

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
РОСГИДРОМЕТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ТАЙФУН»

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА  
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ  
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ  
в 2009 году**

**ЕЖЕГОДНИК**

**ОБНИНСК  
2010**

**Утверждено:**

заместителем Руководителя Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды В.Н. Дядюченко

**Согласовано:**

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

с Генеральным директором Государственного учреждения «Научно-производственное объединение «Тайфун» В.М. Шершаковым

*Под редакцией С.М. Вакуловского*

**УДК 504.054**

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 наблюдений за уровнем гамма-излучения на местности (мощностью экспозиционной дозы).

Перепечатка и снятие копий с Ежегодника запрещается.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

## АВТОРЫ

### Раздел 1

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» РЦРКМ Республики Беларусь Гидромет Молдовы ЦГО Украины	Ким В.М., Козлова Е.Г., Катрич И.Ю., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Петренко Г.И., Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Казак В., Гылкэ Г. Косовец О.О., Табачный Л., Гирый В., Лукьянова Ж.В., Парнева С., Корнейчук В.О., Варивода В., Загревский В. Колесникова А.Я.
ФИАЦ ГУ «НПО «Тайфун» Гидрометцентр России	Кузнецова И.Н.

### Раздел 2

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» УГМС	Ким В.М., Прописнова М.В., Полянская О.Н., Терехова Н.Ю. Волокитин А.А., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Никитин А.И. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю., Голубцова И.В., Славская Л.А., Козлова Н.Н., Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Башкиров Н.И., Крутовский А.О., Власова О.В., Журавлева Ю.А., Дубровская О.Г., Макарьевская Т.П., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В.
ОАО «ВНИИХТ» ФГУП «ПО «Маяк» ФГУП «ГХК» ОАО «ППГХО» ОАО «АЭХК»	Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Стукалов П.М., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Бобошко В.И. Козлов А.А.

### Раздел 3

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» УГМС	Ким В.М., Прописнова М.В., Полянская О.Н., Терехова Н.Ю., Уваров А.Д., Катрич И.Ю., Волокитин А.А., Петренко Г.И. Соболевская В.Б., Миронова Е.А., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Соколов В.В., Короткова Т.Д., Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Синцова О.Н., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В., Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Вертлиб М.Г., Попова Е.И., Осинцева Т.Н., Банникова О.А., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю., Голубцова И.В., Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И., Власова О.В., Чагина Н.Д., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В.
ОАО «ВНИИХТ» ФГУП «ГНЦ РФ - ФЭИ» Филиал ФГУП «НИФХИ»	Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Вайзер В.И. Курович В.Н.

### Раздел 4

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» УГМС	Ким В.М., Прописнова М.В., Колесникова Л.В., Терехова Н.Ю., Петренко Г.И., Дунаев Г.Е., Волокитин А.А., Катрич И.Ю., Крышев А.И., Санина К.Д., Лулева К.В., Дмитриева М.А. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю., Ткаченко Н.В., Сакова Н.Н., Бураго С.Г., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д., Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Сопин С.Е., Когай В.М., Пучкова А.Д.
РЦРКМ Республики Беларусь АЭС	Герменчук М.Г., Жукова О.М., Амбражевич М.Л., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Юдин В.А., Цветков Н.А., Симикин В.Ю., Попов О.А., Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Озеров К.И., Пусев В.Ю., Филатов И.М., Лебедев О.В., Банников Г.Н., Симаков Л.Ю., Мамонтов Ю.Д., Бугаева Л.Г., Смелов А.Ю., Никишаев П.И., Егоров М.И., Батарев С.Г., Епихин А.И., Степанов С.В., Козлов Е.П., Сухоруков О.П., Жбанников В.В., Маматов А.П., Пахомов В.А., Краснов И.М., Абаимов А.Д., Барауля С.В.
ОАО «ВНИИХТ»	Серебряков И.С., Брыкин С.Н.

### Раздел 5

ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» УГМС	Ким В.М., Прописнова М.В., Терехова Н.Ю., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н., Никитин А.И., Волокитин А.А., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Валетова Н.К., Дунаев Г.Е. Попова Е.И., Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Голубцова И.В., Воротников А.Ф., Низовская Н.А., Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И.
ОАО «ВНИИХТ» МосНПО «Радон» ФГУП «ПО «Маяк» ФГУП «НПО «Радиевый институт им. В.Г.Хлопина»	Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С. Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Стукалов П.М., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Степанов А.В., Осокина А.А., Тишков В.П.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Список сокращений.....	6
Введение.....	9
1. Радиационная обстановка на территории РФ и сопредельных государств.....	11
1.1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ.....	14
1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств.....	29
Список литературы к введению и разделу 1.....	47
2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла.....	49
2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома.....	49
2.2. Производственное объединение «Маяк».....	51
2.3. Горно-химический комбинат и Электрохимический завод.....	69
2.4. Сибирский химический комбинат.....	88
2.5. Новосибирский завод химконцентратов.....	97
2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение.....	104
2.7. Ангарский электролизный химический комбинат.....	111
Список литературы к разделу 2.....	117
3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов.....	120
3.1. РОО г. Северодвинска.....	120
3.2. РОО на территории Мурманской области.....	130
3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона.....	135
3.4. РОО на территории Камчатской области.....	139
3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград.....	142
3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска.....	146
3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов.....	155
Список литературы к разделу 3.....	166
4. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС.....	168
4.1. Балаковская АЭС.....	169
4.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов.....	178
4.3. Билибинская АЭС.....	196
4.4. Волгодонская АЭС.....	199
4.5. Калининская АЭС.....	205
4.6. Кольская АЭС.....	213
4.7. Курская АЭС.....	222
4.8. Ленинградская АЭС.....	236
4.9. Нововоронежская АЭС.....	243
4.10. Смоленская АЭС.....	254
Список литературы к разделу 4.....	260
5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов, территорий и акваторий.....	264
5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	264
5.2. Южно-Уральский регион.....	269
5.3. Территории ЕТР, загрязненные после аварии на Чернобыльской АЭС.....	274
5.4. Радиационная обстановка на территории Обь-Иртышского УГМС.....	275
5.5. Содержание радионуклидов в зоне влияния сбросов СХК.....	279
5.6. Радиационный мониторинг водных объектов Балтийского моря.....	289
5.7. Радиационная обстановка на территории Республики Саха (Якутия).....	295
Список литературы к разделу 5.....	300
Основные выводы о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в 2009 г.....	303
Приложение 1. Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС) с субъектами РФ и федеральными округами.....	306
Приложение 2. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома в 2009 г.....	309
Приложение 3. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада.....	315

### Список сокращений

АМБ	– реактор канального типа на тепловых нейтронах
АО	– автономный округ
АПЛ	– атомная подводная лодка
АСКРО	– автоматизированная система контроля 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
ВАЭС	– Волгодонская АЭС
ВВЭР	– водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВДНХ	– Выставка достижений народного хозяйства
ВМФ	– Военно-морской флот
ВНИИ	– Всероссийский НИИ
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИТФА	– ВНИИ технической физики и автоматизации
ВНИИХТ	– Ведущий НИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВФУ	– 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
ДГМС	– Департамент государственной гидрометеорологической службы Украины
ДЖН	– долгоживущие радионуклиды (с периодом полураспада более 24 часов)
ДК <sub>Б</sub>	– допустимая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
ДОА <sub>НАС.</sub>	– допустимая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96, НРБ-99, НРБ-99/2009
ДПС	– дорожно-постовая служба
ДС	– допустимый сброс
ДСНВП «Экоцентр»	– Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Чернобыльский радиоэкологический центр» (ДСНВП «Экоцентр»)
ДУА <sub>НАС.</sub>	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ЕТР	– Европейская территория России
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
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
ЛООС	– лаборатория охраны окружающей среды
МДА	– минимально детектируемая активность
МЗУА	– минимально значимая удельная активность
МНТЦ	– Международный научно-технический центр
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность экспозиционной дозы $\gamma$ -излучения
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
НИТИ	– Научно-исследовательский технологический институт
НИФХИ	– Научно-исследовательский физико-химический институт
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НРБУ	– нормы радиационной безопасности Украины
НС	– наблюдательная скважина
ОАО	– открытое акционерное общество
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
ОЯРБ	– отдел ядерной и радиационной безопасности
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
ПО	– производственное объединение
ППГХО	– Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
РАО	– радиоактивные отходы
РБМК	– реактор большой мощности кипящий
РДУ	– Республиканские допустимые уровни
РИ	– Радиевый институт
РМЗ	– ремонтно-механический завод
РОО	– радиационно опасный объект
РРМЛ	– региональная радиометрическая лаборатория
РТ	– Республика Татарстан
РТП	– ремонтно-технологическое предприятие
РФ	– Российская Федерация

РФЯЦ	– Российский федеральный ядерный центр
РЦРКМ	– Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды
СанПиН	– санитарные правила и нормы
САЭС	– Смоленская АЭС
СВО	– спецводоочистка
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
СК «Радон»	– спецкомбинат «Радон»
СКЦ	– серноокислый цех
СНЛК	– станция наблюдений лабораторного контроля
СП АС	– санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СРМ	– система радиационного мониторинга
СУЗ	– система управления и защиты
СФ НИКИЭТ	– Свердловский филиал Научно-исследовательского и конструкторского института энерготехники
СФМ	– станция фонового мониторинга
СХК	– Сибирский химический комбинат
США	– Соединенные Штаты Америки
ТВС	– тепловыделяющая сборка
ТВЭЛ	– тепловыделяющий элемент
ТЛД	– термолюминесцентный дозиметр
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
УЭХК	– Уральский электрохимический комбинат
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
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
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
ЦЧО	– Центрально-Черноземные области
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность
ЭХЗ	– Электрохимический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл



## ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2009 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 и отдельных сопредельных государств. Основное внимание уделено регионам, где расположены радиационно опасные объекты (РОО). Это 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.

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 предоставленные в ГУ «НПО «Тайфун» данные радиационного мониторинга на территориях отдельных сопредельных государств, результаты наблюдений служб внешней дозиметрии РОО и научных публикаций. К сожалению, информация о радиоактивном загрязнении окружающей среды в сопредельных с Россией государствах – бывших республиках СССР – по разным причинам сильно сократилась в объеме. В Ежегоднике за 2009 г. представлены данные трех сопредельных государств: Республик Беларусь, Молдова и Украина.

В разделе 1 Ежегодника приводятся обобщенные данные о содержании техногенных радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ и некоторых сопредельных государств.

Раздел 2 посвящен описанию радиационной обстановки в районе размещения крупных промышленных предприятий ядерно-топливного цикла Росатома.

В разделе 3 приводятся результаты радиационного мониторинга окружающей природной среды вокруг предприятий различных ведомств, использующих ядерные реакторы или радиоактивные материалы, а также пунктов захоронения радиоактивных отходов.

В разделе 4 описана радиационная обстановка в районах размещения АЭС по данным территориальных подразделений Росгидромета и служб внешней дозиметрии АЭС.

В разделе 5 представлены данные о радиационной обстановке в отдельных населенных пунктах, районах РФ, реках и акваториях, омывающих территорию РФ, морей по данным СРМ Росгидромета и отдельных экспедиционных радиоэкологических обследований водных объектов.

В Приложении 1 представлена схема соотнесения географических регионов (принятых в данном Ежегоднике) с субъектами РФ и федеральными округами, а также объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы для отдельных субъектов РФ, необходимые для составления радиационно-гигиенических паспортов территорий.

В Приложении 2 приводятся данные, представленные ОАО «ВНИИХТ», о сбросах и выбросах радионуклидов в окружающую среду предприятиями Росатома.

В Приложении 3 приведен список упоминавшихся в Ежегоднике радионуклидов и их периоды полураспада.

В 2009 г. на территории РФ введены в действие новые нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 [1], поэтому в Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются новый НРБ-99/2009 и ранее введенный в действие СанПиН-2001 [2].

Для удобства пользователей ниже приведено соотношение допустимых для населения объемных активностей некоторых радионуклидов в воздухе и в питьевой воде по старым и новым нормам радиационной безопасности:

Наименование радионуклида	Воздух, Бк/м <sup>3</sup>			Питьевая вода*, Бк/л			
	НРБ-76/87 [3] ДКБ	НРБ-96 [4] ДОНАС.	НРБ-99 НРБ-99/2009 ДОНАС.	НРБ-76/87 ДКБ	НРБ-96 ДУАНАС.	НРБ-99 УВ	НРБ-99/2009 УВ
<sup>3</sup> H	11·10 <sup>-3</sup> (пары)	7,6·10 <sup>3</sup>	1,9·10 <sup>3</sup>	15·10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>4</sup>	7,7·10 <sup>3</sup>	7,6·10 <sup>3</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	5,0	4,9
<sup>131</sup> I	5,6	18	7,3	37	57	6,3	6,2
<sup>137</sup> Cs	18	29	27	560	96	11	11
<sup>239, 240</sup> Pu	1,1·10 <sup>-3</sup>	2,9·10 <sup>-3</sup>	2,5·10 <sup>-3</sup>	81	5,0	0,56	0,55

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

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

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

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

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

$$1 \text{ ТЕ} = 3,25 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л} = 120,25 \text{ мБк/л воды (для трития)}; 1 \text{ Бк/л} \approx 27 \cdot 10^{-12} \text{ Ки/л};$$

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

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

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

При пересчете экспозиционной дозы в поглощенную использовались энергетические эквиваленты – для воздуха  $1 \text{ Р} = 87,3 \text{ эрг/г}$ , для любого другого вещества  $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г}$ . Поскольку коэффициент перехода от экспозиционной дозы в воздухе к эквивалентной дозе в биологической ткани постоянно уточняется, но при этом изменяется не очень существенно, то, учитывая погрешности обычно применяемых переносных дозиметрических приборов, можно, в отличие от Ежегодников за 1988–1996 гг., при измерениях в воздухе пользоваться приблизительным соотношением  $1 \text{ Р} \approx 1 \text{ сЗв}$ . Таким образом, для перехода от шкалы дозиметра в мкР/ч к мкЗв/ч следует показания этого дозиметра разделить на 100.

## 1. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ РФ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ

Основным источником поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ в настоящее время является ветровой подъем радиоактивной пыли с поверхности почвы, загрязненной в предыдущие годы в процессе глобального выведения из стратосферного резервуара продуктов испытаний ядерного оружия, проводившихся на полигонах планеты в 1952–1980 гг. Из-за истощения стратосферного резервуара вкладом глобальных выпадений радиоактивных продуктов проведенных ядерных взрывов в загрязнение окружающей среды в настоящее время можно пренебречь. На Европейской территории России (ЕТР) существенный вклад в содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха вносит вторичная ветровая миграция радиоактивной пыли в регионах, загрязненных в результате Чернобыльской аварии, произошедшей в 1986 г., а на Азиатской территории России (АТР) – в регионах, загрязненных в 1957 и 1967 гг. в результате аварийных ситуаций на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области. Влияние остальных источников поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ носят локальный характер (например, предприятия ядерно-топливного цикла, такие, как Сибирский химический комбинат (СХК) в Томской области, Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае и некоторые другие).

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

На рис. 1.1 показано расположение пунктов радиационного мониторинга приземного слоя атмосферы на территории РФ и указаны АЭС (1 – Кольская, 2 – Ленинградская, 3 – Калининская, 4 – Смоленская, 5 – Курская, 6 – Нововоронежская, 7 – Балаковская, 8 – Белоярская, 9 – Билибинская, 10 – Ростовская) и основные РОО (1 – Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 2 – ФГУП «Судоремонтный завод «Нерпа» (г. Снежногорск Мурманской обл.), 3 – ремонтно-технологическое предприятие ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск), 4 – ОАО «Санкт-Петербургский «Изотоп» (г. Санкт-Петербург), 5 – Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (г. Сосновый Бор), 6 – ОАО «Центр Судоремонта «Звездочка», ОАО ПО «Северное машиностроительное предприятие» (г. Северодвинск Мурманской обл.), 7 – Первый государственный испытательный космодром Минобороны России (г. Плесецк Архангельской обл.), 8 – Объединенный институт ядерных исследований (далее – ОИЯИ) (г. Дубна Московской обл.), 9 – ГУП МосНПО «Радон» (Загорское отделение, г. Загорск Московской обл.), 10 – ФГУП «ГНЦ РФ «Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (г. Троицк Московской обл.), 11 – ФГУП «НИИ НПО «Луч» (г. Подольск Московской обл.), 12 – ОАО «Машиностроительный завод» (г. Электросталь Московской обл.), 13 – ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий (г. Протвино Московской обл.),

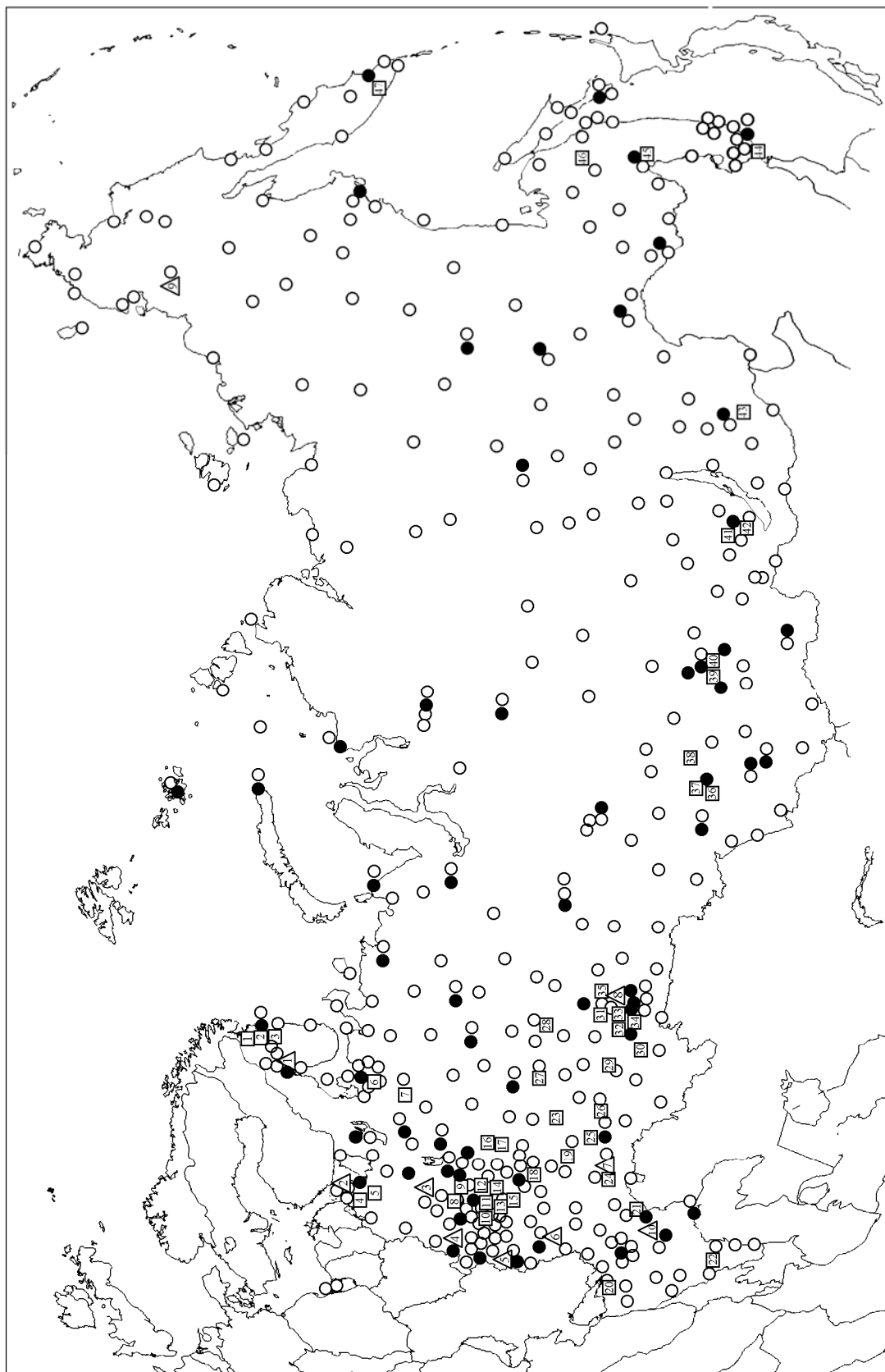


Рис. 1.1. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета

● - отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок; △ - АЭС;  
○ - отбор радиоактивных выпадений с помощью планшета; □ - радиационно опасные объекты.

14 – ФГУП «НИИ приборов» (г. Лыткарино-1 Московской обл.), 15 – ФГУП «ГНЦ РФ - Физико-энергетический институт» (далее – ФЭИ) и филиал ФГУП «Научно-исследовательский физико-химический институт» (далее – филиал НИФХИ) (г. Обнинск Калужской обл.), 16 – ОАО «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова» (далее – ОКБМ) (г. Нижний Новгород), 17 – Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 18 – ОАО «Электромеханический завод «Авангард-Конверсия», ФГУП «РФЯЦ - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (г. Саров Нижегородской обл.), 19 – ФГУП Федеральный научно-производственный центр «ПО «Старт» (г. Заречный Пензенской обл.), 20 – Ростовское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 21 – Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 22 – Грозненское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 23 – Казанское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 24 – Саратовское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 25 – ОАО «ГНЦ НИИ атомных реакторов» (далее – НИИАР) (г. Димитровград Ульяновской обл.), 26 – Самарское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 27 – ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов Республики Удмуртия), 28 – ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор», (г. Лесной Свердловской обл.), 29 – Благовещенское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (г. Благовещенск Республики Башкортостан), 30 – ФГУП «Приборостроительный завод» (г. Трехгорный Челябинской обл.), 31 – Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 32 – РФЯЦ ВНИИ технической физики (г. Снежинск Челябинской обл.), 33 – ФГУП «ПО «Маяк» (далее – ПО «Маяк»), 34 – Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 35 – ОАО «Институт реакторных материалов» (далее – ИРМ) (г. Заречный Свердловской обл.), 36 – Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 37 – ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (далее – НЗХК) (г. Новосибирск), 38 – ОАО «Сибирский химический комбинат» (далее – СХК) (г. Северск Томской обл.), 39 – ОАО «ПО «Электрохимический завод» (г. Зеленогорск Красноярского края), 40 – ФГУП «Горно-химический комбинат» (далее – ГХК) (г. Железногорск Красноярского края), 41 – ОАО «Ангарский электролизный химический комбинат» (далее – АЭХК) (г. Ангарск Иркутской обл.), 42 – Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 43 – ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО) (г. Краснокаменск Забайкальского края), 44 – Дальневосточный завод «Звезда» (ЗАО Большой Камень Приморского края), 45 – Хабаровское отделение филиала «Дальневосточный территориальный округ» ФГУП «РосРАО», 46 – ОАО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре Хабаровского края), 47 – ОАО «Северо-Восточный региональный центр по ремонту и утилизации вооружения и военной техники» Минобороны РФ (далее – ОАО «СВРЦ») (г. Вилючинск Камчатского края)).

Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет лаборатория контроля радиоактивного загрязнения природной среды и методического руководства радиометрической сетью Росгидромета Института проблем мониторинга окружающей среды ГУ «НПО «Тайфун» (ЛКРЗ ИПМ ГУ «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).

В 2009 г. в составе СРМ работали 415 пунктов по отбору проб радиоактивных выпадений с суточной экспозицией, 48 пунктов по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 33 пункта по отбору проб осадков и 15 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 47 пунктов по отбору проб пресной воды и 11 пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$  [5]. Наблюдения за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) проводились на 1282 станциях и постах, дополнительно измерения МЭД проводились на 25 постах в крупных городах и с помощью автоматических датчиков и автоматических метеостанций в ближних зонах отдельных АЭС.

В 30-км зонах некоторых радиационно опасных объектов проводились маршрутные обследования с отбором проб воды из поверхностных водоемов, растительности, снега, почвы и  $\gamma$ -съемкой местности (см. разделы 2–5).

Полученные в 2009 г. данные СРМ о радиационной обстановке на территории РФ приведены ниже.

### **1.1. Обобщенные данные о содержании радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ**

#### **Приземная атмосфера**

Наблюдения за содержанием техногенных радионуклидов в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2009 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем непрерывного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки. Суммарная  $\beta$ -активность ( $\Sigma\beta$ ) суточных проб аэрозолей там, где это было возможно, определялась дважды, через сутки и через 4 суток после окончания отбора пробы с помощью тонкопленочного сцинтилляционного детектора или торцевого гейгеровского счетчика с эталонировкой по  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . По результатам измерений  $\Sigma\beta$  проб аэрозолей определялась объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводятся результаты только вторых измерений, т.е. объемная  $\Sigma\beta$  долгоживущих радионуклидов (с периодом полураспада более суток). Если среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  по первому измерению превышает  $3,70 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup> или по второму измерению в 5 и более раз превышает фоновый уровень за предыдущий месяц, определяется радиоизотопный со-

став суточной пробы с помощью  $\gamma$ -спектрометрического анализа. Если объемные  $\Sigma\beta$  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. Проводится  $\gamma$ -спектрометрический анализ объединенных проб для определения радионуклидного состава и активности техногенных и природных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, а затем радиохимический анализ этих проб для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$ . Кроме того, проводится радиохимический анализ объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, с целью определения содержания в них изотопов плутония:  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  (суммы изотопов  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{240}\text{Pu}$ ). Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6–14].

В табл. 1.1 приведены среднемесячные, взвешенные по отдельным регионам РФ, объемные  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы в 2009 году. Там же показаны среднемесячные и среднегодовые значения объемных  $\Sigma\beta$ , взвешенные по Европейской и Азиатской территориям России (ЕТР и АТР соответственно) и по РФ в целом.

Таблица 1.1

**Объемные  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы на территории РФ в 2009 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	-	13,96	14,13	19,44	12,21	23,88	15,8
Февраль	-	13,79	22,91	40,10	14,45	22,33	21,3
Март	-	10,97	20,54	28,99	13,04	12,50	16,5
Апрель	-	9,70	10,84	21,51	17,13	13,75	12,5
Май	-	7,47	15,21	23,25	13,26	11,72	12,5
Июнь	-	6,28	16,50	17,98	15,10	15,43	11,8
Июль	-	7,42	12,72	18,89	12,61	16,17	11,6
Август	-	7,15	10,98	16,27	11,36	11,27	10,1
Сентябрь	-	5,39	10,95	19,55	15,58	12,74	10,0
Октябрь	-	6,88	7,83	19,72	10,10	11,45	9,8
Ноябрь	-	7,61	10,46	16,89	11,24	11,77	10,3
Декабрь	-	13,63	13,93	24,48	11,65	19,07	16,0
Среднее:							
2009 г.	-	<b>9,2</b>	<b>13,9</b>	<b>22,2</b>	<b>13,2</b>	<b>15,2</b>	<b>13,2</b>
2008 г.	-	8,6	12,1	14,2	13,2*	16,1	11,4
Азиатская территория России							
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ		
Январь	27,49	28,92	15,31	25,9	22,3		
Февраль	24,73	29,72	26,98	28,0	25,5		
Март	22,17	25,17	15,40	22,5	20,4		
Апрель	14,90	26,22	17,89	21,8	18,4		
Май	17,52	14,91	19,48	16,4	16,0		
Июнь	13,11	23,39	10,36	18,3	15,9		
Июль	15,29	17,75	13,41	16,3	14,6		
Август	14,47	16,36	14,15	15,5	13,5		
Сентябрь	16,03	16,95	13,31	16,0	13,9		
Октябрь	16,09	17,02	18,74	17,1	14,5		
Ноябрь	25,93	19,84	18,52	21,1	17,2		
Декабрь	20,70	32,84	26,42	28,6	24,0		
Среднее:							
2009 г.	<b>19,0</b>	<b>22,4</b>	<b>17,5</b>	<b>20,6</b>	<b>17,9</b>		
2008 г.	17,9	18,0	16,6	17,7	15,4		

Примечание: - – нет данных;

\* – данные по г. Брянску за 6 месяцев.

Схема деления территории РФ на географические регионы приведена в табл. 1.2. В табл. 1.1, 1.3 и 1.4 гг. Брянск и Курск выделены в связи с тем, что они расположены вблизи районов, загрязненных в 1986 г. в результате чернобыльской аварии. В табл. 1.1, 1.3 и 1.4 отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, где из-за проблем с энергозатратами на воздухофильтрующие установки с 1998 г. наблюдения не проводятся, и данные по п. Новогорный, расположенному в 7 км от ПО «Маяк», где в 2009 г. пробы аэрозолей также не отбирались. В п. Новогорный обычно наблюдалось самое высокое на территории РФ содержание техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы.

Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении 1. Там же приведены объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы отдельных субъектов РФ в 2009 г., необходимых для составления радиационно-гигиенических паспортов территорий.

Таблица 1.2

**Схема группировки пунктов наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе по географическим районам РФ**

<b>Европейская территория России</b>		
<b>Крайний Север</b>		
1. Обс. им. Кренкеля (о. Хейса) (н/р)		
<b>Заполярье*</b>		
1. Норильск (н/р)	4. Салехард	7. Кандалакша
2. Диксон	5. Нарьян-Мар	8. Зашеек (н/р)
3. Туруханск	6. Мурманск	9. Амдерма (н/р)
<b>Север</b>		
1. Архангельск	4. Северодвинск	7. Петрозаводск
2. Ухта	5. Вологда	8. С.-Петербург (н/р 1 месяц)
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Охоны (н/р)
<b>Центр</b>		
1. Нижний Новгород	4. Обнинск	7. Нововоронеж (экспозиция 5 дней)
2. Самара	5. Подмосковная	8. Курчатов (экспозиция 5 дней)
3. Пенза	6. Ельня (н/р)	
<b>Юг</b>		
1. Астрахань	3. Ростов-на-Дону (н/р)	
2. Волгоград	4. Цимлянск	
<b>Азиатская территория России</b>		
<b>Западная Сибирь</b>		
1. Кызыл	5. Уяр	9. Барнаул
2. Огурцово	6. Большая Мурта	10. Омск
3. Красноярск	7. Верхнее Дуброво	11. Колпашево
4. Сухобузимское	8. Кыштым	12. Ханты-Мансийск
<b>Север Восточной Сибири</b>		
1. Якутск	3. Магадан	5. Мирный
2. Петропавловск-Камч. (н/р)	4. Алдан	
<b>Юг Восточной Сибири</b>		
1. Владивосток (н/р 3 месяца)	4. Благовещенск	6. Южно-Сахалинск
2. Сковородино (н/р)	5. Чита (н/р 1,5 месяца)	7. Хабаровск
3. Иркутск		

Примечание: н/р – не работает;

\* – в Заполярье условно включены пункты, расположенные как на ЕТР, так и на АТР.



Средневзвешенное по территории РФ значение объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха в 2009 г. составляло  $17,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что незначительно превышает уровни, наблюдавшиеся в 2000–2008 гг. Самая высокая среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась в Центре ЕТР и на Севере Восточной Сибири. Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы регионов страны в 2009 г. изменялась в пределах  $(5,4-40,1) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Минимальная среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась в сентябре в Заполярье, а максимальная – в феврале в Центре ЕТР. Как видно из табл. 1.1, среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы на территории РФ повышается во время отопительного сезона с ноября – декабря по март – апрель с максимумом в декабре – феврале. Вероятно, это связано с повышением содержания радионуклидов природного происхождения в топливе, потребление которого возрастает зимой.

Объемная  $\Sigma\beta$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны с 2000 г. вышла на уровни, наблюдающиеся на не загрязненной территории ЕТР. Среднее за 2009 г. значение объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Брянске составляло  $9,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Курске –  $23,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Максимальные среднемесячные объемные  $\Sigma\beta$  в отдельных населенных пунктах наблюдались: на территории ЕТР – в феврале в г. Кирове –  $93 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>; на территории АТР – в феврале в г. Благовещенске (Амурская обл.) –  $60 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и в декабре в п. Мирный (Якутия) –  $68 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В течение года в приземном слое атмосферы некоторых населенных пунктов в отдельные дни наблюдалась повышенная среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  воздуха. В 2009 г. на территории РФ по данным оперативного мониторинга было зарегистрировано 129 случаев (в 2008 г. – 79 случаев, в 2007 и 2006 гг. – по 71 случаю) пятикратного и более превышения среднесуточных объемных  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями при измерении на пятые сутки после отбора пробы [5].

В основном повышенные уровни объемных  $\Sigma\beta$  наблюдались не более одних суток, а в пробах были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наиболее высокие значения среднесуточных объемных  $\Sigma\beta$ , относящиеся к случаям пятикратного и более превышения фоновых уровней, отмечались: в пп. Огурцово Новосибирской области (НЗХК) –  $356 \cdot 10^{-7}$  и  $378 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Сухобузимское Красноярского края (ГХК) –  $294 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, Барнауле –  $296 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и Н. Новгороде (ОКБМ, Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО») –  $269 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях.

Максимальные превышения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновыми значениями в 2009 г. наблюдались в п. Огурцово – в 29 раз и в гг. Хабаровске, Благовещенске (Амурская обл.) и Барнауле – в 24, 22 и 16 раз соответственно.

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности <sup>137</sup>Cs в воздухе в 2009 г., взвешенные по площадям территорий, каждая из которых обслуживается одной воздухофильтрующей установкой (в тех же, что и в табл. 1.1, регионах РФ). Там же даются среднегодовые значения, взвешенные по ЕТР, АТР и по территории РФ в целом, и, для сравнения, данные за 2008 год.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе незначительно увеличилась, по сравнению с 2008 г., и составила  $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Повышенные среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались вблизи загрязненной после чернобыльской аварии зоны: в Курске –  $10,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и в Брянске –  $10,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

За пределами загрязненных территорий повышенные, по сравнению с фоновыми, среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались в Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) –  $73 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в сентябре (при среднегодовом значении –  $21,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), в Курчатове (Курская АЭС) –  $42 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в апреле (при среднегодовом значении –  $14,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в В. Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) –  $16 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> во втором квартале (при среднегодовом значении –  $8,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Повышенные, по сравнению с фоновыми, среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались вблизи загрязненной в результате чернобыльской аварии зоны России в апреле и мае в г. Брянске –  $18 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, в 100-км зоне ПО «Маяк» в мае и июне в п. Кыштым –  $(15-16) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Приведенные выше максимальные среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  превышали средневзвешенное значение по территории РФ в 6–30 раз, однако были на шесть порядков ниже допустимой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе для населения ( $\text{ДОА}_{\text{НАС.}}=27$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1].

Таблица 1.3

Среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2009 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>

Месяц	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	0,8	1,5	4,3	11,8	4,1	2,5
Февраль	0,8	2,0	2,5	8,0	4,7	2,2
Март	0,8	2,2	3,1	6,0	4,0	2,2
Апрель	1,1	2,1	9,7	17,7	6,7	4,5
Май	1,1	2,0	7,1	16,7	5,3	3,6
Июнь	1,1	1,6	5,6	11,3	6,0	3,1
Июль	1,6	2,6	4,3	7,3	6,7	3,3
Август	1,5	2,8	7,1	8,0	5,6	3,8
Сентябрь	1,6	2,8	10,4	12,3	4,5	4,6
Октябрь	0,8	1,8	5,3	8,0	5,5	2,8
Ноябрь	0,8	2,2	3,4	9,5	2,9	2,2
Декабрь	0,8	3,6	3,9	7,0	3,7	2,9
Среднее:						
2009 г.	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>5,6</b>	<b>10,3</b>	<b>5,0</b>	<b>3,1</b>
2008 г.	0,9	2,3	8,9	10,4	5,0	3,9
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	2,6	2,0	2,4	2,0	2,1	
Февраль	2,6	2,0	2,4	2,0	2,0	
Март	2,6	2,0	2,4	2,0	2,1	
Апрель	5,7	1,0	2,4	2,3	2,9	
Май	5,7	1,0	2,4	2,3	2,7	
Июнь	5,7	1,0	2,4	2,3	2,5	
Июль	2,3	3,0	1,1	2,3	2,6	
Август	2,3	3,0	1,1	2,3	2,7	
Сентябрь	2,3	3,0	1,1	2,3	2,9	
Октябрь	2,7	2,4	1,2	2,0	2,2	
Ноябрь	2,7	2,4	1,2	2,0	2,1	
Декабрь	2,7	2,4	1,2	2,0	2,2	
Среднее:						
2009 г.	<b>3,3</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	
2008 г.	2,2	1,3	3,6	2,0	2,3	

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2009 г. представлена в табл. 1.4. Как видно из табл. 1.4, наибольшая среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в при-

земном слое атмосферы наблюдалась на территории Западной Сибири, наименьшая, как и для  $^{137}\text{Cs}$ , – в Заполярье. Из приведенных данных также видно, что наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  ( $3,38 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) также наблюдалась на территории Западной Сибири в третьем квартале.

Повышенные, по сравнению с фоновыми, среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2009 г. наблюдались во втором квартале в пп. Огурцово Новосибирской обл. (НЗХК) –  $4,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и В. Дуброво Свердловской обл. (Белоярская АЭС, ИРМ) –  $5,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; в третьем квартале в пп. Огурцово и Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) –  $4,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и В. Дуброво –  $10,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; в четвертом квартале в пп. Иркутск (АЭХК и ПЗРО Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО») –  $5,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и В. Дуброво –  $5,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Указанные выше объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  были в 4–10 раз выше, чем средневзвешенная по территории РФ объемная активность (см. табл. 1.5), но на шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>.  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе ( $2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1]. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (гг. Брянск, Курск) с 2000 г. не превышает уровней, наблюдающихся на не загрязненной территории ЕТР.

Таблица 1.4

**Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2009 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
<b>Европейская территория России</b>					
Брянск, Курск	0,28	1,43	0,59	0,36	0,67
Заполярье	0,18	0,48	0,26	0,25	0,29
Север	0,94	1,06	0,94	0,62	0,89
Центр	0,31	1,01	0,92	0,63	0,72
Юг	0,42	1,52	1,19	0,55	0,92
<b>Азиатская территория России</b>					
Западная Сибирь	1,24	2,36	3,38	1,95	2,23
Север Восточной Сибири	0,40	0,67	0,59	0,44	0,53
Юг Восточной Сибири	1,13	1,95	1,27	1,56	1,48

В табл. 1.5 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 1999–2009 гг. Из табл. 1.5 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ последние 5 лет находится примерно на одном уровне, в 2009 г. она составляла  $0,95 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>. по НРБ-99/2009 [1] и практически не отличается от объемных активностей, наблюдавшихся перед аварией на ЧАЭС.

Таблица 1.5

**Средневзвешенные по территории страны объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 1999–2009 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Квартал	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
I	0,85	0,77	0,90	0,96	1,16	0,61	0,74	0,69	0,67	0,89	0,63
II	1,39	1,76	1,74	1,52	1,91	1,90	1,08	1,24	1,10	1,30	1,18
III	1,27	1,30	1,43	1,34	1,35	1,30	0,88	0,95	0,96	0,87	1,15
IV	1,11	0,94	1,26	0,93	1,00	0,96	0,78	0,72	0,86	0,77	0,83
Среднее	1,20	1,20	1,33	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97	0,95

Следует отметить, что объемные активности  $^{90}\text{Sr}$ , так же как и  $^{137}\text{Cs}$ , в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход: наибольшие значения наблюдаются во втором и третьем кварталах (что обусловлено сельхозработами на полях, связанными с пылением почвы).

В 2009 г., как и в предыдущие годы, в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» проводился 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 в приземном слое атмосферы этих городов. Анализ проб после радиохимического выделения плутония проводился на спектрометре 570А-450 фирмы «Ortec» [14]. Объемные активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы гг. Обнинска и Курска приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6

**Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в гг. Обнинске и Курске в 2009 г.,  $10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Месяц	г. Обнинск		г. Курск
	<sup>238</sup> Pu	<sup>239,240</sup> Pu	<sup>239,240</sup> Pu
Январь	30,0	4,4	1,0
Февраль	97,0	59,0	
Март	25,0	6,1	
Апрель	7,0	7,2	2,2
Май	10,4	18,0	
Июнь	3,0	2,4	
Июль	11,0	1,5	1,6
Август	17,4	7,3	
Сентябрь	5,0	6,5	
Октябрь	6,0	1,7	2,0
Ноябрь	3,7	2,3	
Декабрь	2,8	2,2	
Среднее:			
<b>2009 г.</b>	<b>18,2</b>	<b>9,9</b>	<b>1,7</b>
2008 г.	10,8	5,0	3,4
2007 г.	3,2	5,4	1,5
2006 г.	-	4,3	2,0
2005 г.	1,6	4,0	1,9

Примечание: - - нет данных.

Из табл. 1.6 видно, что среднемесячные объемные активности <sup>239,240</sup>Pu в г. Обнинске в 2009 г. изменялись от  $1,5 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в июле до  $59 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в феврале, при среднегодовом значении  $9,9 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на пять порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> <sup>239,240</sup>Pu ( $2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [1]. Среднемесячные объемные активности <sup>238</sup>Pu в г. Обнинске изменялись от  $2,8 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> в декабре до  $97 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> также в феврале, при среднегодовом значении  $18,2 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ. За последние 5 лет среднегодовая объемная активность <sup>238</sup>Pu в г. Обнинске увеличилась в 11,4 раза, а <sup>239,240</sup>Pu – в 2,5 раза.

Среднегодовая объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в приземном слое воздуха г. Курска, измеряемая поквартально, была в 2 раза ниже, чем в 2008 г., и составляла  $1,7 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это в 5,8 раза меньше, чем среднегодовая объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в приземном слое воздуха г. Обнинска.

В г. Обнинске в 2009 г., как и в предыдущие годы, в приземном слое атмосферы было зарегистрировано 35 случаев появления изотопов радиоактивного йода, в основном в молекулярной форме. Все регистрируемые величины были на три – пять порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009. Максимальное значение <sup>131</sup>I в молекулярной форме ( $40 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалось 04.02–05.02.2009 г., в аэрозольной форме ( $3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) – 28.03–29.03.2009 года.

Кроме того, как и в предшествующие годы, в 2009 г. отмечен ряд случаев появления в атмосфере гг. Курска, Курчатова и Нововоронежа продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых были на пять – семь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 (подробнее см. разделы 4.7, 4.9).

В 2009 г. существенных изменений объемной активности техногенных радионуклидов в приземном слое атмосферы в окрестностях АЭС и других радиационно опасных объектов не наблюдалось.

На рис. 1.2 показана динамика изменения среднегодовых объемных активностей  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 1991–2009 гг. Среднегодовые объемные активности радионуклидов за этот период были на семь порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОНА<sub>НАС.</sub>) по НРБ-99/2009 [1]. Из рис. 1.2 видно, что объемные активности радионуклидов в течение указанного периода постепенно уменьшаются. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  с 1991 г. уменьшились в 9 и в 2,5 раза соответственно.

