$+2,01 \cdot 10^5$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,09 \cdot 10^6$	$2,66 \cdot 10^3$	$2,04 \cdot 10^5$	$+2,01 \cdot 10^5$
КЮРИЙ-244			$3,14 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^7$	$+4,79 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,50 \cdot 10^7$	$3,14 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^7$	$+4,79 \cdot 10^7$
МАРГАНЕЦ-54			$1,03 \cdot 10^8$	$6,37 \cdot 10^7$	$-3,93 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,66 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^4$	$4,79 \cdot 10^6$	$+4,78 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$5,71 \cdot 10^8$	$9,75 \cdot 10^7$	$4,96 \cdot 10^7$	$-4,79 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,45 \cdot 10^7$	$1,07 \cdot 10^6$	$9,27 \cdot 10^6$	$+8,20 \cdot 10^6$
МЫШЬЯК-76			$2,70 \cdot 10^7$	$1,94 \cdot 10^7$	$-7,60 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,21 \cdot 10^8$	$2,70 \cdot 10^7$	$1,94 \cdot 10^7$	$-7,60 \cdot 10^6$
НИОБИЙ-95			$1,45 \cdot 10^8$	$5,93 \cdot 10^7$	$-8,57 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$6,51 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^8$	$4,18 \cdot 10^7$	$-8,82 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$4,08 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$1,53 \cdot 10^7$	$+4,70 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,00 \cdot 10^9$	$4,06 \cdot 10^6$	$2,04 \cdot 10^6$	$-2,02 \cdot 10^6$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$6,48 \cdot 10^6$	-	$2,03 \cdot 10^5$	$+2,03 \cdot 10^5$
ПОЛОНИЙ-210			$7,01 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	$-2,01 \cdot 10^6$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$1,51 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	$-2,01 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$5,30 \cdot 10^9$	$7,03 \cdot 10^3$	$1,94 \cdot 10^3$	$-5,09 \cdot 10^3$
ПЛУТОНИЙ-238			$9,12 \cdot 10^6$	$6,44 \cdot 10^7$	$+5,53 \cdot 10^7$
	АО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина»	$2,21 \cdot 10^6$	$7,10 \cdot 10^3$	$8,30 \cdot 10^3$	$+1,20 \cdot 10^3$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,73 \cdot 10^7$	$9,11 \cdot 10^6$	$5,59 \cdot 10^7$	$+4,68 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$5,37 \cdot 10^9$	-	$8,46 \cdot 10^6$	$+8,46 \cdot 10^6$
ПЛУТОНИЙ-239			$4,21 \cdot 10^8$	$8,23 \cdot 10^8$	$+4,02 \cdot 10^8$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$1,51 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	$-2,00 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$7,38 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^7$	$4,25 \cdot 10^7$	$+3,25 \cdot 10^7$

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	1,32·10 ⁷	1,42·10 ⁴	4,98·10 ⁴	+3,56·10 ⁴
	ФГУП «ГХК»	3,57·10 ¹¹	2,78·10 ⁷	2,68·10 ⁸	+2,40·10 ⁸
	ФГУП «ПО «Маяк»	4,92·10 ¹⁰	3,76·10 ⁸	5,07·10 ⁸	+1,31·10 ⁸
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	1,52·10 ⁹	1,71·10 ⁵	1,70·10 ⁵	-1,00·10 ³
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	5,33·10 ⁷	-	4,28·10 ⁵	+4,28·10 ⁵
РАДИЙ-226			8,21·10 ⁶	8,38·10 ⁶	+1,7·10 ⁵
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	1,29·10 ⁷	5,32·10 ³	-	-5,32·10 ³
	АО «ЧМЗ»	4,83·10 ¹²	8,20·10 ⁶	8,38·10 ⁶	+1,80·10 ⁵
РАДОН-222			4,94·10 ¹⁴	4,37·10 ¹⁴	-5,70·10 ¹³
	ПАО «ППГХО»	1,24·10 ¹⁵	4,94·10 ¹⁴	4,37·10 ¹⁴	-5,70·10 ¹³
РТУТЬ-203			-	1,13·10 ⁵	+1,13·10 ⁵
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,76·10 ⁹	-	1,13·10 ⁵	+1,13·10 ⁵
РУБИДИЙ-88			6,90·10 ¹¹	6,69·10 ⁹	-6,83·10 ¹¹
	АО «ГНЦ НИИАР»	6,28·10 ¹¹	6,90·10 ¹¹	6,69·10 ⁹	-6,83·10 ¹¹
РУБИДИЙ-89			5,46·10 ¹¹	1,16·10 ⁰⁸	-5,45·10 ¹¹
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,66·10 ⁹	5,46·10 ¹¹	1,16·10 ⁰⁸	-5,45·10 ¹¹
РУТЕНИЙ-103			8,94·10 ⁵	1,78·10 ⁷	+1,69·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,02·10 ⁷	8,94·10 ⁵	1,76·10 ⁷	+1,67·10 ⁷
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	6,95·10 ⁶	-	2,03·10 ⁵	+2,03·10 ⁵
РУТЕНИЙ-106			9,97·10 ⁸	9,39·10 ⁸	-5,80·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,09·10 ⁸	3,50·10 ⁷	2,80·10 ⁷	-7,00·10 ⁶
	ФГУП «ГХК»	1,26·10 ¹²	2,19·10 ⁶	2,19·10 ⁶	-9,71·10 ⁶
	ФГУП «ПО «Маяк»	2,92·10 ¹⁰	9,60·10 ⁸	8,96·10 ⁸	-6,40·10 ⁷
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	5,31·10 ⁸	-	1,52·10 ⁷	+1,52·10 ⁷
СВИНЕЦ-210			8,80·10 ⁷	1,09·10 ⁸	+2,1·10 ⁷
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	9,07·10 ⁸	8,80·10 ⁷	1,09·10 ⁸	+2,1·10 ⁷
СВИНЕЦ-214			9,24·10 ¹³	7,44·10 ¹³	-1,80·10 ¹³
	ПАО «ППГХО»	2,68·10 ¹⁴	9,24·10 ¹³	7,44·10 ¹³	-1,80·10 ¹³
СЕЛЕН-75			6,08·10 ⁸	4,30·10 ⁸	-1,78·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,13·10 ¹¹	6,08·10 ⁸	4,30·10 ⁸	-1,78·10 ⁸
СТРОНЦИЙ-89			5,97·10 ⁷	7,03·10 ⁷	+1,06·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	3,35·10 ⁸	5,97·10 ⁷	7,03·10 ⁷	+1,06·10 ⁷
СТРОНЦИЙ-90			2,46·10 ⁹	1,69·10 ⁹	-7,70·10 ⁸
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	3,61·10 ⁹	3,50·10 ⁸	4,60·10 ⁸	+1,10·10 ⁸
	АО «ГНЦ НИИАР»	6,13·10 ⁸	4,25·10 ⁷	4,34·10 ⁷	+9,00·10 ⁵