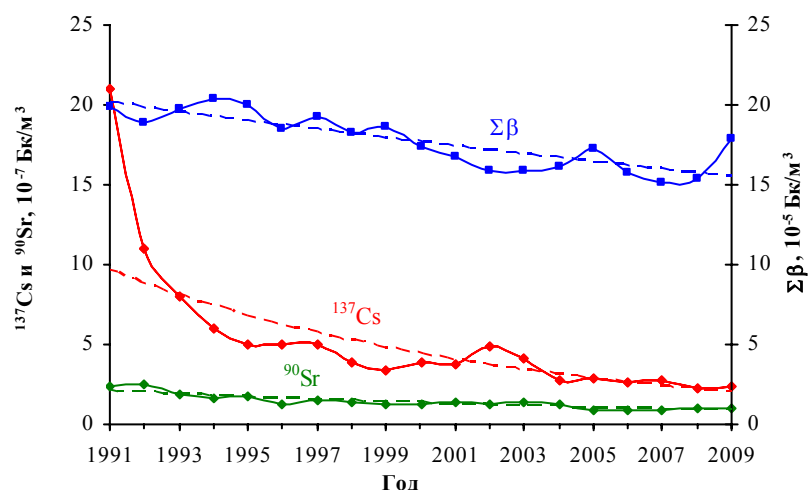


Рис. 1.2. Динамика изменения объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории РФ

### Атмосферные выпадения

Отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность на территории РФ в 2009 г., как и ранее, производился с помощью марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения  $\Sigma\beta$  и радиоизотопного состава проб аналогичны методикам обработки и измерений проб аэрозолей [6–13].

Схема группировки пунктов наблюдений за атмосферными выпадениями по географическим районам РФ приведена в табл. 1.7, а средневзвешенные по территории РФ величины выпадений  $\Sigma\beta$  для этих районов – в табл. 1.8. Подробная схема соотношения географических регионов, принятых в данном Ежегоднике, с субъектами РФ и федеральными округами приведена в Приложении 1.

Как видно из табл. 1.8, по сравнению с предыдущим годом, средневзвешенные годовые выпадения  $\Sigma\beta$  (как по отдельным районам, так и по всей территории РФ) практически не изменились. Однако в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание  $\Sigma\beta$  долгоживущих радионуклидов в приземном слое атмосферы. В 2009 г. было зарегистрировано [5] 18 случаев десятикратного и более превышения выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями (в 2008 г. – 39, в 2007 г. – 40, в 2005 и 2006 гг. – по 52). Во всех случаях повышенные уровни наблюдались не более одних суток и в

большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наибольшие суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 2009 г. были зафиксированы в пп. Астрахани и Волгограде (Волгоградское отделение филиала «Южный территориальный округ» ФГУП «РосРАО») – 37 и 27 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно. Максимальные превышения выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми значениями в 2009 г. наблюдались в п. Абакан (Республика Хакасия) – в 28 раз, в пп. Дзержинское, Тутончаны, Курагино (Красноярский край) – в 22–24 раза.

Таблица 1.7

**Схема группировки пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями по географическим районам РФ**

<b>Европейская территория России</b>
<p><b><u>Заполярье*</u></b>                      УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, б. Провидения, г. Певек)                      ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><b><u>Север</u></b>                      УГМС: Северное, Северо-Западное                      ЦГМС: Калининградский</p> <p><b><u>Центр</u></b>                      УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Центральное, Центрально-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><b><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u></b>                      в Центральном УГМС и УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО):                      Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.)                      Данные по пп. Плавск (Тульская обл.), Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs 5–15 Ки/км<sup>2</sup>) при расчете средневзвешенных выпадений <sup>137</sup>Cs по ЕТР и РФ не учитывались</p> <p><b><u>Юг</u></b>                      Северо-Кавказское УГМС</p>
<b>Азиатская территория России</b>
<p><b><u>Западная Сибирь</u></b>                      УГМС: Западно-Сибирское, Уральское, Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское</p> <p><b><u>Север Восточной Сибири</u></b>                      УГМС: Якутское, Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций)</p> <p><b><u>Юг Восточной Сибири</u></b>                      УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское</p>

*Примечание:* \* – в Заполярье условно включены территории (пункты), расположенные как на ЕТР, так и на АТР.

Наибольшее количество случаев превышения объемных  $\Sigma\beta$  и выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми значениями имело место на территориях Западной Сибири и Севера ЕТР (по 40 случаев). Наибольшее число случаев превышения объемной  $\Sigma\beta$  и выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми значениями на территории России отмечалось в феврале и январе (43 и 34 случая соответственно).

Атмосферные выпадения <sup>137</sup>Cs на территории ЕТР приведены в табл. 1.9. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs во всех регионах ЕТР практически остались на уровне 2008 года. Величина квартальных выпадений <sup>137</sup>Cs по АТР в основном была ниже предела обнаружения. Однако в отдельных регионах АТР наблюдались более высокие уровни выпадений <sup>137</sup>Cs: в первом квартале в Якутском и Колымском УГМС (Север Восточной Сибири) – 0,13 и 0,16 Бк/м<sup>2</sup>·квартал соответственно. В целом выпадения <sup>137</sup>Cs, средневзвешенные по территории РФ, в 2009 г. составили менее 0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год. В загрязненной после чернобыльской аварии зоне годовые выпадения <sup>137</sup>Cs незначительно увеличились, по сравнению с 2008 г., и составили 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 7 раз превышает средневзвешенное значение по территории ЕТР. В некоторых населенных пунктах загрязненной после чернобыльской аварии зоны выпадения <sup>137</sup>Cs были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора

Брянской области и составляли в 2009 г. 9,6 Бк/м<sup>2</sup>·год (в 2004–2008 гг. выпадении <sup>137</sup>Cs колебались в пределах 13,8–17,8 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Таблица 1.8

**Выпадения Σβ на территории РФ в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки**

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное по ЕТР
Январь	1,24	0,75	0,99	1,05	1,71	1,07
Февраль	1,20	0,83	1,13	0,99	1,66	1,11
Март	1,13	0,88	1,13	0,88	1,30	1,06
Апрель	1,13	0,84	1,24	0,91	1,03	1,05
Май	0,91	0,61	1,23	0,74	0,92	0,90
Июнь	0,78	0,54	1,31	0,80	1,05	0,89
Июль	0,82	0,41	1,31	0,75	1,11	0,86
Август	0,85	0,45	1,35	0,73	0,98	0,88
Сентябрь	0,86	0,62	1,31	0,68	1,12	0,94
Октябрь	0,92	0,72	1,47	0,74	1,01	1,02
Ноябрь	0,97	0,93	1,53	0,97	1,35	1,16
Декабрь	0,92	0,88	1,32	1,02	1,42	1,08
Среднее:						
2009 г.	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>
2008 г.	1,1	0,6	1,1	0,8	1,3	0,9
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное по АТР	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,44	1,57	1,66	1,53	1,4	
Февраль	1,48	1,62	1,77	1,58	1,5	
Март	1,29	1,60	1,61	1,46	1,4	
Апрель	1,37	1,59	1,66	1,50	1,4	
Май	1,37	1,31	1,77	1,42	1,3	
Июнь	1,34	1,31	1,73	1,40	1,3	
Июль	1,36	1,22	1,67	1,36	1,2	
Август	1,30	1,24	1,71	1,35	1,2	
Сентябрь	1,29	1,33	1,65	1,37	1,3	
Октябрь	1,31	1,20	1,62	1,32	1,2	
Ноябрь	1,31	1,32	1,63	1,37	1,3	
Декабрь	1,61	1,35	1,60	1,51	1,4	
Среднее:						
2009 г.	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	
2008 г.	1,4	1,5	2,0	1,6	1,4	

Таблица 1.9

**Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·квартал**

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год		
					2009 г.	2008 г.	2007 г.
Заполярье	0,04	0,03	0,08	0,04	<0,2	<0,2	<0,4
Север	0,06	0,05	0,08	0,109	0,29	0,34	0,34
Центр ЕТР	0,06	0,15	0,11	0,09	0,41	0,36*	0,47*
Юг	0,06	0,12	0,07	0,15	0,40	0,37	0,43
Средневзвешенное по ЕТР (без загрязненной зоны)	0,06	0,09	0,09	0,10	0,34	0,34*	0,35*
Загрязненная зона	0,33	0,74	0,78	0,45	2,3	2,1*	1,9*

Примечание: \* – уточненные данные.

На АТР наибольшие годовые выпадения <sup>137</sup>Cs (14,5 Бк/м<sup>2</sup>·год) в 2009 г. наблюдались, как и ранее, в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный Челябинской области. Средняя по 100-км зоне ПО «Маяк» (усредненная по 14 пунктам) сумма выпадений <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 2009 г. (6,8 Бк/м<sup>2</sup>·год)

незначительно увеличилась по сравнению с 2008 г. (6,6 Бк/м<sup>2</sup>·год) и была в 34 раза выше фоновой для Уральского региона (подробнее см. раздел 2.2).

Величина выпадений <sup>90</sup>Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Однако на АТР в 100-км зоне ПО «Маяк» средние по тем же 14 пунктам выпадения <sup>90</sup>Sr были значительными и составили 4,2 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 2,5 раза выше фонового значения для Уральского региона. Максимальные выпадения <sup>90</sup>Sr, также как <sup>137</sup>Cs, наблюдались в том же п. Новогорный – 10,2 Бк/м<sup>2</sup>·год (подробнее см. раздел 2.2).

В 2009 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (<sup>3</sup>H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 33 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками за 2009 г. в сравнении с 2008 г. приведены в табл. 1.10. В этой же таблице приведена активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России. Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2009 г. изменялись в диапазоне 1,7–3,0 Бк/л и 51–203 Бк/м<sup>2</sup>·месяц соответственно. Среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2009 г. (2,5 Бк/л) осталось на уровне предыдущих лет (2,4–2,8 Бк/л).

Таблица 1.10

**Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы (Бк/м<sup>2</sup>·месяц), усредненные по 33 пунктам на территории России**

Месяц	2009 г.		2008 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	2,3	68	2,1	71
Февраль	2,4	51	2,1	61
Март	2,6	56	2,5	63
Апрель	3,0	73	2,8	68
Май	2,8	115	2,7	96
Июнь	2,8	125	3,3	156
Июль	2,4	169	2,9	189
Август	3,0	203	2,8	210
Сентябрь	2,6	140	2,8	143
Октябрь	2,2	97	2,1	97
Ноябрь	2,1	64	2,2	92
Декабрь	1,7	53	2,4	91
Среднее	2,5	101,2	2,6	111,4
Сумма, кБк/м <sup>2</sup> ·год		1,21		1,34
Выпадения на территории РФ, Бк		20,7·10 <sup>15</sup>		22,8·10 <sup>15</sup>

Среднегодовое содержание трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Новогорный (отбор производился с июля по декабрь) составляло 35 Бк/л, что в 14 раз выше среднего значения по территории РФ (подробнее см. раздел 2.2).

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2009 г. составили 20,7·10<sup>15</sup> Бк. Выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались как



произведение величины годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ ( $17,075 \cdot 10^6 \text{ км}^2$ ).

Сравнение приведенных данных о содержании трития в атмосферных осадках на рассматриваемой территории с данными за предыдущие годы показывает, что наблюдаемые уровни обусловлены тритием естественного происхождения, термоядерными взрывами, проведенными до 1980 г. в атмосфере, выбросами и сбросами трития в окружающую среду предприятиями ядерно-топливного цикла [15, 16].

На рис. 1.3 показана динамика выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность трития,  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  на территории РФ в 1991–2009 гг. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  за указанный период уменьшились более чем в 6 раз, а выпадения  $\Sigma\beta$  – почти в 1,5 раза.

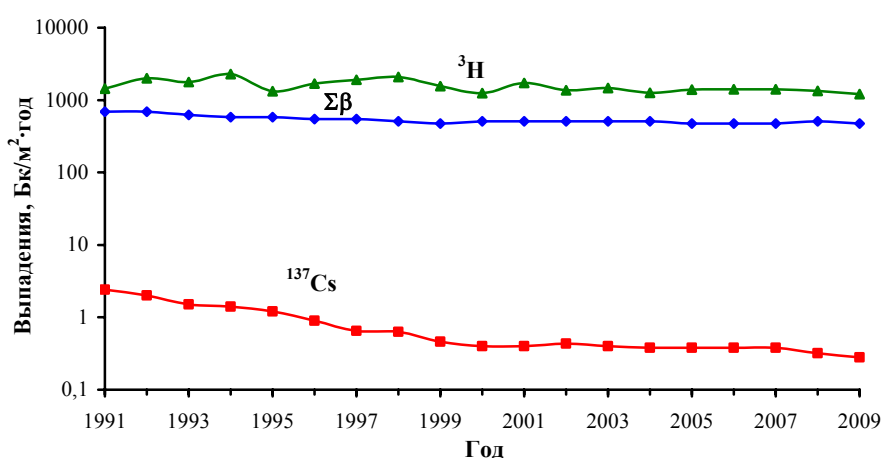


Рис. 1.3. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность и трития (с осадками) вне загрязненных зон РФ

### Поверхностные воды суши и морей

При мониторинге радиоактивного загрязнения поверхностных вод определяется содержание в воде  $^{90}\text{Sr}$  и трития. Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на  $^{90}\text{Sr}$  осуществляются по методике [17] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполняется в ИПМ ГУ «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 ГУ «НПО «Тайфун».

В табл. 1.11 приведены среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках и озерах РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1999–2009 гг. Данные для озер ЕТР в 2009 г. представлены результатами определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в озерах Имандра и Онежское, а для озер АТР – в оз. Ханка. По последним двум озерам имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большему числу водоемов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих ежегодниках. Средняя объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек как ЕТР, так и АТР в 2009 г., по сравнению с 2008 г., незначительно уменьшилась (см. табл. 1.11). В 2009 г. ее величина по территории РФ со-

ставляла 4,3 мБк/л, что на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (УВ = 4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009 [1].

В осреднение не включались результаты определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде, отобранной в 2005–2009 гг. в пп. Чердынь (р. Колва), Рябинино (р. Вишера), Тюлькино (р. Кама). Эти пункты расположены в регионе, где, возможно, прослеживается влияние одновременного взрыва трех зарядов (мощностью 15 кт каждый), проведенного в мирных целях («Канал») в марте 1971 г. на глубине 128 м [19]. Объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек указанных пунктов колебались в течение года в пределах 4–57, 6–36, 1–30 мБк/л при среднегодовых значениях 18, 15 и 11 мБк/л соответственно, превышающих фоновые уровни в 3–4 раза.

Таблица 1.11

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

Год	Реки ЕТР	Реки АТР	Среднее по рекам РФ	Оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	Оз. Ханка (АТР)
1999	6,2	6,1	6,2	-	27,3
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
<b>2009</b>	<b>4,7 (6,9)</b>	<b>3,9</b>	<b>4,3 (5,6)</b>	<b>4,5</b>	<b>6,8</b>

Примечание: в скобках приводятся среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  с учетом данных по рекам Колва, Кама и Вишера;

\* – данные только по оз. Онежскому;

- – пробы не отбирались.

В осреднение также не включались результаты определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи, а также рек Исеть, Караболка, Синара и др. (подробнее см. раздел 2.2 и 5.2), загрязненных ранее сбросами технологических вод ПО «Маяк» и радиоактивными продуктами аварии 1957 г. на ПО «Маяк». Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (п. Муслюмово) в 2009 г. увеличилась, по сравнению с 2008 г., в 1,3 раза и составляла 11,4 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л) и более чем на три порядка выше фонового уровня для рек России. В воде р. Исеть (п. Мехонское) после впадения в нее рек Течи и Миасса среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  сохранилась примерно на уровне 2008 г. и составила 0,95 Бк/л, что в 5,2 раза ниже УВ. В водах рек Караболка и Синара, протекающих по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  также сохранилась примерно на уровне 2008 г. и составляла 1,2 и 0,2 Бк/л соответственно.

В табл. 1.12 приведены среднегодовые (осредненные по 5–6 пробам) объемные активности трития в 1999–2009 гг. в основных реках РФ (в основном в их устьевых участках).

Как видно из табл. 1.12, в 2009 г. среднегодовая объемная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения оставалась на уровне 2008 г., изменяясь в

пределах 1,6–3,1 Бк/л при среднем значении за год 2,4 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Северная Двина (п. Соломбала), а большее – к р. Амур (г. Благовещенск).

В р. Тече наблюдалось повышенное содержание трития, по сравнению с фоновыми уровнями для рек России. Среднегодовая объемная активность трития в р. Тече (п. Муслумово, отбор производился 9 месяцев) составляла 125 Бк/л, что превышает фоновый уровень для рек России (2,4 Бк/л) более чем в 50 раз (подробнее см. раздел 2.2).

Таблица 1.12

**Среднегодовые объемные активности трития в основных реках РФ, Бк/л**

Регион стока	Река (пункт)	Годы										
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Север ЕТР	р. Нева (Новосаратовка)	-	-	-	-	-	-	3,4	2,0	-	-	-
	р. Северная Двина (Соломбала)	2,4	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6
	р. Печора (Городецкий Шар)	3,1	2,4	2,7	2,6	2,0	2,2	2,3	2,9	2,5	2,1	2,1
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	2,3	2,2	2,9	3,3	2,1	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,4
	р. Волга (В. Лебяжье)	3,2	2,2	2,4	2,1	1,8	1,9	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6
	р. Волга (Брейтово)	-	-	-	-	-	1,8	1,8	2,2	1,9	2,5	2,4
Центр ЕТР	р. Дон (Акса́й)	3,1	1,7	2,3	2,0	2,2	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	3,9	3,2	3,7	3,3	2,7	-	-	2,8	2,8	2,6	2,3
	р. Лена (Тикси)	3,7	3,5	3,8	3,1	2,0	2,8	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9
	р. Колыма (Черский)	-	2,7	2,6	2,6	2,1	2,1	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7
	р. Н.Тунгуска (Тура)	3,7	2,5	3,6	2,6	3,1	2,2	3,4	2,8	2,7	2,8	2,9
	р. Индигирка (Индигирский)	4,4	3,2	3,5	3,0	2,5	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7
	р. Обь (Салехард)	-	-	-	-	2,7	2,3	2,7	2,6	2,6	3,2	2,2
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	3,9	3,5	3,5	2,9	3,0	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1
	р. Амур (Хабаровск)	3,3	3,2	4,1	2,6	3,6	3,0	2,9	2,7	3,8	3,1	2,6
	р. Амур (Комсомольск-на-Амуре)	4,3	3,0	4,1	3,0	2,5	2,5	3,5	3,4	3,0	2,9	2,8

Примечание: - – пробы не отбирались.

На рис. 1.4 показаны динамика изменения объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  и трития в реках на территории РФ в 1991–2009 гг., а также для сравнения – динамика изменения объемной активности трития в осадках за тот же период. Из рис. 1.4 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках РФ постепенно уменьшается, с 1991 г. она уменьшилась в 2,5 раза. Анализ данных по тритию за период 1991–2009 гг. показывает, что содержание трития в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, так же как и активность трития в осадках. Из рис. 1.4 видно, что объемная активность трития в реках обусловлена осадками.

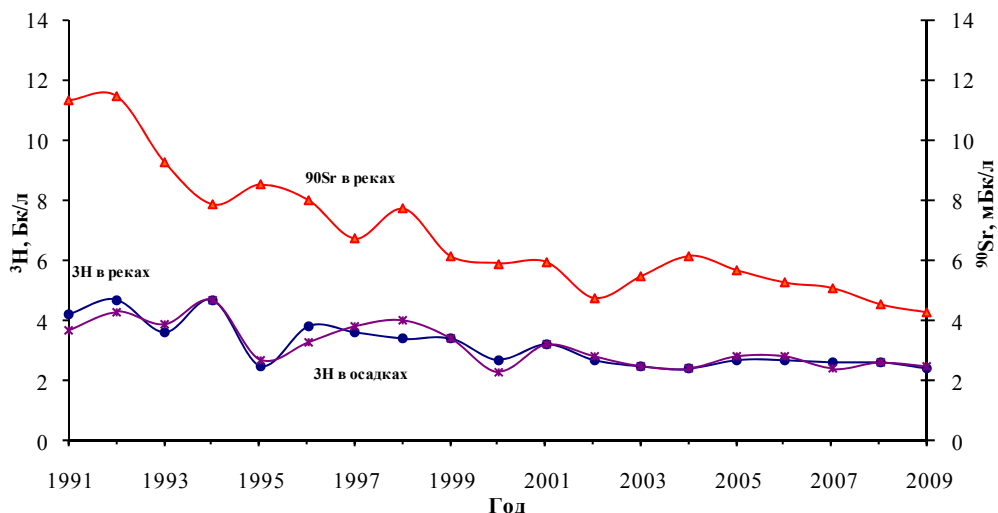


Рис. 1.4. Динамика изменения объемной активности  $^3\text{H}$  в реках, в осадках и  $^{90}\text{Sr}$  в реках на территории РФ

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

В табл. 1.13 приведены среднегодовые значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах морей в 1999–2009 гг. Из табл. 1.13 видно, что среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) находились в пределах от 1,4 мБк/л (в водах Авачинской губы) до 7,4 мБк/л (в водах Каспийского моря). Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах внутренних морей выше, чем в водах открытых.

Таблица 1.13

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах морей РФ, мБк/л

Море	Кол-во проб в 2009 г.	Годы										
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Азовское	-	18,7	16,0	-	15,8	-	-	-	6,0	-	-	-
Черное	-	-	15,5	13,0	-	-	10,7	12,2	-	-	-	-
Каспийское	12	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6	6,1	7,4
Баренцево	3	2,9	3,4	3,4	3,1	3,6	2,8	2,0	2,3	2,1	3,1	2,5
Белое	4	6,0	4,0	4,1	3,5	3,4	3,8	3,4	3,6	3,0	3,9	3,6
Охотское	4	2,2	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8	1,7	2,0	1,0	1,1	1,6
Японское	4	1,6	2,4	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	1,7	1,3	1,5
Тихий океан*	12	1,9	1,7	1,9	2,0	2,1	1,8	1,7	1,5	1,3	1,4	1,4

Примечание: - – пробы не отбирались;

\* – прибрежные воды Восточной Камчатки.

### Радиационный фон на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2009 г., повсюду было незначительным, по сравнению с их суммарным запасом в почве, и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее. Географическое распределение плотности загрязнения почвы техногенными радионуклидами на территории России в 2009 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1307 пунктах в течение 2009 г. мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) на местности, кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была в основном в пределах колебаний естественного радиационного фона (6–20 мкР/ч). В 100-км зонах вокруг радиационно опасных объектов значения МЭД в основном не превышали фоновых уровней, за исключением единичных случаев, наблюдавшихся вблизи Иркутского отделения филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» и АЭХК (пп. Хомутово, Иркутск, Шелехов и др.), ППГХО (пп. Краснокаменск, Борзя, Байкальск, Приаргунск и др.) и ГХК (п. Сухобузимское) – 21–26 мкР/ч.

После чернобыльской аварии некоторые территории европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях в настоящее время определяется загрязнением почвы  $^{137}\text{Cs}$ . Наибольшие площади загрязнения находятся в Брянской и Тульской областях. На загрязненных после аварии территориях регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения, которые мало меняются от года к году:

– в населенных пунктах с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  5–15 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД в течение года изменялись: от 27 до 48 мкР/ч (с. Ущерпье Клинецкого района Брянской обл.), от 12 до 34 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района Брянской обл.) и от 17 до 26 мкР/ч (г. Плавск Тульской обл.);

– на территориях с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  1–5 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД в течение года изменялись: от 11 до 27 мкР/ч (с. Мартьяновка Клинецкого района Брянской обл.), от 21 до 26 мкР/ч (п. Красная Гора Красногорского района Брянской обл.), от 16 до 24 мкР/ч (г. Жиздра Калужской обл.) и от 17 до 26 мкР/ч (п. Узловая Тульской обл.).

На загрязненных территориях АТР (Восточно-Уральский радиоактивный след) значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (по данным 12 пунктов) не превышали фоновых уровней 10–12 мкР/ч (подробнее см. раздел 5.2).

Таким образом, в 2009 г. содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ в основном сохранилось на уровне предыдущих лет или незначительно уменьшилось.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных (1991–2009 гг.) показал, что радиационная обстановка на территории РФ в последние 19 лет была спокойной и существенно не изменилась. В целом практически по всем наблюдаемым объектам окружающей среды имеет место тенденция к уменьшению радиоактивного загрязнения.

## **1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств**

Ниже приводятся краткие сведения о радиационной обстановке на территории некоторых сопредельных государств, которые предоставили материалы своих наблюдений в рамках информационного обмена.

### **Республика Беларусь**

Радиационный мониторинг на территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

Радиационный мониторинг на территории Беларуси включает в себя [20]:

- непрерывный отбор проб радиоактивных аэрозолей с использованием ВФУ в пяти пунктах (Гомель, Мстиславль, Мозырь, Браслав и Пинск) с суточной экспозицией и в двух пунктах (Минск, Могилев) с десятидневной экспозицией;
- непрерывный отбор проб радиоактивных выпадений в 21 пункте с суточной экспозицией и в шести пунктах с десятидневной экспозицией;
- измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) на 55 постах (ежесуточно);
- отбор проб воды на шести реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям;
- исследование процессов вертикальной миграции радионуклидов (отбор проб почвы) в четырех пунктах наблюдений.

### Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В табл. 1.14 приведены среднемесячные и среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  и объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2009 году.

Таблица 1.14

**Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2009 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Месяц	Браслав		Гомель		Минск		Могилев		Мозырь		Мстиславль		Пинск	
	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$
Январь	13,6	0,10	21,3	2,15	16,3	1,24	44,0	3,69	15,2	2,42	22,3	1,63	18,6	1,41
Февраль	18,8	0,16	25,0	2,18	14,3	1,32	37,0	1,97	12,6	1,91	29,3	1,52	16,6	2,19
Март	10,0	0,18	21,7	1,43	14,7	0,91	30,0	0,89	16,0	2,10	21,8	1,32	10,7	1,33
Апрель	10,4	0,18	17,9	1,47	19,0	1,30	25,0	1,23	22,6	2,45	20,0	1,05	13,7	2,18
Май	9,3	0,10	12,4	1,44	13,0	0,84	19,3	0,82	15,2	3,55	14,6	0,90	10,9	1,36
Июнь	8,4	0,28	12,7	0,70	17,0	1,21	16,3	0,42	15,9	0,96	14,9	0,22	15,5	0,78
Июль	10,4	0,14	10,6	1,62	19,0	1,53	14,3	0,25	14,2	0,72	12,2	0,15	13,4	0,88
Август	10,4	0,06	10,0	0,62	8,7	1,83	16,7	0,37	14,4	1,03	11,8	0,32	13,5	0,98
Сентябрь	10,9	0,05	13,0	0,97	8,3	0,52	21,7	0,46	19,5	1,49	18,3	0,23	12,7	0,75
Октябрь	8,2	0,11	7,6	0,90	17,3	1,98	17,3	0,43	13,4	1,47	14,8	0,99	12,2	1,41
Ноябрь	9,6	0,11	4,8	0,34	39,5	1,58	31,7	0,32	10,3	2,85	20,0	1,13	13,7	2,43
Декабрь	16,4	0,12	14,2	0,91	17,2	1,69	24,9	0,36	15,3	2,56	18,1	0,73	12,2	1,70
Среднее:														
2009 г.	<b>11,4</b>	<b>0,13</b>	<b>14,3</b>	<b>1,23</b>	<b>17,0</b>	<b>1,33</b>	<b>24,8</b>	<b>0,93</b>	<b>15,4</b>	<b>1,96</b>	<b>18,2</b>	<b>0,85</b>	<b>13,7</b>	<b>1,45</b>
2008 г.	9,0	0,20	12,4	0,90	11,7	1,22	24,7	0,98	16,8	1,46	15,4	0,74	12,5	1,11

В 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  на территории Беларуси увеличилась или осталась на уровне 2008 года. Наиболее высокие среднемесячные объемные  $\Sigma\beta$  наблюдались в 2009 г. в г. Могилеве в январе –  $44 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и в феврале –  $37 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Минске в ноябре –  $39,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и в г. Мстиславле в феврале –  $29,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Наиболее высокие среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались также в г. Могилеве в январе –  $3,69 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Мозырь в мае –  $3,55 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Эти значения на пять порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> для  $^{137}\text{Cs}$  по НРБ-99/2009 [1]. Наибольшая среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  на территории Беларуси наблюдалась в г. Мозырь и составляла  $1,96 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это практически на два порядка выше средневзвешенной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  на территории РФ.

По результатам  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб аэрозолей в приземном слое атмосферы регистрировались естественные радионуклиды:  $^7\text{Be}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{210}\text{Pb}$ . Короткоживущих изотопов, в том числе  $^{131}\text{I}$ , не обнаружено, а также не отмечено существенных изменений в поведении  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферном воздухе по сравнению с предыдущими годами. Объемные активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствовали средним многолетним значениям.

В рамках выполнения заданий Государственной программы развития Национальной системы мониторинга в Республике Беларусь налажены регулярные измерения содержания  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферном воздухе крупных промышленных городов. Содержание этого радионуклида определяется в месячных пробах радиоактивных аэрозолей во всех пунктах отбора проб, а также в месячных пробах выпадений из приземного слоя атмосферы, объединенных по территориальному признаку в зоны: зона «Юго-Восток» включает населенные пункты Брагин, Чечерск, Мозырь, Василевичи, Наровля, Хойники, Гомель; зона «Восток» – населенные пункты Славгород, Костюковичи, Могилев, Мстиславль, Горки; зона «Центр» – город Минск; зона «Север» – населенные пункты Лынтупы, Верхнедвинск, Нарочь, Шарковщина, Витебск; зона «Запад» – населенные пункты Гродно, Волковыск; зона «Игналина» – населенные пункты Браслав, Дрисвяты.

В табл. 1.15 представлены результаты измерения содержания  $^{210}\text{Pb}$  в пробах радиоактивных аэрозолей и выпадений из приземного слоя атмосферы, отобранных в 2009 г. в пунктах наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха.

Таблица 1.15

Содержание  $^{210}\text{Pb}$  в приземном слое атмосферы на территории Беларуси в 2009 г.

Пункт/зона наблюдений	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объемные активности, $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup>												
Минск	756	524	426	271	193	178	277	221	585	386	907	506
Гомель	940	1137	419	123	108	135	103	117	248	146	207	242
Пинск	407	726	282	403	282	365	289	401	585	435	882	605
Мстиславль	865	1041	456	403	294	277	269	421	553	279	480	693
Могилев	1056	1367	848	264	196	236	209	186	456	280	635	734
Браслав	277	777	236	303	205	234	169	248	513	291	440	947
Мозырь	348	352	127	126	111	109	79	134	134	107	183	134
Выпадения из атмосферы, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки												
«Север»	0,48	0,34	0,29	0,21	0,30	0,20	0,61	0,25	0,32	0,72	0,59	0,36
«Запад»	0,33	0,21	0,34	0,17	0,29	0,55	0,48	0,44	0,55	0,42	0,32	0,63
«Юго-Запад»	0,28	0,29	0,08	0,15	0,07	0,55	0,38	0,51	0,33	0,47	0,47	0,73
«Юг-Восток»	0,42	0,39	0,33	0,17	0,38	0,67	0,42	0,28	0,66	0,20	0,44	0,24
«Центр»	0,29	0,23	0,22	0,26	0,23	0,55	0,44	0,61	0,47	0,47	0,31	0,52
«Игналина»	0,20	0,31	0,43	0,12	0,28	0,61	0,40	0,23	0,38	0,59	0,39	0,34
«Восток»	0,45	0,35	0,28	0,12	0,21	0,47	0,41	0,31	0,47	0,63	0,97	0,35

Анализ данных по содержанию  $^{210}\text{Pb}$  в пробах радиоактивных аэрозолей показывает, что наблюдались незначительные сезонные колебания.

Наибольшие среднемесячные уровни выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы зарегистрированы в феврале в г. Могилев – 3,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, а также в марте в г. Костюковичи – 3,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы в районных центрах Гомельской области (Наровля, Брагин, Хойники, Василевичи, Мозырь, Чечерск) составляли от 0,5 до 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Выпадения  $\Sigma\beta$  в этих пунктах, по данным [20], не превышают фонового значения для не загрязненных территорий Беларуси.

### Поверхностные воды

Радиационный мониторинг поверхностных вод, как и в прошлые годы, ведется РЦРКМ на шести основных реках Беларуси [20], протекающих по загрязненным территориям: Припять (г. Мозырь), Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень). В зоне влияния Игналинской АЭС проводится радиационный мониторинг поверхностных вод на оз. Дрисвяты (д. Дрисвяты). Ежемесячно на основных контролируемых реках отбираются пробы воды с одновременным измерением расходов. На р. Нижняя Брагинка и оз. Дрисвяты отбор проб воды проводится 4 раза в год. Пробы воды анализируются на содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в контролируемых створах рек Гомельской области в 2009 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – от 8 до 12, р. Днепр – от 8 до 22, р. Сож – от 8 до 52, р. Ипуть – от 19 до 85, р. Беседь – от 10 до 64. Относительная погрешность при измерении низких уровней активности  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах составляет 25–30 %.

Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в контролируемых створах рек Гомельской области в 2009 г. составляли (в мБк/л): р. Припять – от 6 до 18, р. Днепр – от 6 до 251, р. Сож – от 19 до 43, р. Ипуть – от 14 до 38, р. Беседь – от 21 до 40.

В настоящее время реки являются наиболее значимым путем переноса радионуклидов, в том числе трансграничного. Данные мониторинга водных объектов показывают, что радиационная обстановка на реках Днепровско-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась. За счет динамичных процессов водного переноса, седиментации взвесей на дно водоемов и естественного распада объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в больших и средних реках значительно уменьшились. Однако в поверхностных водах большинства контролируемых рек активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  все еще превышает доаварийные значения.

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за период 1999–2009 гг. во всех створах были значительно ниже гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями для питьевой воды (РДУ-99 [21]), которые являются нормативно-методическими документами в области радиационного контроля и безопасности населения в Беларуси (РДУ-99 для  $^{137}\text{Cs}$  – 10 Бк/л, для  $^{90}\text{Sr}$  – 0,37 Бк/л).

Однако на реках, водосборы которых частично или полностью находятся в 30-км зоне Чернобыльской АЭС, в частности в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка (д. Гдень), наблюдаются более высокие значения объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Диапазон изменения объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 2009 г. составил 0,3–0,7 Бк/л, объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  – 0,5–2,5 Бк/л. Эти данные свидетельствуют о значительном превышении содержания  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах этой реки по сравнению с другими контролируемыми реками, хотя превышения санитарно-гигиенических нормативов по этому радионуклиду не наблюдается. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка значительно превышает гигиенические нормативы (в 2–6 раз).

Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  имеют тенденцию к снижению, однако периодически наблюдаются их всплески. Это объясняется тем, что содержание этого радионуклида в поверхностных водах напрямую зависит от водности года, поскольку  $^{90}\text{Sr}$  в почве находится в основном в



ионообменной форме и не закреплен в кристаллическую решетку почвообразующих комплексов. Вследствие этого он более подвижен, чем  $^{137}\text{Cs}$ , и его смыв талыми и дождевыми водами с водосбора происходит в растворенном состоянии, заметно усиливаясь во время паводков.

В паводковый период в результате смыва радионуклидов с площадей водосборов существует опасность загрязнения поверхностных вод реки  $^{90}\text{Sr}$  в большей степени, чем  $^{137}\text{Cs}$ . В последние несколько лет количество обменных форм  $^{90}\text{Sr}$  на водосборе р. Нижняя Брагинка возросло, что объясняется процессами разрушения топливных частиц с сопутствующим переходом этого изотопа в ионно-обменное состояние. Повышенное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка наблюдается в период весенне-осенних половодий, когда в результате затопления загрязненных участков пойм происходит смыв этого радионуклида с водосбора реки. Высокое содержание  $^{90}\text{Sr}$  (с превышением РДУ-99) во время паводков наблюдается в водах рек, водосборы которых полностью или частично находятся в 30-км зоне ЧАЭС.

В 2009 г. было проведено обследование рек Припять (отбор проб в районе д. Довляды), Словечна (в районе дд. Скородное, Гажин, Белый Берег), Вить (в районе д. Тульговичи). Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в отобранных пробах воды составляли (в мБк/л): от 9 до 39 и от 27 до 92 соответственно. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в отобранных пробах не превышали допустимых уровней для питьевой воды по РДУ-99. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах донных отложений составляла (в Бк/кг): р. Припять (д. Довляды) – от 179 до 2046, р. Словечна (д. Гажин) – от 36 до 332, р. Словечна (д. Скородное) – от 21 до 47, р. Словечна (д. Белый Берег) – от 38 до 204, р. Вить (д. Тульговичи) – от 101 до 265. Наиболее высокие уровни загрязнения донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  характерны для р. Припять в районе д. Довляды, находящейся на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС.

Радиационная обстановка на средних и малых реках, находящихся вне зоны отчуждения Чернобыльской АЭС, остается стабильной. Однако водные объекты, водосборы которых полностью или частично находятся в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС, требуют проведения постоянных наблюдений за содержанием радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях.

### **Почва**

После чернобыльской аварии РЦРКМ проводит радиоэкологический мониторинг почвы на реперной сети, которая включает в себя 123 реперных площадки и 18 ландшафтно-геохимических полигонов (ЛГХП) с различными типами и разновидностями почв в различных радиоэкологических и физико-географических условиях. На этих площадках и ЛГХП с различной периодичностью, в зависимости от уровней радиоактивного загрязнения ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , изотопами плутония), проводятся измерения МЭД по сетке, отбираются пробы почвы для дальнейшего анализа на содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , изучаются процессы миграции радионуклидов. Это позволяет оценить динамику миграционных процессов в различных типах почв для обеспечения прогноза самоочищения почв в результате природных процессов.

В 2009 г. исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов были проведены на четырех пунктах наблюдения. Измерены уровни МЭД на поверхности почвы и на высоте 1 м, проведены  $\gamma$ -спектрометрические измерения проб почвы, обобщены полученные результаты.

Результаты радиационного мониторинга почв, полученные в 2009 г., подтверждают сделанные ранее выводы о том, что в настоящее время интенсивность миграционных процессов снизилась, основное количество  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по-прежнему находится в верхней части корнеобитаемого слоя.

В почвах различной степени гидроморфности происходит уменьшение линейной скорости миграции той части радионуклидов, которая мигрирует вглубь почвы с потоком влаги в составе коллоидных частиц (конвективный перенос). Если в первые годы после аварии на ЧАЭС конвективный перенос играл заметную роль в перераспределении мобильной части радионуклидов по вертикальному профилю почв, то в настоящее время основным механизмом, который обуславливает пространственное перераспределение радионуклидов по вертикальному профилю почв, является диффузия. В связи с этим наблюдается некая стабилизация параметров вертикальной миграции, линейная скорость перемещения  $^{137}\text{Cs}$  за наблюдаемый период (с 1993 г.) в различных типах почв практически одинакова. Это объясняется тем, что большая часть радионуклидов, выпавших на поверхность почвы и вступивших во взаимодействие с почвенным поглощающим комплексом, находится в фиксированной форме, что не позволяет  $^{137}\text{Cs}$  проникать вглубь почвенного профиля вместе с коллоидными частицами. Наличие геохимических барьеров (мощных слоев дернины, перегнойных горизонтов, прослойки глинистых минералов, фиксирующих радионуклиды и препятствующих их проникновению в более глубокие слои почвы) будут обуславливать низкую интенсивность миграционных процессов. Аналогичные тенденции, хотя и в меньшей степени, характерны и для  $^{90}\text{Sr}$ . Линейная скорость миграции этого радионуклида также уменьшается со временем.

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

Оперативная информация об уровнях МЭД в зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС, поступавшая в течение 2009 г., свидетельствует о том, что радиационная обстановка в зонах влияния АЭС оставалась стабильной.

На территориях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в пунктах постоянного контроля (вне 30-км зоны вокруг ЧАЭС и зоны отселения) в 2009 г. среднегодовые уровни МЭД составили: в Брагине – 60 мкР/ч, в Наровле – 52 мкР/ч, в Славгороде – 22 мкР/ч, в Хойниках – 24 мкР/ч, в Чечерске – 26 мкР/ч. На остальной территории среднегодовые значения МЭД соответствовали установившимся многолетним значениям и не превышали уровней естественного  $\gamma$ -фона (20 мкР/ч). В областных городах Беларуси среднегодовое значение МЭД находилось в пределах от 10 до 12 мкР/ч.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2009 г. оставалась стабильной. Уровни МЭД и уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод и почвы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

#### **Молдова**

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории Республики Молдова в 2009 г., по данным [22], велись в следующем объеме:

- с августа 2009 г. на метеостанции Кишинев проводится отбор проб радиоактивных аэрозолей с помощью ВФУ ASS-500 с производительностью 500 м<sup>3</sup>/ч;
- наблюдения за  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений (ежемесячные) в пяти пунктах (Кишинев, Бричаны, Корнешты, Кагул, Леова);
- анализ проб почвы на содержание радионуклидов (один раз в год) в 13 пунктах;
- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (ежедневно) в 18 пунктах.

17 пунктов наблюдения за МЭД расположены на метеостанциях, одна автоматизированная станция находится на северо-востоке республики и передает данные с интервалом в 20 мин. Измерения МЭД проводятся приборами Ultra Radiac фирмы Canberra на высоте 1 м от поверхности земли.

Данные наблюдений за содержанием техногенных радионуклидов в воздухе приземного слоя атмосферы за 5 месяцев показали: объемные активности <sup>137</sup>Cs колебались в пределах  $(1,1-9,3) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, <sup>90</sup>Sr –  $(0,4-2) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, <sup>40</sup>K –  $(12-38) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Данные наблюдений за атмосферными выпадениями за 2009 г. показали: выпадения <sup>137</sup>Cs примерно одинаковы по территории республики и колебались в пределах от 0,6 до 2,4 Бк/м<sup>2</sup>-год, выпадения <sup>90</sup>Sr – от 0,3 до 1,0 Бк/м<sup>2</sup>-год.

В пробах почв (некультивируемых), отобранных в 13 населенных пунктах, была определена удельная активность техногенных и естественных радионуклидов (анализ проводился  $\gamma$ - $\beta$ -спектрометром МКС-АТ1315). Результаты радиоизотопного анализа проб почвы приведены в табл. 1.16.

Таблица 1.16

**Удельная активность радионуклидов в пробах почв на территории Молдовы в 2009 г., Бк/кг**

Место расположения (на территории Республики Молдова)	Пункт отбора проб	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th
Север	Сороки	27,7	535	20,0	30,9
	Бричаны	8,0	586	22,8	31,6
	Бельцы	22,2	596	19,7	30,0
	Матеуцы	9,1	581	27,7	40,3
	Фалешты	27,3	418	13,1	17,6
Центр	Корнешты	12,5	456	17,1	24,4
	Бравича	8,0	428	16,7	27,9
	Кишинев	4,3	455	16,7	26,6
	Балцата	13,9	499	18,7	30,0
Юг	Леова	16,1	549	25,2	35,0
	Кагул	15,0	596	29,5	41,4
	Комрат	24,5	465	18,8	30,0
	Штефан Водэ	24,7	399	16,9	25,7

Наибольшее содержание <sup>137</sup>Cs в почве наблюдалось на севере и юге Молдовы и, вероятно, связано с остаточным загрязнением после аварии на ЧАЭС в 1986 году. Содержание в почве природных радионуклидов <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th не превышает фоновых уровней.

На основании результатов наблюдений, полученных в течение 2009 г., мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения изменялась в пределах:

- север республики (пп. Матеуцы, Бричаны, Сороки, Каменка, Бельцы, Рыбница, Фалешты) – от 3 до 21 мкР/ч;

– центр республики (п.п. Корнешты, Бравича, Дубоссары, Кишинэу, Бэлцата, Бендеры, Тирасполь) – от 5 до 23 мкР/ч;

– юг республики (п.п. Штефан Водэ, Леова, Комрат, Кагул) – от 7 до 23 мкР/ч.

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на территории республики изменялась в пределах 3–23 мкР/ч и, по сравнению с 2007–2008 гг., практически не изменилась. Наблюдаемые величины соответствуют нормам действующего законодательства Республики Молдова.

Полученные на основании проведенных исследований данные позволяют заключить, что в 2009 г. радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню и не представляла опасности для местного населения.

### **Украина**

В 2009 г. Департаментом государственной гидрометеорологической службы Украины (ДГМС) в соответствии с Программой улучшения качества базовых наблюдений за загрязнением и мониторингом окружающей среды на базовой сети Гидрометеослужбы [23] проводились следующие наблюдения [24]:

– ежесуточные измерения МЭД с помощью ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, «Сторра-ТУ», «Терра» в 181 пункте (на метеостанции Чернобыль МЭД измерялась два раза в сутки);

– отбор проб атмосферных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с экспозицией двое суток в 58 пунктах;

– отбор проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ с экспозицией трое суток в 8 пунктах;

– отбор проб поверхностных вод один раз в месяц в 8 пунктах (на реках Десна, Днепр, Дунай, Южный Буг и на водохранилищах: Киевское, Каневское, Каховское) и один раз в квартал в Днепро-Бугском лимане. Кроме того, в створе р. Припять в п. Чернобыль проводились наблюдения ДСНВП «Экоцентр» [25];

– экспедиционные обследования в районах расположения действующих АЭС один раз в полгода.

В отобранных пробах аэрозолей и выпадений определялась  $\Sigma\beta$ , содержание искусственных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ), а также природных ( $^7\text{Be}$  и  $^{40}\text{K}$ ), а в пробах поверхностных вод и почв – содержание  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Анализ отобранных проб на содержание радиоактивных продуктов производился по стандартным методикам, используемым на территории РФ [7–9, 26].

### **Приземная атмосфера**

В настоящее время основным источником техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на всей территории Украины является ветровой подъем и перенос радиоактивной пыли с загрязненной поверхности земли.

Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в 2009 г. на территории Украины составляла  $23,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (табл. 1.17), что в 1,2 раза больше, чем в 2008 г. ( $19,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  изменялись в диапазоне от  $7,1 \cdot 10^{-5}$  до  $70,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случаев ЭВЗ (превышения объемной  $\Sigma\beta$  нормативного уровня  $3,7 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 2009 г. не зафиксировано. Максимальные среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  в большинстве пунктов наблюдались в апреле. Максимальная среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась в п. Щорс, расположенном в 100-км зоне ЧАЭС.

Объемная активность основных дозообразующих радионуклидов (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr) в приземном слое атмосферы в 2009 г. оставалась на уровне последнего десятилетия. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2009 г. составила  $58 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза выше, чем в 2008 г. ( $44 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), но находится на уровне значений последнего десятилетия ( $(44-67) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальные уровни содержания <sup>137</sup>Cs в воздухе, как и в предыдущие годы, наблюдались в загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоне. В течение года объемные активности <sup>137</sup>Cs в п. Чернобыль (зона отчуждения, плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs на 01.01.2010 г.  $8,9$  Ки/км<sup>2</sup>) были выше среднего значения по территории Украины в 1,2–14,9 раза и почти в 24 раза превышали доаварийный уровень ( $8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в 1985 г.). Самые низкие значения объемной активности <sup>137</sup>Cs в воздухе, как и ранее, отмечались на Западной Украине в г. Рахов (табл. 1.17). Динамика изменений содержания <sup>137</sup>Cs в воздухе в основном совпадает с годовым изменением  $\Sigma\beta$ , т.е. сезонные изменения техногенной составляющей радиоактивности атмосферы, как и ее природной компоненты, обуславливается в первую очередь совокупностью метеорологических параметров.

Содержание <sup>90</sup>Sr в атмосферных аэрозолях в 2009 г. было, в среднем, на порядок ниже, чем <sup>137</sup>Cs. Среднегодовые значения объемной активности <sup>90</sup>Sr в пунктах наблюдения на большей части территории Украины на протяжении года находились в пределах  $(2-6) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что соответствует доаварийному уровню ( $8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Однако в п. Чернобыль среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2009 г. составила  $20 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что более чем в 2 раза выше доаварийных значений. Максимальная среднемесячная объемная активность <sup>90</sup>Sr наблюдалась в п. Чернобыль в феврале и составляла  $30 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В целом по территории Украины содержание <sup>90</sup>Sr в атмосферном воздухе было существенно ниже ДОА<sub>НАС.</sub>, установленного НРБУ-97 ( $0,2$  Бк/м<sup>3</sup> [27]).

#### **Атмосферные выпадения**

Обобщенные данные [24] о наблюдениях за радиоактивностью выпадений представлены в (табл. 1.18). Суммарная  $\beta$ -активность атмосферных выпадений на территории Украины на протяжении последних нескольких лет менялась незначительно в соответствии с колебаниями выпадений радионуклидов природного (естественного) происхождения.

Таблица 1.17

Среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на территории Украины в 2009 г., Бк/м<sup>3</sup>

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	13,7	16,6	19,9	59,2	34,8	40,2	31,8	23,3	37,5	20,5	9,7	17,7	27,1	17,7
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	30	18	3	70	110	64	44	54	56	48	26	22	45	37
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	I кв. - 2			II кв. - 4			III кв. - 5			IV кв. - 2			3	3
Киев	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	7,5	11,3	16,7	55,3	45,1	37,9	40,4	23,2	31,9	16,7	12,7	10,8	25,8	18,0
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	44	40	27	73	263	20	53	53	34	31	30	50	60	46
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	2	3	4	6	5	4	5	5	3	3	2	3	4	3
Одесса	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	27,0	32,8	28,6	36,1	18,5	24,0	18,5	16,2	18,6	22,7	23,1	21,5	24,0	24,3
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	15	6	10	30	24	17	16	22	31	21	15	21	19	21
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	I кв. - 3			II кв. - 5			III кв. - 5			IV кв. - 4			4	4
Рахов	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	11,1	11,1	10,3	12,7	12,7	10,6	12,0	11,4	13,1	11,1	15,7	14,8	12,2	8,3
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	12	10	10	15	20	10	5	11	9	6	13	16	11	9
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	I кв. - 2			II кв. - 4			III кв. - 2			IV кв. - 2			2	2
Севастополь	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	18,2	-	-	22,7	21,4	39,5	22,2	15,9	25,2	26,3	22,7	24,2	23,8	23,1
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	29	-	-	16	20	18	13	16	20	10	27	11	18	23
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	2				II кв. - 5			III кв. - 4			IV кв. - 2			4
Чернобыль	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	10,4	12,6	11,5	18,6	12,0	15,4	10,6	8,5	10,0	9,1	8,8	13,1	11,7	11,5
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	123	106	69	197	867	70	172	220	161	119	67	113	190	132
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	25	30	22	28	19	21	17	18	17	20	12	12	20	19
Шепетовка	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	20,0	21,3	26,3	61,4	22,6	12,6	12,9	7,1	28,9	15,4	18,0	24,8	22,6	25,0
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	15	20	11	40	21	9	7	11	28	5	22	70	22	27
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	I кв. - 2			II кв. - 6			III кв. - 4			IV кв. - 3			4	5
Щорс	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$	14,4	28,8	24,2	70,2	50,6	-	-	-	-	-	-	-	37,6*	24,8
	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-7}$	72	48	43	120	200	-	-	-	-	-	-	-	97*	60
	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-7}$	I кв. - 2			II кв. - 2			III кв. - -			IV кв. - -			2*	3

Примечание: - - не работала ВФУ;

\* - средние значения за пять месяцев.

Таблица 1.18

**Атмосферные выпадения радионуклидов на территории Украины в 2009 г. ( $\Sigma\beta$ , Бк/м<sup>2</sup>-сутки; <sup>137</sup>Cs, Бк/м<sup>2</sup>-месяц; <sup>90</sup>Sr, Бк/м<sup>2</sup>-квартал)**

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяц												Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	1,9	2,1	2,1	1,8	1,9	1,6	1,5	2	1,5	1,4	1,6	1,4	632	742
	<sup>137</sup> Cs	0,5	0,6	0,6	0,2	1,5	0,43	1,14	0,40	0,26	0,23	0,20	0,32	6,38	8,29
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,57			II кв. - 0,65			III кв. - 0,58			IV кв. - 0,52			2,32	2,12
Владимир-Волынский	$\Sigma\beta$	2,5	2,3	1,9	1,6	1,7	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	2,0	705	885
	<sup>137</sup> Cs	0,5	0,58	0,5	0,2	0,2	0,23	0,20	0,21	0,10	0,11	0,13	0,10	3,06	8,09
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,57			II кв. - 0,50			III кв. - 0,50			IV кв. - 0,57			2,14	2,46
Измаил	$\Sigma\beta$	1,7	1,8	2,9	1,6	1,5	1,5	1,4	2,0	1,3	1,4	1,5	1,4	609	715
	<sup>137</sup> Cs	0,6	0,7	0,5	0,3	1,7	0,17	0,27	0,10	0,25	0,10	0,10	0,11	4,90	8,37
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,53			II кв. - 0,60			III кв. - 0,53			IV кв. - 0,55			2,21	2,22
Киев	$\Sigma\beta$	1,7	2,0	1,7	1,7	1,5	1,4	1,3	1,6	1,5	1,1	1,3	1,4	551	705
	<sup>137</sup> Cs	0,6	0,7	0,5	0,2	2,5	0,29	0,32	0,2	0,27	0,24	0,10	0,24	6,16	9,59
	<sup>90</sup> Sr	0,49	0,56	0,51	0,54	0,60	0,56	0,52	0,53	0,56	0,51	0,52	0,54	6,44	6,19
Коростень	$\Sigma\beta$	1,7	1,7	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	559	721
	<sup>137</sup> Cs	0,81	0,7	1,4	0,7	1,0	1,13	0,80	1,57	2,23	0,81	0,23	0,20	11,58	13,83
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,54			II кв. - 0,69			III кв. - 0,64			IV кв. - 0,58			2,45	2,38
Овруч	$\Sigma\beta$	1,7	1,7	1,5	1,8	1,7	1,7	1,4	2,1	1,6	1,2	1,3	1,3	578	705
	<sup>137</sup> Cs	1,0	0,7	1,35	1,0	1,1	0,47	0,80	0,53	0,92	0,34	0,29	0,50	9,00	11,48
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,62			II кв. - 0,56			III кв. - 0,60			IV кв. - 0,62			2,40	2,37
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	2,2	2,4	1,6	1,9	1,7	1,8	1,7	1,7	1,9	1,7	1,7	1,7	638	861
	<sup>137</sup> Cs	0,6	0,6	0,5	0,32	0,5	0,48	0,16	0,18	0,12	0,10	0,23	0,10	3,89	7,34
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,58			II кв. - 0,50			III кв. - 0,59			IV кв. - 0,52			2,19	2,34
Рахов	$\Sigma\beta$	1,8	1,3	1,5	1,4	1,5	1,2	1,4	1,9	1,6	1,5	1,8	1,4	557	446
	<sup>137</sup> Cs	0,6	0,6	0,6	0,2	0,4	0,45	0,25	0,2	0,18	0,10	0,10	0,10	3,78	7,85
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,53			II кв. - 0,61			III кв. - 0,56			IV кв. - 0,58			2,28	2,17
Свитязь	$\Sigma\beta$	2,5	2,4	1,8	1,7	1,9	2,0	1,7	1,7	1,7	1,8	1,9	1,7	692	870
	<sup>137</sup> Cs	0,6	0,5	0,6	0,2	1,0	0,2	0,13	0,36	0,14	0,18	0,27	0,12	4,30	8,75
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,53			II кв. - 0,52			III кв. - 0,60			IV кв. - 0,49			2,14	2,22

Продолжение табл. 1.18

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Ужгород	$\Sigma\beta$	2,2	2,1	1,7	2	1,8	2	1,7	1,9	1,9	1,7	1,7	1,9	687	859
	$^{137}\text{Cs}$	0,6	0,6	0,5	0,2	0,3	0,23	0,18	0,2	0,10	0,18	0,16	0,12	3,4	7,0
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,59			II кв. – 0,59			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,55			2,25	2,37
Харьков	$\Sigma\beta$	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,5	1,3	1,9	1,6	1,4	1,3	1,3	574	787
	$^{137}\text{Cs}$	0,4	0,5	0,5	0,2	1,2	0,31	0,25	0,21	0,18	0,12	0,23	0,23	4,33	7,69
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,56			II кв. – 0,56			III кв. – 0,58			IV кв. – 0,50			2,20	2,21
Черновцы	$\Sigma\beta$	1,9	2,0	1,7	1,9	1,8	2,0	1,8	1,9	1,8	1,9	1,7	1,9	681	877
	$^{137}\text{Cs}$	0,6	0,7	0,6	0,2	0,4	0,34	0,16	0,17	0,19	0,09	0,24	0,28	3,97	9,65
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,52			II кв. – 0,51			III кв. – 0,52			IV кв. – 0,54			2,09	2,11
Чернобыль	$\Sigma\beta$	2,3	2,2	2,7	3,4	2,4	2,3	2,0	3,4	2,5	2,3	2,5	2,4	925	879
	$^{137}\text{Cs}$	1,7	0,5	1,5	1,2	3,2	3,0	2,87	2,06	1,5	1,6	2,26	3,28	24,67	23,29
	$^{90}\text{Sr}$	1,47	1,42	1,56	1,62	1,32	1,62	1,66	1,38	1,41	1,61	1,44	1,26	17,77	17,80
Щорс	$\Sigma\beta$	1,8	1,8	1,8	1,9	1,5	2,3	1,4	1,9	1,3	1,2	1,4	1,6	605	703
	$^{137}\text{Cs}$	0,6	0,76	0,6	0,5	0,5	0,58	0,22	0,20	0,35	0,28	0,18	0,19	4,96	7,92
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,56			II кв. – 0,58			III кв. – 0,58			IV кв. – 0,50			2,22	2,01
Зона 1	$\Sigma\beta$	1,7	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,7	1,4	1,2	1,2	1,4	500	706
	$^{137}\text{Cs}$	0,26	0,3	0,2	0,08	0,2	0,41	0,12	0,17	0,09	0,28	0,12	0,24	2,47	4,77
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,34			II кв. – 0,39			III кв. – 0,37			IV кв. – 0,37			1,47	1,49
Зона 2	$\Sigma\beta$	1,7	1,7	1,9	1,5	1,6	1,5	1,3	1,6	1,5	1,2	1,2	1,3	547	700
	$^{137}\text{Cs}$	0,33	0,5	0,2	0,1	1,0	0,50	0,50	0,32	0,31	0,20	0,27	0,07	4,30	6,08
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,47			II кв. – 0,36			III кв. – 0,35			IV кв. – 0,35			1,53	1,87
Зона 3	$\Sigma\beta$	1,8	1,8	1,6	1,5	1,7	1,4	1,4	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	556	617
	$^{137}\text{Cs}$	0,25	0,3	0,2	0,07	0,27	0,41	0,26	0,10	0,11	0,15	0,13	0,18	2,43	5,19
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,52			II кв. – 0,43			III кв. – 0,40			IV кв. – 0,33			1,68	2,55
Зона 4	$\Sigma\beta$	1,8	1,9	1,6	1,6	1,7	1,4	1,4	1,8	1,5	1,2	1,3	1,3	562	721
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,2	0,14	0,06	0,7	0,24	0,44	0,13	0,10	0,21	0,16	0,12	2,70	3,61
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,47			II кв. – 0,29			III кв. – 0,27			IV кв. – 0,23			1,26	2,06
Зона 5	$\Sigma\beta$	2,2	2,2	1,7	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,6	1,5	1,7	617	779
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,3	0,4	0,06	0,2	0,17	0,06	0,10	0,03	0,03	0,03	0,03	1,61	4,13
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,30			II кв. – 0,29			III кв. – 0,32			IV кв. – 0,27			1,18	1,71



Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяц												Сумма	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Зона 6	$\Sigma\beta$	2,3	2,4	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	619	864
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,2	0,2	0,06	0,2	0,17	0,07	0,05	0,14	0,10	0,04	0,10	1,53	3,28
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,36			II кв. – 0,47			III кв. – 0,39			IV кв. – 0,34			1,56	1,71
Зона 7	$\Sigma\beta$	2,2	2,3	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	683	862
	$^{137}\text{Cs}$	0,5	0,4	0,4	0,15	0,32	0,11	0,11	0,03	0,06	0,05	0,04	0,05	2,22	5,43
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,50			II кв. – 0,40			III кв. – 0,32			IV кв. – 0,29			1,51	2,09
Зона 8	$\Sigma\beta$	2,3	2,3	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	636	776
	$^{137}\text{Cs}$	0,25	0,2	0,1	0,05	0,1	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08	0,02	0,05	1,07	2,24
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,38			II кв. – 0,38			III кв. – 0,40			IV кв. – 0,27			1,43	1,88
Зона 9	$\Sigma\beta$	1,9	1,9	1,7	1,5	1,6	1,5	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,4	571	733
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,3	0,2	0,22	0,53	0,09	0,20	0,04	0,15	0,06	0,07	0,17	2,23	3,60
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,43			II кв. – 0,39			III кв. – 0,33			IV кв. – 0,31			1,46	1,73
Зона 10	$\Sigma\beta$	2,2	2,2	1,8	1,8	1,8	2	1,8	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	690	873
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,18	0,2	0,15	0,1	0,15	0,12	0,21	0,28	0,19	0,21	0,07	2,06	4,39
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,57			II кв. – 0,43			III кв. – 0,37			IV кв. – 0,35			1,72	1,93

*Примечание:* Зона 1 – Центральная (Винница, Полтава, Черкассы);  
Зона 2 – Северо-Восточная (Глухов, Сумы, Чернигов);  
Зона 3 – Донбасс (Великий Бурлук, Донецк, Луганск, Мариуполь);  
Зона 4 – Крымская (Керчь, Симферополь, Севастополь, Феодосия, Черноморское);  
Зона 5 – Причерноморская (Геническ, Николаев, Одесса, Херсон);  
Зона 6 – Западная (Ивано-Франковск, Львов, Мостыское);  
Зона 7 – Хмельницкая АЭС (Житомир, Новгород-Волынский, Тернополь, Хмельницкий, Шепетовка, Ямполь);  
Зона 8 – Запорожская АЭС (Днепропетровск, Запорожье, Кривой Рог, Лошкаревка, Никополь, Новая Каховка, Пришиб);  
Зона 9 – Южно-Украинская АЭС (Бобринец, Вознесенск, Любашевка, Первомайск);  
Зона 10 – Ровненская АЭС (Любешев, Луцк, Маневичи, Ровно, Сарны).

В 2009 г.  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в большинстве пунктов контроля оставалась близкой к уровню предыдущего года. Среднегодовая суточная  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г., усредненная по территории Украины, составляла  $1,7 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$  ( $624 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ), что в 1,2 раза ниже, чем в 2008 г. ( $2,1 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ ), и изменялась в пределах  $1,4\text{--}2,5 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{сутки}$ . На протяжении 2009 г. в Украине не наблюдалось значительных колебаний  $\Sigma\beta$  выпадений.

Загрязнение атмосферных выпадений техногенными радионуклидами (как чернобыльского происхождения, так и от продуктов ядерных испытаний) происходило преимущественно за счет вторичных процессов: ветрового подъема, миграции и осаждения микрочастиц, что происходит при взаимодействии физико-механических, метеорологических и антропогенных составляющих.

Выпадения техногенных радионуклидов на большинстве станций контроля изменялись мало. Осредненная по территории Украины сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. (табл. 1.18) составила  $3,26 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$  (в 2008 г. –  $5,54 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на большей части территории Украины изменялись в пределах  $1,07\text{--}6,38 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ . В п. Чернобыль содержание  $^{137}\text{Cs}$  в выпадениях в 2009 г. превышало среднюю по территории Украины величину более чем в 7 раз и составляло  $24,67 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ . На пунктах контроля гарантированного добровольного отселения (гг. Коростень, Овруч) выпадения  $^{137}\text{Cs}$  составляли в среднем  $10,29 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ , что в 3 раза выше, чем в среднем по Украине. В целом на большей части территории Украины содержание  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферных выпадениях все еще остается выше его содержания в последний предаварийный год ( $1,43 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Отношение годовых сумм выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. к аналогичным значениям 1986 г. на большинстве пунктов контроля находится в пределах  $1,4\text{--}4,5$ ; на станциях наблюдения, расположенных в зонах гарантированного добровольного отселения, – в пределах  $6,3\text{--}8,1$ , а в п. Чернобыль это отношение возрастает до  $17,3$ . В то же время в пунктах южной (зоны 5, 8) и западной (зона 6) части Украины выпадения  $^{137}\text{Cs}$  соответствуют доаварийным уровням.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  по территории Украины колебались в пределах  $1,18\text{--}2,45 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$  при среднем значении  $2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$  (в 2008 г. –  $2,34 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ). Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. были в основном близкими к показателям предыдущих лет и практически на всей территории Украины меньше уровня 1985 года. В Киеве годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. ( $6,44 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ) остаются несколько выше, чем на остальных станциях наблюдения, за исключением территорий, отнесенных к зонам загрязнения. В Чернобыле выпадения  $^{90}\text{Sr}$  составили  $17,77 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ , что превышает уровень 1985 г. почти в 2 раза. Случаев превышения нормативных уровней [27] в пробах атмосферных выпадений, отобранных в 2009 г., не обнаружено.

### **Поверхностные воды**

В 2009 г. уровень радиоактивного загрязнения поверхностных вод определялся в 9 створах на реках Днепр, Десна, Дунай, Южный Буг. Наблюдение за радиоактивным загрязнением каскада Днепровских водохранилищ проводилось ДГМС Украины в основном в их нижних частях (в верхних бьефах ГЭС).

По данным ДСНВП «Экоцентра» [25], вынос  $^{90}\text{Sr}$  водами р. Припять в створе г. Чернобыль (табл. 1.19) в 2009 г. составил  $1,51\cdot 10^{12} \text{ Бк}$  ( $40,9 \text{ Ки}$ ), что на 8 % больше выноса 2008 года. Годовой вынос  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. составил  $0,50\cdot 10^{12} \text{ Бк}$  ( $13,5 \text{ Ки}$ ) (в 2008 г. –  $0,6\cdot 10^{12} \text{ Бк}$  ( $16,2 \text{ Ки}$ )). Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Припять в створе г. Чернобыль на протяжении года изменялась от 51 до

360 мБк/л при среднегодовом значении 108 мБк/л (в 2008 г. – 96 мБк/л). Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  колебалась в пределах 12–103 мБк/л при среднегодовом значении 33 мБк/л (в 2008 г. – 36 мБк/л).

Годовой вынос  $^{90}\text{Sr}$  рекой Припять вместе с реками Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2009 г. составил  $1,75 \cdot 10^{12}$  Бк (47,4 Ки), что на 2 % больше, чем в предыдущем году. Речной вынос  $^{137}\text{Cs}$  этими реками составил  $0,61 \cdot 10^{12}$  Бк (16,6 Ки), что на 15 % меньше выноса 2008 г. В целом за период после аварии (1986–2009 гг.) водами р. Припять (створ г. Чернобыль) в каскад Днепровских водохранилищ было вынесено  $170,57 \cdot 10^{12}$  Бк (4605 Ки)  $^{90}\text{Sr}$  и  $130,16 \cdot 10^{12}$  Бк (3514 Ки)  $^{137}\text{Cs}$ .

Часть радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  поступает в Днепровские водохранилища со стоками верхнего Днепра и р. Десны, но вклад этих рек в радиоактивное загрязнение каскада, по сравнению с р. Припять, значительно меньше. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  р. Днепр в створе с Неданчичи в 2009 г. составил  $1,7 \cdot 10^{11}$  Бк (4,58 Ки), что на 9 % выше выноса 2008 г., вынос  $^{137}\text{Cs}$  –  $1,2 \cdot 10^{11}$  Бк (3,14 Ки), что на 3 % выше выноса предыдущего года. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  р. Десна в створе г. Литки составил  $5,7 \cdot 10^{10}$  Бк (1,54 Ки) и практически равен выносу 2008 г., вынос  $^{137}\text{Cs}$  –  $8,7 \cdot 10^9$  Бк (0,23 Ки) – на 4 % ниже выноса 2008 года. В целом в 2009 г. суммарный вклад верхнего Днепра и р. Десна в загрязнение Днепровских водохранилищ  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  составил, соответственно, 13 и 20 % от вклада р. Припять.

Таблица 1.19

**Объемная активность и годовой вынос  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986–2009 гг. (данные «Экоцентра»)**

Год	Среднегодовой расход воды, м <sup>3</sup> /с	Объемная активность, мБк/л				Вынос, 10 <sup>12</sup> Бк	
		$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
		среднее	максимум	среднее	максимум		
1986	302	-	-	-	-	66,2	27,6
1987	246	1630	18100	1330	-	12,8	10,4
1988	411	740	9620	1440	10400	9,48	18,7
1989	392	520	560	740	1330	6,44	8,97
1990	409	360	740	780	2370	4,63	10,1
1991	442	207	1040	1040	12200	2,89	14,4
1992	295	207	1150	445	1670	1,92	4,14
1993	537	207	480	850	1630	3,48	14,2
1994	476	196	445	925	5920	2,96	14,2
1995	330	111	340	326	815	1,15	3,40
1996	319	126	392	337	670	1,30	3,42
1997	340	159	480	248	1330	1,70	2,68
1998	681	133	680	325	1000	2,95	6,37
1999	656	150	620	510	1600	3,05	10,2
2000	470	106	380	225	520	1,71	3,36
2001	437	111	380	230	530	1,54	3,14
2002	360	73	190	173	360	0,87	1,65
2003	330	47	121	146	340	0,50	1,40
2004	419	54	95	182	350	0,69	2,23
2005	492	78	164	239	500	1,21	3,70
2006	406	71	158	159	300	0,91	1,9
2007	395	52	155	110	270	0,64	1,4
2008	486	36	118	96	290	0,60	1,4
<b>2009</b>	<b>483</b>	<b>33</b>	<b>103</b>	<b>108</b>	<b>360</b>	<b>0,50</b>	<b>1,5</b>
Суммарный вынос за 1986–2009 гг.						130,16	170,6

Данные о содержании  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. в р. Припять, каскаде Днепровских водохранилищ и других реках Украины приведены в табл. 1.20. В 2009 г. среднее значение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  при прохождении загрязненных вод р. Припять от г. Чернобыля до верхнего бьефа Киевской ГЭС уменьшилось от 108 до 42 мБк/л. По длине Днепровского каскада, вследствие разбавления более чистыми водами боковых притоков, содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде снижается и в Каховском

водохранилище его содержание составило 27 мБк/л (в 2008 г. аналогичные показатели составляли: 51 мБк/л – в Киевском и 33 мБк/л – в Каховском водохранилищах).

Снижение объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воде вниз по каскаду водохранилищ происходит более интенсивно. Решающую роль в этом играют, кроме разбавления чистыми водами притоков, процессы седиментации (значительная часть  $^{137}\text{Cs}$  аккумулируется в донных отложениях водохранилищ). В 2009 г. средние значения содержания  $^{137}\text{Cs}$  при прохождении загрязненных вод от г. Чернобыль до верхнего бьефа Каховской ГЭС уменьшились от 33 до 0,5 мБк/л (в 2008 г. эти показатели составляли 36 и 1,1 мБк/л соответственно).

Содержание радионуклидов в воде верхнего Днепра (с. Неданчичи) и р. Десна (г. Чернигов) на протяжении 2009 г. находилось на доаварийном уровне (< 13 мБк/л). Содержание радионуклидов в водах рек Южный Буг, Дунай (на украинском участке) и Днепро-Бугском лимане в последние годы (2005–2009 гг.) также стали близки к доаварийному уровню, незначительно меняясь от года к году.

Таблица 1.20

**Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2009 г., мБк/л (данные «Экоцентра» и ДГМС Украины)**

Пункт отбора проб воды	$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$	
	среднее	диапазон колебаний	среднее	диапазон колебаний
р. Десна, г. Чернигов	1,0	0,36 – 2,7	6,6	4,8 – 9,7
р. Днепр (верховья), с. Неданчичи	5,7	3,2 – 12,1	8,1	4,8 – 11,0
р. Припять, п. Чернобыль	33,0	12,0 – 103,0	108,0	51,0 – 360,0
Киевское вдхр., г. Вышгород	7,5	0,91 – 15,3	42,0	24,3 – 61,1
Каневское вдхр., г. Киев	7,7	3,1 – 13,9	32,0	15,7 – 44,0
Каневское вдхр., г. Канев	4,7	3,3 – 6,1	26,0	16,1 – 47,0
Каховское вдхр., г. Новая Каховка	0,50	0,12 – 0,82	27,0	19,3 – 34,8
Днепро-Бугский лиман, г. Очаков	2,7	1,6 – 5,1	18,3	13,6 – 25,8
р. Южный Буг, г. Николаев	1,3	0,40 – 2,3	9,4	6,3 – 11,3
р. Дунай, г. Измаил	0,89	0,16 – 2,3	10,0	5,5 – 19,9

В целом в 2009 г. превышений допустимых уровней содержания радионуклидов, установленных в ДР-2006 (2 Бк/л для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ) [28], в контролируемых ДГМС Украины водных объектах не зарегистрировано [24].

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

По полученным данным  $\gamma$ -фон на большей части Украины на протяжении года находился в пределах колебания естественного  $\gamma$ -фона и составлял 5–21 мкР/ч. На загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях,  $\gamma$ -фон составлял 6–33 мкР/ч. Максимальные уровни наблюдались в пп. Чернобыль (27 мкР/ч) и Коростень (33 мкР/ч).

В 100-км зонах АЭС МЭД находилась в пределах: Запорожская АЭС – 6–18 мкР/ч, Южно-Украинская АЭС – 7–20 мкР/ч, Ровенская АЭС – 7–17 мкР/ч, Хмельницкая АЭС – 8–17 мкР/ч.

#### **Радиационная обстановка в районах расположения АЭС**

В 2009 г. проводились наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зонах действующих АЭС. Наблюдения проводились как на стационарных постах, так и с помощью экспедиционных обследований.

На 31 пункте наблюдений, расположенном в 100-км зонах АЭС, проводились ежедневные измерения  $\gamma$ -фона, из них в 26 пунктах проводился отбор проб атмосферных выпадений с последующим определением радиоактивности отобранных проб в региональных лабораториях.

По данным наблюдений станций радиометрической сети Украины, радиационная обстановка в районах расположения АЭС в 2009 г. была в пределах нормы. На протяжении года резких колебаний значений МЭД, обусловленных техногенными радионуклидами, на пунктах наблюдения зарегистрировано не было. Существенных изменений в сравнении с 1999–2008 гг. относительно загрязнения почв, поверхностных вод, воздуха в 100-км зонах наблюдения вокруг АЭС также не зафиксировано.

**Радиоэкологический мониторинг территорий, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения**

Наблюдения за радиационной обстановкой на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, проводились путем ежедневных измерений МЭД на 70 пунктах контроля, отбора и анализа проб атмосферных выпадений на 26 пунктах, загрязнения воздуха – на пяти пунктах и поверхностных вод в Киевском и Каневском водохранилищах в трех точках [24].

По результатам мониторинга (табл. 1.21) радиационный фон на контролируемых территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения, в 2009 г. был стабильным и находился преимущественно в пределах доаварийных уровней – 6–33 мкР/ч, обусловленных, главным образом, природными радиоактивными изотопами и космическим излучением. Суммарная β-активность приземного слоя атмосферы обусловлена в основном радионуклидами природного происхождения и в последние годы не превышает доаварийные уровни на территории всех областей, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. В течение 2009 г. объемная Σβ аэрозолей в воздухе находилась в пределах  $(7,1-70,2) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, среднемесячная Σβ выпадений из атмосферы составляла 1,5–2,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 1.21

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды на территориях, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения**

Область	МЭД, мкР/ч	Объемная активность, Бк/м <sup>3</sup>			Атмосферные выпадения,			Поверхн. воды, мБк/л	
		Σβ, 10 <sup>-5</sup>	<sup>137</sup> Cs, 10 <sup>-7</sup>	<sup>90</sup> Sr, 10 <sup>-7</sup>	Σβ, Бк/м <sup>2</sup> ·сут.	<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>2</sup> ·год	<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>2</sup> ·год	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Винницкая	12 (8–18)	-	-	-	1,5 (0,7–6,9)	2,47	1,47	-	-
Волынская	11 (7–16)	-	-	-	1,9 (0,3–9,9)	2,71	1,89	-	-
Житомирская	15 (8–33)	-	-	-	1,7 (0,3–9,4)	6,26	1,97	-	-
Ивано-Франковская	12 (7–17)	-	-	-	1,9 (0,3–9,3)	1,53	1,56	-	-
Киевская*	12 (6–18)	26,5 (3–139)	53 (3–263)	3 (2–6)	1,6 (0,5–12,4)	6,27	4,38	7,5 (0,9–15,3)	42 (24–61)
Чернобыль**	23 (15–27)	11,7 (2–46)	190 (67–867)	20 (12–30)	2,6 (0,5–7,4)	24,67	17,77	-	-
Ровенская	12 (10–17)	-	-	-	1,9 (0,3–10,8)	2,06	1,72	-	-
Сумская	11 (5–20)	-	-	-	1,5 (0,6–7,8)	4,30	1,53	-	-
Тернопольская	11 (8–17)	-	-	-	1,9 (0,3–9,1)	2,22	1,51	-	-
Хмельницкая	12 (8–18)	22,6 (4–154)	22 (5–70)	4 (2–6)	1,8 (0,3–9,8)	2,22	1,51	-	-
Черкасская	13 (9–19)	-	-	-	1,5 (0,5–6,8)	2,47	1,47	4,7 (3,3–6,1)	26 (16–47)
Черновицкая	13 (8–18)	-	-	-	1,6 (0,6–17,3)	3,97	2,09	-	-
Черниговская	11 (7–16)	37,6 (7–166)	97 (43–200)	2 (2–2)	1,9 (0,3–9,2)	4,63	1,87	3,4 (0,4–12,1)	7,4 (4,8–11,0)

Примечание: \* – без зоны отселения;  
\*\* – зона отселения;

- - нет данных.

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. колебалась на территории радиоактивного загрязнения (за исключением зон отчуждения) от  $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (Киевская обл., в марте) до  $263 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (Киевская обл., май); месячные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы изменялись в диапазоне  $0,03\text{--}2,5$  Бк/м<sup>2</sup>·месяц (наибольшие отмечались в мае в Киеве). Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе составляла  $(2\text{--}6) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; выпадения  $^{90}\text{Sr}$  колебались в диапазоне от  $0,29$  Бк/м<sup>2</sup>·квартал за IV квартал (Житомирская, Тернопольская, Хмельницкая обл.) до  $1,7$  Бк/м<sup>2</sup>·квартал за II квартал (Киевская обл.).

В зоне отчуждения (Чернобыль) уровни радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  остаются в несколько раз выше, чем на остальных территориях, загрязненных вследствие чернобыльской аварии. На протяжении последних пяти лет среднегодовые показатели загрязнения воздуха в целом изменялись незначительно [24], хотя максимальные разовые концентрации в отдельные годы варьировали значительно. Такие колебания практически ежегодно наблюдались в конце весны и обусловлены как природными причинами (метеоусловия, способствующие развитию дефляционных процессов), так и техногенными факторами (строительные работы на промплощадке ЧАЭС, технологические выбросы объекта «Укрытие»).

В целом на протяжении года уровень содержания радионуклидов как в воздухе, так и в контролируемых водных объектах был значительно ниже допустимых уровней, установленных НРБУ-97.

По результатам радиационного мониторинга на Украине можно сделать следующие выводы:

- радиационная ситуация (МЭД, содержание радионуклидов в атмосферном воздухе, в поверхностных водах) на большей части Украины стабилизировалась и практически достигла предаварийного состояния;
- объемные активности и выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов в настоящее время в основном формируются за счет радионуклидов естественного происхождения и находятся практически на одном уровне (не превышая уровней 1985 г.);
- объемные активности и выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  (за пределами загрязненной зоны) с 1998 г. вышли на уровни, близкие к доаварийным;
- повышенные, по сравнению с фоновыми, активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , регистрируемые в отдельных пробах аэрозолей и выпадений, были на четыре – пять порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОА<sub>НАС</sub>) в соответствии с [27];
- радиационная ситуация в районах расположения действующих АЭС Украины в 2009 г. была стабильной, превышений нормативных уровней содержания радионуклидов в пробах природной среды в зонах влияния действующих АЭС не наблюдалось;
- практически во всем каскаде Днепровских водохранилищ объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде с 1996 г. находятся на уровнях, близких к доаварийным;
- основным путем поступления радионуклидов в Киевское водохранилище (с их последующей миграцией по каскаду Днепровских водохранилищ) остается р. Припять, вклад верхнего Днестра и р. Десны в радиоактивное загрязнение каскада Днепровских водохранилищ, по сравнению с р. Припять, существенно меньше;
- в целом объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в контролируемых водных объектах Украины были меньше допустимых объемных активностей для воды в соответствии с [27, 28].

Таким образом, радиационная обстановка на территории Украины в 2009 г. была стабильной и на большей части соответствовала доаварийным уровням.

### Список литературы к введению и разделу 1

1. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
3. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и основные санитарные правила ОСП-72/87. Изд. 3-е. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054-96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
5. Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Денькин В.А., Кузнецова И.Н. и др. Обзор результатов оперативно-производственной деятельности УГМС в 2009 г. по осуществлению радиационного мониторинга на территории Российской Федерации. – Обнинск: ГУ «НПО «Тайфун», 2010.
6. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. – Вып. 12. / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 60 с.
8. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
9. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
10. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населенных пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
11. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды / Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
12. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
13. Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха (МВИ.01-8/96) / Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
14. Методика определения содержания плутония-239, 240 в пробах и материалах окружающей среды с радиохимической концентрацией на альфа-спектрометре (МВИ.01-5/95). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1995.

15. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и  $^{137}\text{Cs}$  в атмосфере // Атомная энергия. – 1998. – Т. 85, вып. 4. – С. 313–318.
16. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993. – P. 199.
17. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96) / Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
18. Методика контроля содержания трития в природных водах (МВИ.01-6/96). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
19. Израэль Ю.А. Радиоактивные выпадения после ядерных взрывов и аварий. – СПб.: Прогресс-Погода, 1996.
20. Герменчук М.Г., Амбражевич М.Л., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. и др. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2009 г. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2010.
21. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) ГН 10-117-99. – Минск, 2000.
22. Казак В., Гьлкэ Г. и др. Радиационная обстановка в Республике Молдова в 2009 году. – Кишинев: Государственная гидрометслужба Министерства экологии и природных ресурсов Республики Молдова, 2010.
23. Програма поліпшення якості базових спостережень за забрудненням та моніторингу навколишнього природного середовища на базовій мережі гідрометслужби. – Наказ Мінікоресурсів України від 08.02.2002, № 57. – 60 с.
24. Звіт «Радиоактивне забруднення території України в 2009 році»: Щорічник/ Під ред. О.О. Косовця. – Київ: ЦГО України, 2010. – 102 с.
25. Гідрологічний режим і радіаційний стан поверхневих та стічних вод, а також приземного шару повітря зони відчуження ЧАЕС у 2009 р. – Київ: Відомчі матеріали ЦРЕМЗВ ДСНВП «Екоцентр», 2010.
26. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязненной территории. – Одобрено методической секцией Межведомственной комиссии по радиоактивному контролю природной среды при Госкомгидромете СССР, 17.09.1989 г.
27. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – Київ, 1998. – 136 с.
28. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  у продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). – Київ, 2006.



## 2. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Большинство предприятий атомной промышленности Росатома относятся к числу радиационно опасных объектов (РОО). Это предприятия ядерно-оружейного комплекса, предприятия по производству ядерного топлива, по добыче и переработке урановых руд, научно-исследовательские институты. В процессе работы на РОО производятся выбросы в атмосферу радиоактивных и химических веществ и их сбросы в поверхностные воды открытой гидрографической сети, что может приводить к загрязнению окружающей среды. Поэтому в 100-км зонах многих РОО Росатома Росгидрометом проводится непрерывный контроль радиационной обстановки. Здесь представлены материалы о радиационной обстановке в окрестностях основных предприятий ядерно-топливного цикла Росатома по данным Росгидромета и дозиметрических служб самих предприятий. Кроме того, в разделе приводятся обобщенные данные [1] о поступлении радионуклидов в окружающую среду от предприятий атомной промышленности и энергетики Росатома и о загрязненных радионуклидами территориях. Подробные данные о сбросах и выбросах радионуклидов этими предприятиями приводятся в Приложении 2.

### 2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома

Радиационных инцидентов, связанных с поступлением радионуклидов в атмосферу, в 2009 г. не зарегистрировано [1]. Выбросы техногенных радионуклидов предприятиями Госкорпорации «Росатом» в атмосферу в 2009 г. снизились на 11 %, по сравнению с данными за 2008 год. Суммарная активность радионуклидов, выброшенных в атмосферу предприятиями за 2009 г., составила  $5,02 \cdot 10^{15}$  Бк, из них:  $\alpha$ -активных радионуклидов –  $3,35 \cdot 10^{14}$  Бк (6,8 %),  $\beta$ -активных нуклидов –  $4,68 \cdot 10^{15}$  Бк (93,2 %). Выбросы наиболее опасных радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , суммы нуклидов I составили 2,8, 4,1 и 4,8 % от установленных нормативов по этим нуклидам соответственно.

Поступление  $\alpha$ -активных радионуклидов в атмосферный воздух на 94,6 % обусловлено выбросами уранодобывающих производств, 99 % которых ( $3,17 \cdot 10^{14}$  Бк) составляет  $^{222}\text{Rn}$  [1]. В 2009 г. выбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов снижены, по сравнению с предыдущим годом, на 22 % за счет уменьшения выброса  $^{222}\text{Rn}$  на  $7,4 \cdot 10^{13}$  Бк на ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (ОАО «ППГХО»).

Поступление  $\beta$ -активных нуклидов в атмосферу в основном (на 86 %) обусловлено инертными радиоактивными газами ( $^{41}\text{Ar}$ ,  $^{85\text{m}}\text{Kr}$ ,  $^{88}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ). По сравнению с 2008 г., выброс в атмосферу  $\beta$ -активных радионуклидов снизился на 10,3 %, в основном за счет снижения выбросов ИРГ на 13,2 % [1]. Доля наиболее радиационно опасных нуклидов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) составляет около 0,0022 % от общего выброса  $\beta$ -активных нуклидов.

В целом по отрасли выбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов в 2009 г. составили 18 % от разрешенного норматива,  $\beta$ -активных радионуклидов – 3,3 % [1]. Однако на отдельных предприятиях (ОАО «ГНЦ НИИАР», ОАО «ИРМ») наблюдалось превышение годового норматива разрешенных

выбросов, у части предприятий (ОАО «ГНЦ НИИАР», Смоленская АЭС) нормативы по разрешенным выбросам отдельных радионуклидов отсутствовали (см. Приложение 2 табл. П 2.1).