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	$2,50 \cdot 10^8$	$7,40 \cdot 10^5$	$7,20 \cdot 10^5$	$-2,00 \cdot 10^4$
	АО «ОДЦ УГР»	$1,83 \cdot 10^{10}$	$7,68 \cdot 10^5$	$3,43 \cdot 10^6$	$+2,66 \cdot 10^5$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1,37 \cdot 10^9$	-	$6,93 \cdot 10^5$	$+6,93 \cdot 10^5$
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	$1,39 \cdot 10^8$	$8,72 \cdot 10^6$	$3,68 \cdot 10^6$	$-5,04 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$4,93 \cdot 10^{11}$	$1,38 \cdot 10^8$	$4,93 \cdot 10^7$	$-8,87 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$4,07 \cdot 10^7$	$6,27 \cdot 10^4$	$4,50 \cdot 10^3$	$-5,82 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$7,60 \cdot 10^{12}$	$1,88 \cdot 10^9$	$1,07 \cdot 10^9$	$-8,10 \cdot 10^8$
	НПК ФГУП «РАДОН»	$3,89 \cdot 10^6$	$6,60 \cdot 10^3$	$2,96 \cdot 10^4$	$+2,30 \cdot 10^4$
	ФГУП «Атомфлот»	$1,46 \cdot 10^8$	$4,11 \cdot 10^7$	$5,41 \cdot 10^7$	$+1,30 \cdot 10^7$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$9,41 \cdot 10^7$	-	$3,05 \cdot 10^6$	$+3,05 \cdot 10^6$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$3,22 \cdot 10^9$	$3,18 \cdot 10^9$	$-4,00 \cdot 10^7$
	АО «СХК»	$1,57 \cdot 10^{11}$	$3,06 \cdot 10^9$	$3,07 \cdot 10^9$	$+1,00 \cdot 10^7$
	АО «АЭХК»	$9,64 \cdot 10^8$	$8,70 \cdot 10^7$	$1,61 \cdot 10^7$	$-7,09 \cdot 10^7$
	ПАО «МСЗ»	$1,03 \cdot 10^{10}$	$7,43 \cdot 10^7$	$9,21 \cdot 10^7$	$+1,78 \cdot 10^7$
	ФГУП «РАДОН»	$6,50 \cdot 10^6$	$4,25 \cdot 10^5$	$2,50 \cdot 10^5$	$-1,75 \cdot 10^5$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$4,23 \cdot 10^9$	$2,18 \cdot 10^9$	$-2,05 \cdot 10^9$
	АО «СХК»	$3,48 \cdot 10^{11}$	$4,23 \cdot 10^9$	$2,18 \cdot 10^9$	$-2,05 \cdot 10^9$
	НПК ФГУП «РАДОН»	$3,11 \cdot 10^7$	$6,75 \cdot 10^5$	$3,45 \cdot 10^5$	$-3,30 \cdot 10^5$
СУММА ИРГ			$4,45 \cdot 10^{16}$	$4,56 \cdot 10^{16}$	$+1,10 \cdot 10^{15}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,76 \cdot 10^{13}$	$2,29 \cdot 10^{13}$	$+5,30 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$3,75 \cdot 10^{14}$	$1,08 \cdot 10^{13}$	$1,85 \cdot 10^{12}$	$-8,95 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,83 \cdot 10^{15}$	$5,22 \cdot 10^{14}$	$5,16 \cdot 10^{14}$	$-6,00 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$6,87 \cdot 10^{14}$	$1,34 \cdot 10^{13}$	$2,05 \cdot 10^{13}$	$+7,10 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,30 \cdot 10^{13}$	$1,47 \cdot 10^{13}$	$+1,70 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$3,09 \cdot 10^{14}$	$4,80 \cdot 10^{14}$	$+1,71 \cdot 10^{14}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2,96 \cdot 10^{15}$	$3,34 \cdot 10^{14}$	$2,82 \cdot 10^{14}$	$-5,20 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$4,13 \cdot 10^{13}$	$4,53 \cdot 10^{13}$	$+4,00 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$5,96 \cdot 10^{14}$	$8,54 \cdot 10^{13}$	$6,67 \cdot 10^{13}$	$-1,87 \cdot 10^{13}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,22 \cdot 10^{17}$	$1,60 \cdot 10^{14}$	$6,58 \cdot 10^{14}$	$+4,98 \cdot 10^{14}$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,12 \cdot 10^{15}$	$2,38 \cdot 10^{15}$	$2,82 \cdot 10^{15}$	$+4,40 \cdot 10^{14}$

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	ФГУП «Атомфлот»	$5,73 \cdot 10^{11}$	$3,76 \cdot 10^{11}$	$1,50 \cdot 10^{11}$	$-2,26 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$8,18 \cdot 10^{15}$	$1,13 \cdot 10^{13}$	$6,65 \cdot 10^{12}$	$-4,65 \cdot 10^{12}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$4,45 \cdot 10^{17}$	$4,06 \cdot 10^{16}$	$4,07 \cdot 10^{16}$	$+1,00 \cdot 10^{14}$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$9,71 \cdot 10^9$	$1,56 \cdot 10^9$	$-8,15 \cdot 10^9$
	АО «ВНИИХТ»	$3,78 \cdot 10^6$	$1,91 \cdot 10^6$	$8,25 \cdot 10^5$	$+1,09 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,37 \cdot 10^7$	$2,19 \cdot 10^7$	$9,15 \cdot 10^7$	$+6,96 \cdot 10^7$
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$1,10 \cdot 10^6$	$4,73 \cdot 10^3$	$4,20 \cdot 10^3$	$-5,30 \cdot 10^2$
	АО «ЧМЗ»	$5,91 \cdot 10^{14}$	$7,12 \cdot 10^8$	$1,35 \cdot 10^9$	$+6,38 \cdot 10^8$
	АО «ПО ЭХЗ»	$4,57 \cdot 10^9$	$3,30 \cdot 10^7$	$2,40 \cdot 10^7$	$-9,00 \cdot 10^6$
	АО «УЭХК»	$3,00 \cdot 10^8$	$9,30 \cdot 10^7$	$8,71 \cdot 10^7$	$-5,90 \cdot 10^6$
	ПАО «НЗХК»	$3,10 \cdot 10^{10}$	$4,26 \cdot 10^8$	$5,17 \cdot 10^8$	$+9,10 \cdot 10^7$
	ФГУП «НИИ НПО «Луч»	$1,04 \cdot 10^8$	$1,46 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$-4,00 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПСЗ»	$3,52 \cdot 10^5$	$1,69 \cdot 10^4$	$5,09 \cdot 10^4$	$+3,40 \cdot 10^4$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$6,91 \cdot 10^{11}$	$2,62 \cdot 10^9$	$2,24 \cdot 10^9$	$-3,80 \cdot 10^8$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$4,20 \cdot 10^{10}$	$5,79 \cdot 10^9$	$1,13 \cdot 10^{10}$	$+5,51 \cdot 10^9$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1,83 \cdot 10^7$	-	$1,00 \cdot 10^6$	$+1,00 \cdot 10^6$
СУРЬМА-124			$8,23 \cdot 10^6$	$4,47 \cdot 10^6$	$-3,76 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,08 \cdot 10^8$	$8,23 \cdot 10^6$	$4,47 \cdot 10^6$	$-3,76 \cdot 10^6$
СУРЬМА-125			$1,91 \cdot 10^8$	$1,21 \cdot 10^8$	$-7,00 \cdot 10^7$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$2,20 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^8$	$8,70 \cdot 10^7$	$-2,90 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$3,12 \cdot 10^9$	$7,45 \cdot 10^7$	$3,36 \cdot 10^7$	$-4,09 \cdot 10^7$
ТЕХНЕЦИЙ-99М			$1,50 \cdot 10^8$	$2,82 \cdot 10^8$	$+1,32 \cdot 10^8$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,24 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^8$	$2,82 \cdot 10^8$	$+1,32 \cdot 10^8$
ТОРИЙ-230			$3,13 \cdot 10^6$	$8,79 \cdot 10^6$	$+5,66 \cdot 10^6$
	АО «ВНИИХТ»	$4,14 \cdot 10^7$	$9,47 \cdot 10^5$	$4,08 \cdot 10^5$	$-5,39 \cdot 10^5$
	АО «ЧМЗ»	$5,90 \cdot 10^{12}$	$2,18 \cdot 10^6$	$8,38 \cdot 10^6$	$+6,20 \cdot 10^6$
ТОРИЙ-232			$1,47 \cdot 10^9$	$1,74 \cdot 10^9$	$+2,70 \cdot 10^8$
	АО «ЧМЗ»	$4,69 \cdot 10^{12}$	$8,20 \cdot 10^6$	$2,72 \cdot 10^6$	$-5,48 \cdot 10^6$
	ПАО «ППГХО»	$7,47 \cdot 10^9$	$1,46 \cdot 10^9$	$1,74 \cdot 10^9$	$+2,80 \cdot 10^8$
ТОРИЙ-234			$1,42 \cdot 10^6$	$6,12 \cdot 10^5$	$-8,08 \cdot 10^5$
	АО «ВНИИХТ»	$4,12 \cdot 10^7$	$1,42 \cdot 10^6$	$6,12 \cdot 10^5$	$-8,08 \cdot 10^5$
ТРИТИЙ			$1,47 \cdot 10^{15}$	$1,41 \cdot 10^{15}$	$-6,00 \cdot 10^{13}$
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	$2,40 \cdot 10^{14}$	$1,71 \cdot 10^{12}$	$2,40 \cdot 10^{11}$	$-1,47 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$5,31 \cdot 10^{14}$	$1,97 \cdot 10^{13}$	$2,10 \cdot 10^{13}$	$+1,30 \cdot 10^{12}$