Основной вклад в выбросы ИРГ в 2009 г. вносили ФГУП «ГХК», атомные станции, ОАО «ГНЦ НИИАР», ОАО «ИРМ». В атмосферный воздух в 2009 г. было выброшено ИРГ:

- ФГУП «ГХК» – 39,2 %;
- десятью атомными станциями – 27,7 %;
- ОАО «ГНЦ НИИАР» – 23,9 %;
- ОАО «ИРМ» – 7,8 %;
- ФГУП «ПО «Маяк» – 1,35 %;
- ФГУП «НИИП» – 0,028 %;
- ФГУП «НИТИ» – 0,0125 %.

Наибольший вклад в выбросы ИРГ в 2009 г., как и ранее, внесло ФГУП «ГХК».

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Росатома в 2009 г. приведены в Приложении 2.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на предприятиях Росатома в 2009 г. в целом не превышали установленных нормативов [1], однако на отдельных предприятиях (ОАО «ППГХО») наблюдалось превышение годового норматива разрешенных сбросов, у части предприятий (ОАО «ППГХО», ФГУП «ПО «Маяк») нормативы по разрешенным сбросам отдельных радионуклидов отсутствовали (см. Приложение 2 табл. П 2.2).

Поступление  $\alpha$ -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 75,5 % обусловлено нуклидами урана и продуктами их распада, на 13,6 % – нуклидами тория, на 5,5 % –  $^{210}\text{Po}$ , на 1,5 % –  $^{226}\text{Ra}$  [1]. В 2009 г. сбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов ( $2,65 \cdot 10^{10}$  Бк [1]) снижены на 20 %, по сравнению с 2008 г. ( $3,29 \cdot 10^{10}$  Бк [2]), в основном за счет снижения сброса нуклидов урана на  $2,8 \cdot 10^9$  Бк на ОАО «ППГХО».

Сбросы  $\beta$ -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2009 г. ( $9,83 \cdot 10^{13}$  Бк [1]) снизились на 45 %, по сравнению с 2008 г. ( $1,78 \cdot 10^{14}$  Бк [2]). Поступление  $\beta$ -активных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на 46,2 % обусловлено  $^{24}\text{Na}$ , на 38,4 % – тритием, на 7,4 % –  $^{32}\text{P}$ , на 2,7 % –  $^{64}\text{Cu}$ , на 2,1 % –  $^{239}\text{Np}$ , которые не оказывают значимого влияния на формирование дозовых нагрузок на население и окружающую среду [1]. Доля долгоживущих наиболее радиационно опасных нуклидов составляет менее 1,0 % от общего сброса (из них  $^{90}\text{Sr}$  – 0,87 %,  $^{137}\text{Cs}$  – 0,052 %) [1]. При этом 98,8 %  $^{90}\text{Sr}$ , поступившего в открытую гидрографическую сеть, составляют фильтраты из промышленных водоемов ФГУП «ПО «Маяк» через боковые дамбы левобережного и правобережного обводных каналов; 73,6 %  $^{137}\text{Cs}$ , поступившего в поверхностные водные объекты, составляет поверхностно-склоновый сток с территорий, загрязненных в результате аварии 1957 г. на ФГУП «ПО «Маяк».

Более подробные данные о величине сбросов основных радионуклидов в поверхностные водные объекты отдельными организациями Росатома за 2009 г. приведены в Приложении 2.

По состоянию на конец 2009 г. [1] общая площадь загрязненных радионуклидами территорий составляла  $474,74 \text{ км}^2$ , из них  $108,98 \text{ км}^2$  – водоемы (см. табл. 2.1).

**Площади загрязненных территорий на 01.01.2010 г.  
по организациям атомной промышленности и энергетики, км<sup>2</sup> [1]**

Загрязненные территории	На промплощадке	В СЗЗ	В ЗН	Общая площадь
Земли	59,42	126,45	179,89	365,76
Водоёмы	3,16	88,60	17,22	108,98
Общая площадь	62,58	215,05	197,11	474,74

В 2009 г. в отрасли выявлено 0,16 тыс. м<sup>2</sup> загрязненных территорий на предприятии ДальРАО ф. Фокино [1]. Реабилитировано для санитарно-гигиенического использования 19,16 тыс. м<sup>2</sup> земель: на ОАО «НЗХК» (18,74 тыс. м<sup>2</sup>), на ДальРАО ф. Фокино (0,30 тыс. м<sup>2</sup>), на СевРАО ОФ № 2 (0,12 тыс. м<sup>2</sup>) [1].

Загрязнение территорий на предприятиях Росатома определяется в основном нуклидами <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>239</sup>Pu, а также нуклидами урана, тория, радия [2].

Наибольшее количество загрязненных территорий находится на ФГУП «ПО «Маяк» (446,78 км<sup>2</sup>), что составляет 94 % от общей площади всех загрязненных территорий атомной промышленности и энергетики.

Более подробные данные о площадях, загрязненных радионуклидами в результате работы организаций Росатома, представлены в Приложении 2.

К недостаткам и проблемным вопросам в обеспечении ядерной и радиационной безопасности объектов ядерного топливного цикла можно отнести [3]:

– продолжение поступления жидких радиоактивных веществ в открытые промышленные водоемы-бассейны на ОАО «СХК», ФГУП «ГХК», ФГУП «ПО «Маяк» без соответствующего законодательного определения статуса этих водоемов и нормативных правовых условий их использования этими предприятиями;

– продолжение накопления и временного хранения облученных ТВЭЛ ДАВ-90 без их переработки на ФГУП «ПО «Маяк», ОАО «СХК» и ФГУП «ГХК», что приводит к коррозионному разрушению их оболочек и обуславливает проблемы дальнейшего обеспечения безопасности при обращении с ними;

– продолжение длительного хранения отработавшего ядерного топлива типа АМБ в хранилищах ФГУП «ПО «Маяк» и Белоярской АЭС без его переработки, что также приводит к значительному коррозионному повреждению ОЯТ в процессе его хранения и обуславливает нарастание технических проблем при обращении с ним в дальнейшем.

## **2.2. 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 гг. 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 [4–6].

В начальный период работы предприятия (с 1949 г.) произошло значительное загрязнение окружающей среды долгоживущими радионуклидами [4–6]. 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 [7].

Для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части р. Течи был сооружен Теченский каскад водоемов: 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 году. В Теченском каскаде водоемов накоплено около  $3,1 \cdot 10^5$  Ки долгоживущих  $\beta$ -активных нуклидов [8]. Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, подземные и поверхностные 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 [9].

Наиболее крупными из радиационных аварий и инцидентов, произошедших за время работы ПО «Маяк», были взрыв емкости с высокоактивными ЖРО в 1957 г. с выбросом в атмосферу  $\beta$ -излучающих радионуклидов активностью  $7,4 \cdot 10^{17}$  Бк ( $2 \cdot 10^7$  Ки) и ветровой вынос в 1967 г. высохших донных отложений с обнажившихся берегов оз. Карачай, в которое сливались среднеактивные ЖРО. Ветровой перенос попавших в атмосферу радионуклидов привел к загрязнению обширных территорий Челябинской, Курганской и Свердловской областей долгоживущими  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  и к образованию Восточно-Уральского «стронциевого» радиоактивного следа (ВУРС) и Карачайского «цезиевого» следа. Радиационная обстановка на территории ВУРС и Карачайского следа обсуждается в разделе 5.2.

В настоящее время сброс среднеактивных и низкоактивных ЖРО в оз. Карачай продолжается, поэтому оз. Карачай остается потенциальным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды в случае уноса загрязненной воды под воздействием возможных смерчей. Образовавшаяся в районе оз. Карачай линза загрязненных радионуклидами подземных вод продвигается к р. Мишеляк. Ее граница по нитрат-иону в южном направлении уже достигла долины р. Мишеляк [8, 10]. Река Мишеляк, берущая начало у оз. Улагач, протекает по СЗЗ предприятия и является началом ПБК [10].

На 01.01.2010 г. общая площадь вокруг ПО «Маяк», загрязненная радионуклидами, не изменилась, по сравнению с 2008 г., и составляла  $446,78 \text{ км}^2$  [1, 9], из них  $195,96 \text{ км}^2$  находится в ЗН.

Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ПО «Маяк» приведены в Приложении 2.

В штатном режиме работы предприятия незначительное поступление радионуклидов в окружающую природную среду обусловлено удалением в атмосферу технологических вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами и химическими веществами, сбросами жидких радиоактивных отходов, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод, загрязненных  $\alpha$ - и  $\beta$ -нуклидами, и захоронением жидких и твердых отходов всех уровней активности [11]. 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 [9].

В соответствии с требованиями НРБ-99/2009 [12] и ОСПОРБ-99 [13] вокруг промышленной зоны предприятия установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН), размеры которых согласованы с органами Госсанэпиднадзора (ФМБА РФ). Площадь СЗЗ, уточненная в 2007 г. [14], включая территорию промышленной зоны, составляет 253 км<sup>2</sup> [9]. В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь ЗН составляет около 1800 км<sup>2</sup>. СЗЗ, ЗН и пункты, не входящие в ЗН, но расположенные в зоне аварийного загрязнения территории (ВУРС, след 1967 г., пойма р. Теча), составляют зону влияния предприятия [9].

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу из всех высоких источников на ПО «Маяк» в 2009 г. приведены в табл. 2.2 [1]. Как видно из табл. 2.2, в 2009 г. выбросы составляли от 0,002 % (для <sup>65</sup>Zn) до 7,5 % (для <sup>137</sup>Cs) от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2008 г., увеличились выбросы: <sup>141,144</sup>Ce – в 11,3 раза; <sup>137</sup>Cs, суммы нуклидов йода, <sup>103,106</sup>Ru и суммы ИРГ – в 1,2–2,5 раза. Выбросы <sup>134</sup>Cs и <sup>51</sup>Cr уменьшились в 1,7 и 2,1 раза соответственно. Выбросы остальных радионуклидов остались примерно на уровне 2008 года.

Таблица 2.2

Годовые выбросы радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк», Бк

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>51</sup> Cr	3,70·10 <sup>10</sup>	8,89·10 <sup>6</sup>	1,85·10 <sup>7</sup>	- 9,61·10 <sup>6</sup>
<sup>60</sup> Co	1,85·10 <sup>10</sup>	8,89·10 <sup>6</sup>	8,89·10 <sup>6</sup>	-
<sup>65</sup> Zn	3,70·10 <sup>11</sup>	8,89·10 <sup>6</sup>	8,89·10 <sup>6</sup>	-
<sup>89,90</sup> Sr	1,85·10 <sup>10</sup>	7,20·10 <sup>8</sup>	7,20·10 <sup>8</sup>	-
<sup>95</sup> Zr+ <sup>95</sup> Nb	2,96·10 <sup>10</sup>	1,80·10 <sup>7</sup>	1,78·10 <sup>7</sup>	+ 2,00·10 <sup>5</sup>
<sup>103,106</sup> Ru	6,66·10 <sup>10</sup>	8,32·10 <sup>7</sup>	5,16·10 <sup>7</sup>	+ 3,16·10 <sup>7</sup>
<sup>125</sup> Sb	3,70·10 <sup>10</sup>	7,16·10 <sup>6</sup>	-	+ 7,16·10 <sup>6</sup>
$\Sigma I$	3,70·10 <sup>10</sup>	2,76·10 <sup>8</sup>	1,79·10 <sup>8</sup>	+ 9,70·10 <sup>7</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,85·10 <sup>10</sup>	1,52·10 <sup>7</sup>	2,64·10 <sup>7</sup>	- 1,12·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,85·10 <sup>10</sup>	1,39·10 <sup>9</sup>	1,19·10 <sup>9</sup>	+ 2,00·10 <sup>8</sup>
<sup>141,144</sup> Ce	2,96·10 <sup>11</sup>	8,73·10 <sup>7</sup>	7,71·10 <sup>6</sup>	+ 7,96·10 <sup>7</sup>
$\Sigma \alpha$	7,40·10 <sup>9</sup>	5,42·10 <sup>8</sup>	5,30·10 <sup>8</sup>	+ 1,20·10 <sup>7</sup>
Сумма ИРГ	3,52·10 <sup>15</sup>	5,42·10 <sup>13</sup>	2,14·10 <sup>13</sup>	+ 3,28·10 <sup>13</sup>

Примечание:  $\Sigma I$  – сумма нуклидов йода;

$\Sigma \alpha$  – сумма  $\alpha$ -активных нуклидов.

Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на ПО «Маяк» в 2008–2009 гг. приведены в табл. 2.3 [1]. Из табл. 2.3 видно, что сбросы <sup>137</sup>Cs, трития и <sup>90</sup>Sr в 2009 г. снизились на 4–9 %, по сравнению с 2008 г., однако необходимо отметить, что данные

радионуклиды сбрасывались ПО «Маяк» без утвержденных нормативов. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и трития в обводных каналах ЛБК и ПБК, вода из которых напрямую поступает в открытую гидрографическую сеть, несколько увеличились, по сравнению с 2008 г., но находились на уровне ряда прошлых лет и в 2009 г. составляли: в ЛБК – 0,49, 4,9 и 240 Бк/л соответственно, в ПБК – 0,66, 46,9 и 280 Бк/л [9].

Таблица 2.3

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^3\text{H}$	—	$1,73 \cdot 10^{13}$	$1,85 \cdot 10^{13}$	$- 1,20 \cdot 10^{12}$
$^{90}\text{Sr}$	—	$8,46 \cdot 10^{11}$	$9,33 \cdot 10^{11}$	$- 8,70 \cdot 10^{10}$
$^{137}\text{Cs}$	—	$4,02 \cdot 10^{10}$	$4,18 \cdot 10^{10}$	$- 1,60 \cdot 10^9$

Примечание: — – норматив не установлен.

Штатный контроль состояния окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» проводится лабораториями радиационного мониторинга и охраны окружающей среды центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) по программе, утвержденной руководством предприятия и согласованной региональным управлением № 71 ФМБА и областным Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды [9]. Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб. Программа контроля пересматривается раз в пять лет.

Радиационный контроль, проводимый ЦЗЛ ПО «Маяк», включает [9]:

- определение объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на 14 стационарных пунктах наблюдения в СЗЗ и 29 – в зоне влияния с помощью марлевых конусов с экспозицией один месяц. Кроме того, в ЗН (в п. Озерск) объемная активность определялась еще с помощью одной стационарной воздухофильтрующей установки (ВФУ), на которой пробы отбирались с экспозицией 3–5 дней на фильтр ФПП-15 площадью  $1 \text{ м}^2$ , и одной передвижной ВФУ, на которой пробы отбирались с экспозицией 3–6 часов на фильтр ФПП-15 площадью  $1 \text{ м}^2$ ;

- определение радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность в 16 пунктах СЗЗ и в 27 – в зоне влияния путем отбора проб с месячной экспозицией методом тканевых (ФПП-15) планшетов площадью  $0,0625 \text{ м}^2$ . Кроме того, в ЗН радиоактивные выпадения определяются еще в двух пунктах планшетами площадью  $0,33 \text{ м}^2$  с экспозицией 3–5 дней;

- измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) в пяти пунктах в СЗЗ и 12 – в ЗН;

- измерение один раз в год удельной активности радионуклидов в почве, растительности и снеге в 21 пункте СЗЗ и в 25 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;

- определение один раз в год содержания радионуклидов в пищевых продуктах местного производства (молоко, картофель) в 16 пунктах зоны влияния ПО «Маяк»;

- периодическое определение объемной активности  $\gamma$ -излучающих радионуклидов и  $^{90}\text{Sr}$  в воде в 21 пункте открытой гидрографической сети, трития – в 14 пунктах,  $\alpha$ -излучающих радионуклидов – в девяти пунктах;

- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радиоизотопного состава и содержания радионуклидов в 114 скважинах и один – три раза в год с определением содержания трития в 104 скважинах.

При проведении мониторинга ЦЗЛ ПО «Маяк» контролировались следующие дозообразующие радионуклиды:  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , сумма  $\alpha$ -излучающих изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих нуклидов. Для измерения МЭД использовались дозиметр-радиометр ДКГ-01 «Сталкер», ДКГ-02У «Арбитр», ДРБП-03, МКС-01Р-01, радиометр-спектрометр МКС-А02, для измерения поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения на местности – термолюминесцентный дозиметр типа ТЛД. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью сцинтилляционного и полупроводникового  $\gamma$ -спектрометров. Измерение содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -активных радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических  $\alpha$ - $\beta$ -радиометрах NRR-610, МФ-60, СЕБ-01, АРС и низкофоновых спектрометрах  $\alpha$ -излучения типа СЭАМ, СЕА. Объемная активность трития определялась с помощью жидкостного  $\beta$ -радиометра трития типа ЖУ-2 (м) [9].

Контроль загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС. В 2009 г. Уральским УГМС [15] проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы (ежесуточно, с помощью ВФУ с использованием фильтра ФПП-15-1,5) в январе 2009 г. в четырех пунктах наблюдения, с февраля 2009 г. – в одном пункте;
- за атмосферными выпадениями  $\Sigma\beta$  радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 20 пунктах, из них выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  определялись в 14 пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 20 пунктах и на четырех постах (два – в Екатеринбурге, два – в Златоусте);
- за радиоактивным загрязнением воды рек  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в семи пунктах, тритием – в двух пунктах ежемесячно;
- за радиоактивным загрязнением растительности в 10 пунктах и снежного покрова в 11 пунктах;
- за загрязнением месячных атмосферных осадков тритием в одном пункте.

Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 100-км зоне ПО «Маяк» представлена на рис. 2.1.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: сцинтилляционного  $\gamma$ -спектрометра фирмы «ORTEC», низкофонового  $\alpha$ - $\beta$ -радиометра УМФ-2000, радиометра РУБ-01П. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб воды и осадков на содержание трития выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДРГ-107Ц, ДБГ-01Н, ДБГ-04А, ДКГ-03Д «Грач».

### **Приземная атмосфера**

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и



Рис. 2.1. 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  $\gamma$ -фоном;
- ★ – отбор проб атмосферных выпадений с недельной экспозицией и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон»)

ЗН ПО «Маяк» в течение последних лет, по данным ПО «Маяк» [9], находились примерно на одном уровне. Результаты контроля приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» с помощью конусов в ЗН и в зоне влияния в 2009 г. представлены в табл. 2.4. Из табл. 2.4 видно, что в ЗН и в зоне влияния ПО «Маяк» значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе на пять – шесть порядков, а плутония – на три порядка ниже величины  $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$  по НРБ-99/2009 [12].

В 2009 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС [15] в январе в пп. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш и Кыштым, с февраля – в п. Кыштым. Среднемесячные и среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.5. Из данных табл. 2.5 видно, что в 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в п. Кыштым была в 2 раза выше, чем в 2008 г., но не превышала средневзвешенного значения на территории АТР ( $20,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ). Среднемесячные объемные  $\Sigma\beta$  в пунктах наблюдения изменялись от  $9,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$  (п. Кыштым, июль) до  $35,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$  (п. Кыштым, март). Максимальная среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась в п. Кыштым 6–7 марта и составляла  $87,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ , что в 6 раз выше фонового значения за предыдущий месяц ( $14,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ). Помимо этого, в 2009 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» наблюдалось еще три случая, когда суточная объемная  $\Sigma\beta$  превышала фоновое значение за предыдущий месяц в пять и более раз: в п. Кыштым – 5–6 и 7–8 марта ( $76,1 \cdot 10^{-5}$  и  $79,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$  соответственно при фоновом значении  $14,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ) и в п. Аргаяш 31.01–01.02 ( $51,0 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$  при фоновом значении  $7,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ).



Таблица 2.4

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы  
в районе расположения ПО «Маяк» в 2009 г., 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	Σβ	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	13	3	9	0,2
г. Озерск, пос. № 2	12	4	5	0,3
п. Метлино	13	3	6	0,1
п. Новогорный	20	1	5	0,1
г. Касли	9	2	5	0,2
п. Красный партизан	15	1	6	0,1
п. Б. Куяш	16	2	12	0,3
д. Т. Караболка	14	4	6	0,3
д. Сарыкульмяк	9	3	3	0,2
п. Башакуль	19	4	6	0,5
с. Калининское	24	2	14	0,3
п. Худайбердинский	16	3	6	0,2
п. Аргаяш	12	5	4	0,1
г. Кыштым	13	2	6	0,3
п. Слюдорудник	15	2	8	0,3
Среднее по зоне наблюдения	15	3	7	0,2
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	9	3	4	0,1
с. Муслимово (р. Теча)	16	3	9	0,4
с. Щелкун (ВУРС)	11	1	5	0,6
п. Кунашак (след 1967 г.)	10	2	4	0,2
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	12	2	6	0,3
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	9	-	-	-
ДОА <sub>НАС.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>		2,7	27	2,5·10 <sup>-3</sup>

Примечание: \* – сумма α-излучающих изотопов плутония;  
- – измерения не проводились.

Таблица 2.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной Σβ  
в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2009 г., 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.	
Новогорный	с	13,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	
	м	29,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Аргаяш	с	15,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	
	м	51,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Бродокалмак	с	19,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	
	м	44,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Кыштым	с	17,6	14,3	35,3	13,5	11,5	11,9	9,4	13,5	11,1	14,9	14,8	22,1	15,8	8,0
	м	42,5	35,3	87,1	45,3	27,9	27,5	18,7	25,9	32,8	40,4	46,9	70,7	-	-
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
	2009 г.	16,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008 г.	18,6	7,5	5,2	12,1	8,3	5,5	7,8	7,6	5,7	9,0	8,8	10,0	8,8	

Примечание: - – отбор проб не проводился.

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере п. Кыштым в 2009 г. (см. табл. 2.6 [15]) увеличилась в 1,3 раза, по сравнению с 2008 г., и превышала средневзвешенную по территории АТР объемную активность <sup>137</sup>Cs (2,2·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 4,2 раза. Максимальное среднемесячное значение объемной активности <sup>137</sup>Cs в Кыштыме в 2009 г. было зарегистрировано в мае и составляло 16·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что в 7,3 раза выше средневзвешенной объемной активности по территории АТР, но на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС.</sub> для <sup>137</sup>Cs (27 Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [12].

Таблица 2.6

**Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» (п. Кыштым),  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского УГМС)**

Год	Месяц												Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2009	13	7	4	7	16	15	11	11	14	5	3	4	9,2
2008	7	5	8	11	10	3	17	7	9	5	2	3	7,3

Необходимо отметить, что значения объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере ЗН ПО «Маяк», полученные в лаборатории Уральского УГМС, значительно ниже (более чем на порядок величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк», даже в одних и тех же населенных пунктах, что связано с различием в методах отбора проб атмосферных аэрозолей (использование конусов при отборе проб приводит к большой неопределенности при расчете объемной активности из-за отсутствия точных данных об объеме прошедшего через конуса воздуха и неучете вклада выпадений на поверхность конуса за время экспозиции).

**Радиоактивные выпадения**

Результаты измерения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС [15] представлены в табл. 2.7. Там же для сравнения приведена  $\Sigma\beta$  выпадений, характеризующая фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Из табл. 2.7 видно, что среднегодовая величина  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. ( $0,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ) осталась на уровне предыдущего года и была в 1,6 раза выше фонового значения для Уральского региона, но не превышала средневзвешенного значения по территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Значения  $\Sigma\beta$  годовых выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2009 г. колебались в диапазоне от  $127 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$  (в п. Рыбниковское) до  $377 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$  (в п. Новогорный). Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. было зарегистрировано в п. Кыштым 21–22 июля и составляло  $4,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ .

В табл. 2.8 приведены данные об атмосферных выпадениях  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. [15]. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. ( $4,20 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ) уменьшились в 1,4 раза, по сравнению с 2008 г., но были в 2,5 раза выше регионального фона ( $1,71 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ). Фоновые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  по Уральскому региону в 2009 г. увеличились в 1,5 раза. Наибольшие годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  отмечались, как и в предыдущие годы, в п. Новогорный ( $10,18 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ). Максимальные выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в п. Новогорный в 2009 г. зарегистрированы в третьем квартале.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в пунктах наблюдения 100-км зоны ПО «Маяк» в 2009 г. [15] (см. табл. 2.9) колебались в диапазоне от 2,5 до  $14,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ . Средняя сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  за год в 100-км зоне наблюдения составила  $6,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ , что находится на уровне последних трех лет [16, 17] и в 34 раза превышает региональные фоновые выпадения ( $0,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ). Максимальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. –  $14,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$  – наблюдались, как и ранее, в п. Новогорный, что в 1,3 раза выше, чем в 2008 г., и в 72 раза выше регионального фона в 2009 г. Максимальные месячные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в п. Новогорный наблюдались в августе и составляли  $2,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$  при региональном фоновом уровне за этот месяц  $0,01 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$ .

Таблица 2.7

**Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений  
в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдений	Месяц												Среднего- довое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Аргаяш	с	0,8	1,0	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	316
	м	2,0	3,1	2,5	1,9	2,6	3,2	3,3	2,2	2,2	2,8	2,4	2,8		
Бродокалмак	с	0,8	0,9	1,2	0,8	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8	0,8	0,9	325
	м	2,0	2,9	2,9	1,5	2,0	2,6	3,3	2,7	2,6	1,8	1,6	2,2		
Верхний Уфалей	с	0,7	0,8	0,6	0,8	0,5	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	293
	м	1,5	2,7	2,2	2,1	1,6	2,3	2,3	3,4	2,1	1,8	2,4	2,4		
Златоуст	с	1,0	0,7	1,0	0,6	0,5	0,8	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	0,7	0,9	322
	м	2,2	2,1	3,1	1,8	1,7	1,9	2,5	3,0	2,0	2,1	2,5	1,8		
Ибрагимово	с	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8	300
	м	2,1	1,7	2,7	2,1	2,4	2,0	3,7	2,4	2,0	2,0	1,7	1,8		
Караболка	с	0,9	0,9	1,0	0,9	0,6	1,0	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	318
	м	2,0	2,6	2,7	3,0	2,1	2,3	2,8	2,9	3,0	2,8	2,2	2,7		
Касли	с	0,6	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	1,1	0,9	1,1	0,7	0,9	0,8	304
	м	1,7	2,1	2,4	2,1	2,1	2,4	2,9	3,3	2,8	2,9	1,8	2,9		
Кыштым	с	0,8	0,9	0,9	0,7	0,8	1,1	1,3	1,4	1,1	0,9	0,9	0,7	1,0	352
	м	1,8	2,2	2,3	2,5	2,9	4,3	4,5	3,2	2,6	2,0	2,0	1,6		
Малый Куяш	с	0,7	1,1	0,6	0,9	0,6	0,9	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,7	0,8	305
	м	2,1	2,9	1,8	2,3	2,1	2,7	3,0	2,7	2,3	1,8	2,1	2,0		
Метлино	с	0,8	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8	0,9	0,9	322
	м	2,5	3,7	2,6	2,8	2,4	2,3	2,8	2,8	2,3	2,4	2,1	2,0		
Миасс	с	0,9	0,7	1,1	0,8	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	0,9	326
	м	2,9	1,8	3,0	2,4	2,2	2,7	3,0	3,0	2,2	1,9	3,2	2,0		
Муслумово	с	0,9	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	1,0	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	321
	м	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	2,9	3,2	3,3	1,9	2,4	2,8	2,0		
Новогорный	с	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	1,3	1,0	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	377
	м	2,3	3,7	2,2	2,9	3,2	3,5	2,5	4,1	3,2	1,9	2,2	3,6		
Нязепетровск	с	0,7	1,0	1,0	0,7	0,6	0,8	0,7	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	311
	м	1,6	2,7	2,7	1,9	2,2	2,0	2,0	2,8	2,0	2,4	2,2	2,5		
Рыбниковское	с	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4	127
	м	0,6	2,1	1,8	1,1	1,1	2,1	1,2	2,2	0,7	1,5	1,8	3,5		
Сысерть	с	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5	163
	м	1,8	2,4	1,2	1,3	2,0	1,8	2,3	1,8	4,1	1,8	1,4	0,5		
Тюбук	с	1,0	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9	320
	м	2,2	2,7	1,8	2,5	1,8	2,6	2,7	2,7	2,1	2,3	2,0	2,2		
Усть- Караболка	с	0,7	0,9	0,7	1,1	0,7	0,5	0,9	1,3	0,9	0,7	1,0	0,7	0,8	302
	м	1,6	3,1	3,1	2,7	1,7	1,5	3,3	4,1	3,0	2,0	2,0	1,7		
Худайбер- динский	с	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	301
	м	2,7	3,0	2,1	2,6	2,9	1,9	3,5	2,4	2,1	2,0	2,1	2,0		
Челябинск - город	с	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	1,1	1,0	0,8	0,8	0,9	311
	м	3,3	2,5	3,3	2,8	2,2	2,8	2,6	2,7	3,0	3,3	1,5	1,7		
Среднее:															
2009 г.		<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>	<b>301</b>
2008 г.		0,8	0,6	0,5	0,5	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	0,8	1,0	0,8	0,8	293
Фон для Ураль- ского региона:															
2009 г.		<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>193</b>
2008 г.		0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5	183

В табл. 2.10 приведены данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [9] о выпадениях радионуклидов в ЗН и зоне влияния ПО «Маяк» в 2009 г., отобранных с помощью планшетов с месячной экспозицией. В 2009 г. выпадения радионуклидов в зоне влияния ПО «Маяк» снизились в среднем примерно в 2 раза по сравнению с 2008 годом [18]. Максимальные годовые выпадения  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в ЗН ПО «Маяк» в 2009 г. наблюдались в п. Худайбердинский; изотопов плутония – в г. Касли. В зоне аварийного загрязнения территории максимальные годовые выпадения  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в п. Кунашак, изотопов плутония – в с. Муслумово.

Таблица 2.8

**Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>-месяц  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> -год		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Аргаяш	0,50		0,38			0,44			0,28			0,40	4,79			
Бродокалмак	0,41		0,23			0,36			0,25			0,31	3,76			
Ибрагимово	0,35		0,24			0,23			0,15			0,24	2,92			
Караболка	0,33		0,13			0,70			0,38			0,39	4,64			
Касли	0,35		0,26			0,44			0,13			0,30	3,55			
Кыштым	0,30		0,17			0,17			0,24			0,22	2,62			
Малый Куяш	0,22		0,21			0,22			0,17			0,21	2,48			
Метлино	0,27		0,22			0,40			0,49			0,35	4,15			
Муслюмово	0,49		0,24			0,29			0,43			0,36	4,37			
Новогорный*	0,21		0,90			1,74			0,54			0,85	10,18			
Рыбниковское	0,40		0,29			0,23			0,57			0,37	4,48			
Тюбук	0,28		0,27			0,26			0,33			0,29	3,44			
Усть-Караболка	0,30		0,17			0,17			0,24			0,22	2,62			
Худайбердинский	0,50		0,38			0,21			0,52			0,40	4,83			
Среднее:	<b>2009 г.</b>		<b>0,35</b>			<b>0,29</b>			<b>0,42</b>			<b>0,34</b>			<b>0,35</b>	<b>4,20</b>
	2008 г.		0,29			0,48			0,46			0,69			0,49	5,82
Фон для Уральского региона:	<b>2009 г.</b>		<b>0,30</b>	<b>0,19</b>	<b>0,1</b>	<b>0,08</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,12</b>	<b>0,1</b>	<b>0,11</b>	<b>0,1</b>	<b>0,11</b>	<b>0,14</b>	<b>1,71</b>
	2008 г.		0,08	0,05	0,06	0,15	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,12	0,09	0,23	0,10	1,14

Примечание: \* – данные ИПМ ГУ «НПО «Гайфун».

Таблица 2.9

**Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>-месяц  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> -год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Аргаяш	0,6	0,3	0,7	0,6	0,5	0,8	1	0,3	0,8	н	н	0,3	0,5	5,9	
Бродокалмак	0,4	0,8	0,4	н	0,8	н	0,8	н	0,6	0,6	н	0,5	0,4	4,9	
Ибрагимово	0,2	1,1	0,9	2,3	0,5	0,9	0,6	0,3	н	н	0,4	н	0,6	7,2	
Караболка	н	0,3	0,8	0,3	0,7	0,8	н	н	0,7	н	0,5	0,5	0,4	4,6	
Касли	н	0,4	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,4	1	0,6	н	0,6	0,5	5,6	
Кыштым	н	0,8	0,6	1,6	1	1,1	1,2	1,6	0,5	0,3	0,4	0,7	0,8	9,8	
Малый Куяш	0,9	0,5	н	1,2	1,5	0,8	н	1,1	н	0,4	н	0,5	0,6	6,9	
Метлино	1	0,9	1,5	0,2	1,1	0,8	0,9	0,4	2	н	0,9	0,9	0,9	10,6	
Муслюмово	н	0,6	0,5	0,4	1	0,6	0,7	н	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	6,2	
Новогорный	1,5	1	0,3	1,6	1,9	1,2	1	2,8	0,9	0,5	0,9	0,9	1,2	14,5	
Рыбниковское	0,4	н	н	0,1	0,5	0,8	0,3	н	0,4	н	н	н	0,2	2,6	
Тюбук	0,5	0,8	0,2	0,2	0,2	н	н	0,3	0,2	н	н	н	0,2	2,5	
Усть-Караболка	н	0,7	н	н	0,4	0,7	0,5	0,7	0,8	0,3	н	0,5	0,4	4,6	
Худайбердинский	0,4	0,8	0,3	0,8	1,3	1,1	1,3	1,1	1	0,3	0,7	0,5	0,8	9,6	
Среднее:	<b>2009 г.</b>		<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>
	2008 г.		0,2	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,6	0,4	0,3	0,6
Фон для Уральского региона:	<b>2009 г.</b>		<b>н</b>	<b>0,08</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>0,02</b>	<b>н</b>	<b>0,02</b>
	2008 г.		н	0,10	0,04	н	н	н	н	0,05	0,02	н	0,30	0,04	0,05

Примечание: н – ниже порога обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup>-месяц).

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).

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>-год  
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	Pu*
Зона наблюдения				
г. Озерск	136	18	90	1,8
г. Озерск, пос. № 2	109	24	64	1,8
п. Новогорный	185	24	105	1,0
п. Метлино	152	27	89	1,0
г. Касли	125	29	81	3,0
п. Красный партизан	169	н	82	2,7
п. Б. Куяш	158	н	78	1,6
д. Т. Караболка	105	13	70	1,6
д. Сарыкульмяк	190	н	105	1,0
п. Башакуль	120	29	84	2,9
с. Калининское	117	н	61	1,0
п. Худайбердинский	232	32	131	1,0
г. Кыштым	115	14	82	1,0
п. Слюдорудник	163	н	96	1,8
Среднее по зоне наблюдения	148	15	87	1,7
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»				
с. Багаряк (ВУРС)	106	н	71	1,0
с. Булзи (ВУРС)	102	н	97	1,6
с. Муслумово (р. Теча)	217	н	109	6,6
с. Щелкун (ВУРС)	-	-	-	-
п. Кунашак (след 1967 г.)	256	н	137	1,0
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	170	н	104	2,6
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»				
г. В. Уфалей	-	-	-	-
Фоновый уровень по Уральскому региону**	193	1,7	0,2	-

Примечание: \* – сумма  $\alpha$ -излучающих изотопов плутония;

\*\* – данные Уральского УГМС;

н – ниже предела обнаружения;

- – отбор проб не производился.

### Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязненными, в основном <sup>90</sup>Sr, остаются воды р. Течи. Этот радионуклид более чем на 95 % находится в водорастворимом состоянии, поэтому он мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе. Влияние стоков ПО «Маяк» на загрязнение речной воды <sup>90</sup>Sr прослеживается на всем протяжении рек Течи и Исеть (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исеть в р. Тобол и далее (см. раздел 5.2). В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом.

В 2009 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. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2.

Пробы воды Уральским УГМС в 2009 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, в одном – ежемесячно с января по сентябрь. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2009 г. проводила отбор проб воды р. Течи в створах с. Муслумово (ежемесячно) и с. Затеченское (два раза в год), в р. Исеть – в двух пунктах (два раза в год), в р. Караболка – в нижнем бьефе болота Бугай (один раз в год) и в створе с. Татарская Караболка (ежеквартально). Результаты радионуклидного

анализа проб воды из рек Теча и Исеть приведены в табл. 2.11 и 2.12 соответственно, а из рек Караболка и Синара – в разделе 5.2 табл. 5.5, в котором представлены данные радиационного мониторинга на территории ВУРС. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Поэтому в табл. 2.11, 2.12 и 5.5 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк».



Рис. 2.2. Карта-схема открытой гидрографической сети в зоне влияния ПО «Маяк»

Таблица 2.11

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2009 г., Бк/л  
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Асановский мост	Новый мост	Муслюмово						Нижнепетропавловское	Першинское		Затеченское		
	$^3\text{H}$	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^{137}\text{Cs}$	$^3\text{H}^*$	$^3\text{H}$	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$
Январь	-	-	10,6	9,6	1,10	0,41	150	156	-	6,5	0,108	-	-	-
Февраль	-	-	5,7	9,9	0,76	0,61	280	179	-	9,8	0,041	-	-	-
Март	-	-	13,0	13,3	0,43	0,24	440	174	-	7,5	0,142	-	-	-
Апрель	-	-	4,7	6,6	1,13	0,13	150	88	-	2,6	0,026	-	-	-
Май	-	-	6,8	7,9	0,50	0,21	160	92	-	6,7	0,067	4,6	0,30	120
Июнь	-	-	7,3	8,6	0,50	0,33	170	106	-	7,2	0,09	-	-	-
Июль	-	-	8,3	10,8	0,10	0,3	160	99	-	5,2	0,068	-	-	-
Август	-	-	9,3	15,5	<0,30	0,21	580	98	-	15,0	н	-	-	-
Сентябрь	-	-	7,0	14,0	2,00	0,23	<70	131	-	6,0	0,022	7,9	<0,06	<70
Октябрь	-	-	8,8	11,3	2,00	0,2	150	-	-	9,3	0,018	-	-	-
Ноябрь	-	-	12,3	12,8	0,80	0,38	230	-	-	12,5	0,018	-	-	-
Декабрь	-	-	10,1	16,9	0,50	0,24	240	-	-	5,9	0,048	-	-	-
Среднее:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2009 г.</b>	-	-	<b>8,7</b>	<b>11,4</b>	<b>0,84</b>	<b>0,29</b>	<b>232**</b>	<b>125</b>	-	<b>7,9</b>	<b>0,054</b>	<b>6,2</b>	<b>0,18**</b>	<b>95**</b>
2008 г.	119,4	138	9,3	11,0	0,40	0,25	110**	135	81,8	7,2	0,100	5,8	0,33	83**
УВ [12]	7600	7600	4,9	4,9	11	11	7600	7600	7600	4,9	11	4,9	11	7600

Примечание: \* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;  
 \*\* – оценка «сверху»;  
 - – измерения не проводились;  
 н – ниже предела обнаружения.

Из анализа приведенных в табл. 2.11 данных видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи у с. Муслюмово, в 78 км от источника, в 2009 г. осталась на уровне 2008 г. и составляла 8,7–11,4 Бк/л, что в 2 раза выше уровня вмешательства для  $^{90}\text{Sr}$  в питьевой воде по

НРБ-99/2009 [12] и более чем в 2000 раз выше фонового уровня для рек России (4,3 мБк/л). Самые высокие среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время 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 2006–2008 гг. среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Теча с. Муслюмово находилась на уровне 7,7–13,7 Бк/л. Вниз по течению р. Течи содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде постепенно уменьшается: в п. Першинское среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  уже составляет 7,9 Бк/л, в с. Затеченское – 5,2 Бк/л.

Вниз по течению р. Исеть после впадения в нее р. Течи в пп. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде также уменьшается (см. табл. 2.12) от 2,9 до 0,9 Бк/л. В с. Далматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, средняя объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде в 2009 г. составила 0,05 Бк/л. В целом в воде р. Исеть объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. осталась примерно на уровне 2008 г. и была в 1,7–8,6 раза ниже УВ по НРБ-99/2009.

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в рассматриваемой системе рек невысока. Из табл. 2.11 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г., как и ранее, наблюдалась в воде р. Течи в с. Муслюмово (0,29–0,84 Бк/л). По мере удаления от ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исеть концентрации этого радионуклида уменьшаются в 10 и более раз (см. табл. 2.12). Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. в воде р. Течи у с. Муслюмово колебалась в течение года от 0,13 до 0,61 Бк/л (по данным Уральского УГМС) при среднегодовом значении 0,29 Бк/л, которое находится на уровне последних лет и в 38 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [12].

Таблица 2.12

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исеть в 2009 г., Бк/л  
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Далматово	Красноисетское			Шадринск		Мехонское	
	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Январь	-	-	3,3	0,050	1,2	0,003	1,1	н
Февраль	-	-	4,1	0,041	1,5	0,026	1,1	0,010
Март	-	-	2,9	0,013	0,8	0,013	0,8	0,032
Апрель	-	-	1,3	0,025	0,6	0,016	0,4	0,011
Май	0,06	0,87	1,6	0,037	0,6	0,035	0,7	0,016
Июнь	-	-	2,1	0,023	1,3	0,014	0,8	0,024
Июль	-	-	1,6	0,013	0,9	0,049	0,5	0,009
Август	-	-	5,6	0,007	2,3	0,002	0,7	н
Сентябрь	0,03	0,26	3,3	н	1,5	0,005	1,2	н
Октябрь	-	-	2,7	н	2,1	0,025	1,1	н
Ноябрь	-	-	3,2	0,013	1,7	0,012	1,1	н
Декабрь	-	-	3,1	0,030	0,9	0,010	1,4	0,014
Среднее:								
2009 г.	<b>0,05</b>	<b>0,57</b>	<b>2,9</b>	<b>0,021</b>	<b>1,3</b>	<b>0,018</b>	<b>0,9</b>	<b>0,010</b>
2008 г.	0,03	1,50	2,8	0,037	1,3	0,021	0,9	0,020

Примечание: \* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;  
- – отбор проб не проводился;  
н – ниже предела обнаружения.

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк», показали повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных данных (см. табл. 2.11) видно, что объемная активность трития в воде р. Течи в 2009 г. превышала фоновый

уровень в реках России (2,4 Бк/л) примерно в 50 раз, но была на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009. По мере удаления от ПО «Маяк» объемная активность трития уменьшалась от 232 Бк/л у с. Муслимово до менее 95 Бк/л в п. Затеченское, расположенном в 237 км от источника (см. рис. 2.2).

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», за 2009 г. приведены в табл. 2.13 [9]. Из табл. 2.13 видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водах этих озер в 2009 г. колебалась от менее 0,03 до 0,25 Бк/л, а  $^{137}\text{Cs}$  – от менее 0,18 до 0,50 Бк/л. Максимальные из полученных значений объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде озер в 20 и 22 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [12] для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Озера Иртяш и Б. Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Б. Акуля и в оз. Иртяш в 2009 г. было на один – два порядка ниже УВ, однако, соответственно, в 15 и 4 раза выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР, и в 22 и 7 раз выше, чем в озерах на территории ЕТР (см. раздел 1.1).

Таблица 2.13

**Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/л (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Озеро	Объемная активность	
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Силач	< 0,03	0,21
Сунгуль	< 0,03	< 0,18
Киреты	< 0,03	0,20
Б. Касли	< 0,03	< 0,18
М. Касли	0,04	0,50
Куташи	0,03	0,30
Иртяш	0,03	< 0,18
Б. Нанога	0,04	< 0,18
М. Нанога	0,13	< 0,18
Б. Акуля	0,10	0,20
Акакуль	0,17	0,21
Увильды	< 0,03	0,18
Улагач	0,25	< 0,18
УВ по НРБ-99/2009 [12]	4,9	11

В 2009 г. ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжало наблюдения за миграцией радиоактивных веществ в подземных водах в районе расположения водоемов В-9 (оз. Карачай), В-17 (оз. Старое болото) и В-11 (см. рис. 2.2). Как и в предыдущие годы, в подземных водах было зафиксировано повышенное, по сравнению с УВ для населения, содержание  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и трития, что связано с поступлением в подземные водоносные горизонты техногенных растворов из водоемов В-9, В-17 и В-11 [9].

Результаты наблюдения [9] за содержанием радионуклидов в воде р. Мишеляк в 2009 г., долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, приведены в табл. 2.14. Из табл. 2.14 видно, что в 2009 г. объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Мишеляк оставалась на уровне 2008 г.,  $^{137}\text{Cs}$  – несколько увеличилась, трития – увеличилась в среднем в 2 раза. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и трития в воде р. Мишеляк пока ниже УВ по НРБ-99/2009 [12]: максимальное зарегистрированное значение объемной активности трития в р. Мишеляк (680 Бк/л в т. М-2 в четвертом квартале) в 11 раз ниже УВ,  $^{90}\text{Sr}$  (0,71 Бк/л в т. М-1 в первом квартале) – в 7 раз ниже УВ. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде в ряде точек на протяжении года периодически превышало УВ: во втором квартале в т. М-1 и в т. М-2 объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды составила 11,7 и 11,2 Бк/л соответственно.



Таблица 2.14

**Содержание радионуклидов в водах р. Мишеляк в 2009 г.  
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Точки наблюдения	Дата отбора проб	Объемная активность, Бк/л		
		<sup>90</sup> Sr	<sup>3</sup> H	<sup>137</sup> Cs
М-1	I квартал	0,32	<70	10,6
	II квартал	0,71	190	11,7
	III квартал	0,38	<70	<10
	IV квартал	0,42	170	<10
	Среднее: 2009 г. 2008 г.	0,46 0,47	125* 113*	10,6* <6,3
М-2	I квартал	0,63	<70	<10
	II квартал	0,60	142	11,2
	III квартал	0,38	<70	<10
	IV квартал	0,46	680	<10
	Среднее: 2009 г. 2008 г.	0,52 0,43	241* 117*	10,3* <6,3
М-3	I квартал	0,14	<70	<10
	II квартал	0,27	120	<10
	III квартал	0,27	<70	<10
	IV квартал	0,30	670	<10
	Среднее: 2009 г. 2008 г.	0,25 0,57	233* 117*	<10 <6,3
М-4	I квартал	0,14	<70	<10
	II квартал	0,21	310	<10
	III квартал	0,30	<70	<10
	IV квартал	0,20	560	<10
	Среднее: 2009 г. 2008 г.	0,21 0,33	253* 104*	<10 <6,3
УВ по НРБ-99/2009 [12]		4,9	7600	11

Примечание: \* – оценка «сверху».

С 2000 г. в ряде контрольных пунктов в 100-км зоне ПО «Маяк» Уральским УГМС проводится мониторинг содержания трития в атмосферных осадках. Анализ месячных проб осадков из этих пунктов выполняется ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Результаты определения среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках приведены в табл. 2.15.

Таблица 2.15

**Среднегодовая объемная активность трития в атмосферных осадках  
в некоторых пунктах 100-км зоны ПО «Маяк», Бк/л  
(данные НПО «Тайфун»)**

Год	Объемная активность трития					
	Челябинск	Аргаяш	Новогорный	Касли	В. Уфалей	Бродокалмак
2002	3,8	14,7	92,2	17,3	4,3	4,9
2003	-	18,5	91,9	27,4	-	-
2004	-	11,9	60,4	21,5	-	-
2005	-	19,5	108,9	21,8	-	-
2006	-	10,7	53,3	22,1	-	-
2007	-	15,8	71,4	18,2	-	-
2008	-	14,8	49,3	14,6	-	-
<b>2009</b>	-	-	<b>35,0*</b>	-	-	-

Примечание: - – отбор проб не проводился;  
\* – данные за шесть месяцев.

Из приведенных в табл. 2.15 данных видно, что источником поступления трития в атмосферу является район расположения ПО «Маяк», поскольку наибольшее значение объемной активности трития в осадках имеет место в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный. С увеличением расстояния от источника объемная активность трития в осадках быстро уменьшается. В 2009 г. усредненное за шесть месяцев содержание трития в осадках в п. Новогорный составило 35 Бк/л, что в 14 раз выше среднего значения по территории РФ (2,5 Бк/л) (см. раздел 1.1). Максимальная

среднемесячная объемная активность трития в атмосферных осадках во втором полугодии (см. табл. 2.16), зарегистрированная в сентябре, составляла 70,0 Бк/л, что в 43 раза выше фонового уровня для данного региона (~ 3 Бк/л), обусловленного глобальным источником.

Таблица 2.16

**Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/л (данные НПО «Тайфун»)**

Месяц	Новогорный, 7 км на Ю
Январь	-
Февраль	-
Март	-
Апрель	-
Май	-
Июнь	-
Июль	15,3 ± 1,1
Август	43,2 ± 1,8
Сентябрь	70,0 ± 3,0
Октябрь	62,2 ± 2,2
Ноябрь	13,0 ± 1,1
Декабрь	6,0 ± 0,9
Среднее за год	34,95

Примечание: - - проба не поступала.

### Снежный покров, растительность, почва

В марте 2009 г. в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 11 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в 10 пунктах – пробы растительности (травы). Результаты анализа этих проб на  $\Sigma\beta$  и содержание  $^{137}\text{Cs}$  приведены в табл. 2.17 [15].

Таблица 2.17

**Содержание  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах снега и растительности в зоне наблюдения ПО «Маяк» (данные Уральского УГМС)**

Пункт отбора проб	Снег, Бк/м <sup>2</sup>				Растительность, Бк/кг			
	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	10.03.2009	03.03.2008	10.03.2009	03.03.2008	28.08.2009	27.08.2008	28.08.2009	27.08.2008
Ибрагимово	26,3	13,0	2,2	0,9	294	323	2,9	3,9
Касли	19,2	43,0	1,5	1,1	392	579	4,0	4,4
Кыштым	11,5	29,7	1,4	1,0	275	493	2,2	4,1
ЛЭП-59	12,7	8,8	1,6	0,5	-	-	-	-
ЛЭП-60	-	-	-	-	298	566	2,5	6,8
Малый Куяш	23,5	24,9	2,6	1,0	361	459	4,4	6,2
Метлино	40,1	24,5	2,9	0,6	543	418	4,6	6,8
Новая Теча	11,9	40,5	2,5	3,7	438	438	4,9	4,9
Новогорный	28,5	47,2	3,0	2,1	468	498	47,1	18,3
Татыш	35,7	11,6	3,0	3,4	510	401	3,4	4,1
Урефты	25,2	-	2,4	-	-	-	-	-
Худайбердинский	23,2	12,6	2,7	1,7	530	380	4,2	9,3
Среднее по зоне наблюдения	23,2	25,6	2,3	1,6	411	455	8,0	6,9

Примечание: - - отбор проб не проводился.

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  (см. табл. 2.17) [15] в 2009 г. незначительно снизилась по сравнению с предыдущим годом, а  $^{137}\text{Cs}$  – увеличилась в 1,4 раза. Изменения содержания  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в снежном покрове, по-видимому, связаны с динамикой выбросов на ПО «Маяк». Наибольшая плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  (40,1 Бк/м<sup>2</sup>), в 1,7 раза превышающая среднее значение по зоне наблюдения, была зарегистрирована в п. Метлино, а  $^{137}\text{Cs}$  (3,0 Бк/м<sup>2</sup>), в 1,3 раза превышающая среднее значение по зоне наблюдения, – в пп. Новогорный и Татыш.

Содержание данных радионуклидов в пробах растительности (см. табл. 2.17), по данным [15], имело ту же тенденцию: в 2009 г. удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах растительности (8,0 Бк/кг), усредненная по зоне наблюдения ПО «Маяк», увеличилась в 1,2 раза, а  $\Sigma\beta$  (411 Бк/кг) – незначительно уменьшилась по сравнению с 2008 годом. Наибольшая удельная  $\Sigma\beta$  растительности (543 Бк/кг) наблюдалась, так же как и в снеге, в п. Метлино, а  $^{137}\text{Cs}$  (47,1 Бк/кг) – в п. Новогорный, что, соответственно, в 1,3 и 5,9 раза выше средних значений по зоне наблюдения.

ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2009 г. [9] также проводила отбор проб снега, растительности и почвы в зоне влияния предприятия. Удельная активность радионуклидов в снежном покрове была ниже предела обнаружения: 70 Бк/кг – для трития, 0,4 Бк/кг – для  $^{90}\text{Sr}$  [9]. Результаты анализа проб почвы и растительности приведены в табл. 2.18. В соответствии с результатами анализа содержание радионуклидов в пробах растительности в 2009 г. осталось примерно на уровне предыдущего года, изменяясь в диапазоне 20–154 Бк/кг по  $^{90}\text{Sr}$  и 19–47 Бк/кг по  $^{137}\text{Cs}$ . Наибольшая удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  наблюдалась в п. Новогорный,  $^{137}\text{Cs}$  – в г. Касли.

Таблица 2.18

**Содержание основных дозобразующих радионуклидов в пробах почвы и растительности в зоне влияния ПО «Маяк» (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт отбора проб	Почва, кБк/м <sup>2</sup>						Растительность, Бк/кг			
	$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$		Pu*		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Зона наблюдения										
г. Озерск	10	12	14	15	2,0	2,2	50	55	45	50
г. Озерск, пос. № 2	13	14	10	10	3,3	3,3	80	90	32	28
п. Новогорный	9	40	22	51	1,5	2,1	154	163	30	25
п. Метлино	25	23	18	19	2,1	2,4	56	54	29	30
г. Касли	15	14	18	19	1,3	1,2	20	21	47	49
п. Красный партизан	24	27	36	35	0,7	0,8	90	95	27	24
п. Б. Куяш	18	16	19	17	1,0	0,8	28	25	20	21
д. Т. Карabolка	13	14	10	7,2	0,6	0,7	53	49	30	35
д. Сарыкульмяк	45	42	67	61	1,2	0,7	51	54	20	19
п. Башакуль	18	14	23	20	0,8	0,5	36	38	43	47
с. Калининское	35	32	17	11	1,4	1,0	66	72	19	25
п. Худайбердинский	9	14	28	27	1,5	1,3	69	76	28	23
п. Аргаяш	16	15	19	24	1,4	1,0	30	33	28	29
г. Кыштым	15	12	16	14	1,1	0,7	32	36	22	24
п. Слюдорудник	7,2	9,7	10	14	0,6	0,8	25	23	21	27
Среднее по зоне наблюдения	18,1	19,9	21,8	22,9	1,4	1,3	56	59	29	30
Зона аварийного загрязнения территории, вне ЗН ПО «Маяк»										
с. Багаряк (ВУРС)	10	7,0	12	11	0,6	0,5	71	68	25	23
с. Булзи (ВУРС)	-	7,0	-	9,4	-	0,5	26	25	15	14
с. Муслумово (р. Теча)	16	14	22	20	1,0	0,7	22	26	23	27
с. Щелкун (ВУРС)	9,0	8,0	13	15	0,7	0,5	30	28	34	30
п. Кунашак (след 1967 г.)	9,0	7,0	14	10	0,7	0,5	21	20	25	24
Среднее по зоне аварийного загрязнения территории	11,0	8,6	15,3	13,1	0,8	0,5	34	33	24	24
Зона влияния, вне ЗН ПО «Маяк»										
г. В. Уфалей	7,0	7,0	4,0	4,4	0,4	0,4	18	10	15	17
Глобальный уровень	1,3		2,2		0,11					

Примечание: \* – сумма нуклидов плутония;  
 - – отбор проб не проводился.

Уровни загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и изотопами плутония (табл. 2.18) [9] изменяются в широком диапазоне. Наибольшая плотность загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$  (45 кБк/м<sup>2</sup>) и  $^{137}\text{Cs}$  (67 кБк/м<sup>2</sup>) в 2009 г., как и ранее, наблюдалась в д. Сарыкульмяк; изотопами плутония (3,3 кБк/м<sup>2</sup>) – в г. Озерск (поселок № 2). В среднем уровни загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в ЗН ПО «Маяк» превышают глобальные уровни на порядок величины и более. Высокие уровни загрязнения почвы радионуклидами обусловлены упомянутыми радиационными авариями 1957 и 1967 гг.

В населенных пунктах зоны влияния ЦЗЛ ПО «Маяк» регулярно проводится контроль за уровнями радиоактивного загрязнения производимой в частном секторе сельскохозяйственной продукции (молоко, картофель), результаты которого представлены в табл. 2.19 [9]. Содержание радионуклидов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) в основных продуктах питания местного производства (частный сектор) на один – три порядка ниже допустимых уровней удельной активности, установленных Санитарными правилами и нормами [19].

Таблица 2.19

**Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2009 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Молоко		Картофель	
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
п. Метлино	0,6	0,9	0,6	0,6
п. Новогорный	1,2	0,7	0,9	0,6
г. Озерск (пос. № 2)	0,8	1,0	1,3	1,4
г. Касли	0,5	0,3	1,2	2,0
п. Красный партизан	-	-	1,3	1,4
п. Б. Куяш	-	-	0,6	1,0
с. Татарская Караболка	1,4	0,8	1,1	2,1
с. Сарыкульмяк	1,1	0,7	0,9	3,7
п. Башакуль	0,6	0,5	0,4	1,0
п. Худайбердинский	1,0	0,6	0,5	0,5
п. Аргаяш	0,1	0,2	1,2	2,0
г. Кыштым	0,5	0,3	1,8	3,6
с. Багаряк	0,6	1,7	0,7	2,1
с. Булзи	-	-	1,8	3,6
с. Муслумово	0,6	0,6	1,4	2,6
СанПиН-01 [19]	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>120</b>

Примечание: - – отбор проб не проводился.

### Радиационный фон на местности

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г., по данным Уральского УГМС [15, 20], находились в пределах 10–13 мкР/ч (при среднем значении 11 мкР/ч) и не отличались от данных за последние несколько лет и естественного  $\gamma$ -фона для Уральского региона. Максимальные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч. По данным [9], среднегодовые значения МЭД в ЗН ПО «Маяк» также соответствовали уровню естественного  $\gamma$ -фона, изменяясь в диапазоне 9–14 мкР/ч. Индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк», в 2009 г. составляла 0,06–0,22 мЗв/год [9].

Подводя итоги, можно сказать, что в 2009 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжала оставаться сложной. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и трития в воде исследуемых рек осталось на уровне 2008 г. и значительно превышало фоновые уровни. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (с. Муслумово) на три порядка превышала региональный фоновый уровень и была

в 2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009; объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и трития была на один – два порядка ниже УВ.

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы п. Кыштым, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк» (8 км в западном направлении), в 2009 г. увеличилась в 1,3 раза и по-прежнему превышала фоновый уровень по территории АТР в 4 раза. Наблюдаемые уровни загрязнения приземной атмосферы на семь порядков ниже  $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$  по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения техногенных радионуклидов в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» заметно превышали фоновые для Уральского региона: по  $^{90}\text{Sr}$  – в 2,5 раза, по  $^{137}\text{Cs}$  – в 34 раза. Содержание трития в осадках было ниже, чем в 2008 г., но в 14 раз превышало среднее значение по территории РФ.

Наблюдается загрязнение подземных вод радионуклидами и расширение ареала загрязнения.

### 2.3. Горно-химический комбинат и Электрохимический завод

На территории Красноярского края основным источником радиоактивного загрязнения природной среды является ФГУП «Горно-химический комбинат» (ГХК), расположенный на правом берегу р. Енисей в 9 км от г. Железногорска и в 60 км ниже по течению реки от г. Красноярска.

В 70 км от ГХК и в 100 км восточнее г. Красноярска на берегу р. Кан в ЗАТО г. Зеленогорск (с численностью населения около 70 тыс. человек) расположено ОАО «ПО «Электрохимический завод» (ЭХЗ), основным направлением деятельности которого являются производство обогащенного урана (с 1962 г. – высокообогащенного урана, с 1988 г. – низкообогащенного урана до 5 % для АЭС), выпуск стабильных и радиоактивных изотопов различных элементов (с 1971 г.), а также выпуск ряда бытовых и промышленных товаров [21]. ЭХЗ по потенциальной радиационной опасности относится к третьей категории [21], т.е. радиационное воздействие при аварии ограничивается территорией объекта. В соответствии с ОСПОРБ-99 [13] санитарно-защитная зона для таких объектов ограничивается промплощадкой, а зона наблюдения не устанавливается.

Основными видами воздействия ЭХЗ на окружающую среду являются выбросы радионуклидов и вредных химических веществ в атмосферный воздух, долговременное размещение РАО, сброс сточных вод в поверхностные водоемы [21]. В 2009 г. ЭХЗ в воздух было выброшено  $2,22 \cdot 10^8$  Бк (в 1,8 раза больше, чем в 2008 г.) изотопов урана, что составляет 6 % от величины допустимого выброса [1]. Объемная  $\Sigma\alpha$  изотопов  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  и  $^{234}\text{U}$  в сбросах, осуществляемых в р. Кан, не превышает 0,2 Бк/л [21], что соответствует нормативу, установленному в НРБ-99/2009 [12]. По данным Средне-сибирского УГМС, в пробах воды из р. Кан, отобранных в п. Подпорог ниже по течению от сбросов сточных вод ЭХЗ, объемная  $\Sigma\beta$  воды в 2009 г. [22] была близка к нормативу 1 Бк/л по НРБ-99/2009 и составляла 0,98 Бк/л, а в 2008 г. была выше норматива (1,52 Бк/л). Мощность дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ ЭХЗ и близлежащих населенных пунктах, по данным АСКРО ЭХЗ, находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона (12–14 мкР/ч) [21].

ГХК занимает площадь около  $360 \text{ км}^2$  вдоль берега реки. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет  $56 \text{ км}^2$  [22]. СЗЗ комбината вытянута вдоль правого берега реки и имеет форму,

представленную на рис. 2.3. В 20-км зоне наблюдения комбината проживает около 110 тыс. человек. Основная часть населения (примерно 102 тыс. человек) проживает в ЗАТО г. Железногорск. Остальные населенные пункты 20-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. 2.3) на левом берегу р. Енисей в 1 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и д. Большой Бальчуг с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 11 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод) [23].

Комбинат создавался исключительно 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. Помимо выработки тепловой и электрической энергии, на комбинате производится продукция гражданского назначения (монокристаллический кремний, электроды, медицинские препараты и др.).

Основные производства комбината размещены на правом берегу р. Енисей по обе стороны р. Шумихи (рис. 2.3) 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 прямо-точных 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 [3]. По состоянию на 2009 г. на ГХК работал один двухцелевой промышленный уран-графитовый реактор АДЭ-2 для производства тепла и электроэнергии, имеющий замкнутый контур и работающий в энергетическом режиме с момента сдачи в эксплуатацию в 1964 году. В соответствии с Соглашением 1997 г. между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, АДЭ-2 должен быть остановлен после создания замещающих энергетических мощностей.

Радиохимический завод введен в эксплуатацию в 1964 г. для переработки облученных в промышленных реакторах урановых блоков с целью извлечения из них урана (для последующего использования при изготовлении исходного топлива для энергетических реакторов) и плутония (для подготовки ядерных боезарядов). 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». Радиохимический завод после остановки реактора АДЭ-2 должен переработать весь облученный уран и закончить переработку и утилизацию всех накопленных за период более чем сорокапятилетней эксплуатации жидких высокоактивных и среднеактивных отходов и пульп с переводом нерастворимых осадков в формы, пригодные для захоронения.

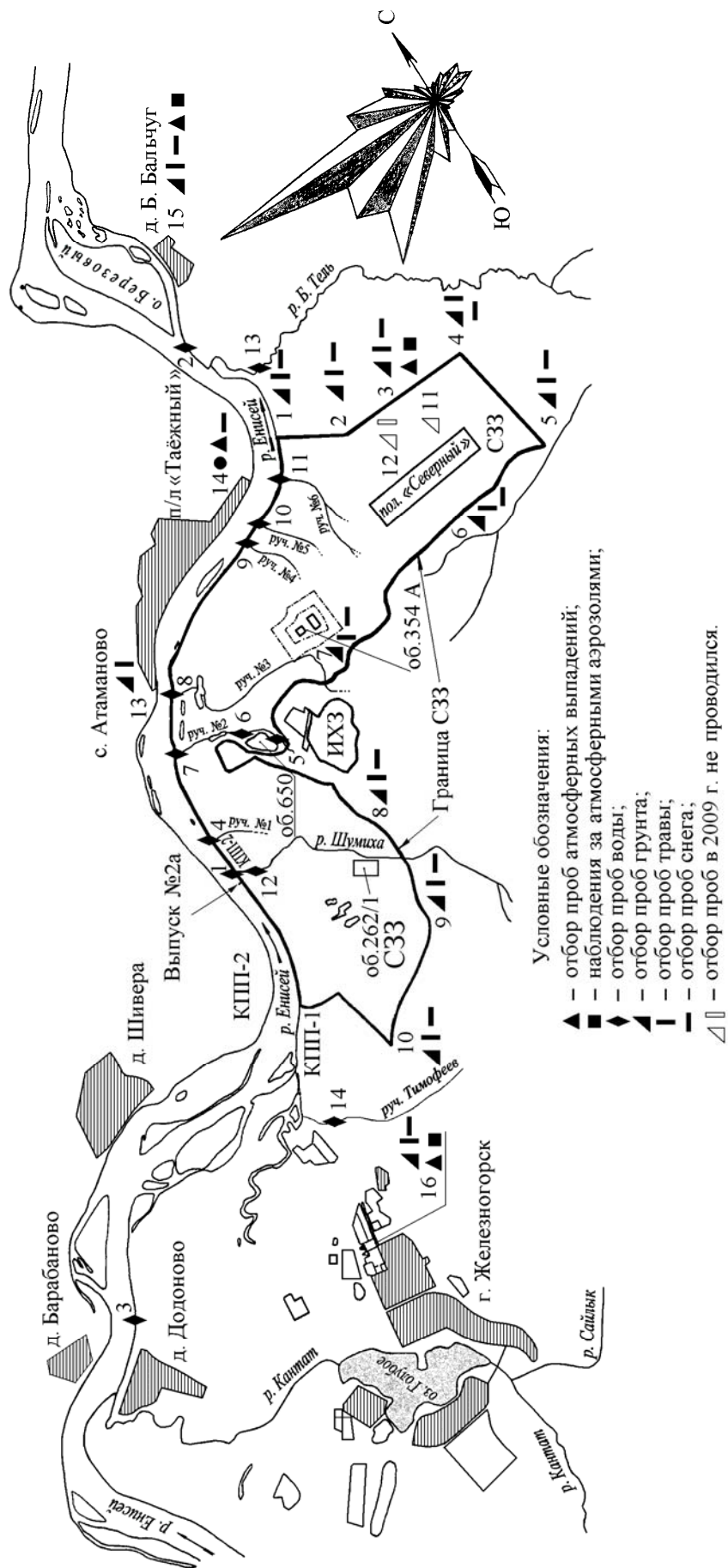


Рис. 2.3. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК

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 2–3 км от комбината вниз по течению реки в сторону д. Большой Бальчуг (рис. 2.3). Границы полигона удалены на расстояние 2,5–4 км от основных водных артерий. Суммарная площадь горного отвода под полигон составляет примерно 45 км<sup>2</sup>, объем подземного пространства – около 11 000 м<sup>3</sup> [22]. ЖРО ядерных реакторов и радиохимического производства подаются на полигон по магистральному трубопроводу длиной 15 км и закачиваются в геологические формации – подземные горизонты на глубину 180–280 м (ЖРО низкого уровня активности) и 350–550 м (ЖРО среднего уровня активности), изолированные от водоносных горизонтов и дневной поверхности водоупорными породами. При этом производится одновременная откачка пластовых подземных вод и контроль степени их чистоты [24].

Запланированный ранее изотопно-химический завод РТ-2, предназначенный для приема, временной выдержки и последующей переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с атомных электростанций, окончательно не построен [22]. Первая очередь завода – комплекс хранилища ОЯТ (хранилище «мокрого» типа для ОЯТ промышленных реакторов и реакторов типа ВВЭР-1000) со вспомогательными зданиями и сооружениями принят в эксплуатацию в 1985 году. Емкость хранилища составляет 6000 т. В настоящее время ведутся работы по подготовке к реконструкции «мокрого» хранилища [3] с увеличением емкости хранилища до 8600 т. 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. Система водоснабжения хранилища замкнутая, без сброса воды в окружающую среду. В настоящее время на территории ГХК строится хранилище ОЯТ «сухого» типа проектной емкостью 38000 т для ОЯТ реакторов типа ВВЭР-1000 и РБМК-1000 [3].

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территорий СЗЗ и ЗН загрязнены радионуклидами. По состоянию на 01.01.2010 г. площади фактически загрязненных участков составили 4,191 км<sup>2</sup>, из них в зоне наблюдения 0,215 км<sup>2</sup> [1]. Подробные данные о загрязнении территории ГХК приведены в Приложении 2.

Основными источниками поступления радионуклидов в окружающую среду на ГХК являются газоаэрозольные выбросы в атмосферу и жидкие сбросы реакторного и радиохимического производств, а также ветровой вынос радионуклидов с поверхности открытых бассейнов-хранилищ радиоактивных отходов, расположенных на промплощадке комбината. Согласно [23], в 2009 г. все производства на ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных Минприроды России норм по выбросам и сбросам радионуклидов.



Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются многоступенчатой очистке на очистных сооружениях комбината. По данным [1], представленным в табл. 2.20, в 2009 г. годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов на ГХК составляли 0,3 % ( $^{51}\text{Cr}$ ) – 35 % ( $^{46}\text{Sc}$ ) от величины допустимых выбросов. Выбросы большинства радионуклидов увеличились в 1,2–11,9 раза; выбросы  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ , суммы нуклидов I, суммы нуклидов Eu остались примерно на уровне 2008 года.

Таблица 2.20

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{32}\text{P}$	$5,60 \cdot 10^{11}$	$3,75 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$+ 2,70 \cdot 10^{10}$
$^{46}\text{Sc}$	$1,00 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^6$	$1,34 \cdot 10^6$	$+ 2,16 \cdot 10^6$
$^{51}\text{Cr}$	$4,30 \cdot 10^{10}$	$1,46 \cdot 10^8$	$1,69 \cdot 10^8$	$- 2,30 \cdot 10^7$
$^{54}\text{Mn}$	$3,00 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^7$	$1,92 \cdot 10^6$	$+ 8,98 \cdot 10^6$
$^{59}\text{Fe}$	$1,00 \cdot 10^8$	$3,91 \cdot 10^6$	$4,00 \cdot 10^6$	$- 9,00 \cdot 10^4$
$^{58}\text{Co}$	$3,06 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^8$	$2,40 \cdot 10^7$	$+ 1,11 \cdot 10^8$
$^{60}\text{Co}$	$3,08 \cdot 10^9$	$9,06 \cdot 10^7$	$2,81 \cdot 10^7$	$+ 6,25 \cdot 10^7$
$^{65}\text{Zn}$	$5,00 \cdot 10^8$	$3,37 \cdot 10^6$	$8,33 \cdot 10^6$	$- 4,96 \cdot 10^6$
$^{89, 90}\text{Sr}$	$2,67 \cdot 10^{10}$	$3,87 \cdot 10^8$	$3,28 \cdot 10^8$	$+ 5,90 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,20 \cdot 10^9$	$5,53 \cdot 10^8$	$9,36 \cdot 10^7$	$+ 4,59 \cdot 10^8$
$^{103, 106}\text{Ru}$	$8,28 \cdot 10^{10}$	$4,99 \cdot 10^8$	$4,17 \cdot 10^8$	$+ 8,20 \cdot 10^7$
Сумма нуклидов I	$1,56 \cdot 10^{10}$	$4,62 \cdot 10^8$	$5,04 \cdot 10^8$	$- 4,20 \cdot 10^7$
$^{134}\text{Cs}$	$7,20 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$5,24 \cdot 10^6$	$+ 5,36 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$6,21 \cdot 10^9$	$2,83 \cdot 10^8$	$1,77 \cdot 10^8$	$+ 1,06 \cdot 10^8$
$^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$	$5,00 \cdot 10^8$	$1,42 \cdot 10^8$	$1,19 \cdot 10^7$	$+ 1,30 \cdot 10^8$
$^{141, 144}\text{Ce}$	$7,12 \cdot 10^{10}$	$1,35 \cdot 10^9$	$1,00 \cdot 10^9$	$+ 3,50 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов Eu	$3,00 \cdot 10^8$	$2,00 \cdot 10^6$	$2,00 \cdot 10^6$	-
Сумма нуклидов Pu	$1,39 \cdot 10^9$	$3,33 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^7$	$+ 2,08 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$7,53 \cdot 10^{15}$	$1,57 \cdot 10^{15}$	$2,00 \cdot 10^{15}$	$- 4,3 \cdot 10^{14}$

Зона наблюдения комбината состоит из территории радиусом 20 км вокруг места расположения основного источника выбросов (объект 262/1, см. рис. 2.3) и 1000 км поймы р. Енисей вниз по течению реки от места сброса сточных вод [23]. Работавшие до 1992 г. прямоточные реакторы АД и АДЭ-1 за период эксплуатации (с 1958 г. и с 1961 г. соответственно) являлись в течение более 40 лет основными источниками поступления радионуклидов в р. Енисей. В настоящее время в р. Енисей сбрасываются воды охлаждения каналов СУЗ энергетического реактора АДЭ-2, а также трапные воды реакторного и радиохимического производств. 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 [22].

Сбросы всех радионуклидов в р. Енисей в 2009 г., представленные в табл. 2.21 [1], не превышали установленных нормативов и находились в пределах 0,2 % ( $^{124}\text{Sb}$ ) – 48 % ( $^{64}\text{Cu}$ ) от допустимых сбросов. Сбросы большинства радионуклидов в 2009 г. уменьшились в 1,2–1,8 раза. Годовые сбросы  $^{89,90}\text{Sr}$  и  $^{141}\text{Ce}+^{144}\text{Ce}$  увеличились в 1,2 раза. Сбросы  $^{32}\text{P}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$ ,  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{239}\text{Np}$  и суммы нуклидов Eu остались практически на уровне 2008 года. Основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили короткоживущие радионуклиды:  $^{24}\text{Na}$  с периодом полураспада 15 часов,  $^{32}\text{P}$  с периодом полураспада 14,3 суток,  $^{64}\text{Cu}$  с периодом полураспада 12,7 часов и  $^{239}\text{Np}$  с периодом полураспада 2,36 суток.

Таблица 2.21

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ГХК в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{24}\text{Na}$	$1,85 \cdot 10^{14}$	$4,58 \cdot 10^{13}$	$6,62 \cdot 10^{13}$	$- 2,04 \cdot 10^{13}$
$^{32}\text{P}$	$2,22 \cdot 10^{13}$	$7,35 \cdot 10^{12}$	$8,21 \cdot 10^{12}$	$- 8,60 \cdot 10^{11}$
$^{46}\text{Sc}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$3,50 \cdot 10^{10}$	$4,58 \cdot 10^{10}$	$- 1,08 \cdot 10^{10}$
$^{51}\text{Cr}$	$1,48 \cdot 10^{13}$	$5,58 \cdot 10^{11}$	$9,03 \cdot 10^{11}$	$- 3,45 \cdot 10^{11}$
$^{54}\text{Mn}$	$1,48 \cdot 10^{11}$	$2,17 \cdot 10^9$	$2,22 \cdot 10^9$	$- 5,00 \cdot 10^7$
$^{58}\text{Co}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$5,53 \cdot 10^9$	$6,39 \cdot 10^9$	$- 8,60 \cdot 10^8$
$^{59}\text{Fe}$	$1,85 \cdot 10^{11}$	$2,60 \cdot 10^{10}$	$3,63 \cdot 10^{10}$	$- 1,03 \cdot 10^{10}$
$^{60}\text{Co}$	$3,74 \cdot 10^{11}$	$3,16 \cdot 10^{10}$	$4,03 \cdot 10^{10}$	$- 8,70 \cdot 10^9$
$^{64}\text{Cu}$	$5,55 \cdot 10^{12}$	$2,67 \cdot 10^{12}$	$3,43 \cdot 10^{12}$	$- 7,60 \cdot 10^{11}$
$^{65}\text{Zn}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,78 \cdot 10^{10}$	$2,17 \cdot 10^{10}$	$- 3,90 \cdot 10^9$
$^{76}\text{As}$	$5,55 \cdot 10^{12}$	$6,59 \cdot 10^{11}$	$6,00 \cdot 10^{11}$	$+ 5,90 \cdot 10^{10}$
$^{89,90}\text{Sr}$	$8,14 \cdot 10^{10}$	$1,31 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$+ 2,60 \cdot 10^9$
$^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$	$7,40 \cdot 10^{11}$	$9,64 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$- 8,60 \cdot 10^8$
$^{103}\text{Ru}+^{106}\text{Ru}$	$5,74 \cdot 10^{11}$	$6,41 \cdot 10^9$	$1,09 \cdot 10^{10}$	$- 4,49 \cdot 10^9$
$^{124}\text{Sb}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,42 \cdot 10^8$	$7,42 \cdot 10^8$	-
Сумма нуклидов I	$5,55 \cdot 10^{11}$	$2,03 \cdot 10^{10}$	$2,89 \cdot 10^{10}$	$- 8,60 \cdot 10^9$
$^{134}\text{Cs}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$4,86 \cdot 10^8$	$8,02 \cdot 10^8$	$- 3,16 \cdot 10^8$
$^{137}\text{Cs}$	$1,15 \cdot 10^{11}$	$7,91 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$- 6,49 \cdot 10^9$
$^{140}\text{Ba}+^{140}\text{La}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,92 \cdot 10^{10}$	$2,47 \cdot 10^{10}$	$- 5,50 \cdot 10^9$
$^{141}\text{Ce}+^{144}\text{Ce}$	$5,55 \cdot 10^{11}$	$1,62 \cdot 10^{10}$	$1,31 \cdot 10^{10}$	$+ 3,10 \cdot 10^9$
Сумма нуклидов Eu	$2,22 \cdot 10^{11}$	$4,96 \cdot 10^9$	$4,83 \cdot 10^9$	$+ 1,30 \cdot 10^8$
$^{239}\text{Np}$	$7,40 \cdot 10^{12}$	$2,02 \cdot 10^{12}$	$2,02 \cdot 10^{12}$	-

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК [23]. В 2009 г. Радиоэкологическим центром ГХК контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (см. рис. 2.3):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха на трех стационарных пунктах наблюдения, расположенных на расстоянии до 15 км от основного источника выбросов (объект 262/1) с учетом розы ветров. Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ производительностью 300 м<sup>3</sup>/ч на фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с экспозицией 6–9 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений в четырех пунктах, расположенных в радиусе до 15 км от ГХК (один – в СЗЗ, три – в ЗН), и в двух фоновых точках на расстоянии около 70 км (п. Емельяново и д. Сухая). Пробы отбирались с экспозицией 6–9 суток (в фоновых точках – с экспозицией один месяц) с помощью металлических кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, дно которых выстилалось марлевым планшетом. В каждом пункте контроля размещалось по две кюветы;
- содержание радионуклидов в почве и растительности в 15 пунктах, два из которых фоновые;
- содержание радионуклидов в снеге в 15 точках, две из которых фоновые;

– объемная активность радионуклидов в воде р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецнализации;

– мощность эквивалентной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения во время маршрутных обследований, а также с помощью системы АСКРО ГХК, состоящей из 10 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 четыре раза в сутки (каждые шесть часов).

Суммарная  $\beta$ -активность проб природной среды измерялась на радиометрах КРК-1. Содержание  $\gamma$ -излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре. Содержание  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$  определялось радиохимическими методами. Для измерения мощности дозы  $\gamma$ -излучения на местности использовался дозиметр ДКГ-02У.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС. В 2009 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения [22]:

– за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы в четырех пунктах (рис. 2.4) путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ с расходом  $4800 \text{ м}^3/\text{ч}$  на фильтр ФПП-15-1,5;

– за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 2.4) с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;

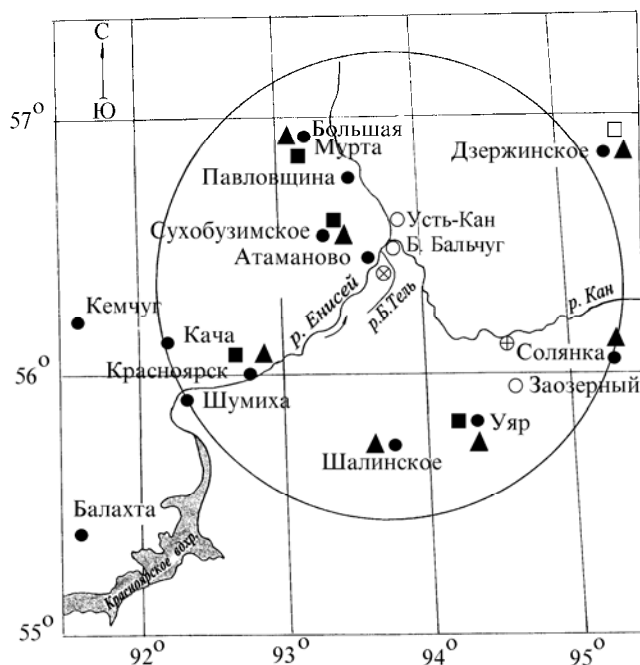


Рис. 2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ГХК:

- ⊗ – ГХК;
- ⊕ – ЭХЗ;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- □ – планируемые наблюдения

- за содержанием радионуклидов в почве и снеге во время маршрутных обследований (рис. 2.5) в пунктах, расположенных в разных направлениях от комбината в радиусе до 30 км;
- за объемной активностью радионуклидов в воде р. Енисей и других рек 100-км зоны во время маршрутных обследований;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 11 метеостанциях (четыре раза в сутки) и двух гидропостах (два раза в сутки), а также при проведении маршрутной  $\gamma$ -съемки по пяти маршрутам.



Рис. 2.5. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны ГХК

Измерения  $\Sigma\beta$  в пробах производились на универсальных радиометрах РУБ-01П5 и РУБ-01П с детектором БДЖБ-05П1,  $\gamma$ -спектрометрический анализ – на сцинтиляционном радиометре-спектрометре РСУ-01 «Сигнал». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось региональной радиометрической лабораторией Западно-Сибирского УГМС радиохимическим методом с последующим измерением на малофоновой установке РТ-10. Измерение мощности дозы  $\gamma$ -излучения проводились дозиметрами ДРГ-01Т1.

### Приземная атмосфера

В табл. 2.22 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной  $\Sigma\beta$  в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных [23] и суточных проб [22]. Из табл. 2.22 видно, что объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха уменьшается с увеличением расстояния от ГХК. Объемная  $\Sigma\beta$  радионуклидов в воздухе на границе СЗЗ ГХК в 2009 г. увеличилась в 1,4 раза, по сравнению с 2008 г., и была в 6,5 раз выше, чем в г. Красноярске (опытное поле), в ЗН – осталась практически на уровне предыдущего года и была в 5 раз выше, чем в г. Красноярске. Наибольшая среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха СЗЗ наблюдалась в мае

и составляла  $420 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> [23]. В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК, по данным Среднесибирского УГМС [22], среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе изменялись в течение года в диапазоне от  $5 \cdot 10^{-5}$  до  $104 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в п. Уяр снизились в 1,4 раза, по сравнению с предыдущим годом, в пп. Красноярск и Большая Мурта – остались примерно на уровне 2008 г., в п. Сухобузимское – увеличились в 1,5 раза. При этом в пп. Уяр и Красноярск значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе были примерно на одном уровне и не превышали средневзвешенное значение объемной  $\Sigma\beta$  по территории РФ ( $17,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), а в пунктах, расположенных в северо-западном направлении от ГХК (Большая Мурта и Сухобузимское), были, соответственно, в 1,5 и 4 раза выше, чем в п. Красноярск.

Таблица 2.22

**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 2009 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Радиоэкологического центра [23] (рис. 2.3) и Среднесибирского УГМС [22] (рис. 2.4))**

Месяц	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1							
	10 км на СВ, граница СЗЗ, т. 3*	15 км на ССВ, д. Большой Бальчуг, ЗН, т. 15*	9 км на ЮЗ, г. Железнодорожск, ЗН, т. 16*	60 км на ЮЗ, г. Красноярск, опытное поле	26 км на СЗ, Сухобузимское	67 км на ССЗ, Большая Мурта	72 км на ЮВ, Уяр	
Январь	с	97	153	121	16	104	27	10
	м	130	180	160	46	292	81	24
Февраль	с	127	92	99	16	67	26	13
	м	170	120	170	60	147	78	31
Март	с	55	58	53	10	54	28	14
	м	88	91	85	26	125	53	78
Апрель	с	44	49	53	11	35	21	11
	м	59	68	67	19	77	52	32
Май	с	190	44	51	9	28	16	9
	м	420	53	70	19	65	39	27
Июнь	с	77	31	28	8	20	13	8
	м	120	39	42	25	71	46	24
Июль	с	33	49	37	12	30	24	11
	м	54	80	55	23	78	59	24
Август	с	48	35	33	9	26	13	7
	м	53	50	46	19	62	35	22
Сентябрь	с	38	40	31	8	28	11	7
	м	42	46	40	14	61	29	28
Октябрь	с	52	39	41	7	30	9	5
	м	99	84	75	22	139	31	18
Ноябрь	с	71	70	73	17	54	9	13
	м	94	140	100	53	145	19	39
Декабрь	с	31	33	34	13	55	8	8
	м	50	52	96	38	166	15	40
Среднее:								
2009 г.		<b>72</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>11</b>	<b>44</b>	<b>17</b>	<b>10</b>
2008 г.		52	55	50	11	29	19	14

Примечание: \* – данные Радиоэкологического центра ГХК.

В 2009 г. в 100-км зоне ГХК было зарегистрировано три случая пятикратного и более превышения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым уровнем предыдущего месяца [22]: 4–5 марта и 17–18 ноября в п. Уяр ( $78 \cdot 10^{-5}$  и  $39 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно при фоновых значениях за предыдущий месяц  $13 \cdot 10^{-5}$  и  $5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и 14–15 ноября в п. Красноярск ( $53 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при фоновом значении за предыдущий месяц  $7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальное среднесуточное значение объемной  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ГХК в 2009 г. было зарегистрировано на станции Сухобузимское 14–15 января и составило  $292 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>

при фоновом значении за предыдущий месяц  $58,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиоэкологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН [23], представлены в табл. 2.23. Для сравнения в таблице приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99/2009 [12]. Из табл. 2.23 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность большинства радионуклидов (продуктов деления и нейтронной активации) была ниже предела обнаружения используемой аппаратуры. В 2009 г. в воздухе СЗЗ значительно увеличилось содержание <sup>106</sup>Ru (в 12 раз). Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе СЗЗ увеличилась, по сравнению с 2008 г., в 1,3 раза, в ЗН – осталась на уровне предыдущего года, при этом содержание <sup>137</sup>Cs в воздухе СЗЗ превышало средневзвешенную по территории Западной Сибири объемную активность: в СЗЗ – в 17 раз, в ЗН – в 2,4 раза. Содержание  $\alpha$ -активных радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН ГХК увеличилось в 1,3–1,5 раза, хотя содержание <sup>239,240</sup>Pu в СЗЗ снизилось в 3,9 раза, а в ЗН – в среднем осталось на уровне 2008 года. Однако, как видно из табл. 2.23, самые высокие из зарегистрированных объемных активностей радионуклидов были существенно ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [12].