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»	$6,21 \cdot 10^{12}$	$4,00 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$+9,50 \cdot 10^9$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,32 \cdot 10^{13}$	$4,45 \cdot 10^{12}$	$5,46 \cdot 10^{12}$	$+1,01 \cdot 10^{12}$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,76 \cdot 10^{16}$	$1,30 \cdot 10^{15}$	$1,25 \cdot 10^{15}$	$-5,00 \cdot 10^{13}$
	ФГУП «ГХК»	$1,18 \cdot 10^{17}$	-	$7,49 \cdot 10^{10}$	$+7,49 \cdot 10^{10}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$1,49 \cdot 10^{16}$	$1,16 \cdot 10^{14}$	$1,14 \cdot 10^{14}$	$-2,00 \cdot 10^{12}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$9,25 \cdot 10^{13}$	$2,45 \cdot 10^{13}$	$1,16 \cdot 10^{13}$	$-1,29 \cdot 10^{13}$
ХРОМ-51			$9,95 \cdot 10^7$	$1,26 \cdot 10^8$	$+2,65 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,15 \cdot 10^7$	$1,32 \cdot 10^5$	$3,56 \cdot 10^6$	$+3,43 \cdot 10^6$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$9,02 \cdot 10^8$	$8,70 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^8$	$+2,40 \cdot 10^7$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$8,88 \cdot 10^8$	$1,03 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^7$	$+7,00 \cdot 10^6$
ЦЕЗИЙ-134			$6,03 \cdot 10^8$	$2,89 \cdot 10^8$	$-3,14 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$7,44 \cdot 10^5$	$1,02 \cdot 10^6$	$+2,76 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$7,62 \cdot 10^7$	$4,29 \cdot 10^5$	$-7,58 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,27 \cdot 10^6$	$2,42 \cdot 10^4$	$2,18 \cdot 10^4$	$-2,40 \cdot 10^3$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$6,63 \cdot 10^6$	$2,11 \cdot 10^6$	$-4,52 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,40 \cdot 10^9$	$5,42 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^7$	$+7,58 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$1,77 \cdot 10^6$	$1,21 \cdot 10^6$	$-5,60 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$1,40 \cdot 10^9$	$2,25 \cdot 10^7$	$1,36 \cdot 10^8$	$+1,14 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$1,54 \cdot 10^6$	$2,64 \cdot 10^6$	$+1,10 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$3,06 \cdot 10^6$	$2,50 \cdot 10^7$	$+2,19 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,76 \cdot 10^9$	-	$8,31 \cdot 10^6$	$+8,31 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	$1,95 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^5$	$2,80 \cdot 10^5$	$+3,00 \cdot 10^4$
	АО «ГНЦ НИИАР»	$4,80 \cdot 10^8$	$1,66 \cdot 10^8$	$3,43 \cdot 10^7$	$-1,32 \cdot 10^8$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$8,53 \cdot 10^9$	$3,19 \cdot 10^8$	$6,43 \cdot 10^7$	$-2,55 \cdot 10^8$
ЦЕЗИЙ-137			$5,37 \cdot 10^9$	$3,67 \cdot 10^9$	$-1,70 \cdot 10^9$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Балаковская АЭС	$2,00 \cdot 10^9$	$2,01 \cdot 10^6$	$3,06 \cdot 10^6$	$+1,05 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$2,00 \cdot 10^9$	$6,99 \cdot 10^6$	$7,86 \cdot 10^6$	$+8,70 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	$1,70 \cdot 10^6$	$1,98 \cdot 10^4$	$2,18 \cdot 10^4$	$+2,00 \cdot 10^3$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2,00 \cdot 10^9$	$2,65 \cdot 10^7$	$1,32 \cdot 10^7$	$-1,33 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$2,00 \cdot 10^9$	$2,08 \cdot 10^6$	$4,64 \cdot 10^6$	$+2,56 \cdot 10^6$

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	4,00·10 ⁹	2,90·10 ⁷	4,30·10 ⁷	+1,40·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	4,00·10 ⁹	3,49·10 ⁷	2,03·10 ⁷	-1,46·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	2,00·10 ⁹	1,90·10 ⁷	1,64·10 ⁷	-2,60·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ростовская АЭС	2,00·10 ⁹	9,31·10 ⁶	5,39·10 ⁷	-4,46·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	4,88·10 ⁹	3,53·10 ⁷	1,66·10 ⁷	-1,87·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал ОДИЦ	5,31·10 ⁹	7,24·10 ⁶	3,00·10 ⁷	+2,28·10 ⁷
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	3,18·10 ⁸	6,28·10 ⁷	7,57·10 ⁶	-5,52·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	7,60·10 ⁹	7,42·10 ⁸	4,15·10 ⁸	-3,27·10 ⁸
	АО «ОДЦ УГР»	5,70·10 ¹⁰	3,31·10 ⁶	3,53·10 ⁷	+3,20·10 ⁷
	АО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина»	1,96·10 ⁸	6,33·10 ⁵	9,90·10 ⁴	-5,34·10 ⁵
	Ленинградское отделение филиала СЗТО ФГУП «РосРАО»	4,54·10 ⁹	4,40·10 ⁸	5,05·10 ⁸	+6,50·10 ⁷
	Филиал «Железногорский» ФГУП «НО РАО»	1,55·10 ⁸	3,99·10 ⁶	1,73·10 ⁶	-2,26·10 ⁶
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,44·10 ⁷	-	4,06·10 ⁵	+4,06·10 ⁵
	ФГУП «ГХК»	5,05·10 ¹²	1,78·10 ⁷	2,61·10 ⁷	+8,30·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,19·10 ⁸	7,44·10 ⁴	9,80·10 ³	-6,46·10 ⁴
	ФГУП «ПО «Маяк»	5,70·10 ¹⁰	3,65·10 ⁹	2,10·10 ⁹	-1,55·10 ⁹
	ФГУП «РАДОН»	4,89·10 ⁷	3,68·10 ⁶	2,15·10 ⁶	-1,53·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	9,88·10 ⁸	2,77·10 ⁸	3,65·10 ⁸	+8,80·10 ⁷
ЦЕЗИЙ-138			6,49·10 ¹⁰	8,47·10 ⁹	-5,64·10 ¹⁰
	АО «ГНЦ НИИАР»	2,10·10 ¹¹	6,49·10 ¹⁰	8,47·10 ⁹	-5,64·10 ¹⁰
ЦЕРИЙ-141			2,04·10 ⁵	5,90·10 ⁶	+5,70·10 ⁶
	АО «ГНЦ НИИАР»	1,57·10 ⁷	2,04·10 ⁵	5,29·10 ⁶	+5,09·10 ⁶
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	1,57·10 ⁷	-	6,09·10 ⁵	+6,09·10 ⁵
ЦЕРИЙ-144			3,37·10 ⁸	3,54·10 ⁸	+1,70·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	4,30·10 ⁷	1,21·10 ⁷	5,86·10 ⁷	+4,65·10 ⁷
	ФГУП «ГХК»	8,99·10 ⁹	4,78·10 ⁶	1,26·10 ⁶	-3,52·10 ⁶
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	7,24·10 ⁷	-	2,23·10 ⁶	+2,23·10 ⁶
	ФГУП «ПО «Маяк»	7,92·10 ⁹	3,20·10 ⁸	2,92·10 ⁸	-2,80·10 ⁷
ЦИНК-65			8,38·10 ⁷	5,00·10 ⁷	-3,38·10 ⁷
	АО «ГНЦ НИИАР»	6,06·10 ⁸	8,33·10 ⁷	4,80·10 ⁷	-3,53·10 ⁷
	АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»	9,40·10 ⁶	5,00·10 ⁵	3,90·10 ⁵	-1,10·10 ⁵
ЦИРКОНИЙ-95			7,51·10 ⁷	2,93·10 ⁷	-4,58·10 ⁷