Таблица 2.23

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1 (рис. 2.3)						ДОО <sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009, Бк/м <sup>3</sup>
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3		15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг ЗН, т. 15		9 км на юго-запад, г. Железногорск ЗН, т. 16		
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>60</sup> Co	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	11
<sup>90</sup> Sr	< 200	26*	< 200	3,2*	< 200	4,5*	2,7
<sup>95</sup> Zr	65	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	23
<sup>95</sup> Nb	310	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	72
<sup>103</sup> Ru	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	46
<sup>106</sup> Ru	530	45	< 20	< 20	< 20	< 20	4,4
<sup>131</sup> I	< 200	< 200	< 200	< 200	< 200	< 200	7,3
<sup>137</sup> Cs	57	43	7,8	8,3	< 5	< 10	27
<sup>140</sup> Ba	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400	< 400	22
<sup>141</sup> Ce	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	33
<sup>144</sup> Ce	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	< 60	3,3
<sup>239,240</sup> Pu	1,0	3,9	3,5	2,0	3,1	5,2	$2,5 \cdot 10^{-3}$
$\Sigma\alpha$	580	390	700	520	750	510	-
$\Sigma\beta$	7200	5200	5800	5500	5500	5000	-

Примечание: \* – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 году.

В табл. 2.24 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК (рис. 2.4), проведенного ИПМ ГУ «НПО «Гайфун» и Западно-Сибирским УГМС [25]. Из табл. 2.24 видно, что содержание <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы 100-км зоны ГХК, так же как и по территории Западной Сибири, постепенно уменьшается. В 2009 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в п. Большая Мурта несколько увеличилась, по сравнению с 2008 г., а в остальных пунктах наблюдения уменьшилась: в пп. Сухобузимское и Уяр – в 1,2 раза, в п. Красноярск – в 2,7 раза и не превышала средневзвешенного значения для территории Западной Сибири ( $3,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Самая

высокая среднеквартальная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в пробах, отобранных в первом квартале в п. Большая Мурта ( $4,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), там же наблюдалась максимальная среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), однако эти величины были значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99/2009 ( $\text{ДОО}_{\text{НАС.}} = 27$  Бк/м<sup>3</sup>) [12]. Из сравнения данных табл. 2.24 и 2.23 следует, что объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы на расстоянии от источника более 25 км в 3–80 раз ниже, чем в СЗЗ и ЗН.

Таблица 2.24

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы  
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2005–2009 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>  
(данные НПО «Тайфун» и Западно-Сибирского УГМС)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Большая Мурта	2005	4,4	8,2	н	9,0	5,6	4,8
	2006	н	5,8	2,3	2,9	3,0	3,3
	2007	2,4	2,3	3,4	3,2	2,8	3,4*
	2008	3,5	1,0	2,0	2,2	2,2	2,2
	<b>2009</b>	<b>4,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,3</b>
Красноярск (опытное поле)	2005	11,9	25,7	н	н	9,4	4,8
	2006	н	3,7	3,7	1,7	2,5	3,3
	2007	1,9	0,8	0,18	1,0	1,0	3,4*
	2008	1,7	3,4	1,0	1,3	1,9	2,2
	<b>2009</b>	<b>1,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,7</b>	<b>3,3</b>
Сухобузимское	2005	2,2	13,5	8,3	6,3	7,6	4,8
	2006	9,3	5,2	2,5	2,2	4,8	3,3
	2007	3,2	3,2	3,6	2,1	3,0	3,4*
	2008	2,7	5,5	0,6	2,0	2,7	2,2
	<b>2009</b>	<b>2,5</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2,2</b>	<b>3,3</b>
Уяр	2005	5,3	9,8	н	6,6	5,7	4,8
	2006	5,0	2,8	1,1	1,5	2,6	3,3
	2007	1,5	1,0	2,5	1,1	1,5	3,4*
	2008	0,8	1,5	1,5	0,9	1,2	2,2
	<b>2009</b>	<b>0,6</b>	<b>1,3</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>3,3</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Большая Мурта	2005	3,2	1,3	2,0	0,8	1,8	2,1
	2006	1,0	2,2	1,4	0,6	1,3	2,4
	2007	0,5	1,4	1,5	1,3	1,2	2,0
	2008	0,6	1,9	1,3	1,0	1,2	1,8
	<b>2009</b>	<b>1,4</b>	<b>3,4</b>	<b>2,3</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>
Красноярск (опытное поле)	2005	1,4	1,1	1,3	1,1	1,2	2,1
	2006	0,7	1,3	1,5	1,3	1,2	2,4
	2007	2,2	1,5	0,9	2,2	1,7	2,0
	2008	2,7	1,9	0,9	2,6	2,0	1,8
	<b>2009</b>	<b>2,3</b>	<b>3,0</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>	<b>2,2</b>
Сухобузимское	2005	1,9	1,2	6,4	1,3	2,7	2,1
	2006	1,0	6,4	3,3	1,0	2,9	2,4
	2007	2,1	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0
	2008	1,5	3,1	1,8	1,1	1,9	1,8
	<b>2009</b>	<b>1,2</b>	<b>3,1</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>
Уяр	2005	1,2	0,9	1,5	1,0	1,2	2,1
	2006	1,1	2,4	2,4	1,2	1,8	2,4
	2007	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	2,0
	2008	0,4	0,8	0,3	0,4	0,5	1,8
	<b>2009</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>2,2</b>

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

\* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV кварталы 2007 года [17].

В 2009 г. в 100-км зоне ГХК среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  (табл. 2.24) изменялась в пределах от  $0,6 \cdot 10^{-7}$  до  $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и находилась на уровне или ниже средневзвешенного значения

по территории Западной Сибири  $2,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на семь порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ( $DOA_{НАС.} = 2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) [12].

### Радиоактивные выпадения

В 2009 г. Радиоэкологическим центром ГХК [23] осуществлялся контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах контроля 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 [23],  $\Sigma\beta$  выпадений во всех пунктах наблюдения снизилась в 1,4–1,8 раза. Наибольшие годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г., как и ранее, наблюдались в п/л «Гаежный», расположенном в 8 км на север от ГХК (рис. 2.3), и были несколько выше годовых выпадений в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях регистрировался <sup>137</sup>Cs. В 2009 г. выпадения <sup>137</sup>Cs в северо-восточном направлении от ГХК в СЗЗ и ЗН увеличились, по сравнению с 2008 г., в 1,3 и 2,2 раза соответственно, в других направлениях, – как в ЗН, так и в фоновых точках – уменьшились примерно в 2 раза. Выпадения <sup>137</sup>Cs в пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината, превышали значения в фоновых точках.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2009 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах [22]. Расположение пунктов отбора проб приведено на рис. 2.4. Среднемесячные и максимальные за каждый месяц суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ГХК приведены в табл. 2.25.

Таблица 2.25

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне вокруг ГХК в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Среднесибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.	
Большая Мурта	с	0,7	1,9	0,9	0,8	0,6	0,6	0,7	1,0	1,5	0,9	0,7	1,3	1,0	1,0
	м	1,9	5,8	7,2	2,0	3,2	2,0	3,0	3,9	6,4	2,6	3,1	5,9		
Дзержинское	с	2,4	1,5	1,0	0,6	0,6	0,9	1,0	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	0,9	0,7
	м	10,8	5,3	9,1	1,8	1,8	2,5	4,9	1,5	1,6	1,8	1,2	2,6		
Красноярск (опытное поле)	с	1,5	0,7	0,7	0,8	1,1	0,7	1,0	0,9	0,4	0,6	0,4	0,5	0,8	0,7
	м	7,0	2,1	2,1	1,8	2,0	1,8	6,4	2,9	1,0	1,1	1,1	1,6		
Солянка	с	0,7	1,1	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8
	м	2,0	3,0	2,4	1,7	2,1	2,6	2,2	1,6	1,8	1,6	0,9	1,8		
Сухобузимское	с	1,0	0,5	0,6	0,7	1,0	0,9	0,7	0,7	0,7	0,9	0,6	0,9	0,8	0,8
	м	3,7	1,2	1,3	2,1	3,2	2,7	5,8	1,6	2,3	2,4	2,0	3,6		
Уяр	с	0,7	2,0	0,6	0,7	1,0	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8	0,8	1,7	0,9	0,8
	м	3,0	6,4	1,9	1,6	2,6	5,8	2,7	1,4	2,4	2,6	2,6	8,3		
Шалинское	с	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	0,9	0,9	0,6	0,9	0,5	0,8	0,8	0,7
	м	2,0	1,5	4,4	4,6	2,7	3,6	3,2	3,5	2,0	2,3	1,5	3,8		
Среднее по 100-км зоне:	2009 г.	1,1	1,2	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,9	<b>0,8</b>	0,8
	2008 г.	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8		

Из табл. 2.25 видно, что средняя по 100-км зоне ГХК  $\Sigma\beta$  выпадений осталась на уровне 2008 г. и была в 1,8 раза ниже фонового значения для территории Западной Сибири (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения



колебались в диапазоне 0,7–1,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 2009 г. в п. Дзержинское наблюдалось три случая десятикратного и более превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем: 23–24 января – 7,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, 27–28 января – 10,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, 30–31 января – 7,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки при фоновом значении 0,54 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было. Выпадения <sup>137</sup>Cs в 100-км зоне ГХК в 2009 г. в целом были ниже предела обнаружения [22]. Радиоактивность атмосферных выпадений и аэрозолей вокруг ГХК в 2009 г. в основном определялась радионуклидами естественного происхождения, из которых наиболее заметный вклад вносил космогенный <sup>7</sup>Be [22].

### Почва, растительность

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2009 г. производился Радиозоологическим центром ГХК [23] с помощью специального керн с фиксированной площадью отбора. На каждом участке контроля отбиралось по две параллельные пробы почвы на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего десятисантиметрового слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы.

Контроль удельной активности техногенных радионуклидов в растительности [23] осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор 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  $\gamma$ -излучения.

В табл. 2.26 приведены результаты радиоизотопного анализа [23] отобранных проб почвы и травы на содержание <sup>137</sup>Cs, как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 2.26 видно, что плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН ГХК в 2009 г. составляла от 1,1 до 3,2 кБк/м<sup>2</sup> (т. 7 – 1 км на юг от ограждения об. 354А, рис. 2.3). Фоновые значения плотности загрязнения почвы (в контрольных точках) составляли 1,5–1,8 кБк/м<sup>2</sup>. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах

Таблица 2.26

Содержание <sup>137</sup>Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2009 г. (данные Радиозоологического центра ГХК)

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1, (рис. 2.3)	Удельная активность		Плотность загрязнения		МЭД в точке отбора, мкР/ч
	почва, Бк/кг	травя, Бк/кг в.-с.	почва, кБк/м <sup>2</sup>	травя, Бк/м <sup>2</sup>	
Санитарно-защитная зона					
9,5 км на северо-восток, т. 1	49±6	1,3±0,3	2,5±0,3	0,26±0,08	10
9 км на северо-восток, т. 2	32±4	1,1±0,2	2,9±0,3	0,28±0,08	9
10 км на северо-восток, т. 3	13±2	< 0,4	1,1±0,2	< 0,05	13
11 км на северо-восток, т. 4	13±2	< 0,4	1,2±0,2	< 0,05	10
10,5 км на северо-восток, т. 5	15±2	0,87±0,25	1,5±0,2	0,19±0,07	9
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	21±3	< 0,4	1,6±0,2	< 0,05	14
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	38±5	1,2±0,3	3,2±0,4	0,17±0,05	19
1 км на северо-восток, т. 8	13±2	0,66±0,22	1,5±0,2	0,12±0,04	11
3 км на юг, т. 9	29±4	0,67±0,20	1,9±0,2	0,13±0,04	8
4 км на юго-запад, т. 10	22±3	1,0±0,3	1,1±0,2	0,13±0,04	10
Зона наблюдения					
7 км на север, с. Атаманово, т. 13	39±5	< 0,4	2,5±0,3	< 0,05	9
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	29±4	2,2±0,5	1,3±0,2	0,55±0,13	11
9 км на юго-запад, г. Железногорск, т. 16	27±4	< 0,4	1,3±0,2	< 0,05	10
Контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	25±3	< 0,4	1,5±0,2	< 0,05	12
73 км на юго-запад, д. Крутая	31±4	< 0,4	1,8±0,2	< 0,05	11

травы в СЗЗ и ЗН изменялась от < 0,4 до 2,2 Бк/кг в.-с. (т. 15 – д. Большой Бальчуг) при значении в фоновых точках < 0,4 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в точках отбора проб (8–19 мкР/ч) находилась в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона.

В 2009 г. Среднесибирское УГМС [22] также проводило обследование территории 30-км зоны ГХК посредством проведения маршрутной  $\gamma$ -съемки местности и отбора проб объектов природной среды (снег, вода, почва). Карта-схема маршрутов обследования представлена на рис. 2.5. Гамма-съемка местности производилась с февраля по сентябрь в 131 точке по пяти маршрутам. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

В период с 21 мая по 25 сентября 2009 г. Среднесибирским УГМС [22] были отобраны 15 проб почвы возле населенных пунктов Атаманово, Барабаново, Большой Бальчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Павловщина, Сухобузимское, Тартат, Толстомысово, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле) – фоновая точка. Места отбора проб объектов природной среды выбирались с учетом местных условий. Пробы почвы отбирались геологическими кольцами методом «конверта»; глубина отбора составляла 5 см. При отборе проб производились измерения МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности почвы. Измеренные в точках отбора проб значения МЭД находились в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона и не превышали 21 мкР/ч.

Результаты анализа проб почвы [22] приведены в табл. 2.27. Согласно этим данным, в 30-км зоне ГХК в пробах почвы из техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов присутствовал только  $^{137}\text{Cs}$ , плотность загрязнения почвы которым варьировала в диапазоне 0,24–0,92 кБк/м<sup>2</sup> и не превышала глобального уровня загрязнения почвы для территории России – 1,9 кБк/м<sup>2</sup>. Содержание природных  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$  в почве было на фоновом уровне.

Таблица 2.27

**Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2009 г.  
(данные Среднесибирского УГМС)**

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$ , кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				удельная активность, Бк/кг	плотность загрязнения, кБк/м <sup>2</sup>
Атаманово	03.06	0,372	$^{40}\text{K}$	689,8	25,87
			$^{226}\text{Ra}$	28,6	1,07
			$^{232}\text{Th}$	62,0	2,33
			$^{137}\text{Cs}$	8,0	0,30
Барабаново	12.08	0,294	$^{40}\text{K}$	495,7	15,7
			$^{226}\text{Ra}$	9,5	0,30
			$^{232}\text{Th}$	36,6	1,16
			$^{137}\text{Cs}$	15,7	0,50
Большой Бальчуг	09.06	0,362	$^{40}\text{K}$	465,7	17,22
			$^{226}\text{Ra}$	19,4	0,72
			$^{232}\text{Th}$	27,2	1,01
			$^{137}\text{Cs}$	10,2	0,38
Большие Пруды	12.08	0,384	$^{40}\text{K}$	448,4	12,06
			$^{226}\text{Ra}$	20,0	0,54
			$^{232}\text{Th}$	20,1	0,54
			$^{137}\text{Cs}$	28,6	0,77
Додоново	09.06	0,489	$^{40}\text{K}$	434,6	28,91
			$^{226}\text{Ra}$	15,1	1,00
			$^{232}\text{Th}$	14,1	0,94
			$^{137}\text{Cs}$	5,2	0,35
Кононово	03.06	0,761	$^{40}\text{K}$	335,3	8,96
			$^{226}\text{Ra}$	16,6	0,44
			$^{232}\text{Th}$	23,3	0,62
			$^{137}\text{Cs}$	8,9	0,24

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$ , кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				удельная активность, Бк/кг	плотность загрязнения, кБк/м <sup>2</sup>
Мингуль	03.06	0,795	<sup>40</sup> K	646,5	22,99
			<sup>226</sup> Ra	29,2	1,04
			<sup>232</sup> Th	49,6	1,76
			<sup>137</sup> Cs	17,3	0,62
Новый Путь	21.05	0,656	<sup>40</sup> K	542,2	21,23
			<sup>226</sup> Ra	28,4	1,11
			<sup>232</sup> Th	29,6	1,16
			<sup>137</sup> Cs	10,5	0,41
Павловщина	03.06	0,276	<sup>40</sup> K	547,7	23,44
			<sup>226</sup> Ra	22,4	0,96
			<sup>232</sup> Th	46,0	1,97
			<sup>137</sup> Cs	21,5	0,92
Сухобузимское	03.07	0,434	<sup>40</sup> K	482,7	14,77
			<sup>226</sup> Ra	19,8	0,61
			<sup>232</sup> Th	17,6	0,54
			<sup>137</sup> Cs	18,5	0,57
Таргат	21.05	0,734	<sup>40</sup> K	594,0	35,52
			<sup>226</sup> Ra	44,3	2,65
			<sup>232</sup> Th	41,9	2,51
			<sup>137</sup> Cs	4,2	0,25
Толстомысово	03.07	0,207	<sup>40</sup> K	452,7	10,09
			<sup>226</sup> Ra	18,6	0,41
			<sup>232</sup> Th	24,3	0,54
			<sup>137</sup> Cs	12,1	0,27
Хлопуново	03.06	0,315	<sup>40</sup> K	509,7	30,12
			<sup>226</sup> Ra	27,5	1,63
			<sup>232</sup> Th	24,3	1,44
			<sup>137</sup> Cs	19,4	1,15
Шивера	12.08	0,457	<sup>40</sup> K	343,0	16,26
			<sup>226</sup> Ra	23,5	1,12
			<sup>232</sup> Th	13,8	0,65
			<sup>137</sup> Cs	н	н
Красноярск (опытное поле) – фоновая точка	25.09	0,014	<sup>40</sup> K	401,4	28,27
			<sup>226</sup> Ra	21,7	1,53
			<sup>232</sup> Th	34,2	2,41
			<sup>137</sup> Cs	21,2	1,49

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

### Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2009 г. Радиоэкологическим центром ГХК [23] отбирались с 3 по 19 марта. Места отбора проб выбирались с учетом возможного загрязнения снежного покрова в результате ветрового выноса радионуклидов из открытых хранилищ радиоактивных отходов, а также за счет газоаэрозольных выбросов из вентиляционных труб ГХК. В каждой точке контроля отбирались по две параллельные пробы с площади от 0,13 до 0,90 м<sup>2</sup> на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 18,5 до 102,7 кг в зависимости от толщины снежного покрова и места расположения точек отбора относительно потенциальных источников загрязнения. Пробы упаривались до сухого остатка, активность которого измерялась на  $\beta$ -радиометре и полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре.

Результаты измерений приведены в табл. 2.28, где для сравнения также представлены сведения о результатах наблюдений в контрольных фоновых точках. По результатам  $\gamma$ -спектрометрических анализов в пробах снега из техногенных радионуклидов обнаруживался практически только <sup>137</sup>Cs. Из табл. 2.28 видно, что максимальное значение плотности загрязнения

снега  $\Sigma\beta$  ( $70 \text{ Бк/м}^2$ ) примерно в 2 раза выше фонового значения было зарегистрировано в т. 9, расположенной в СЗЗ в 3 км на юг от ГХК. Более высокая, по сравнению с «фоновыми», плотность загрязнения снега  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась, как и ранее, в соответствии с розой ветров в северо-восточном направлении в точках 2, 3, 5 и вблизи источника в т. 7 (см. табл. 2.28 и рис. 2.3). В остальных точках плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН ГХК была в основном на уровне или незначительно превышала фоновую.

Таблица 2.28

Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2009 г.  
(данные Радиозоэкологического центра ГХК)

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1 и 354 (рис. 2.3)	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, $\text{Бк/м}^2$	
	$\Sigma\beta$ , Бк/л	$^{137}\text{Cs}$ , мБк/л	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$
Санитарно-защитная зона				
9,5 км на северо-восток, т. 1	0,33±0,05	< 1,0	29±7	< 0,1
9 км на северо-восток, т. 2	0,21±0,03	4,3±1,3	50±9	0,82±0,27
10 км на северо-восток, т. 3	0,38±0,06	9,0±2,3	58±9	1,4±0,4
11 км на северо-восток, т. 4	0,21±0,04	< 1,0	23±4	< 0,1
8 км на северо-восток, т. 5	0,26±0,04	3,2±1,2	39±7	0,48±0,19
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,20±0,03	< 1,0	29±5	< 0,1
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,27±0,04	5,4±1,2	37±6	0,74±0,19
1 км на северо-восток, т. 8	0,14±0,03	< 1,0	15±3	< 0,1
3 км на юг, т. 9	0,20±0,04	< 1,0	70±16	< 0,1
4 км на юго-запад, т. 10	0,25±0,04	< 1,0	28±5	< 0,1
Зона наблюдения				
8 км на север, п/л «Таежный», т. 14	0,21±0,04	< 1,0	20±3	< 0,1
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,27±0,04	2,9±0,9	22±4	0,24±0,08
9 км на запад, г. Железнодорожск, т. 16	0,22±0,04	< 1,0	23±5	< 0,1
Контрольные точки				
70 км на запад, п. Емельяново	0,23±0,04	1,5±0,5	39±7	0,25±0,09
72 км на запад, д. Сухая	0,19±0,03	2,2±0,7	21±6	0,24±0,08

В 2009 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС [22] были отобраны 12 проб снега в период с 25 февраля по 24 марта возле населенных пунктов (см. рис. 2.5) Атаманово, Барабаново, Большой Бальчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Тартат, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле) – фоновая проба. Для концентрирования радиоактивности в пробах снег растапливался, и полученная талая вода подвергалась выпариванию.

Результаты анализа, приведенные в табл. 2.29, показали, что плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в 2009 г. изменялась от  $14,4 \text{ Бк/м}^2$  (п. Большие Пруды) до  $76,0 \text{ Бк/м}^2$  (п. Новый Путь) и осталась

Таблица 2.29

Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2009 г.  
(данные Среднесибирского УГМС)

Пункт отбора пробы (рис. 2.5)	Дата отбора	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, $\text{Бк/м}^2$	
		$\Sigma\beta$ , Бк/л	$^{137}\text{Cs}$ , мБк/л	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$
Атаманово	03.03	0,19	н	19,6	н
Барабаново	25.02	0,20	н	22,7	н
Большой Бальчуг	24.03	0,23	н	24,1	н
Большие Пруды	25.02	0,14	н	14,4	н
Додоново	24.03	0,20	н	22,0	н
Кононово	03.03	0,43	н	49,4	н
Мингуль	03.03	0,42	н	39,1	н
Новый Путь	17.03	0,73	н	76,0	н
Тартат	17.03	0,15	н	18,5	н
Хлоптуново	03.03	0,41	н	43,3	н
Шивера	25.02	0,22	н	15,3	н
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	11.03	0,34	н	47,1	н

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

примерно на уровне 2008 года [18]. В фоновой пробе из п. Красноярск плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  увеличилась в 4 раза и составила 47,1 Бк/м<sup>2</sup>. Техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в пробах снега обнаружено не было.

### Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозэкологическим центром [23] 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. 2.3, 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. 2.3, 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. 2.30, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99/2009 [12].

Таблица 2.30

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2009 г., Бк/л  
(данные Радиозэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт контроля (рис. 2.3)		Уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [12]
	250 м ниже выпуска, т. 1	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б. Бальчуг), т. 2	
<sup>24</sup> Na	1,8±0,4	1,7±0,4	2900**
<sup>32</sup> P	0,52±0,08	0,08±0,02	57
<sup>46</sup> Sc	< 0,01*	< 0,002*	91
<sup>51</sup> Cr	< 0,3*	< 0,02*	3600
<sup>54</sup> Mn	< 0,001*	< 0,002*	193
<sup>59</sup> Fe	< 0,01*	< 0,002*	76
<sup>58</sup> Co	< 0,001*	< 0,001*	190
<sup>60</sup> Co	< 0,001	< 0,001	40
<sup>65</sup> Zn	< 0,01*	< 0,001*	35
<sup>76</sup> As	< 0,2*	< 0,04*	86
<sup>90</sup> Sr	0,004±0,001	0,0025±0,0005	4,9
<sup>95</sup> Zr	< 0,005*	< 0,001*	140
<sup>95</sup> Nb	< 0,005*	< 0,001*	240
<sup>103</sup> Ru	< 0,003*	< 0,0005*	190
<sup>106</sup> Ru	< 0,003*	< 0,001*	20
<sup>131</sup> I	< 0,01*	< 0,002*	6,2
<sup>134</sup> Cs	< 0,0001*	< 0,00003*	7,2
<sup>137</sup> Cs	< 0,001	< 0,001	11
<sup>140</sup> Ba	< 0,02*	< 0,002*	53
<sup>141</sup> Ce	< 0,006*	< 0,001*	190
<sup>144</sup> Ce	< 0,006*	< 0,001*	26
<sup>152</sup> Eu	< 0,001*	< 0,0003*	98
<sup>154</sup> Eu	< 0,0003*	< 0,00004*	69
<sup>239</sup> Np	< 1*	< 0,2*	170

Примечание: фоновые объемные активности в 2009 г. для <sup>90</sup>Sr – 2,5 мБк/л, для <sup>137</sup>Cs – < 1 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново) [23];

\* – содержание радионуклидов ниже предела обнаружения, оценка значений активности выполнена расчетным методом по разбавлению реперных радионуклидов;

\*\* – ДУА<sub>НАС.</sub> по НРБ-96 [26], т.к. уровень вмешательства по НРБ-99/2009 [12] для <sup>24</sup>Na не нормируется.

Из табл. 2.30 видно, что ниже выпуска сбросных вод ГХК в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили  $^{24}\text{Na}$  ( $T_{1/2}=15$  ч) и  $^{32}\text{P}$  ( $T_{1/2}=14$  суток). По сравнению с 2008 г., содержание  $^{24}\text{Na}$  в воде в 250 м ниже сброса снизилось в 3,1 раза, содержание  $^{32}\text{P}$  – увеличилось в 1,5 раза. В 10 км ниже сброса содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{32}\text{P}$  в воде снизилось в 1,4 и 1,6 раза соответственно, содержание  $^{24}\text{Na}$  осталось на уровне 2008 года. С увеличением расстояния от места сброса сточных вод объемные активности радионуклидов в воде уменьшаются. Так, в 10 км ниже выпуска сбросных вод содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{32}\text{P}$  в воде в 1,6–6,5 раза меньше, чем в 250 м ниже места сброса, наличие остальных радионуклидов также еще прослеживается. Концентрации всех обнаруженных радионуклидов на три – семь порядков ниже УВ по НРБ-96 [26] и НРБ-99/2009 [12].

Среднесибирское УГМС осуществляет мониторинг загрязнения воды в р. Енисей с 1983 г. в трех створах: на расстоянии 250 км вниз по течению от ГХК (п. Широкий Лог), 850 км (п. Бор) и 1360 км (г. Туруханск). Пробы отбираются ежемесячно (в 2009 г. в п. Широкий Лог – с мая по сентябрь, в п. Бор – с мая по октябрь, в п. Туруханск – с июня по октябрь) и высылаются в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» на  $\gamma$ -спектрометрический анализ. По данным этих наблюдений до 1992 г. в воде р. Енисей на расстоянии до 1360 км вниз по течению реки наблюдался широкий спектр техногенных радионуклидов. С 1993 г., после остановки в 1992 г. двух прямоточных реакторов, на всех створах в воде регистрировался только  $^{137}\text{Cs}$ . Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  на расстоянии от 250 км до 1360 км ниже по течению реки от ГХК в 2009 г. составляла  $< 2,0$  мБк/л, что находится на уровне последних лет (в 2008 г. –  $< 2,4$  мБк/л, 2007 г. –  $< 2,2$  мБк/л, 2006 г. –  $< 1,6$  мБк/л, 2005 г. –  $< 2,3$  мБк/л, в 2004 г. –  $< 2,9$  мБк/л).

На расстоянии 1650 км вниз по течению от ГХК (п. Игарка) в р. Енисей Среднесибирское УГМС производит отбор проб воды с целью последующего анализа на содержание в ней  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$ . В 2009 г. отбор проб производился 7 раз с марта по октябрь. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пробах воды, по данным Западно-Сибирского УГМС [25], изменялась от 2,8 мБк/л (31 марта и 15 июля) до 6,1 мБк/л (7 августа). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. осталась примерно на уровне 2008 г. (4,3 мБк/л) и составила 3,8 мБк/л, что находится на уровне средней объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек АТР (см. раздел 1.1 табл. 1.11). Объемная активность  $^3\text{H}$  в пробах воды, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», изменялась от 1,5 до 3,5 Бк/л при среднегодовом значении 2,3 Бк/л, что находится на уровне 2008 г. (2,6 Бк/л) и не превышает среднюю объемную активность  $^3\text{H}$  в воде рек на территории РФ (см. раздел 1.1 табл. 1.12).

В 2009 г., как и в предыдущие годы, пробы воды отбирались Среднесибирским УГМС [22] во время маршрутных обследований с 22 апреля по 29 июня в реках населенных пунктов, где возможно обнаружение техногенных радионуклидов (пп. Атаманово, Большой Бальчуг, Додоново, Кононово, Новый Путь, Павловщина, Подпорог, Хлопуново), и в фоновой точке в р. Енисей (д. Березовка, деревня расположена с наветренной стороны на правом берегу р. Енисей юго-западнее комбината и удалена от него примерно на 50 км). Объем пробы составлял 20 л. Для концентрирования радиоактивности пробы воды перед измерением  $\Sigma\beta$  выпаривались до объема 1 л, а перед проведением  $\gamma$ -спектрометрического анализа – до сухого остатка и объединялись с зольными остатками фильтров, используемых для фильтрации воды. В 2009 г. объемная  $\Sigma\beta$  воды (см. табл. 2.31) практически

во всех пунктах отбора снизилась в 1,2–3 раза, по сравнению с предыдущим годом [18], изменяясь в диапазоне от 0,26 Бк/л (р. Енисей, д. Атаманово) до 0,98 Бк/л (р. Кан, д. Подпорог), и не превышала контрольный уровень по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [12]. Гамма-излучающие техногенные радионуклиды в пробах обнаружены не были [22].

Таблица 2.31

**Объемная  $\Sigma\beta$  в воде поверхностных водоемов в ближней зоне ГХК в 2009 г.**  
(данные Среднесибирского УГМС)

Пункт контроля	Дата отбора	МЭД, мкР/ч на высоте		Объемная $\Sigma\beta$ , Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, д. Атаманово	22.04	9	11	0,26 (0,56)
р. Енисей, д. Кононово	22.04	9	8	0,76 (0,98)
р. Енисей, д. Павловщина	22.04	9	7	0,41 (1,28)
р. Енисей, д. Хлопуново	22.04	12	11	0,69 (0,79)
р. Енисей, д. Додоново	09.06	9	12	0,53 (1,01)
р. Енисей, д. Большой Бальчуг	09.06	9	11	0,30 (0,55)
р. Большая Тель, д. Большой Бальчуг	09.06	10	9	0,96 (1,16)
р. Кан, д. Подпорог	22.05	-	-	0,98 (1,52)
озеро д. Новый Путь	21.05	13	12	0,88 (0,86)
р. Енисей, д. Березовка (фоновая точка)	29.06	15	13	0,69 (-)

Примечание: в скобках приведены данные за 2008 г.;

- - измерения не проводились.

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 [23] осуществляется контроль за содержанием радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 2.3). В 2009 г. отбор проб производился 2 раза – в мае и октябре. Результаты анализа проб воды в ручьях приведены в табл. 2.32.

Таблица 2.32

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2009 г., Бк/л**  
(данные Радиозоологического центра ГХК)

Пункт контроля (рис. 2.3)	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{58}\text{Co}$	$^{60}\text{Co}$	$^{106}\text{Ru}$	$^{239,240}\text{Pu}$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$
ручей № 1, устье, т. 4	0,013	0,0045				<0,0001	<0,2	<0,3
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	<0,001	0,010		<0,002			<0,2	<0,5
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	<0,002	0,051		0,008			<0,2	<1
ручей № 2, устье, т. 7	0,003	0,023		<0,001	<0,004	<0,001	0,06	<0,3
ручей № 3, устье, т. 8	0,049	0,057	<0,003	0,037		<0,001	0,03	-
ручей № 4, устье, т. 9	<0,001	0,005					-	-
ручей № 5, устье, т. 10	<0,001	<0,003		0,011			-	-
ручей № 6, устье, т. 11	<0,001	0,013					-	-
р. Шумиха, устье, т. 12	0,009	0,29				<0,001	<0,2	<0,3
р. Б. Тель, т. 13	<0,001	0,067					-	-
ручей Тимофеев, устье, т. 14						<0,001	<0,2	-
УВ по НРБ-99/2009 [12]	11	4,9	190	40	20	0,55	0,2	1

Примечание: - - данные не поступали.

Из табл. 2.32 видно, что в 2009 г. в воде ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  не превышало контрольных уровней по НРБ-99/2009 [12] (данные приведены в [23] не по всем ручьям). В устье ручья № 3 (т. 8), как и в предыдущие годы, наблюдался самый широкий спектр регистрируемых радионуклидов:  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , а также  $^{65}\text{Zn}$  (0,018 Бк/л),  $^{46}\text{Sc}$  (0,044 Бк/л),  $^{51}\text{Cr}$  (0,9 Бк/л),  $^{59}\text{Fe}$  (<0,04 Бк/л). Повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , по сравнению с фоновым уровнем для р. Енисей (см. табл. 2.30, примечание), выявлено в воде почти всех ручьев.

Как и ранее, максимальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  (0,29 Бк/л) имела место в устье р. Шумихи (т. 12), а  $^{137}\text{Cs}$  (0,049 Бк/л) – в устье ручья № 3 (т. 8), однако они были, соответственно, в 17 и 224 раза ниже УВ по НРБ-99/2009 [12]. Максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды более чем на порядок, а  $^{90}\text{Sr}$  – на два порядка превышало фоновый уровень в р. Енисей.

Контроль радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился ГХК с помощью АСКРО [23]. По данным Радиозэкологического центра ГХК, в 2009 г. среднегодовое значение МЭД составило 12 мкР/ч, варьируя в пунктах наблюдения от 10 до 13 мкР/ч, что соответствует  $\gamma$ -фону Западно-Сибирского региона. Максимальное значение МЭД (16,8 мкР/ч), по данным АСКРО, наблюдалось в сентябре на полигоне «Северный».

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС [22]. Значения МЭД в 2009 г., полученные в результате измерений на 11 метеостанциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности земли, находились в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона, за исключением гидропоста Атаманово. На гидропосту Атаманово ежемесячно максимальные значения МЭД достигали 23–26 мкР/ч, а среднемесячные значения составляли 21–22 мкР/ч. Это связано с загрязнением поймы р. Енисей долгоживущими радионуклидами, о котором упоминалось выше. Единичные случаи, когда МЭД превышала 20 мкР/ч, наблюдались в Сухобузимском в мае (до 28 мкР/ч) и в октябре (до 21 мкР/ч), что не превышает установленного для оперативного радиационного контроля значения (30 мкР/ч).

Таким образом, радиационная обстановка вокруг ГХК в 2009 г. оставалась стабильной. Выбросы ГХК не оказывали существенного влияния на увеличение загрязнения территории в ЗН комбината. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности, измеряемая в пунктах контроля 100-км зоны комбината, в основном соответствовала естественному  $\gamma$ -фону. Однако в воздухе приземного слоя атмосферы ЗН ГХК и в воде р. Енисей ниже выпуска сточных вод комбината наблюдается широкий спектр техногенных радионуклидов, отсутствующих в составе глобального фона. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ и ЗН комбината в 2,4–17 раз выше средневзвешенного значения для территории Западной Сибири. В устьях некоторых ручьев и рек, протекающих в СЗЗ и впадающих в р. Енисей, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде более чем на порядок, а  $^{90}\text{Sr}$  – на два порядка 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 контроля.

#### **2.4. Сибирский химический комбинат**

ОАО «Сибирский химический комбинат» (СХК) расположен в г. Северске Томской области в 16 км к северо-востоку от г. Томска.

СХК был создан около 60 лет назад и является крупнейшим в России и мире предприятием ядерно-топливного цикла. Основной задачей СХК многие годы было получение для оборонных целей и атомной энергетики обогащенного  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$ , регенерация топлива промышленных реакторов, наработка делящихся материалов в разной форме, а также выработка для народного хозяйства электрической и тепловой энергии. В состав СХК входят семь заводов, ТЭЦ, научно-



исследовательский и конструкторский институт, а также 20 вспомогательных подразделений [27]. Основу СХК составляют пять главных заводов:

- реакторный завод с тремя промышленными уран-графитовыми реакторами (И-1, ЭИ-2, АДЭ-3), предназначенными для наработки оружейного плутония (период эксплуатации 1955–1990, 1958–1991, 1961–1992 гг. соответственно), и с двумя реакторами двухцелевого назначения (АДЭ-4, АДЭ-5), которые также предназначены для выработки тепловой и электрической энергии (период эксплуатации 1964–2008 и 1965–2008 гг. соответственно);
- завод по разделению изотопов, предназначенный для получения обогащенного урана для атомной энергетики, осуществляет разделение изотопов урана с высокой степенью обогащения по  $^{235}\text{U}$ , а также занимается производством ряда стабильных изотопов:  $^{124}\text{Xe}$ ,  $^{126}\text{Xe}$ ,  $^{128}\text{Xe}$ ,  $^{112}\text{Sn}$ ,  $^{119}\text{Sn}$ ,  $^{74}\text{Se}$  и др. (функционирует с 1953 г.);
- сублиматный завод, предназначенный для переработки урансодержащих продуктов с целью получения закиси-оксида урана и гексафторида урана (функционирует с 1954 г.);
- радиохимический завод, на котором осуществляется переработка облученных урановых блоков с целью извлечения урана, плутония и других радионуклидов (функционирует с 1961 г.);
- химико-металлургический завод, предназначенный для переработки высокообогащенного урана из специзделий с целью производства металлических изделий (магнитных сплавов и магнитов) из урана и плутония (функционирует с 1961 г.).

Дальнейшее развитие СХК связано в первую очередь со строительством двухблочной атомной станции теплоснабжения АСТ-500, а также с расширением производства – наращиванием мощности по переработке высокообогащенного урана в низкообогащенный и радиоактивных продуктов для международных компаний. Кроме того, 07.04.2003 г. был издан приказ о начале строительства в 2005 г. в Томской области завода по производству радиоактивного МОКС-топлива [28], которое, однако, было отложено на неопределенный срок.

Общая площадь санитарно-защитной зоны СХК составляет 192 км<sup>2</sup> с протяженностью границы по периметру 68 км. Общая площадь зоны наблюдения составляет 1560 км<sup>2</sup> с протяженностью границы по периметру 240 км, в т.ч. вдоль русла рек Томь и Обь – 75 км [27]. 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 [29].

Воздействие СХК на природную среду многокомпонентно и усиливается за счет совместного воздействия радиоактивных и химических веществ. Производственная деятельность СХК сопровождается образованием большого количества низкоактивных, среднеактивных и высокоактивных, в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО.

На территории комбината расположены 50 хранилищ жидких и твердых радиоактивных отходов, в том числе подземные хранилища ЖРО, существующие более 30 лет в водоносных горизонтах на глубине 280–400 м, три бассейна открытого типа, два пульпохранилища, три водохранилища. На двух бассейнах Б-1 и Б-2, расположенных на площадке радиохимического завода, предназначенных для хранения среднеактивных отходов, ведутся работы по выводу их из эксплуатации; в настоящее время бассейн Б-2 полностью законсервирован [3]. Суммарная активность ЖРО,

хранящихся в подземных пластах-коллекторах, оценивается в  $4 \cdot 10^8$  Ки, а в открытых хранилищах –  $1,25 \cdot 10^8$  Ки [29].

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  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{95}\text{Zn}$  [30], относятся к третьему уровню по Международной шкале оценки событий на атомных станциях и классифицируются как серьезные нарушения. В 2009 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината [28]. Согласно [1], площадь загрязненных вокруг СХК территорий в 2009 г. не изменилась и на конец года составляла  $10,393 \text{ км}^2$ , из них [31]  $7,185 \text{ км}^2$  земель и  $3,208 \text{ км}^2$  водоемов. Все загрязненные территории в основном находятся на промплощадке СХК –  $10,093 \text{ км}^2$  и  $0,3 \text{ км}^2$  – в СЗЗ. Более подробные данные приведены в Приложении 2.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ , плутоний,  $\beta$ -активные радионуклиды. По данным [1], в 2009 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли (см. табл. 2.33) 0,06 % (для суммы нуклидов I) – 38 % (для суммы  $\alpha$ -активных радионуклидов) от допустимых выбросов. В 2009 г. выбросы суммы нуклидов I существенно снизились – в 11 раз, выбросы  $\Sigma\beta$  снизились в 3,5 раза; выбросы  $^{89,90}\text{Sr}$  увеличились в 2 раза; выбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов остались на уровне 2008 года. В связи с остановкой последних реакторов выбросы ИРГ на СХК прекратились.

Таблица 2.33

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{89,90}\text{Sr}$	$5,18 \cdot 10^9$	$4,34 \cdot 10^8$	$2,19 \cdot 10^8$	$+ 2,13 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов I	$3,64 \cdot 10^{11}$	$2,18 \cdot 10^8$	$2,46 \cdot 10^9$	$- 2,24 \cdot 10^9$
$\Sigma\alpha$	$6,81 \cdot 10^9$	$2,57 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^9$	$+ 2,10 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$6,88 \cdot 10^{11}$	$6,81 \cdot 10^9$	$2,35 \cdot 10^{10}$	$- 1,67 \cdot 10^{10}$
Сумма ИРГ	$6,29 \cdot 10^{15}$	-	$5,70 \cdot 10^{14}$	$- 5,70 \cdot 10^{14}$

Примечание:  $\Sigma\alpha$  – сумма  $\alpha$ -активных радионуклидов;  
 $\Sigma\beta$  – сумма  $\beta$ -активных радионуклидов.

Основными источниками радиоактивного загрязнения поверхностных вод в районе размещения комбината до июня 2008 г. являлись реакторы СХК. При строительстве комбината путем расширения и углубления русла р. Ромашки в средней части течения образовали канал. Перекрыв канал дамбой в нижней его части, образовали искусственный водоем ВХ1. Вода из реакторов непрерывно попадала в водохранилище ВХ1. Водохранилище имеет два слива (основной и резервный), через которые вода поступает в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильщиково (Чернильщиковскую протоку). Сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к значительному накоплению радионуклидов в донных отложениях и биоте, а также в прибрежной (затопляемой) части местности.

В связи с остановкой в 2008 г. последних реакторов радионуклиды в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, в 2009 г. зарегистрированы не были (см. табл. 2.34) [1].