Продолжение табл. С.1

Наименование радионуклида	Наименование организации	Разрешенный выброс, Бк/год	Выброшено в атмосферу, Бк		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			в 2016 г.	в 2017 г.	
	АО «ГНЦ НИИАР»	$1,04 \cdot 10^8$	$6,31 \cdot 10^7$	$1,68 \cdot 10^7$	$-4,63 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,74 \cdot 10^7$	$7,93 \cdot 10^6$	$1,03 \cdot 10^7$	$+2,37 \cdot 10^6$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$9,76 \cdot 10^8$	$4,06 \cdot 10^6$	$2,04 \cdot 10^6$	$-2,02 \cdot 10^6$
	Филиал «Северский» ФГУП «НО РАО»	$1,72 \cdot 10^7$	-	$2,03 \cdot 10^5$	$+2,03 \cdot 10^5$

Таблица С.2

**Сбросы радионуклидов со сточными водами
в открытую гидрографическую сеть в 2017 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
ЕВРОПИЙ-154			$3,13 \cdot 10^6$	$4,09 \cdot 10^6$	$+9,60 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$3,13 \cdot 10^6$	$4,07 \cdot 10^6$	$+9,40 \cdot 10^5$
	ФГУП «Атомфлот»	$1,76 \cdot 10^8$	-	$1,84 \cdot 10^4$	$+1,84 \cdot 10^4$
ЖЕЛЕЗО-59			$8,18 \cdot 10^7$	$5,83 \cdot 10^8$	$+5,01 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$5,92 \cdot 10^{11}$	$4,68 \cdot 10^7$	$3,12 \cdot 10^7$	$-1,56 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$6,70 \cdot 10^{11}$	$7,54 \cdot 10^6$	$3,17 \cdot 10^6$	$-4,37 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2,10 \cdot 10^{10}$	$6,80 \cdot 10^6$	$3,53 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$2,96 \cdot 10^6$	-	$-2,96 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1,60 \cdot 10^{11}$	$1,27 \cdot 10^7$	$5,43 \cdot 10^8$	$+5,30 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$1,50 \cdot 10^{10}$	$5,04 \cdot 10^6$	$2,21 \cdot 10^6$	$-2,83 \cdot 10^6$
ЙОД-131			$4,25 \cdot 10^9$	$4,55 \cdot 10^9$	$+3,00 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$3,30 \cdot 10^{12}$	$9,66 \cdot 10^5$	$6,99 \cdot 10^5$	$-2,67 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$6,51 \cdot 10^{10}$	$2,57 \cdot 10^7$	$1,72 \cdot 10^7$	$-8,50 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$2,60 \cdot 10^{12}$	$3,96 \cdot 10^6$	$1,84 \cdot 10^6$	$-2,12 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$7,90 \cdot 10^8$	$6,80 \cdot 10^6$	$3,53 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,76 \cdot 10^{12}$	$4,21 \cdot 10^9$	$4,53 \cdot 10^9$	$+3,20 \cdot 10^8$
КОБАЛЬТ-58			$5,51 \cdot 10^7$	$3,20 \cdot 10^8$	$+2,65 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$3,60 \cdot 10^{10}$	$1,43 \cdot 10^6$	$7,40 \cdot 10^5$	$-6,90 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$3,60 \cdot 10^{11}$	$2,34 \cdot 10^7$	$1,56 \cdot 10^7$	$-7,80 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$2,90 \cdot 10^{10}$	$5,95 \cdot 10^6$	$1,62 \cdot 10^6$	$-4,33 \cdot 10^6$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	3,40·10 ⁹	6,80·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,80·10 ¹⁰	2,28·10 ⁶	-	-2,28·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,25·10 ¹¹	1,36·10 ⁷	2,94·10 ⁸	+2,80·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	2,30·10 ¹⁰	1,56·10 ⁶	1,54·10 ⁵	-1,41·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,80·10 ⁷	5,94·10 ⁴	3,81·10 ⁶	+3,75·10 ⁶
КОБАЛЬТ-60			5,52·10 ⁹	5,83·10 ⁹	+3,10·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	9,00·10 ⁸	1,66·10 ⁶	1,68·10 ⁶	+2,00·10 ⁴
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,50·10 ¹⁰	5,00·10 ⁷	8,68·10 ⁷	+3,68·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	6,13·10 ¹¹	2,57·10 ⁷	1,72·10 ⁷	-8,50·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	8,60·10 ¹⁰	6,71·10 ⁶	3,17·10 ⁶	-3,54·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	7,50·10 ⁸	7,21·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,68·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	3,90·10 ⁹	2,28·10 ⁶	-	-2,28·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	1,45·10 ¹¹	5,01·10 ⁹	5,29·10 ⁹	+2,80·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,60·10 ⁹	8,87·10 ⁶	5,42·10 ⁶	-3,45·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	3,11·10 ⁸	4,00·10 ⁶	1,15·10 ⁵	-3,89·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	4,5·10 ⁷	2,26·10 ⁴	5,99·10 ⁵	+5,76·10 ⁵
	ФГУП «ГХК»	2,95·10 ¹²	4,07·10 ⁸	4,24·10 ⁸	+1,70·10 ⁷
МАРГАНЕЦ-54			6,76·10 ⁷	3,32·10 ⁸	+2,64·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	2,50·10 ¹⁰	2,09·10 ⁶	1,20·10 ⁶	-8,90·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Билибинская АЭС	1,40·10 ⁸	1,23·10 ⁶	1,17·10 ⁴	-1,22·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	2,13·10 ¹⁰	2,57·10 ⁷	1,71·10 ⁷	-8,60·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	7,9·10 ¹⁰	7,50·10 ⁶	1,68·10 ⁶	-5,82·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	5,20·10 ⁸	7,05·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,52·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	4,30·10 ¹⁰	2,05·10 ⁶	-	-2,05·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	2,50·10 ¹⁰	1,30·10 ⁷	3,03·10 ⁸	+2,90·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	8,00·10 ⁹	8,83·10 ⁶	5,52·10 ⁶	-3,31·10 ⁶
	ФГУП «Атомфлот»	3,47·10 ¹⁰	-	9,90·10 ³	+9,90·10 ³

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,00·10 ⁸	1,94·10 ⁵	1,89·10 ⁵	-5,00·10 ³
ПЛУТОНИЙ-238			2,31·10 ⁴	1,01·10 ⁵	+7,79·10 ⁴
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	3,33·10 ⁷	2,31·10 ⁴	1,01·10 ⁵	+7,79·10 ⁴
ПЛУТОНИЙ-239			1,15·10 ⁸	1,53·10 ⁸	+3,80·10 ⁷
	ФГУП РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина	2,96·10 ⁶	1,83·10 ⁵	3,03·10 ⁵	+1,20·10 ⁵
	ФГУП «ГХК»	1,97·10 ⁹	1,15·10 ⁸	1,53·10 ⁸	+3,80·10 ⁷
РУТЕНИЙ-106			2,84·10 ⁸	1,02·10 ⁹	+7,36·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,60·10 ¹⁰	9,66·10 ⁶	6,99·10 ⁶	+2,67·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	2,45·10 ¹⁰	2,20·10 ⁸	1,47·10 ⁸	-7,30·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	5,30·10 ¹⁰	2,08·10 ⁷	1,29·10 ⁷	-7,90·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	8,50·10 ⁸	6,80·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,60·10 ¹⁰	1,40·10 ⁷	-	-1,40·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	3,15·10 ¹¹	1,27·10 ⁷	8,53·10 ⁸	+8,40·10 ⁸
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	3,20·10 ⁶	-	6,73·10 ⁴	+6,73·10 ⁴
СТРОНЦИЙ-89			9,26·10 ⁷	2,30·10 ¹⁰	+2,29·10 ¹⁰
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,10·10 ¹³	1,45·10 ⁶	3,49·10 ⁶	+2,04·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	2,29·10 ¹¹	6,04·10 ⁶	4,03·10 ⁶	-2,01·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	7,20·10 ¹²	7,56·10 ⁷	3,01·10 ⁷	-4,55·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,80·10 ⁹	2,72·10 ⁶	1,41·10 ⁶	-1,31·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,10·10 ¹¹	6,83·10 ⁶	-	-6,83·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	6,00·10 ¹¹	-	1,67·10 ⁶	+1,67·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	4,10·10 ¹²	-	2,30·10 ¹⁰	+2,30·10 ¹⁰
СТРОНЦИЙ-90			3,01·10 ¹¹	1,52·10 ¹¹	-1,49·10 ¹¹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	9,30·10 ¹⁰	3,15·10 ⁷	1,40·10 ⁸	+1,09·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	4,38·10 ⁹	6,04·10 ⁶	4,03·10 ⁶	-2,01·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	8,90·10 ¹⁰	7,17·10 ⁷	2,01·10 ⁷	-5,16·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,30·10 ⁸	2,72·10 ⁶	1,79·10 ⁶	-9,30·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	9,90·10 ⁹	6,83·10 ⁶	-	-6,83·10 ⁶

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,40 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^3$	$1,47 \cdot 10^6$	$+1,46 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$3,80 \cdot 10^{11}$	-	$2,30 \cdot 10^{10}$	$+2,30 \cdot 10^{10}$
	Отделение Фокино ДВЦ «ДальРАО» – филиала ФГУП «РосРАО»	$5,00 \cdot 10^7$	$3,51 \cdot 10^6$	$5,75 \cdot 10^6$	$+2,24 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$8,82 \cdot 10^8$	$7,55 \cdot 10^7$	$4,47 \cdot 10^6$	$-7,10 \cdot 10^7$
	ФГУП «ГХК»	$1,31 \cdot 10^{12}$	$5,86 \cdot 10^9$	$4,36 \cdot 10^9$	$-1,50 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$1,20 \cdot 10^7$	$2,28 \cdot 10^5$	$1,77 \cdot 10^5$	$-5,10 \cdot 10^4$
	ФГУП «ПО «Маяк»	$1,95 \cdot 10^{12}$	$2,95 \cdot 10^{11}$	$1,25 \cdot 10^{11}$	$-1,70 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «РАДОН»	$2,28 \cdot 10^9$	$3,55 \cdot 10^7$	$2,86 \cdot 10^7$	$-6,90 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$1,85 \cdot 10^8$	$9,34 \cdot 10^4$	$1,64 \cdot 10^6$	$+1,54 \cdot 10^6$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$1,35 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^7$	$-7,00 \cdot 10^5$
	ФГУП «РАДОН»	$1,81 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^7$	$1,28 \cdot 10^7$	$-7,00 \cdot 10^5$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ			$1,16 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$+4,35 \cdot 10^7$
	НПК ФГУП «РАДОН»	$3,77 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^7$	$5,51 \cdot 10^7$	$+4,35 \cdot 10^7$
ТРИТИЙ			$4,16 \cdot 10^{13}$	$4,81 \cdot 10^{13}$	$+6,50 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$7,70 \cdot 10^{13}$	$4,92 \cdot 10^{11}$	$2,61 \cdot 10^{11}$	$-2,31 \cdot 10^{11}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$2,00 \cdot 10^{13}$	$1,47 \cdot 10^{10}$	$3,31 \cdot 10^{10}$	$+1,84 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,60 \cdot 10^{14}$	$1,28 \cdot 10^{13}$	$1,11 \cdot 10^{13}$	$-1,70 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$8,70 \cdot 10^{13}$	$7,07 \cdot 10^{10}$	$2,91 \cdot 10^{10}$	$-4,16 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$3,30 \cdot 10^{14}$	$2,33 \cdot 10^{10}$	-	$-2,33 \cdot 10^{10}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,17 \cdot 10^{15}$	$2,77 \cdot 10^{13}$	$3,63 \cdot 10^{13}$	$+8,60 \cdot 10^{12}$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,30 \cdot 10^{14}$	$8,14 \cdot 10^{10}$	$2,46 \cdot 10^{11}$	$+1,65 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$2,40 \cdot 10^{12}$	$1,48 \cdot 10^{10}$	$1,01 \cdot 10^{11}$	$+8,62 \cdot 10^{10}$
	НПК «РАДОН»	$2,62 \cdot 10^{13}$	$3,26 \cdot 10^{11}$	$3,55 \cdot 10^{10}$	$-2,91 \cdot 10^{11}$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$4,44 \cdot 10^{11}$	$2,00 \cdot 10^9$	$2,22 \cdot 10^9$	$+2,20 \cdot 10^8$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	$2,50 \cdot 10^{13}$	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,82 \cdot 10^{10}$	$-4,00 \cdot 10^8$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА			$1,50 \cdot 10^{10}$	$1,87 \cdot 10^{10}$	$+3,70 \cdot 10^9$
	ПАО «ППГХО»	$1,86 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$1,72 \cdot 10^{10}$	$+3,70 \cdot 10^9$
	ПАО «МСЗ»	$3,24 \cdot 10^9$	$1,47 \cdot 10^9$	$1,45 \cdot 10^9$	$-2,00 \cdot 10^7$