Таблица 2.34

**Сбросы радионуклидов со сточными водами СХК в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>24</sup> Na	$7,77 \cdot 10^{14}$	-	$6,01 \cdot 10^{13}$	$- 6,01 \cdot 10^{13}$
<sup>32</sup> P	$4,07 \cdot 10^{13}$	-	$5,39 \cdot 10^{12}$	$- 5,39 \cdot 10^{12}$
<sup>239</sup> Np	$1,48 \cdot 10^{13}$	-	$7,15 \cdot 10^{12}$	$- 7,15 \cdot 10^{12}$

Примечание: в 2009 г. данные радионуклиды в сбросах зарегистрированы не были.

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляется Западно-Сибирским УГМС. Вокруг комбината выделены две зоны радиационного контроля: первая – ближняя с радиусом 30 км, вторая – в пределах 100 км (включает в себя часть Кемеровской, Новосибирской и Томской областей) (рис. 2.6).

В 2009 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [28]:

- радиоактивность атмосферных выпадений, которая определялась путем отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на восьми гидрометеорологических станциях и пяти постах, расположенных в 100-км зоне СХК;
- содержание β- и γ-излучающих радионуклидов в воде, в донных отложениях поверхностных водоемов и в почве в 30-км зоне СХК, а также в снеге в 30-км и 100-км зонах СХК;
- мощность экспозиционной дозы γ-излучения на местности во время маршрутных обследований, а также круглосуточно на 15 постах АСКРО, расположенных в 30-км зоне СХК; в каждый синоптический срок на 11 станциях сети СНЛК, входящих в 30-км зону, и на трех станциях, входящих в 100-км зону, а также ежедневно на восьми станциях, не входящих в 100-км зону СХК.

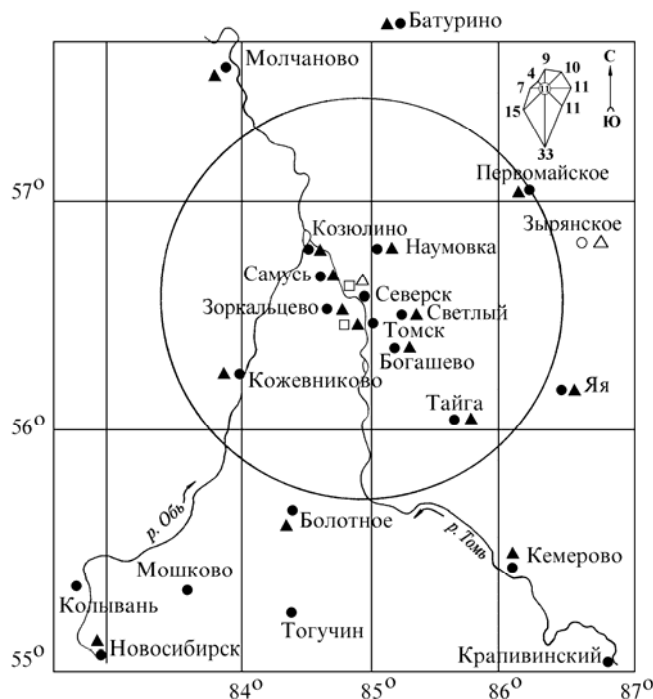


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг СХК:

- – наблюдения за γ-фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- Δ □ – планируемые наблюдения

Суммарная  $\beta$ -активность в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью  $\beta$ -радиометра РУБ-01П. Для  $\gamma$ -спектрометрического анализа использовался полупроводниковый  $\gamma$ -спектрометр. Радиохимический анализ проводился с использованием малофоновой установки РТ-10. Для измерения мощности дозы  $\gamma$ -излучения использовались переносные дозиметры типа ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКГ-03Д «Грач», ДКГ-02У «Арбитр».

### Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 100-км зоне наблюдения СХК отбор аэрозолей для определения содержания радиоактивных веществ в приземной атмосфере отсутствует. Пробы аэрозолей на территории Гомской 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 ветры 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. Колпашево в 2009 г., а также для сравнения за 2005–2008 гг. приведены в табл. 2.35. Из табл. 2.35 видно, что среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  аэрозолей в приземном слое атмосферы в г. Колпашево за последние пять лет снизилась в 2 раза и в 2009 г. составила  $4,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальная среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  ( $11 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалась в ноябре, максимальная суточная объемная  $\Sigma\beta$  ( $37 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) – 29–30 ноября. Случаев повышенной объемной  $\Sigma\beta$  радионуклидов в воздухе (превышение в пять и более раз фонового уровня за предыдущий месяц) в г. Колпашево в 2009 г. не наблюдалось.

Таблица 2.35

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Колпашево, Бк/м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Среднее за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b><math>\Sigma\beta, 10^{-5}</math></b>													
2005	5	11	8	6	5	5	4	4	7	8	13	31	8,9
2006	29	30	13	8	10	10	9	4	7	6	8	7	11,7
2007	13	9	8	9	5	5	7	2	2	2	4	6	5,9
2008	6	5	3	5	5	3	4	5	5	2	2	2*	3,9*
<b>2009</b>	<b>с</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>4,3</b>
<b>м</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>30</b>	
<b><math>^{90}\text{Sr}, 10^{-7}</math></b>													
2005	0,5			0,2			0,3			0,5			0,4
2006	0,6			0,9			0,8			0,7			0,8
2007	0,5			0,5			0,4			0,6			0,5
2008	0,3			0,7			0,4			0,4			0,5
<b>2009</b>	<b>0,2</b>			<b>0,4</b>			<b>0,4</b>			<b>0,6</b>			<b>0,4</b>
<b><math>^{137}\text{Cs}, 10^{-7}</math></b>													
2005	2,0			н			н			2,1			1,5**
2006	2,8			2,5			2,2			1,1			2,2
2007	2,5			-			-			-			-
2008	н			н			н			1,1*			1,0**
<b>2009</b>	<b>1,7</b>			<b>н</b>			<b>н</b>			<b>4,1</b>			<b>1,9**</b>

Примечание: с – среднемесячные суточные значения; м – максимальные суточные значения;

\* – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 г.;

\*\* – оценка «сверху»;

н – ниже предела обнаружения;

- –  $\gamma$ -спектрометрическая установка не работала

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе в г. Колпашево в 2009 г. составило  $1,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что примерно в 2 раза выше, чем в 2008 г. (см. табл. 2.35), и на порядок ниже средневзвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона ( $19 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2009 г. (см. табл. 2.35) составила  $0,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне предыдущего года и в 5,5 раза ниже средневзвешенного значения по территории Западно-Сибирского региона ( $2,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

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. 2.36 [28].

Таблица 2.36

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений в районе размещения СХК в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.	
<b>В 30-км зоне</b>																
Богашево	с	1,9	1,5	1,4	1,2	1,2	1,0	1,3	0,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	
	м	4,1	3,2	3,3	4,1	2,5	2,2	2,9	2,2	4,1	2,8	4,1	3,3			
Зоркальцево	с	1,2	1,4	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	1,5	1,3	1,4	1,2	1,2	1,4	
	м	3,5	4,4	2,1	2,4	2,0	2,5	2,9	3,6	3,7	3,5	3,1	3,1			
Козюлино	с	1,2	1,3	1,4	1,0	1,0	1,0	0,9	1,2	1,0	1,3	1,9	1,7	1,2	1,3	
	м	4,1	3,3	3,1	3,5	2,7	2,4	2,6	3,6	2,9	2,4	4,1	2,9			
Наумовка	с	1,1	1,2	1,0	1,4	1,3	1,1	1,4	1,0	1,3	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4	
	м	3,7	2,0	3,4	5,0	2,9	4,8	5,4	3,3	2,9	3,4	2,4	2,7			
Самусь	с	1,3	1,6	0,9	1,2	1,3	1,1	1,0	0,7	1,3	1,1	1,4	1,5	1,2	1,2	
	м	2,7	4,2	2,2	3,0	3,0	3,0	2,0	2,4	4,4	2,5	3,4	4,0			
Светлый	с	1,3	1,3	1,2	1,3	1,4	0,9	1,2	1,0	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	
	м	3,8	2,6	2,5	2,7	2,5	2,4	3,1	2,8	3,0	4,1	3,2	3,7			
Томск	с	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	0,9	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	
	м	2,6	2,8	8,3	2,4	3,2	2,7	3,3	3,2	4,5	3,1	2,7	2,8			
Среднее по 30-км зоне:		<b>2009 г.</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	
		2008 г.	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4		1,4
<b>В 100-км зоне</b>																
Болотное*	с	1,1	1,4	1,1	2,2	1,6	1,4	1,6	1,2	1,6	1,2	1,3	1,8	1,5	1,4	
	м	2,9	5,3	3,6	4,0	7,1	6,0	6,5	3,2	3,7	3,0	3,7	4,4			
Кожевниково	с	1,2	1,5	2,1	1,5	1,0	1,3	1,4	0,8	1,4	1,6	1,3	1,3	1,4	1,5	
	м	3,0	2,7	3,3	5,9	2,3	3,0	6,4	2,8	2,3	3,3	3,4	2,6			
Первомайское	с	1,7	1,6	1,3	0,8	1,0	1,3	1,4	1,0	1,3	1,4	1,2	1,5	1,3	1,5	
	м	3,2	4,4	3,7	2,9	3,0	3,7	3,2	2,7	3,3	2,8	2,6	3,5			
Тайга*	с	1,7	1,8	1,1	1,5	1,4	1,0	1,2	1,2	1,1	1,4	1,2	1,4	1,3	1,4	
	м	3,4	6,0	2,9	4,3	3,0	2,5	2,9	4,2	3,5	3,5	2,5	2,6			
Яя*	с	1,2	1,9	1,3	1,5	1,1	1,2	1,4	1,4	1,1	1,3	1,5	1,8	1,4	1,4	
	м	3,3	4,4	3,3	3,1	4,9	3,6	2,7	3,2	2,6	3,7	4,0	3,3			
Среднее по 100-км зоне:		<b>2009 г.</b>	<b>1,4</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	
		2008 г.	1,5	1,5	1,3	1,6	1,5	1,3	1,3	1,5	1,3	1,3	1,7	1,3		1,4
<b>Вне 100-км зоны</b>																
Александровское	с	1,5	1,3	1,6	1,3	1,3	1,4	1,3	0,6	1,0	1,4	1,1	1,1	1,2	1,5	
	м	4,1	3,4	4,4	3,8	3,8	3,2	3,0	3,0	2,1	3,2	2,2	2,4			
Батурино	с	1,7	1,6	1,1	1,6	1,0	1,1	1,2	0,7	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	1,4	
	м	3,2	3,1	3,4	4,9	3,3	3,4	3,8	2,6	2,9	2,2	2,9	2,7			
Колпашево	с	1,4	1,4	1,8	1,3	1,3	1,2	1,2	0,8	1,1	1,7	1,7	1,4	1,4	1,5	
	м	3,1	2,7	4,0	3,3	4,1	3,1	2,8	3,5	2,6	3,3	3,5	3,7			
Молчаново	с	1,0	1,5	1,1	1,0	1,1	1,0	1,5	1,0	1,2	1,0	1,3	1,7	1,2	1,3	
	м	4,2	3,5	2,7	2,3	3,1	2,9	4,3	3,2	3,9	2,2	3,0	4,3			
Среднее вне 100-км зоны:		<b>2009 г.</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	
		2008 г.	1,3	1,3	1,4	1,3	1,6	1,2	1,7	1,3	1,5	1,6	1,6	1,3		1,4

Примечание: \* – пункты отбора проб, входящие в 100-км зону СХК, административно расположенные на территориях Кемеровской (Тайга, Яя) и Новосибирской (Болотное) областей.

Из табл. 2.36 видно, что в 2009 г.  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне практически не отличалась от выпадений вне этой зоны. Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне СХК в 2009 г. оставались на уровне 2008 г. и не превышали средневзвешенного значения  $\Sigma\beta$  выпадений по территории Западной Сибири (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений в 30-км зоне СХК была зафиксирована в Томске 7–8 марта и составляла 8,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 100-км зоне СХК максимальная  $\Sigma\beta$  выпадений, равная 6,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, была зарегистрирована в пробе, экспонированной на станции Болотное 8–9 июля. Вне 100-км зоны СХК максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений (4,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) была зафиксирована в п. Батурино 15–16 апреля. Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений фоновому значению за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2009 г. в районе размещения СХК зарегистрировано не было.

Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы [28] в ближней 12-км зоне СХК (пп. Зоркальцево, Козюлино, Наумовка, Самусь, Светлый) в 2009 г. составили 0,64 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,3 раза ниже выпадений <sup>90</sup>Sr в этой зоне в 2008 г. (0,84 Бк/м<sup>2</sup>·год). Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне СХК в 2009 г. составили 1,14 Бк/м<sup>2</sup>·год, что находится на уровне 2008 г. (1,06 Бк/м<sup>2</sup>·год) и в 1,2 раза выше выпадений <sup>90</sup>Sr по Западно-Сибирскому региону вне 100-км зоны СХК и других РОО в 2009 г. (0,92 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 12-км зоне СХК в 2009 г. составили 2,57 Бк/м<sup>2</sup>·год, в 100-км зоне СХК – 2,01 Бк/м<sup>2</sup>·год [28], что превышает выпадения <sup>137</sup>Cs, средневзвешенные по территории Западно-Сибирского региона (1,17 Бк/м<sup>2</sup>·год), в 1,7–2,2 раза.

**Почва, донные отложения, снежный покров**

Отбор проб почвы в 2009 г. проводился в Томском районе, а также в СЗЗ СХК [28]. Пробы почвы отбирались лопатой на глубину 10 см, площадь отбора – 20 см<sup>2</sup>.

Гамма-спектрометрический анализ проб, отобранных вне СЗЗ СХК (см. табл. 2.37), показал, что в почве присутствовали в основном естественные радионуклиды и <sup>137</sup>Cs. Содержание <sup>137</sup>Cs в почве распределено неравномерно. Наибольшее количество <sup>137</sup>Cs в 30-км зоне наблюдения СХК в 2009 г. (99 Бк/кг), как и ранее, наблюдалось в пробе, отобранной на 28,5 км шоссе «Томск – Самусь», что находится на оси радиоактивного следа от продуктов аварии 1993 года. [30]. Кроме этого, повышенное, по сравнению с фоновым, содержание <sup>137</sup>Cs (37 Бк/кг) наблюдалось в пробах почвы, отобранных в д. Георгиевка, расположенной также в зоне следа в 16 км от места аварии 1993 года. [30]. В остальных точках отбора удельная активность <sup>137</sup>Cs в почве находилась на фоновом уровне (до 11 Бк/кг). Содержание естественных радионуклидов в почве фоновое.

Таблица 2.37

**Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в 30-км зоне СХК в 2009 году.**

Пункт отбора проб	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг		
	3–4 см	1 м	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>137</sup> Cs
д. Наумовка	11	10	31	23	8
п. Светлый	10	19	13	13	2
д. Георгиевка	12	10	9	6	37
г. Томск, ЦГМС	12	8	22	19	11
г. Томск, лагерный сад	12	9	26	23	н
Шоссе «Томск – Самусь», 28,5 км	11	10	26	23	99
Поворот на Наумовку	13	12	22	15	5

*Примечание:* н – ниже предела обнаружения.

Отбор проб почвы и донных отложений в СЗЗ СХК (в районе р. Ромашки и Чернильщиковской протоки р. Томь после впадения в нее р. Ромашки (см. рис. 2.7)) в 2009 г. проводился в ноябре после осеннего половодья. 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 [28]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 2.38.



Рис. 2.7. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ СХК:

- – отбор проб воды;
- △ – отбор проб почвы и донных отложений

Таблица 2.38

**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 2009 г. (рис. 2.7)**

Радионуклид	р. Ромашка, т. 1		Чернильщиковская протока, т. 5	
	почва	донные отложения	почва	донные отложения
<sup>54</sup> Mn	54	2	н	н
<sup>51</sup> Cr	н	19	н	н
<sup>60</sup> Co	98	35	н	10
<sup>103</sup> Ru	6	н	н	н
<sup>137</sup> Cs	1141	40	12	13
<sup>152</sup> Eu	88	13	6	9
<sup>154</sup> Eu	17	7	н	н
<sup>40</sup> K	328	442	331	216
<sup>226</sup> Ra	26	24	15	16
<sup>232</sup> Th	35	21	22	16
МЭД	20	12	10	9
	8	10	13	8

Примечание: значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3–4 см, в нижней – на высоте 1 м; н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 2.38 видно, что в поверхностном слое донных отложений и почве поймы, наряду с естественными радионуклидами, присутствует практически постоянный набор  $\gamma$ -излучающих радионуклидов техногенного происхождения, отсутствующих в составе глобального фона, характерный для сточных вод комбината: <sup>60</sup>Co, <sup>54</sup>Mn, <sup>152</sup>Eu и др. По мере удаления от устья р. Ромашки наблюдается уменьшение удельной активности техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях. После остановки в июне 2008 г. последнего реактора и прекращения сброса радионуклидов

в р. Ромашку, содержание в донных отложениях радионуклидов, период полураспада которых менее года, значительно снизилось. Содержание техногенных радионуклидов в почве на р. Ромашке и вниз по течению р. Томь в основном меньше, чем в донных отложениях [16–18], однако в 2009 г. в почве поймы наблюдалось повышенное, по сравнению с донными отложениями, содержание радионуклидов (в т. 1 удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почве поймы была примерно в 30 раз выше, чем в донных отложениях, и в 50 раз выше содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почве в этой же точке в 2008 г.), что, вероятно, связано с вторичным загрязнением за счет выноса водами части радионуклидов с территории СЗЗ СХК, поскольку во время осеннего половодья подъем воды доходил до 6 м выше среднего уровня [28].

В марте – апреле 2009 г. в 14 точках 30-км зоны СХК и на 9 постах за 30-км зоной был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период [28]. Отбор проб производился в соответствии с [32] на всю глубину снежного покрова с измеренной площади с таким расчетом, чтобы объем талой воды был не менее 10 л. Плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в 30-км зоне СХК составила в среднем  $5,4 \text{ Бк/м}^2$ , вне 30-км зоны –  $1,2\text{--}92,0 \text{ Бк/м}^2$ . Наибольшее содержание  $\Sigma\beta$  в снеге наблюдалось в п. Тайга, расположенном примерно в 75 км к юго-востоку от СХК. Гамма-спектрометрический анализ талой воды значимых количеств техногенных радионуклидов не выявил. В пробах снега присутствовал только  $^{90}\text{Sr}$ , плотность загрязнения снега которым за период существования снежного покрова в 30-км зоне СХК составила в среднем  $0,01 \text{ Бк/м}^2$ , вне 30-км зоны –  $0,02\text{--}0,09 \text{ Бк/м}^2$ .

Перед отбором проб объектов окружающей среды (снега, почвы, донных отложений) в местах отбора проб измерялись уровни МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности. Значения МЭД при отборе проб снега в целом находились на уровне глобального фона, изменяясь в диапазоне 8–14 мкР/ч. Исключение составляют точки отбора проб в ближней зоне РОО у сбросного канала (соответствует т. 2 рис. 2.7) и у р. Ромашка (соответствует т. 3 рис. 2.7), значения МЭД в которых составляли 20–23 мкР/ч [28]. При отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 2.37 и 2.38) МЭД изменялась в пределах 8–13 мкР/ч, за исключением точки отбора проб почвы у р. Ромашки, значение МЭД на высоте 3–4 см в которой составило 20 мкР/ч.

Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2009 г. [28], по данным АСКРО и сети СНЛК, колебались в пределах от 8 до 13 мкР/ч. Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 100-км зоны СХК колебались в пределах 9–11 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне, за 100-км зоной СХК – от 8 до 15 мкР/ч. Максимальные значения МЭД в 30-км зоне наблюдения СХК не превышали 23 мкР/ч.

На территории Томского государственного политехнического университета расположен учебный реактор «Спутник» [28]. Включение реактора производится один раз в неделю для учебных целей и выполнения договорных научно-исследовательских работ. На крыше корпуса, где размещен реактор, смонтирован пост № 13 АСКРО, постоянно контролирующей мощность дозы  $\gamma$ -излучения. Как показали результаты мониторинга, в 2009 г. МЭД на контролируемой территории учебного реактора не превышала фоновый уровень: максимальные значения МЭД не превышали 21 мкР/ч, среднегодовое значение МЭД составило 12 мкР/ч [28].



## **Поверхностные воды**

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК в 2009 г. проводился, как и в предыдущие годы, путем ежемесячного отбора (за исключением случаев, когда по погодным либо по организационно-техническим условиям не удавалось организовать отбор проб) и анализа проб воды в трех точках [28] (см. рис. 2.7):

- т. 2 – в сбросном канале (г. Северск, место слива из водохранилища ВХ1 в канал);
- т. 3 – в р. Ромашка (пост милиции, примерно 500 м до впадения р. Ромашки в р. Томь);
- т. 4 – в р. Томь ниже СХК (Чернильщикова протока в районе д. Чернильщиково).

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 2009 г. значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было [28]. МЭД в точках наблюдения снизилась до фоновых значений и колебалась от 8 до 23 мкР/ч.

Более подробное обследование поверхностных вод, донных отложений и пойменных почв в р. Томь после остановки последнего реактора, проведенное в рамках проекта МНТЦ, приведено в разделе 5.4.

В целом радиационная обстановка в районе СХК в 2009 г. оставалась стабильной и не ухудшилась по сравнению с предыдущими годами. Выбросы СХК в атмосферу заметного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды не оказали. Неравномерное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве в зоне наблюдения СХК обусловлено многолетней деятельностью комбината (плановыми и аварийными выбросами). Остановка последних реакторов на СХК в 2008 г. привела к снижению концентрации короткоживущих радионуклидов в воде рек Ромашки и Томь до минимально детектируемой активности. Содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях и почве поймы р. Ромашка остается пока высоким, но будет постепенно уменьшаться в связи с прекращением сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Однако, как показали результаты мониторинга 2009 г., вероятность радиоактивного загрязнения гидрографической сети в районе размещения СХК в результате смыва радионуклидов во время половодья и других природных явлений с ранее загрязненных территорий сохраняется. С учетом планов дальнейшего развития СХК, связанных в первую очередь со строительством Северской АЭС, а также с расширением производства, вероятность радиоактивного загрязнения как плановыми, так и аварийными выбросами на территории Томской области в ближайшем будущем сохраняется.

### **2.5. Новосибирский завод химконцентратов**

Предприятие ядерного топливного цикла ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (НЗХК) расположено в Калининском районе г. Новосибирска (северная часть города). На НЗХК перерабатывается природный и обогащенный уран и изготавливаются тепловыделяющие элементы для атомной энергетики. В 3–4 км от НЗХК по трассе «Новосибирск – Кемерово» расположено хранилище РАО (хвостохранилище), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвостохранилище функционирует с 1949 года. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м<sup>3</sup> [33].

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 [34]. Вокруг НЗХК установлена СЗЗ, размеры которой меняются до 1000 м от границы территории промплощадки [34]. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1000 м, в пределах которой проходят железная дорога и автомагистраль. С территории хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т.д.)). Поступление  $^{222}\text{Rn}$  в атмосферу происходит в основном с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) НЗХК охватывает более половины территории Калининского района, на которой проживает около 80 % населения района. Источником поступления радионуклидов в окружающую среду этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4 [35]. Согласно [1], выбросы суммы  $\alpha$ -активных радионуклидов в атмосферу на НЗХК на протяжении последних девяти лет были близки к величине допустимого выброса и в 2009 г. составили  $2,95 \cdot 10^9$  Бк/год при допустимом выбросе  $2,95 \cdot 10^9$  Бк/год.

Источником водопользования технической и хозяйственной водой НЗХК является р. Обь. До 01.02.2006 г. р. Обь являлась также и приемником сточных вод [34]. 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 [34]. Первая секция хвостохранилища заполнена (сброс в нее не производится с 1963 г.), вторая (эксплуатируется с 1964 г.) близка к заполнению, третья – строящаяся. По информации главного физика НЗХК А.Г. Устюгова, строительство третьей секции отстойника «заморожено» на 5–10 лет, а на второй секции укреплен дамба [34]. 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 [34].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 01.01.2009 г. было загрязнено  $0,336 \text{ км}^2$  почвы [2]. В 2009 г. было реабилитировано  $0,018 \text{ км}^2$  земель. В результате на 01.01.2010 г. на НЗХК было загрязнено  $0,318 \text{ км}^2$  почвы [1]. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 2.

Контроль радиационной обстановки в зоне радиусом 100 км вокруг НЗХК проводится подразделениями Западно-Сибирского УГМС [25]. Основное внимание уделяется территории вблизи предприятия (в радиусе 5–7 км).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2009 г. был организован следующим образом [34]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась ежесуточно в п. Огурцово (15 км от НЗХК) путем отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 (рис. 2.8);
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась ежесуточно в двух пунктах, расположенных на расстоянии до 25 км (рис. 2.8), путем отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов;
- определялось содержание трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в п. Огурцово;
- в мае, июле и сентябре определялось содержание радионуклидов в воде и в донных отложениях ручья Пашенский и оз. Круглое (рис. 2.9);
- в трех населенных пунктах ближней контролируемой зоны НЗХК отбирались пробы питьевой воды (рис. 2.9);
- на восьми станциях 100-км зоны (пп. Искитим, Колывань, Коченево, Мошково, Огурцово, Ордынское, Посевная, аэропорт «Новосибирск-Северный») и на пяти постах наблюдения в разных районах г. Новосибирска ежедневно в каждый синоптический срок (8 раз в сутки) измерялась мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения;
- в 20 контрольных точках 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК 12 раз в течение года во время маршрутных обследований измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега (рис. 2.9);
- один раз в год проводилась маршрутная  $\gamma$ -съемка вдоль пульпопровода с интервалом 100 м (рис. 2.10).



Рис. 2.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

- - наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ - отбор проб атмосферных выпадений;
- - наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- T - отбор проб атмосферных осадков

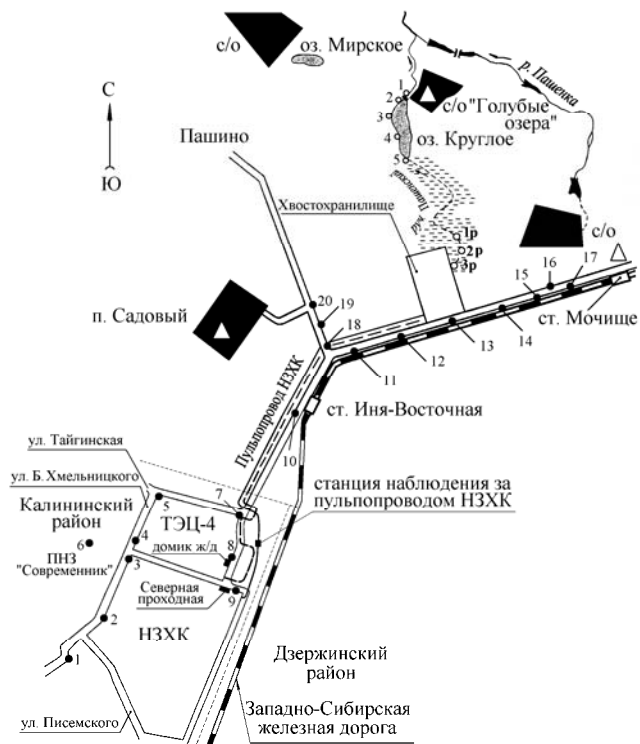


Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

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

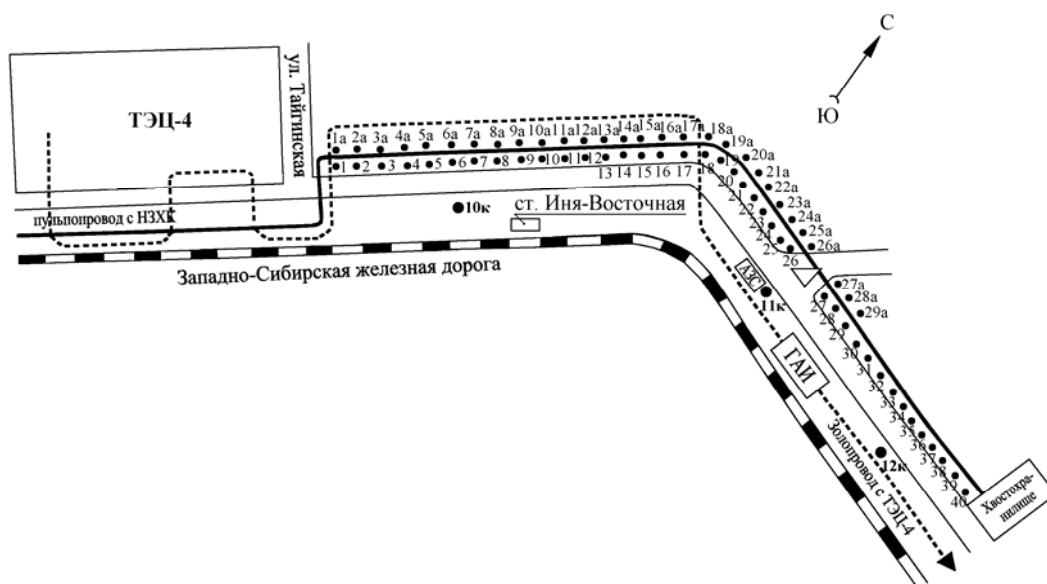


Рис. 2.10. Схема расположения точек контроля радиационной обстановки в районе пульпопровода НЗХК:

- – дорога с асфальтированным покрытием;
- 10к; 11к; 12к – контрольные точки измерения  $\gamma$ -фона в контролируемой зоне НЗХК;
- 1, 1а – 40, 40а – точки измерения  $\gamma$ -фона вдоль пульпопровода НЗХК

Для измерения  $\Sigma\beta$  в пробах аэрозолей, выпадений и воды использовались радиометры РУБ-01П с датчиком БДЖБ-05П1 и БДЖБ-06П. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью полупроводникового  $\gamma$ -спектрометра «Прогресс-310», а также сцинтилляционного  $\gamma$ -спектрометра «Прогресс». Наличие  $^{90}\text{Sr}$  определялось радиохимическим методом. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения контролировалась с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д «ГРАЧ», СРП-68Н, СРП-88Н.

### **Приземная атмосфера**

Наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились в п. Огурцово (см. рис. 2.8). Результаты анализов проб приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в п. Огурцово в 2009 г. колебалась в диапазоне  $(7-52)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в 2009 г. была в 1,3 раза выше уровня 2008 г., но не превышала среднюю по Западно-Сибирскому региону ( $19\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и средневзвешенную объемную  $\Sigma\beta$  по территории РФ ( $17,9\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальное среднесуточное значение объемной  $\Sigma\beta$  ( $378\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалось в мае. В 2009 г. в п. Огурцово было зарегистрировано четыре случая превышения среднесуточной объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновой в пять и более раз: 08.05–09.05, 16.05–17.05, 17.05–18.05.2009 г. и 31.12.2009–01.01.2010 г. По результатам  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб аэрозолей техногенных радионуклидов в пробах не обнаружено.

Атмосферные выпадения радионуклидов в 2009 г. измерялись в пп. Новосибирск (аэропорт «Новосибирск-Северный») и Огурцово [34]. Результаты измерения  $\Sigma\beta$  выпадений приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны НЗХК в 2009 г. превышают средневзвешенное значение по Западно-Сибирскому региону ( $511$  Бк/м<sup>2</sup>·год) в 1,1 раза в п. Новосибирск и в 1,4 раза в п. Огурцово. При этом  $\Sigma\beta$  выпадений (так же как и объемная  $\Sigma\beta$ ) в п. Огурцово увеличилась в 1,3 раза, по сравнению с 2008 г., а в п. Новосибирск – осталась на уровне 2008 года. Случаев превышения фоновых значений выпадений в 10 и более раз в 2009 г. зафиксировано не было. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в выпадениях было ниже предела обнаружения. Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зонах РОО Новосибирской области (кроме НЗХК в Новосибирской области также расположен ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»), результаты обследования которого приводятся в разделе 3.7) в 2009 г. составили  $1,1$  Бк/м<sup>2</sup>·год [34], что незначительно ниже, чем в 2008 г. ( $1,22$  Бк/м<sup>2</sup>·год) [18].

Радионуклидный состав и объемная активность  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, а также  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы п. Огурцово определялись в объединенных поквартально пробах. Из техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в измеренных пробах аэрозолей присутствовал только  $^{137}\text{Cs}$ . Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2005–2009 гг. в приземной атмосфере п. Огурцово представлены в табл. 2.40. В 2009 г. среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  увеличились, по сравнению с предыдущим годом, в 1,9 и 1,1 раза соответственно, при этом объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  была в 1,3 раза ниже фоновой по Западно-Сибирскому региону, а  $^{90}\text{Sr}$  – превышала фоновое значение в 1,2 раза.

Таблица 2.39

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>-сутки) и объемная  $\Sigma\beta$  ( $q$ , 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в атмосфере в 100-км зоне вокруг НЗХК (данные Западно-Сибирского УГМС)

Месяц		Новосибирск		Огурцово			
		Р		Р		q	
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	с	1,8	1,0	1,5	1,2	10	6
	м	5,4	2,6	5,2	3,0	31	21
Февраль	с	1,6	0,8	2,3	1,2	7	4
	м	4,3	2,1	9,7	3,0	25	9
Март	с	1,6	1,8	1,9	1,1	10	7
	м	5,3	6,3	12	3,7	35	20
Апрель	с	2,4	1,2	2,4	2,0	13	17
	м	8,4	4,0	17,3	10,4	43	34
Май	с	1,5	2,6	2,5	1,7	52	25
	м	9,4	6,7	13,5	5,1	378	81
Июнь	с	1,7	2,4	2,2	1,5	13	17
	м	4,0	5,5	7,6	8,6	49	44
Июль	с	1,3	1,5	1,7	1,8	21	20
	м	4,3	4,7	5,3	10,3	59	51
Август	с	1,2	1,5	1,3	1,3	22	21
	м	4,9	5,2	3,5	6,4	78	81
Сентябрь	с	1,5	2,0	1,6	1,2	21	12
	м	9,0	8,9	3,7	4,8	76	35
Октябрь	с	1,7	1,5	2,1	1,0	14	11
	м	7,7	4,2	6,8	2,7	49	39
Ноябрь	с	1,5	1,1	2,3	0,9	11	11
	м	3,7	3,4	6,8	4,0	28	51
Декабрь	с	1,1	2,0	1,4	1,4	11	7
	м	2,7	8,3	12,8	6,7	123	40
Среднее: Бк/м <sup>2</sup> -сутки 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		1,6	1,6	1,9	1,4	17	13
Сумма: Бк/м <sup>2</sup> -год		584	586	694	512		
Среднее по Зап.-Сиб. региону: Бк/м <sup>2</sup> -год 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		511	512	511	512	19,0	17,9

Таблица 2.40

Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2005–2009 гг., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун» и Западно-Сибирского УГМС)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Огурцово	2005	1,4	2,5	1,4	н	1,6	4,9
	2006	1,7	4,6	2,3	0,8	2,4	3,3
	2007	2,0	8,7	2,5	0,5	3,4	3,4*
	2008	1,1	1,4	2,0	1,2	1,4	2,2
	<b>2009</b>	<b>3,3</b>	<b>3,1</b>	<b>3,0</b>	<b>0,9</b>	<b>2,6</b>	<b>3,3</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Огурцово	2005	0,2	2,0	1,8	1,4	1,4	2,1
	2006	1,1	4,7	1,8	0,5	2,0	2,4
	2007	1,2	3,5	4,6	1,5	2,7	2,0
	2008	0,9	3,6	4,0	1,1	2,4	1,8
	<b>2009</b>	<b>1,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

\* – без учета данных по пп. Барнаул, Колпашево, Омск за II–IV кварталы 2007 г. [17].

### Снег, радиационный фон на местности

В пунктах отбора проб выпадений в 30-км зоне наблюдения НЗХК (п. Огурцово и аэропорт «Новосибирск-Северный») в период перед началом снеготаяния отбирались пробы снега на всю

глубину снежного покрова. Кроме этого, отбор проб снега проводился в 19 контрольных точках 5-км зоны вокруг НЗХК (см. рис. 2.9); в т. 17 (рис. 2.9) отбор пробы не проводился.

Результаты анализа проб показали, что среднее значение содержания  $\Sigma\beta$  в снежном покрове ближней зоны НЗХК в 2009 г. составляло 160 Бк/м<sup>2</sup> (при максимальном 326 Бк/м<sup>2</sup> в т. 13) [34], что в 2,3 раза выше среднего значения 2008 г. (69 Бк/м<sup>2</sup>). Уровень загрязнения снега  $\Sigma\beta$  не превышал уровня выпадений из атмосферы за период накопления снежного покрова, который на станции аэропорт «Новосибирск-Северный» составлял 187 Бк/м<sup>2</sup>, а в п. Огурцово – 185 Бк/м<sup>2</sup> [36]. Значения МЭД в точках отбора проб снега в 5-км зоне НЗХК на высоте 3–4 см и 1 м изменялись от 9 до 15 мкР/ч [34].

Мощность экспозиционной дозы в 5–7-км зоне вокруг НЗХК в 2009 г. измерялась во время маршрутных обследований каждый месяц на высоте 1 м от поверхности земли. В течение года значения МЭД вокруг предприятия НЗХК (точки 1–9, рис. 2.9) колебались в пределах 7–25 мкР/ч, вдоль пульпопровода (точки 10–12) – от 6 до 20 мкР/ч, вокруг хвостохранилища (точки 13–20) – от 7 до 23 мкР/ч [34].

Во время маршрутной  $\gamma$ -съемки вдоль пульпопровода (точки 1–40 с обеих сторон вдоль пульпопровода, рис. 2.10) в 2009 г. измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли через каждые 100 м на расстоянии 3–5 м от пульпопровода. Протечки и другие неисправности пульпопровода при визуальном осмотре обнаружены не были [34]. Результаты  $\gamma$ -съемки показали, что мощность дозы  $\gamma$ -излучения по правой стороне вдоль пульпопровода колебалась в пределах от 9 до 27 мкР/ч, что выше значений 2008 г. (9–16 мкР/ч), по левой – от 8 до 23 мкР/ч. Максимальные значения МЭД измерены в т. 7 и т. 8 по правой стороне пульпопровода.

Среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, в 2009 г. изменялись от 9 до 14 мкР/ч [34] и находились в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные значения МЭД, отмеченные в п. Ордынское в апреле – июне, не превышали 18 мкР/ч.

#### **Вода и донные отложения**

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 (см. рис. 2.9). Поскольку озеро доступно жителям Новосибирска, оно находится под постоянным радиационным контролем Западно-Сибирского УГМС.

В 2009 г. отбор проб воды в ручье Пашенский (точки 1р, 2р и 3р, рис. 2.9) проводился в июле и сентябре и в озере (точки 1–5, рис. 2.9) – 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 2009 г. представлены в табл. 2.41. Из табл. 2.41 видно, что среднее значение объемной  $\Sigma\beta$  в исследуемых водоемах в 2009 г. в среднем увеличилось в 1,2 раза, по сравнению с прошлым годом, и составляло 0,82 Бк/л. Объемная  $\Sigma\beta$  в воде озера в т. 3 и т. 5 в 2009 г. превышала контрольную величину (1,0 Бк/л) по НРБ-99/2009 [12] для питьевой воды. Радиоизотопный анализ проб показал, что объемные активности радионуклидов в воде ручья и озера были ниже порога чувствительности применяемого метода анализа.

Таблица 2.41

**Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л) и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое (точки 1–5) и ручей Пашенский (точки 1р–3р) в 2009 г., МЭД в точках отбора проб (рис. 2.9) (данные Западно-Сибирского УГМС)**

Точки отбора проб	МЭД <sup>1</sup> , мкР/ч, на высоте		Вода <sup>1</sup> Σβ	Донные отложения				
	3–4 см	1 м		<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>137</sup> Cs	<sup>235</sup> U	<sup>40</sup> K
т. 1	9	8	0,41	40	100	6	н	438
т. 2	10	10	0,87					
т. 3	10	8	1,6	28	59	6	н	378
т. 4	10	9	1,0					
т. 5	9	8	1,4	37	78	8	н	375
т. 1р	12	10	0,14	25	446	11	н	-
т. 2р	11	9	0,57	31	48	н	н	-
т. 3р	10	10	0,57	28	41	н	н	-
Среднее: 2009 г.	10	9	0,82	32	129	5	н	397
2008 г.	18	17	0,68	21	47	32	н	-
2007 г.*	12	13	1,30	-	-	-	-	-
2006 г.	13	14	0,95	25	75	13	74	-
2005 г.	14	14	1,45	28	26	13	114	-
2004 г.*	14	13	0,52	18	27	6	65	-

Примечание: <sup>1</sup> – среднее значение;  
 н – ниже порога обнаружения;  
 - – измерения и/или отбор проб не проводились;  
 \* – отбор проб проводился только в оз. Круглое.

Содержание <sup>232</sup>Th в донных отложениях исследуемых водоемов в 2009 г. увеличилось, но во всех точках отбора колебалось в пределах естественного фонового уровня. Содержание <sup>235</sup>U было ниже предела обнаружения. Содержание <sup>226</sup>Ra во всех точках отбора превышало фоновые уровни в 1,2–13 раз. По сравнению с 2008 г., его содержание в пробах донных отложений ручья в среднем возросло в 14,2 раза, озера – в 1,7 раз. Повышенное содержание <sup>226</sup>Ra в донных отложениях свидетельствует о влиянии хвостохранилища на загрязнение близлежащего водоема.

МЭД в местах отбора проб (см. табл. 2.41) на высоте 1 м от поверхности колебалась от 8 до 10 мкР/ч, что не превышает колебаний уровней глобального фона.

Объемная Σβ в пробах питьевой воды в трех населенных пунктах 10-км зоны НЗХК (пп. Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера», см. рис. 2.9) в 2009 г. была ниже предела обнаружения [34], что подтверждает безопасность питьевой воды для населения согласно НРБ-99/2009 [12].

Содержание трития в атмосферных осадках в п. Огурцово определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В 2009 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 1,7 Бк/л (в январе) до 4,2 Бк/л (в августе), среднегодовая объемная активность трития составила 2,9 Бк/л, что находится на уровне 2008 г. и в пределах колебаний объемной активности трития в осадках по территории РФ в 2009 г. (2,3–6,7 Бк/л).

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом в 2009 г. радиационная обстановка в районе расположения НЗХК практически не изменилась. Отмечено влияние хвостохранилища НЗХК на загрязнение близлежащего водоема.

## 2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – ППГХО), до акционирования известное как Приаргунский горно-химический комбинат, более 40 лет является



основным уранодобывающим предприятием в России и одним из крупнейших в мире поставщиком природного урана. Монопольными потребителями уранового концентрата, производимого ППГХО, являются НЗХК и Машиностроительный завод (г. Электросталь Московской обл.), на которых изготавливаются тепловыделяющие элементы, используемые в качестве топлива на АЭС.

ППГХО – крупнейшее многоотраслевое горно-добывающее предприятие, осуществляющее деятельность в следующих направлениях:

- подземная добыча урановых руд;
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-окиси урана;
- добыча бурого угля;
- выработка серной кислоты для перерабатывающего производства;
- добыча артезианской воды для питьевого водоснабжения всей промплощадки и города;
- ремонтно-механическое обслуживание основного производства;
- выработка электрической энергии и коммунально-бытовое обеспечение промышленных и городских потребителей электроэнергией, водой и теплом.

Основными объектами ППГХО, оказывающими воздействие на окружающую среду, являются ТЭЦ, гидрометаллургический завод (ГМЗ) с сернокислотным цехом (СКЦ) и Урановое горно-рудное управление (УГРУ) [37].