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забахина»	1,07·10 ⁸	5,52·10 ⁵	5,17·10 ⁵	-3,50·10 ⁴
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»	6,35·10 ⁹	2,79·10 ⁷	2,24·10 ⁷	-5,50·10 ⁶
	ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ»	6,06·10 ⁶	6,06·10 ⁶	6,06·10 ⁶	0,0
ХРОМ-51			3,83·10 ⁸	2,37·10 ⁹	+1,99·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	2,20·10 ¹²	9,66·10 ⁶	6,99·10 ⁶	-2,67·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	4,87·10 ¹³	2,10·10 ⁸	1,40·10 ⁸	-7,00·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	5,40·10 ¹³	1,17·10 ⁸	8,94·10 ⁶	-1,08·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	1,10·10 ¹²	6,80·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,40·10 ¹²	1,59·10 ⁷	-	-1,59·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	6,20·10 ¹²	1,27·10 ⁷	2,21·10 ⁹	+2,20·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,30·10 ¹²	1,09·10 ⁷	1,88·10 ⁶	-9,02·10 ⁶
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	3,10·10 ⁸	-	4,06·10 ⁵	+4,06·10 ⁵
ЦЕЗИЙ-134			8,93·10 ⁸	1,18·10 ⁹	+2,87·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,70·10 ¹⁰	1,45·10 ⁶	1,05·10 ⁶	-4,00·10 ⁵
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	2,96·10 ⁹	2,79·10 ⁷	3,72·10 ⁷	+9,30·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	7,60·10 ¹⁰	3,88·10 ⁶	1,49·10 ⁶	-2,39·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	2,50·10 ⁸	6,80·10 ⁶	3,53·10 ⁶	-3,27·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	7,30·10 ⁸	2,31·10 ⁶	-	-2,31·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	3,11·10 ¹⁰	8,50·10 ⁸	1,14·10 ⁹	+2,90·10 ⁸
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	1,50·10 ¹⁰	5,59·10 ⁵	8,27·10 ⁵	+2,68·10 ⁵
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,20·10 ⁶	-	2,84·10 ⁴	+2,84·10 ⁴
ЦЕЗИЙ-137			5,49·10 ⁹	8,48·10 ⁹	+2,99·10 ⁹
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	1,70·10 ¹⁰	9,50·10 ⁷	7,48·10 ⁷	-2,02·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	3,39·10 ⁹	2,79·10 ⁷	6,52·10 ⁷	+3,73·10 ⁷
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	5,00·10 ¹⁰	9,81·10 ⁶	2,98·10 ⁶	-6,83·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	3,60·10 ⁸	6,80·10 ⁶	4,23·10 ⁶	-2,57·10 ⁶
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	1,10·10 ⁹	3,13·10 ⁶	-	-3,13·10 ⁶

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$3,80 \cdot 10^{10}$	$8,54 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^9$	$+2,96 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Смоленская АЭС	$2,10 \cdot 10^9$	$4,08 \cdot 10^6$	$7,25 \cdot 10^6$	$+3,17 \cdot 10^6$
	ФГУП «РАДОН»	$9,23 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^7$	$1,31 \cdot 10^7$	$+1,90 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$5,69 \cdot 10^7$	$2,83 \cdot 10^7$	$3,13 \cdot 10^7$	$+3,00 \cdot 10^6$
	ФГУП «ГХК»	$2,90 \cdot 10^{11}$	$4,44 \cdot 10^9$	$7,12 \cdot 10^9$	$+2,68 \cdot 10^9$
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	$3,60 \cdot 10^6$	$4,40 \cdot 10^5$	$1,70 \cdot 10^6$	$+1,26 \cdot 10^6$
	ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина»	$2,96 \cdot 10^8$	$9,34 \cdot 10^6$	$6,67 \cdot 10^6$	$-2,67 \cdot 10^6$
	Отделение Фокино ДВЦ «ДальРАО» – филиала ФГУП «РосРАО»	$3,00 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^6$	$1,74 \cdot 10^6$	$-9,50 \cdot 10^5$
ЦЕРИЙ-144			$2,44 \cdot 10^8$	$2,05 \cdot 10^8$	$-3,90 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$2,50 \cdot 10^{11}$	$8,70 \cdot 10^6$	$5,93 \cdot 10^6$	$-2,77 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$4,58 \cdot 10^{11}$	$1,89 \cdot 10^8$	$1,26 \cdot 10^8$	$-6,30 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1,80 \cdot 10^{12}$	$1,52 \cdot 10^7$	$5,58 \cdot 10^6$	$-9,62 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,00 \cdot 10^{10}$	$6,80 \cdot 10^6$	$3,53 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$5,20 \cdot 10^{10}$	$1,17 \cdot 10^7$	-	$-1,17 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$2,06 \cdot 10^{12}$	$1,27 \cdot 10^7$	$1,91 \cdot 10^9$	$+1,90 \cdot 10^9$
ЦИНК-65			$7,33 \cdot 10^7$	$7,07 \cdot 10^8$	$+6,34 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$2,50 \cdot 10^{12}$	$3,38 \cdot 10^6$	$2,45 \cdot 10^6$	$-9,30 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$5,35 \cdot 10^9$	$5,51 \cdot 10^7$	$3,68 \cdot 10^7$	$-1,83 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$1,00 \cdot 10^{11}$	$8,04 \cdot 10^6$	$3,75 \cdot 10^6$	$-4,29 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$1,30 \cdot 10^8$	$6,80 \cdot 10^6$	$3,53 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	$1,60 \cdot 10^{11}$	-	$6,60 \cdot 10^8$	$+6,60 \cdot 10^8$
ЦИРКОНИЙ-95			$6,44 \cdot 10^7$	$5,28 \cdot 10^8$	$+4,64 \cdot 10^8$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Белоярская АЭС	$1,10 \cdot 10^{10}$	$2,42 \cdot 10^6$	$1,75 \cdot 10^6$	$-6,70 \cdot 10^5$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Калининская АЭС	$1,18 \cdot 10^{13}$	$4,53 \cdot 10^7$	$3,02 \cdot 10^7$	$-1,51 \cdot 10^7$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Кольская АЭС	$7,40 \cdot 10^{11}$	$7,05 \cdot 10^6$	$2,64 \cdot 10^6$	$-4,41 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Курская АЭС	$2,10 \cdot 10^{10}$	$6,80 \cdot 10^6$	$3,53 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^6$
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Ленинградская АЭС	$2,40 \cdot 10^{10}$	$2,82 \cdot 10^6$	-	$-2,82 \cdot 10^6$

Продолжение табл. С.2

Наименование радионуклида	Наименование предприятия	Разрешенный сброс, Бк/год	Фактический сброс, Бк		Увел. (+), сниж. (-) сбросов в 2017 г. по сравнению с 2016 г.
			2016 г.	2017 г.	
	АО «Концерн Росэнергоатом» филиал Нововоронежская АЭС	4,60·10 ¹⁰	-	4,90·10 ⁸	+4,90·10 ⁸
	ФГУП «Атомфлот»	7,80·10 ⁹	-	7,95·10 ³	+7,95·10 ³
	ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»	1,70·10 ⁷	-	5,19·10 ⁴	+5,19·10 ⁴

Приложение D

Таблица 1

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2017 году, 10⁻⁵ Бк/м³

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилёв		Мозырь		Метиславль		Пинск	
	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs	Σβ	¹³⁷ Cs
Январь	5,3	0,10	20	1,50	7	0,05	18	0,46	13	3,18	11,5	0,37	13,3	1,11
Февраль	6,2	0,11	19	1,68	13	0,25	14	0,71	17	2,98	9,3	0,32	10,6	1,05
Март	5,3	0,10	24	1,39	15	0,50	17	1,44	25	2,09	9,3	0,37	9,3	0,84
Апрель	5,3	0,09	19	1,25	10	0,66	19	2,18	14	0,26	10,6	0,38	11,1	0,63
Май	7,9	0,15	24	2,46	20	0,65	18	1,85	24	1,08	12,4	0,21	13,7	0,92
Июнь	7,5	0,09	20	1,06	23	0,45	17	0,92	19	0,78	7,5	0,14	8,9	0,77
Июль	5,3	0,08	18	0,74	16	0,30	16	0,37	14	0,71	7,5	0,16	11,9	0,46
Август	6,2	0,10	28	0,98	13	0,27	21	0,46	15	0,68	9,3	0,20	16,8	0,70
Сентябрь	6,6	0,12	20	2,08	22	0,26	17	0,30	15	1,72	14,2	0,33	16,4	0,95
Октябрь	4,4	0,10	16	1,29	14	0,15	26	0,99	12	0,92	10,6	0,33	13,7	0,81
Ноябрь	6,2	0,14	19	0,87	17	0,25	20	1,07	15	1,29	13,3	0,57	15,5	1,04
Декабрь	4,4	0,09	12	0,71	12	0,19	6	1,09	10	1,57	9,3	0,87	7,1	0,76
Среднее														
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 (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в Армении на ст. Аэрологическая, г. Ереван, в 2017 году, Бк/м²·сутки

Месяц	макс.	мин.	сред.	сумма
январь	1,87	0,06	0,72	22,56
февраль	2,27	0,06	0,83	23,36
март	2,21	0,17	0,91	28,51
апрель	1,81	0,06	0,71	21,4
май	2,27	0,11	0,68	21,32
июнь	1,47	0,06	0,6	18,23
июль	1,98	0,06	0,51	15,94
август	1,19	0,06	0,52	16,03
сентябрь	1,53	0,06	0,54	16,2
октябрь	1,19	0,06	0,59	18,25
ноябрь	2,66	0,06	1,05	31,55
декабрь	2,72	0,06	1,03	31,83
среднее	1,93	0,07	0,72	22,1
макс.	2,72		1,05	31,83
мин.		0,06	0,51	15,94

Приложение Е

Объемные активности $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2017 г.

Код	Субъект РФ	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁶ Бк/м ³ среднее/макс.	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁶ Бк/м ³ среднее/макс.	$\Sigma\beta$
01	Республика Адыгея	0,3**	0,09**	281**
02	Республика Алтай	0,2**	0,27**	152**
03	Республика Башкортостан	0,2**	0,27**	152**
04	Республика Бурятия	0,2**	0,28**	371**
05	Республика Дагестан	0,3**	0,09**	281**
06	Республика Ингушетия	0,3**	0,09**	281**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,3**	0,09**	281**
08	Республика Калмыкия	0,3**	0,09**	281**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,3**	0,09**	281**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,5/2,0*	0,17*	225/937*
11	Республика Коми (Ухта, Сыктывкар)	0,2/0,7* 0,1/0,1*	0,02* 0,07*	37/401* 57/547*
12	Республика Марий Эл	0,3**	0,08**	138**
13	Республика Мордовия	0,3**	0,08**	138**
14	Республика Саха (Якутия, Якутск)	0,1/0,2*	0,15*	401/1198*
15	Республика Северная Осетия	0,3**	0,09**	281**
16	Республика Татарстан (Казань)	0,1/0,1*	0,02*	173/873*

Код	Субъект РФ	¹³⁷ Cs, 10 ⁻⁶ Бк/м ³ среднее/макс.	⁹⁰ Sr, 10 ⁻⁶ Бк/м ³ среднее/макс.	Σβ
17	Республика Тыва (Кызыл)	0,1/0,1*	0,04*	25/261*
18	Удмуртская Республика	0,3**	0,08**	138**
19	Республика Хакасия	0,2**	0,27**	152**
20	Чеченская Республика	0,3**	0,09**	281**
21	Чувашская Республика	0,3**	0,08**	138**
22	Алтайский край (Барнаул)	0,1/0,2*	0,10*	163/564*
23	Камчатский край	0,1**	0,11**	264**
24	Краснодарский край	0,3**	0,09**	281**
25	Красноярский край (Красноярск) ГХК 100-км зона (по 3 п. наблюдения)	0,1/0,1* /0,5*	0,13* /0,48*	92/501* /2123*
26	Приморский край (Владивосток)	0,1/0,1*	0,27*	491/1452*
27	Ставропольский край	0,3**	0,09**	281**
28	Хабаровский край (Хабаровск)	0,2/0,4*	0,08*	420/1310*
29	Амурская область (Благовещенск)	0,2/0,3*	0,89*	1016/3496*
30	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,1/0,1* 0,2/0,4*	0,09* 0,07*	45/344* 67/463*
31	Астраханская область (Астрахань)	0,4/0,5*	0,06*	146/576*
32	Белгородская область	0,3**	0,08**	138**
33	Брянская область (Брянск)	0,3/0,6*	0,05*	35/105*
34	Владимирская область	0,3**	0,08**	138**
35	Волгоградская область (Волгоград)	0,3/0,6*	0,06*	348/21466*
36	Вологодская область (Вологда)	0,5/0,9*	0,06*	45/735*
37	Воронежская область	0,3**	0,08**	138**
38	Ивановская область	0,3**	0,08**	138**
39	Иркутская область (Иркутск) (Ангарск)	0,3/0,7* 0,1/0,2*	0,59* 0,14*	377/1490* 290/1265*
40	Калининградская область	0,3**	0,09**	87**
41	Калужская область (Обнинск)	0,4/0,9*	0,09*	267/3606*
42	Кемеровская область	0,2**	0,27**	152**
43	Кировская область (Киров)	0,2/0,3*	0,10*	146/960
44	Костромская область	0,3**	0,08**	138**
45	Курганская область	0,2**	0,27**	152**
46	Курская область (Курск)	0,7/1,4*	0,09*	158/642*
47	Ленинградская область	0,3**	0,09**	87**
48	Санкт-Петербург	0,5/1,3*	0,13*	73/211*
49	Липецкая область	0,3**	0,08**	138**
50	Магаданская область (Магадан)	0,1/0,1	0,06*	68/172*
51	Московская область (Подмосковная)	0,3/0,3*	0,03*	124/706*
52	Москва	0,3**	0,08**	138**
53	Мурманская область (Мурманск, Зашеек)	0,5/4,6* 0,3/2,4*	0,05* 0,01*	72/304* 40/196*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,3/0,5*	0,29*	180/895*
55	Новгородская область	0,3**	0,09**	87**
56	Новосибирская область	0,2**	0,27**	152**
57	Омская область (Омск)	0,2/0,3*	0,52*	208/1083*
58	Оренбургская область	0,3**	0,08**	138**

Код	Субъект РФ	^{137}Cs , 10^{-6} Бк/ м^3 среднее/макс.	^{90}Sr , 10^{-6} Бк/ м^3 среднее/макс.	$\Sigma\beta$
59	Орловская область	0,3**	0,08**	138**
60	Пензенская область (Пенза)	0,1/0,1*	0,02*	32/117*
61	Пермский край	0,2**	0,27**	152**
62	Псковская область	0,3**	0,09**	87**
63	Ростовская область (Ростов-на-Дону) (Цимлянск)	0,3/0,5* 0,2/0,5*	0,11* 0,15*	82/251* 274/14783*
64	Рязанская область	0,3**	0,08**	138**
65	Самарская область (Самара)	0,1/0,2*	0,07*	123/650*
66	Саратовская область	0,3**	0,08**	138**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	0,1/0,1*	0,05*	195/421*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,4/0,6*	0,53*	248/1568*
69	Смоленская область	0,3**	0,08**	138**
70	Тамбовская область	0,3**	0,08**	138**
71	Тверская область	0,3**	0,08**	138**
72	Томская область (Томск) (Колпашево)	0,1/0,1* 0,1/0,1*	0,37* 0,10*	383/1391* 25/66*
73	Тульская область	0,3**	0,08**	138**
74	Тюменская область	0,2**	0,27**	152**
75	Ульяновская область	0,3**	0,08**	138**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым) (Аргаяш) (Новогорный)	0,2** 0,7/1,5* 0,3/0,6* 1,7/2,7*	0,27**	152** 175/885* 1147/76123* 934/52316*
77	Забайкальский край (Чита)	0,1/0,1*	0,10*	82/286*
78	Ярославская область	0,3**	0,08**	138**
79	Еврейский АО	0,2**	0,28**	371**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,2/0,4*	0,04*	38/252*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	0,1/0,1*	0,08*	86/451*
82	Чукотский АО	0,1**	0,11**	264**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,1/0,1*	0,07*	74/191*

Примечание: среднее/макс. – среднегодовое значение/максимальное значение (месячное или квартальное для ^{137}Cs , суточное – для $\Sigma\beta$);

* – значение, полученное экспериментальным (измеренным) путем, при наличии воздухофильтрующих установок (ВФУ) в данном субъекте РФ. Если на территории субъекта РФ расположено несколько ВФУ, то берется их среднее значение;

** – значение, полученное расчетным путем, методом усреднения данных (средневзвешенные величины) по географическим районам РФ: Заполярье; Север ЕТР, Центр ЕТР, Юг ЕТР; Западная Сибирь, Север Восточной Сибири, Юг Восточной Сибири (см. Приложение В).

Приложение F

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

³ H	тритий	12,35 (лет)	¹³¹ I	йод-131	8,04 (сут)
⁷ Be	бериллий-7	53,3 (сут)	¹³² I	йод-132	2,30 (час)
¹⁴ C	углерод-14	5,73?	¹³² Te	теллур-132	78,2 (час)
²² Na	натрий-22	2,60 (лет)	¹³³ I	йод-133	20,8 (час)
²⁴ Na	натрий-24	15,0 (час)	¹³⁵ I	йод-135	6,61 (час)
³² P	фосфор-32	14,3 (сут)	¹³³ Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
⁴⁰ K	калий-40	1,28?	¹³⁵ Xe	ксенон-135	9,083 (час)
⁴¹ Ar	аргон-41	1,83 (час)	¹³⁵ mXe	ксенон-135m	15,65 (мин)
⁴⁴ Ti	титан-44	47,3 (лет)	¹³⁸ Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
⁴⁶ Sc	скандий-46	83,8 (сут)	¹³⁴ Cs	цезий-134	2,062 (лет)
⁵¹ Cr	хром-51	27,7 (сут)	¹³⁷ Cs	цезий-137	30,174 (лет)
⁵⁴ Mn	марганец-54	312,5 (сут)	¹³³ Ba	барий-133	10,5 (лет)
⁵⁶ Mn	марганец-56	2,6 (час)	¹⁴⁰ Ba	барий-140	12,74 (сут)
⁵⁵ Fe	железо-55	2,72 (лет)	¹⁴⁰ La	лантан-140	1,68 (сут)
⁵⁹ Fe	железо-59	45 (сут)	¹³⁹ Ce	церий-139	139,3 (сут)
⁵⁷ Co	кобальт-57	270,9 (сут)	¹⁴¹ Ce	церий-141	32,5 (сут)
⁵⁸ Co	кобальт-58	70,8 (сут)	¹⁴⁴ Ce	церий-144	284,3 (сут)
⁶⁰ Co	кобальт-60	5,27 (лет)	¹⁴⁴ Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
⁵⁹ Ni	никель-59	7,50?	¹⁴⁵ Sm	самарий-145	340 (сут)
⁶³ Ni	никель-63	100,1 (лет)	¹⁴⁷ Pm	прометий-147	2,62 (лет)
⁶⁴ Cu	медь-64	12,7 (час)	¹⁵² Eu	европий-152	13,33 (лет)
⁶⁵ Zn	цинк-65	243,9 (сут)	¹⁵⁴ Eu	европий-154	8,80 (лет)
⁶⁸ Ge	германий-68	288 (сут)	¹⁵³ Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
⁶⁸ Ga	галлий-68	68,0 (мин)	¹⁶⁹ Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
⁷⁵ Se	селен-75	118,45 (сут)	¹⁷⁰ Tm	тулий-170	128,6 (сут)
⁷⁶ As	мышьяк-76	26,32 (час)	¹⁸² Ta	тантал-182	115,0 (сут)
⁸⁵ Kr	криптон-85	10,71 (лет)	¹⁹² Ir	иридий-192	74,02 (сут)
⁸⁵ mKr	криптон-85m	4,48 (час)	²⁰³ Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
⁸⁷ Kr	криптон-87	76,31 (мин)	²⁰⁴ Tl	таллий-204	3,78 (лет)
⁸⁸ Kr	криптон-88	2,84 (час)	²⁰⁹ Po	полоний-209	102 (лет)
⁸⁹ Sr	стронций-89	50,5 (сут)	²¹⁰ Pb	свинец-210	22,3 (лет)
⁹⁰ Sr	стронций-90	29,12 (лет)	²¹⁰ Po	полоний-210	138,4 (сут)
⁸⁸ Y	итрий-88	107,15 (сут)	²¹² Pb	свинец-212	10,64 (час)
⁹⁰ Y	итрий-90	2,67 (сут)	²²⁰ Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
⁹¹ Y	итрий-91	58,5 (сут)	²²² Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
⁹¹ mY	итрий-91m	49,71 (мин)	²²⁶ Ra	радий-226	1,6?
⁹⁵ Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	²²⁸ Ra	радий-228	5,75 (лет)
⁹⁵ Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	²²⁸ Ac	актиний-228	6,13 (час)
⁹⁹ Mo	молибден-99	2,75 (сут)	²³² Th	торий-232	1,405?
⁹⁹ mTc	технеций-99m	6,006 (час)	²³⁴ U	уран-234	2,445?
¹⁰³ Ru	рутений-103	39,28 (сут)	²³⁵ U	уран-235	7,04?
¹⁰⁶ Ru	рутений-106	368,2 (сут)	²³⁸ U	уран-238	4,47?
¹⁰⁶ Rh	родий-106	29,9 (с)	²³⁹ U	уран-239	23,40 (мин)
¹¹⁰ mAg	серебро-110m	250 (сут)	²³⁹ Np	нептуний-239	2,355 (сут)
¹⁰⁹ Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	²³⁸ Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
¹¹⁵ Cd	кадмий-115	53,46 (час)	²³⁹ Pu	плутоний-239	2,41?
¹¹³ Sn	олово-113	115,2 (сут)	²⁴⁰ Pu	плутоний-240	6,54?
¹¹⁹ mSn	олово-119m	250 (сут)	²⁴¹ Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
¹²² Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	²⁴¹ Am	америций-241	432 (лет)
¹²⁴ Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	²⁴³ Am	америций-243	7380 (лет)
¹²⁵ Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	²⁵² Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

**Радиационная обстановка на территории России
и сопредельных государств в 2017 году
Ежегодник**

Составитель *Каткова Маргарита Николаевна*

Технический редактор: *Козлова Е.Г.*

Художник: *Ромашин Д.В.*

Компьютерная верстка: *Магомедова М.Р.*

Утверждено и подписано к печати 19.02.2019. Формат издания 60x84/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 47. Тираж 350 экз. Заказ № 3614.

**Оригинал-макет подготовлен ФГБУ «НПО «Тайфун»,
249038, г. Обнинск, Калужская область, ул. Победы, 4.**

Отпечатано в типографии
ООО «Красногорский полиграфический комбинат»
107140, г. Москва, пер. 1-й Красносельский, д. 3, оф. 17