ППГХО расположено рядом с п. Октябрьский в юго-восточной части Забайкальского края в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска и в 460 км от г. Читы. Город Краснокаменск расположен в равнинной части пади Сухой Урулюнгуи, имеет наиболее благоприятную в санитарном отношении розу ветров с господствующими ветрами западных румбов, которые исключают перенос вредных промышленных веществ в направлении города. Объекты ППГХО расположены за горными хребтами, примыкающими к пади Сухой Урулюнгуи с северо-восточной стороны. Горные хребты экранируют наиболее опасные для г. Краснокаменска восточные ветры.

Район расположения ППГХО является районом техногенно усиленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами. Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2009 г. и для сравнения в 2008 г., по данным [1, 37], представлены в табл. 2.42. Смесь радионуклидов урана,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Po}$  выбрасывается из ГМЗ, из шахтных стволов и вентиляционных шурфов УГРУ, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  и  $^{214}\text{Bi}$  выбрасываются из стволов и вентиляционных шурфов УГРУ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{40}\text{K}$  – только из труб ТЭЦ [37].

Таблица 2.42

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{40}\text{K}$	$8,90 \cdot 10^9$	$2,78 \cdot 10^9$	$2,82 \cdot 10^9$	$- 4,00 \cdot 10^7$
$^{218}\text{Po}$	$8,44 \cdot 10^{14}$	$1,80 \cdot 10^{13}$	$1,71 \cdot 10^{13}$	$+ 9,00 \cdot 10^{11}$
$^{214}\text{Pb}$	$2,79 \cdot 10^{14}$	$9,36 \cdot 10^{13}$	$8,89 \cdot 10^{13}$	$+ 4,70 \cdot 10^{12}$
$^{214}\text{Bi}$	$7,20 \cdot 10^{13}$	$6,84 \cdot 10^{13}$	$6,49 \cdot 10^{13}$	$+ 3,50 \cdot 10^{12}$
$^{222}\text{Rn}$	$8,51 \cdot 10^{14}$	$3,17 \cdot 10^{14}$	$3,92 \cdot 10^{14}$	$- 7,50 \cdot 10^{13}$
$^{232}\text{Th}$	$1,92 \cdot 10^9$	$6,16 \cdot 10^8$	$6,16 \cdot 10^8$	$- 7,00 \cdot 10^6$
ДЖН	$1,75 \cdot 10^{11}$	$9,47 \cdot 10^9$	$9,79 \cdot 10^9$	$- 3,20 \cdot 10^8$

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

Из табл. 2.42 видно, что в 2009 г. выбросы большинства радионуклидов на ППГХО остались примерно на уровне 2008 года. По данным [1], выбросы  $^{222}\text{Rn}$  на ППГХО почти полностью определяют выбросы всех предприятий Росатома. При этом фактические выбросы всех радионуклидов на ППГХО не превышали допустимых и составляли от 2 % (для  $^{218}\text{Po}$ ) до 95 % (для  $^{214}\text{Bi}$ ) от разрешенных норм. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2009 г. составила  $4,97 \cdot 10^{14}$  Бк, что на 1,6 % ниже, чем в 2008 г. ( $5,05 \cdot 10^{14}$  Бк), и на порядок ниже разрешенного выброса.

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в организованном порядке поступают на ГМЗ, перерабатывающий урановые руды. Избыток шахтной воды сбрасывается в одно из двух хвостохранилищ радиоактивных отходов ГМЗ, имеющих специальный противофильтрационный экран. Хозяйственно-бытовые стоки г. Краснокаменска и промышленных объектов ППГХО очищаются на городских очистных сооружениях, смешиваются с промышленными стоками ТЭЦ, причем только в зимний период, и далее сбрасываются в озера-накопители – в систему Умыкейских озер [37]. Взаимное проникновение шахтных вод и хозяйственно-бытовых стоков исключено, так как имеются отдельные коммуникационные системы транспортировки. Объем сбросных вод в систему Умыкейских озер в 2009 г. составил  $1,26 \cdot 10^4 \text{ м}^3$  [37]. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2008–2009 гг. представлена в табл. 2.43 [1, 37].

Таблица 2.43

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ППГХО  
и объемная активность радионуклидов в сбросных водах**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс, Бк	Фактический сброс, Бк		Объемная активность радионуклидов в смеси стоков, Бк/л (данные ППГХО)		УВ по НРБ-99/2009 [12], Бк/л
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
$^{210}\text{Pb}$	-	$2,85 \cdot 10^9$	$2,08 \cdot 10^9$	0,23	0,17	0,2
$^{210}\text{Po}$	-	$1,46 \cdot 10^9$	$1,80 \cdot 10^9$	0,12	0,15	0,12
$^{226}\text{Ra}$	-	$3,90 \cdot 10^8$	$1,06 \cdot 10^9$	0,03	0,09	0,5
$^{230}\text{Th}$	-	$3,61 \cdot 10^9$	$2,60 \cdot 10^9$	0,29	0,21	0,66
Сумма нуклидов U	$6,35 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^{10}$	$2,28 \cdot 10^{10}$	1,59	1,83	3,1

По данным табл. 2.43, в 2009 г. сбросы  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{230}\text{Th}$  увеличились, по сравнению с 2008 г., в 1,4 раза, а сбросы  $^{226}\text{Ra}$  уменьшились в 2,7 раза. Сбросы урана превышали допустимый сброс в 3 раза. Сбросы  $^{210}\text{Po}$  остались примерно на уровне предыдущего года. Согласно [1], радионуклиды  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{230}\text{Th}$  сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов допустимых сбросов. Объемная активность урана,  $^{230}\text{Th}$  и  $^{226}\text{Ra}$  в сбрасываемой смеси стоков, по данным ППГХО [37], в 1,9–16,7 раза ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [12]. Объемная активность  $^{210}\text{Po}$  равна допустимому уровню вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009 [12]. Объемная активность  $^{210}\text{Pb}$  в сбросных водах остается выше УВ для питьевой воды в среднем в 1,2 раза, но не превышает десятикратной величины УВ для водоемов технической воды [37].

Хранение радиоактивных отходов, таких, как «хвосты» ГМЗ, радиоактивный лом черных металлов, осуществляется в специальных хранилищах [38]. Имеются искусственные защитные дамбы, в чаше хвостохранилища имеется противофильтрационный экран из двух слоев специальной полиэтиленовой пленки, суглинка и каменной наброски. Контроль утечек дамбовых вод

из хвостохранилищ ГМЗ осуществляется посредством периодического отбора проб из наблюдательных скважин. Перехват загрязненных грунтовых вод производится сетью скважин, расположенных в нижнем створе пади Широндукуй. Загрязненная вода возвращается на технологические нужды основного и вспомогательного производств.

Перечень, объем и активность образующихся радиоактивных отходов приведены в табл. 2.44 [37].

Таблица 2.44

Обращение и характеристика РАО на ППГХО в 2009 году

Перечень образуемых РАО	Место складирования РАО	Транспортирование РАО	Объем образования и размещения РАО	
			количество	$\alpha$ -активность, Бк
«Хвосты» гидromеталлургической переработки урановых руд, низкоактивные РАО	В хвостохранилищах ГМЗ «Верхнее» и «Среднее»	Принудительно, насосом по пульпопроводу	$1,34 \cdot 10^6$ т	$1,07 \cdot 10^{14}$
Радиоактивный лом черных металлов	В хвостохранилище ГМЗ «Верхнее»	Спецавтотранспорт	$8,08 \cdot 10^2$ т	$1,91 \cdot 10^{10}$
Закрытые источники ионизирующих излучений, выведенные из эксплуатации	В спецхранилище ЦЛ КИПиА	Спецавтотранспорт	5 штук	$8,32 \cdot 10^9$

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпи рудной массы вдоль автодорог, проливы ураносодержащей пульпы «хвостов» ГМЗ, проливы шахтной воды [37].

Площади загрязненных  $^{226}\text{Ra}$  и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [1, 37], по состоянию на 01.01.2010 г. не изменились, по сравнению с предыдущим годом, и составляли  $8,275 \text{ км}^2$ , из них в ЗН находится  $0,418 \text{ км}^2$ . В СЗЗ на загрязненной территории на площади  $0,125 \text{ км}^2$  МЭД не превышала  $58 \text{ мкР/ч}$ , на площади  $0,630 \text{ км}^2$  – колебалась от  $58$  до  $230 \text{ мкР/ч}$ ; в ЗН – находилась на уровне  $58\text{--}230 \text{ мкР/ч}$  [37]. Более подробные данные о загрязнении территории в результате деятельности ППГХО приведены в Приложении 2.

Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ППГХО осуществляется силами ППГХО [37]. 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  $\gamma$ -излучения на местности.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС путем ежедневных наблюдений за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на шести станциях и атмосферными радиоактивными выпадениями на пяти станциях [39], расположение которых показано на рис. 2.11.

Выпадения  $\Sigma\beta$ , а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны [39] приведены в табл. 2.45. Как видно из табл. 2.45, среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ППГХО в 2009 г. уменьшились в  $1,2\text{--}1,4$  раза и колебались от  $2,8 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$  (ст. Доно) до  $3,1 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$  (п. Забайкальск). Максимальная величина суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений ( $9,7 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$ ) была зарегистрирована в п. Забайкальск 4 мая. Усредненная по 100-км зоне ППГХО  $\Sigma\beta$  годовых выпадений в 2009 г. ( $2,9 \text{ Бк/м}^2\text{-сутки}$ ) была на уровне средних значений по Забайкальскому региону и в  $1,7$  раза выше средневзвешенных значений по территории Юга Восточной Сибири (см. раздел 1.1 табл. 1.8), что характерно для всего Забайкальского края.



Рис. 2.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ППГХО:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – ППГХО

Таблица 2.45

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне вокруг ППГХО в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Забайкальского УГМС)**

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому региону	
		ст. Доно	п. Забайкальск	с. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2009 г.	2008 г.
Январь	с	3,1	3,3	2,7	3,0	2,8	3,0	4,3
	м	6,0	5,5	5,9	5,7	6,3		
Февраль	с	2,9	3,2	3,2	3,5	4,0	3,3	4,6
	м	5,4	5,9	6,2	7,1	7,4		
Март	с	3,2	3,5	2,2	2,4	2,6	2,8	4,3
	м	6,5	8,3	4,0	6,6	5,4		
Апрель	с	2,7	3,4	2,7	2,2	2,8	2,8	3,9
	м	6,2	6,7	7,6	5,9	6,6		
Май	с	2,3	3,8	4,1	3,2	2,7	3,2	3,9
	м	9,0	9,7	8,3	8,4	6,5		
Июнь	с	2,8	3,5	3,1	2,7	3,6	3,1	3,9
	м	6,4	8,4	6,9	5,4	8,3		
Июль	с	2,5	2,8	3,1	3,5	2,8	2,9	3,8
	м	5,8	5,6	6,7	5,8	6,1		
Август	с	3,8	3,1	3,5	3,1	2,8	3,3	3,2
	м	8,1	8,8	7,0	7,6	6,3		
Сентябрь	с	2,5	3,3	2,7	3,1	3,5	3,0	2,7
	м	7,2	6,3	5,3	5,9	7,5		
Октябрь	с	3,2	3,3	2,4	2,5	3,0	2,9	3,0
	м	7,2	7,4	5,7	7,0	6,0		
Ноябрь	с	2,1	2,3	2,4	2,3	2,5	2,3	3,3
	м	5,3	4,8	4,7	6,1	5,2		
Декабрь	с	2,3	2,0	2,7	3,2	2,6	2,5	3,3
	м	7,2	5,5	5,7	7,2	5,7		
Среднее за год		2,8	3,1	2,9	2,9	3,0	2,9	3,7
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:							1059	
2009 г.		1022	1132	1059	1059	1095		
2008 г.		1354	1354	1501	1318	1354	1354	
МЭД, мкР/ч:	с	14	14	15	16	13	14	14
	м	19	20	19	22	18		

Контроль содержания  $\alpha$ -активных радионуклидов в приземной атмосфере г. Краснокаменска, проводимый силами ППГХО, показал, что среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда в воздухе в 2009 г. находилась в пределах средних многолетних значений [37].

В табл. 2.46 приводятся данные ППГХО [37] об эффективной объемной активности радионуклидов в 2008–2009 гг. в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулунгуй и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Таблица 2.46

**Эффективная объемная активность радионуклидов  
в воде открытых водоемов в районе ППГХО в 2008–2009 гг.  
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	$\Sigma(A_i/УВ_i)$	
	2009 г.	2008 г.
Система Умыкейских озер	4,26	4,26
Резервное водохранилище	4,34	4,43
Карьер ПГС-2	3,46	3,46
Оз. Ланцово	3,33	3,30

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

Перечисленные в табл. 2.46 водоемы предназначены для технологических целей, не связаны с основными уранодобывающими и перерабатывающими объектами ППГХО, однако имеют опосредованную связь через систему канализации и через грунтовые воды. Из табл. 2.46 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 [12], вода из этих водоемов классифицируется как техническая. Использование перечисленных выше водоемов в целях питьевого водоснабжения запрещено [37]. Эффективная объемная активность радионуклидов, согласно приведенным в табл. 2.46 данным, в системе Умыкейских озер и карьере ПГС-2 осталась на уровне 2008 г., а в остальных водоемах изменилась незначительно.

В 2009 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находилось 24 скважины, расположенные в районах огаркохранилища сернокислотного цеха, хвостохранилища и основного корпуса ГМЗ. По данным ППГХО [37], в скважине № 2, расположенной на промплощадке в 10 м от основного корпуса ГМЗ, наблюдалось превышение УВ для естественного  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  в 2,24, 1,8 и 2,4 раза соответственно. Это связано с локальным загрязнением под зданием в радиусе до 30 м от наблюдательной скважины; ареал активного загрязнения дальнейшего распространения не имеет [37]. В скважине № 8, расположенной в 30 м от склада кислот ГМЗ, наблюдалось небольшое превышение УВ для  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  в 1,8 и 1,2 раза соответственно. В остальных наблюдательных скважинах содержание  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$  и  $^{210}\text{Pb}$  было ниже установленных НРБ-99/2009 [12] нормативов.

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС [39], среднемесячные значения МЭД на шести пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, в 2009 г. колебались в диапазоне 12–18 мкР/ч. Среднесуточные значения МЭД не превышали 20 мкР/ч, за исключением п. Краснокаменск, в котором на протяжении почти всего года наблюдались повышенные значения МЭД. Максимальное суточное значение МЭД – 22 мкР/ч – было отмечено в п. Краснокаменск 25 мая. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2009 г.

составило 14 мкР/ч, что находится на уровне 2008 г. и соответствует фоновому значению для территории Забайкалья (см. табл. 2.45).

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 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном воздухе г. Читы (табл. 2.47 [39]) составила  $15,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,6 раза ниже уровня 2008 г. и в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири. Максимальная среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  –  $100,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> – наблюдалась 7–8 октября и превышала фоновый уровень предыдущего месяца в 8 раз. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Данные об объемной активности техногенных радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе г. Читы в 2005–2009 гг. приведены в табл. 2.47 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональной лаборатории Приморского УГМС [40]). В 2009 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs ( $1,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) снизилась в 2 раза, по сравнению с 2008 г., и была примерно на уровне средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири ( $1,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2009 г. составила  $0,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза ниже значения предыдущего года и в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ( $1,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.47

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2005–2009 гг., Бк/м<sup>3</sup>  
(данные Забайкальского УГМС [39], Приморского УГМС [40])

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
<b><sup>137</sup>Cs, 10<sup>-7</sup></b>							
Чита	2005	4,6	2,6	3,0	1,9	3,0	2,6
	2006	2,0	9,0	11,0	6,6	7,1	3,9
	2007	8,6	3,5	7,3	5,2	6,1	3,6
	2008	3,1	7,6	1,8	н	3,4	2,5
	<b>2009</b>	<b>1,0</b>	<b>3,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>
<b><sup>90</sup>Sr, 10<sup>-7</sup></b>							
Чита	2005	1,2	1,4	0,9	0,8	1,1	1,3
	2006	0,8	1,5	1,3	1,1	1,2	1,4
	2007	1,2	1,5	1,2	1,7	1,4	1,6
	2008	1,9	1,0	0,8	0,6	1,1	1,8
	<b>2009</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>
<b><math>\Sigma\beta</math>, 10<sup>-5</sup></b>							
Чита	2005	30,9	17,9	16,5	12,7	19,5	14,7
	2006	10,3	13,1	17,5	14,6	13,9	13,1
	2007	15,1	15,8	27,6	47,2	26,4	16,9
	2008	47,3	19,8	14,0	13,5	23,6	16,6
	<b>2009</b>	<b>10,4</b>	<b>21,4</b>	<b>12,1</b>	<b>15,1</b>	<b>15,1</b>	<b>17,5</b>

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО последние несколько лет 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. Ангарский электролизный химический комбинат

ОАО «Ангарский электролизный химический комбинат» (АЭХК) является составной частью ЯТЦ Госкорпорации «Росатом» и представляет собой комплекс технологически связанных производств. Основными направлениями деятельности комбината являются: обогащение урана, производство природного и обогащенного гексафторида урана, химическое производство (производство газообразного фтора, безводного фтористого водорода, а также озонобезопасных хладонов, трифлатов и других фторсодержащих продуктов). Одновременно на АЭХК развивается ядерное приборостроение. В структуру комбината входят ремонтно-механический завод (РМЗ) для обеспечения ремонта и изготовления технологического оборудования, специализированное конструкторско-технологическое бюро «Ядерное приборостроение», другие вспомогательные цеха и подразделения [41].

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 проживает около 250 тыс. человек.

По метеорологическим данным [42], в 2009 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 26 %, северо-западные – 18 %, западные – 16 %. Наибольшая повторяемость восточного ветра приходилась на январь (47 %), северо-западного – на апрель (24 %), западного – на июнь и июль (25 %).

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу [41]. В 2009 г. выбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов (нуклидов урана) в атмосферу на АЭХК снизились в 1,5 раза, по сравнению с 2008 г., и составили  $3,29 \cdot 10^8$  Бк/год при допустимом выбросе  $1,65 \cdot 10^{14}$  Бк/год [1, 43]. Случаев нарушения технологического процесса, возникновения нештатных ситуаций, которые могли бы привести к поступлению в окружающую среду незапланированных количеств радионуклидов и загрязнению территории, а также залповых и аварийных выбросов радионуклидов в 2009 г. не было [43].

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности твердые радиоактивные отходы (твердые технологические урансодержащие продукты, не подлежащие к дальнейшему использованию, с содержанием общего урана менее 2 % массы для сублиматного завода и менее 1,2 % массы для разделительного завода, а также нетехнологические материалы и изделия, загрязненные радионуклидами или содержащие их и превышающие минимальные значения удельной и суммарной активности, установленные НРБ-99/2009) захораниваются в могильники траншейного или бункерного типа, приповерхностные могильники, а также в приземные бетонные хранилища, расположенные на территории комбината [44]. Жидкие технологические стоки после извлечения из них урана до 1,25 Бк/л (0,05 мг/л), что соответствует требованиям НРБ-99/2009 [12], и нейтрализации

направляются на шламовые поля открытого типа, расположенные на территории СЗЗ АЭХК [41]. 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 [44]. Объемная  $\Sigma\alpha$  сбрасываемых комбинатом сточных вод, а также воды р. Ангары (500 м выше и ниже места выпуска сточных нетехнологических вод (промливневая канализация)), по данным АЭХК [43], в 2009 г. была ниже предела обнаружения (0,05 Бк/л) и, соответственно, ниже критерия использования воды для питьевых целей по НРБ-99/2009 (0,2 Бк/л) [12]. Объем отведенных нетехнологических вод в 2009 г. составил  $16,4 \cdot 10^7 \text{ м}^3$ .

Большинство производственных установок комбината работают в условиях низкого абсолютного давления, вследствие чего любые аварийные ситуации должны будут иметь локальный характер и ограничиться площадями производственных помещений [41]. Поэтому в соответствии с ОСПОРБ-99 [13] АЭХК отнесен к объектам третьей категории по степени потенциальной радиационной опасности и не имеет зоны наблюдения, а граница СЗЗ установлена по периметру промплощадки комбината.

Радиационный контроль на территории АЭХК проводится отделом радиационной безопасности комбината. На АЭХК контролируются выбросы радионуклидов в атмосферу, содержание радиоактивных веществ в приземном слое атмосферы, в сточных и грунтовых водах, а также радиационный фон в районе размещения комбината. Контроль МЭД на АЭХК осуществляется на семи постах с помощью АСКРО [44].

Радиационный мониторинг в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2009 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения [42] (рис. 2.12):

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ «Тайфун» на фильтр ФПП-15-1,5 на одной станции в г. Иркутске;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах;
- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Иркутск;
- за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в Иркутском водохранилище на одной станции;
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований в 20-км зоне вокруг АЭХК;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 12 метеостанциях, а также ежемесячно во время маршрутных обследований 20-км зоны АЭХК.

Измерение  $\Sigma\beta$  в пробах проводилось Иркутским УГМС на радиометрах типа РУБ-01П5, РКБ 4-1еМ. Радионуклидный состав проб определялся на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре «Прогресс» в Западно-Сибирском УГМС. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом также



в Западно-Сибирском УГМС. Анализ проб на содержание трития проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1.

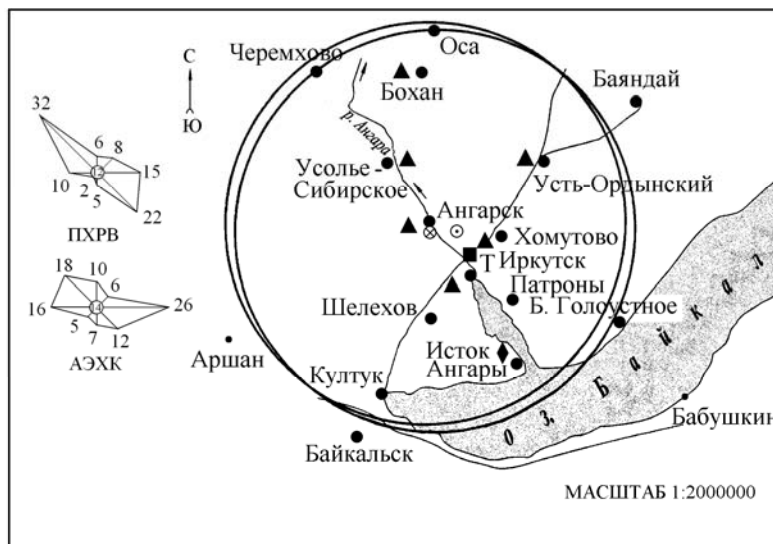


Рис. 2.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг АЭХК и ПХРВ:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков;
- ◆ – отбор проб воды;
- ⊙ – ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Иркутский СК «Радон»);
- ⊗ – АЭХК

Среднегодовая объемная  $\Sigma\alpha$  аэрозолей в приземном слое воздуха СЗЗ, по данным АЭХК [43], в 2009 г. составила  $3,1 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>, в жилом районе г. Ангарска –  $1,3 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне 2008 г. ( $3,3 \cdot 10^{-4}$  и  $1,2 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно [41]) и на два порядка ниже ДОА<sub>НАС</sub> для смеси изотопов урана-234, 235, 238 по НРБ-99/2009 [12], равного  $3,6 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Иркутска в 2009 г., по данным Иркутского УГМС [42] (табл. 2.48), составила  $20 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза выше аналогичного значения 2008 г. и среднего значения по Югу Восточной Сибири в 2009 г. (см. раздел 1.1 табл. 1.1). Среднемесячные значения объемной  $\Sigma\beta$  колебались от  $8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в июне) до  $37 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в декабре). Максимальная среднесуточная объемная  $\Sigma\beta$  наблюдалась 31.12.09–01.01.2010 г. и составила  $99 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случаев превышения среднесуточной объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновой в пять и более раз в г. Иркутске в 2009 г. зарегистрировано не было.

Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  [25] и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере г. Иркутска в 2005–2009 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы представлены в табл. 2.49. Согласно табл. 2.49, в 2009 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха в г. Иркутске осталась на уровне 2009 г. и составила  $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга Восточной Сибири ( $1,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.48

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2009 г. (данные Иркутского УГМС)**

Месяц		Ангарск	Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
		Р	Р	q	Р	Р	Р	Р
Январь	с	2,7	2,2	16	3,3	2,6	2,7	3,2
	м	6,7	9,1	46	7,9	6,6	6,5	7,5
Февраль	с	2,9	1,5	19	2,9	2,2	2,6	2,7
	м	7,9	5,1	53	6,7	7,1	7,6	6,3
Март	с	2,4	2,2	12	2,4	2,5	2,1	2,6
	м	6,7	5,7	27	7,4	6,5	8,7	6,2
Апрель	с	1,6	1,6	20	2,5	2,7	1,3	2,1
	м	3,8	3,8	57	7,7	8,1	5,1	6,3
Май	с	2,8	1,8	14	1,7	1,9	2,0	2,8
	м	10,3	5,8	38	6,0	7,1	7,4	10,9
Июнь	с	2,2	2,5	8	2,3	2,2	1,9	5,2
	м	8,1	7,4	29	6,4	5,6	6,4	23,4
Июль	с	2,9	1,5	18	3,6	2,3	3,3	1,6
	м	9,9	4,0	36	15,9	7,0	11,3	4,2
Август	с	2,5	1,9	17	3,1	2,6	1,9	3,2
	м	5,8	4,8	53	8,2	14,9	7,7	8,4
Сентябрь	с	2,7	1,4	20	4,1	2,8	3,3	4,7
	м	9,5	3,6	78	14,3	13,3	10,0	15,3
Октябрь	с	3,2	1,3	31	3,8	4,2	2,2	2,6
	м	7,4	6,4	96	10,7	18,5	9,9	7,3
Ноябрь	с	2,1	1,9	27	2,7	3,6	2,9	3,4
	м	8,6	5,1	51	10,1	8,4	7,8	10,6
Декабрь	с	8,6	3,2	37	5,0	3,3	5,0	4,5
	м	19,2	9,7	99	14,5	9,8	24,0	18,6
Среднее:								
2009 г.		<b>3,1</b>	<b>1,9</b>	<b>20</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>3,2</b>
2008 г.		3,0	2,0	17	3,1	2,9	2,9	3,0
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:								
2009 г.		<b>1115</b>	<b>700</b>		<b>1138</b>	<b>1003</b>	<b>950</b>	<b>1167</b>
2008 г.		1084	738		1134	1073	1050	1089

Таблица 2.49

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в г. Иркутске в 2005–2009 гг., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные Западно-Сибирского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	Квартал				Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
		I	II	III	IV		
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Иркутск	2005	н	-	2,8	н	1,6*	2,6
	2006	н	-	н	4,3	2,1*	3,9
	2007	н	-	-	-	-	3,6
	2008	н	6,0	н	н	2,3*	2,5
	<b>2009</b>	<b>4,9</b>	<b>н</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3*</b>	<b>1,9</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Иркутск	2005	4,1	-	1,3	1,7	2,4	1,3
	2006	3,2	2,0**	2,1	1,6	2,3	1,4
	2007	2,8	3,5	3,3**	3,0**	2,5**	1,6
	2008	4,5	4,3	3,7	3,6	4,0	1,8
	<b>2009</b>	<b>2,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,9</b>	<b>5,4</b>	<b>3,9</b>	<b>1,5</b>

Примечание: н – ниже предела обнаружения (< 1,0·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>);

- – измерения не проводились;

\* – оценка «сверху»;

\*\* – данные измерений проб, отобранных с помощью ВФУ, без учета вертикального экрана [16, 17].

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в г. Иркутске в 2009 г. составляла 3,9·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне 2008 г. и в 2,6 раза выше средневзвешенного значения для территории Юга

Восточной Сибири ( $1,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наблюдаемые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе на семь – восемь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [12].

Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне АЭХК в 2009 г. [42] (см. табл. 2.48) остались примерно на уровне 2008 г., изменяясь в пределах от 1,9 до 3,2 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, что находится на уровне  $\Sigma\beta$  выпадений в среднем по Иркутской области в 2009 г. (3,0 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Максимальное среднесуточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 20–21 декабря в п. Хомутово и составило 24,0 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым значением за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2009 г. в 100-км зоне АЭХК зарегистрировано не было.

Годовые выпадения трития с осадками в г. Иркутске в 2009 г. составили 1683 Бк/м<sup>2</sup> (при годовом количестве осадков 490 мм). Наибольшие выпадения трития наблюдались с мая по сентябрь с максимальным значением в июле (402 Бк/м<sup>2</sup>-месяц). Среднемесячная объемная активность трития в осадках колебалась в диапазоне от 2,1 Бк/л (в декабре) до 4,2 Бк/л (в феврале). Среднегодовая объемная активность трития в осадках в 2009 г. в г. Иркутске составила 3,2 Бк/л (табл. 2.50), что находится на уровне прошлых лет, но превышает среднее значение для территории РФ (2,5 Бк/л), что обусловлено естественными процессами – закономерностями распределения концентраций трития от глобального источника в атмосферных осадках при движении влаги над континентом («континентальный эффект») [45].

Таблица 2.50

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

Год	2005	2006	2007	2008	2009
<sup>3</sup> H	3,5	3,1	3,2	3,6	3,2

В Иркутском водохранилище (п. Исток Ангары) среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде в 2009 г. составила 5,4 мБк/л [25], что в 1,2 раза выше, чем в 2008 г. (4,6 мБк/л), и в 1,4 раза выше средней объемной активности <sup>90</sup>Sr в реках АТР (см. раздел 1.1 табл. 1.11). В 2009 г. максимальная объемная активность <sup>90</sup>Sr, равная 8,3 мБк/л, наблюдалась в пробе воды, отобранной 12 ноября; минимальная (3,7 мБк/л) – в пробе воды, отобранной 14 мая.

В 2009 г. группой оперативного контроля Иркутского УГМС [42] ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МЭД в 20-км зоне АЭХК проводились через каждые 2 км в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3–4 см над поверхностью почвы. Среднемесячные значения МЭД по результатам маршрутного обследования варьировали в пределах 12–16 мкР/ч, максимальное (19 мкР/ч) – было отмечено в январе у поворота на пос. Мегет с трассы М-53.

Одновременно с маршрутной  $\gamma$ -съемкой 2 марта были отобраны пробы снега в 10 точках, а 9 сентября в тех же точках – пробы растительности и почвы. Результаты измерения  $\Sigma\beta$  проб приведены в табл. 2.51. В снеге  $\Sigma\beta$  радионуклидов в 2009 г. в пунктах наблюдения увеличилась, по сравнению с предыдущим годом, в 1,1–4,4 раза. Максимальный уровень  $\Sigma\beta$  снежного покрова (13,3 Бк/м<sup>2</sup>) был зарегистрирован на 4 км дороги на г. Иркутск, что в 5 раз выше уровня в фоновой точке (2,7 Бк/м<sup>2</sup>). В травяном покрове  $\Sigma\beta$  во всех пунктах наблюдения 20-км зоны АЭХК в 2009 г.

увеличилась в 1,3–8,9 раза, по сравнению с предыдущим годом. Максимальная  $\Sigma\beta$  растительности была зарегистрирована на 1 км дороги в сторону д. Савватеевка и составила 31,7 Бк/м<sup>2</sup>, что в 4 раза выше значения в фоновой точке (7,4 Бк/м<sup>2</sup>). В почве максимальная  $\Sigma\beta$  отмечалась на 7 км дороги на д. Большая Елань и достигала 363,4 Бк/м<sup>2</sup>, что в 2 раза выше значения в фоновой точке (187,0 Бк/м<sup>2</sup>). Средняя  $\Sigma\beta$  почвы в районе АЭХК в 2009 г. незначительно уменьшилась, по сравнению с 2008 годом.

Таблица 2.51

**$\Sigma\beta$  радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг АЭХК, Бк/м<sup>2</sup>**  
(данные Иркутского УГМС)

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	02.03.2009	12.03.2008	09.09.2009	13.08.2008	09.09.2009	13.08.2008
16 км дороги на д. Б. Елань	12,4	5,5	175,2	298,8	29,6	5,7
7 км –”–	7,2	3,7	363,4	412,9	15,7	12,0
2 км –”–	12,0	5,2	218,7	363,4	13,5	3,8
1 км дороги на д. Савватеевка	6,1	1,4	225,0	61,3	31,7	5,0
д. Савватеевка	11,2	3,1	103,6	133,9	9,9	6,8
2 км дороги на д. Одинск	4,9	4,6	95,0	433,2	15,2	2,3
2 км Московского тракта	10,0	2,9	297,9	175,7	18,9	4,0
4 км дороги на г. Иркутск	13,3	7,6	295,4	365,2	7,8	4,9
п. Мегет	11,5	10,2	195,1	413,7	22,3	2,5
Среднее в 20-км зоне	6,8	4,9	215,6	295,3	17,2	5,2
Фоновая точка	2,7	2,6	187,0	93,4	7,4	5,9

По данным радиоэкологических исследований в г. Ангарске, проведенных Иркутским УГМС в 2009 г. в рамках инженерно-экологических изысканий для строительства [42], средняя эффективная удельная активность естественных радионуклидов в пробах почвы ( $A_{эфф}$ ) на ул. Горького составила 140 Бк/кг (из них уран (по <sup>226</sup>Ra) – 38 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – 41 Бк/кг, <sup>40</sup>K – 61 Бк/кг), на ул. Троицкая – 133 Бк/кг (из них уран (по <sup>226</sup>Ra) – 37 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – 37 Бк/кг, <sup>40</sup>K – 59 Бк/кг), таким образом, обследованные почвогрунты в соответствии с НРБ-99/2009 [12] относятся к I классу строительных материалов ( $A_{эфф} \leq 370$  Бк/кг) и могут быть использованы при строительстве без ограничения. МЭД на ул. Горького колебалась в пределах 10–14 мкР/ч, на ул. Троицкая – в пределах 8–16 мкР/ч, что не превышает рекомендованного для участка нового строительства уровня, составляющего 30 мкР/ч [13].

При исследовании радоноопасности территории г. Ангарска, определяющейся особенностями подстилающих горных пород и составом перекрывающих их грунтов, Иркутским УГМС в воздухе трех из 39 обследованных в 2009 г. помещений были установлены сверхнормативные концентрации радона, превышающие 100 Бк/м<sup>3</sup> [12]. В других городах и населенных пунктах, расположенных на аналогичных радоноопасных территориях, количество зданий со сверхнормативными концентрациями радона колеблется от 7 до 45 %, составляя в среднем по области 19 % [42].

Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2009 г. [42], рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях (рис. 2.12), составляли 9–18 мкР/ч. Максимальные суточные значения МЭД достигали 23 мкР/ч (в апреле в п. Шелехов).

Среднегодовое значение МЭД на границе СЗЗ [43] в 2009 г. составило 11 мкР/ч, что соответствует естественному радиационному фону.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг АЭХК в 2009 г. оставалась стабильной. Влияние АЭХК на радиационную обстановку в близлежащих населенных

пунктах выражается в присутствии в приземной атмосфере радионуклидов урана, объемная активность которых на два порядка ниже допустимой по НРБ-99/2009.

### Список литературы к разделу 2

1. Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2009 году. – М.: ОАО «ВНИИХТ», 2010.
2. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Марковский В.В. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2008 году. – М.: ОАО «ВНИИХТ», 2009.
3. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2008 году. – М.: Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2009.
4. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1994.
5. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 1. – С. 5–10.
6. 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.
7. Мокров Ю.Г. Анализ прогноза стока стронция-90 с водами р. Теча // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2004. – № 4. – С. 43–49.
8. Кузнецов В.М. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла РФ. – М., 2002. (<http://www.atomsafe.ru/ntc/doclad.htm>)
9. Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Стукалов П.М., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2009 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2010.
10. Мокров Ю.Г., Ровный С.И., Сметанина Е.Б., Иванов И.А., Бакуров А.С., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2008 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2009.
11. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Стукалов П.М. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2005 году. Отчет. – Озерск: ФГУП ПО «Маяк», 2006.
12. 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.
13. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000. – 20 с.
14. СП 2.6.1.2216-07. Санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения радиационных объектов. Условия эксплуатации и обоснование границ.

15. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2009 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2010.
16. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
17. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 286 с.
18. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
19. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
20. Осинцева Т.Н., Голубцова И.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2009 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2010.
21. Отчет по экологической безопасности за 2008 год. – Зеленогорск: ОАО «ПО «ЭХЗ», 2009.
22. Славская Л.А., Козлова Н.Н. Отчет Среднесибирского УГМС по контролю за радиоактивным загрязнением окружающей среды на территории 100-км зоны Красноярского ГХК в 2009 году. – Красноярск: Среднесибирское УГМС, 2010.
23. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Справка о радиозоологической обстановке в районе размещения ГХК за 2009 год. – Железногорск: ФГУП «ГХК», 2010.
24. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
25. Чирков В.А., Котова О.П. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2009 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
26. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054 – 96. Госкомсанэпиднадзор России. – М., 1996.
27. Годовой отчет ОАО «СХК» за 2008 год. – Северск: ОАО «СХК», 2009.
28. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории Томской области в 2009 году. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2009 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
29. Зиненко В.И., Чирков В.А., Котова О.П. и др. Оценка радиационной обстановки на территории Сибирского региона в 2002 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2003.
30. Вакуловский С.М., Шершаков В.М., Бородин Р.В., Возженников О.И., Газиев Я.И., Косых В.С., Махонько К.П., Чумичев В.Б. Анализ и прогноз радиационной обстановки в районе аварии на Сибирском химическом комбинате / Под ред. А.Ф. Цыб // Радиация и риск. – Обнинск: НПО «Тайфун». – 1993. – Вып. 3 (Прил. 2). – 48 с.
31. Брыкин С.Н., Серебряков И.С., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М.: ФГУП «ВНИИХТ», 2005.

32. Методические указания по отбору проб снега на метеорологических станциях Росгидромета.
33. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2003 году. Обзор. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2004.
34. Чирков В.А., Котова О.П., Власова О.В., Чагина Н.Д. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасных объектов на территории Новосибирской области в 2009 году. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2009 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
35. Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2002 году. Доклад / Под ред. А.И. Петрик. – Новосибирск, 2003.
36. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И. и др. Годовой отчет по оперативно-производственной работе Западно-Сибирского УГМС по радиационному мониторингу в 2009 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
37. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его по итогам 2009 года. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2010.
38. Бобошко В.И. Анализ радиационного воздействия объектов ОАО «ППГХО» на окружающую природную среду в районе деятельности его. – Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2008.
39. Журавлева Ю.А., Дубровская О.Г., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2009 год. – Чита: Забайкальское УГМС, 2010.
40. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории Дальневосточного региона в 2009 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2010.
41. Козлов А.А. Информация о радиационной обстановке в районе АЭХК в 2008 году. – Ангарск: ОАО «АЭХК», 2009.
42. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2009 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2010.
43. Козлов А.А. Информация о радиационной обстановке в районе АЭХК в 2009 году. – Ангарск: ОАО «АЭХК», 2010.
44. Отчет по экологической безопасности ОАО «Ангарский электролизный химический комбинат» за 2008 год. – Ангарск: ОАО «АЭХК», 2009.
45. Сойфер В.Н., Горячев В.А., Вакуловский С.М., Катрич И.Ю. Тритиевые исследования природных вод в России. – М.: ГЕОС, 2008. – 286 с.

### 3. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПУНКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Кроме предприятий ядерно-топливного цикла, к РОО относится достаточно большое количество предприятий, использующих в своей работе ядерные реакторы, источники ионизирующих излучений или радиоактивные материалы. Это научно-исследовательские институты, сбросы и выбросы которых могут содержать радионуклиды, судоремонтные заводы ВМФ, базы военного и гражданского атомного флота, а также пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) и другие объекты.

Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг них осуществляет Росгидромет посредством стационарных наблюдений в радиусе до 100 км и маршрутных обследований в радиусе до 30 км. Вместе с данными Росгидромета в разделе представлены материалы служб радиационной безопасности некоторых предприятий, полученные ими в процессе радиационного контроля окружающей среды в санитарно-защитных зонах (СЗЗ) и зонах наблюдения (ЗН) этих предприятий.

#### 3.1. РОО г. Северодвинска

Радиационно опасные объекты на территории Архангельской области сосредоточены в основном в г. Северодвинске. Здесь, в Двинском заливе Белого моря, расположены ОАО «ПО «Севмаш» (далее – «Севмаш») и ОАО «ЦС «Звездочка» (далее – ЦС «Звездочка»). На этих РОО осуществляется строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник «Миронова гора», находящийся в ведении «Севмаш»), проводится 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 – объектовые службы радиационной безопасности. В 2009 г. Северным УГМС [1] проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы на двух станциях в гг. Архангельске и Северодвинске (рис. 3.1). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией одни сутки;
- радиоактивности атмосферных выпадений на двух станциях в гг. Архангельске и Онеге (рис. 3.1). Пробы отбирались непрерывно с помощью планшетов без бортиков с площадью 0,3 м<sup>2</sup> с экспозицией проб одни сутки;
- содержания трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (п. Соломбала);
- содержания <sup>90</sup>Sr в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала), а также в Белом море – в пяти точках;
- содержания  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска в 10 точках один раз в год;



- содержание радионуклидов в пробах почвы, отобранных на шести станциях в летний период (рис. 3.1);
- содержания радионуклидов в почве и растительности в 25 точках и в снежном покрове в 20 точках во время маршрутных обследований в 30-км зоне РОО (рис. 3.2);
- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения ежедневно на шести стационарных пунктах (рис. 3.1), а также во время проведения маршрутной  $\gamma$ -съемки.

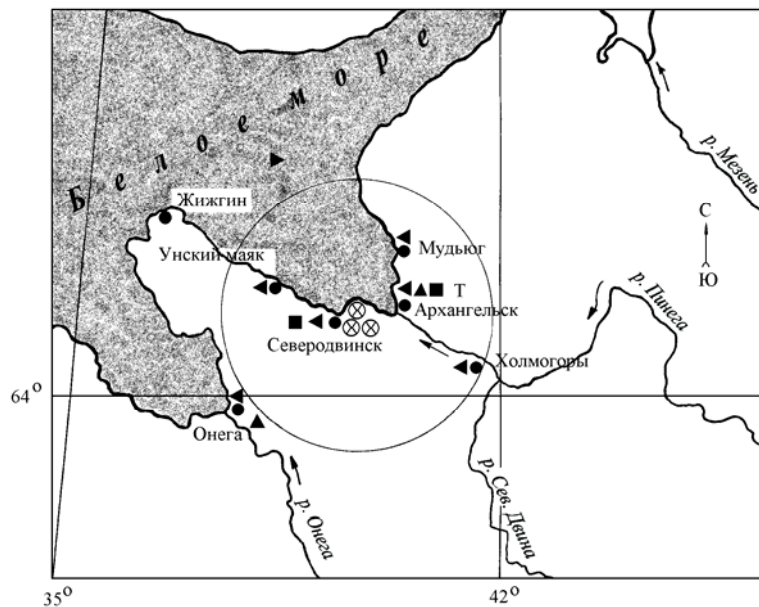


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска:

- - наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ - отбор проб атмосферных выпадений;
- - наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- T - отбор проб атмосферных осадков;
- ▼ - отбор проб снега;
- ▲ - отбор проб донных отложений;
- ⊗ - радиационно опасные объекты

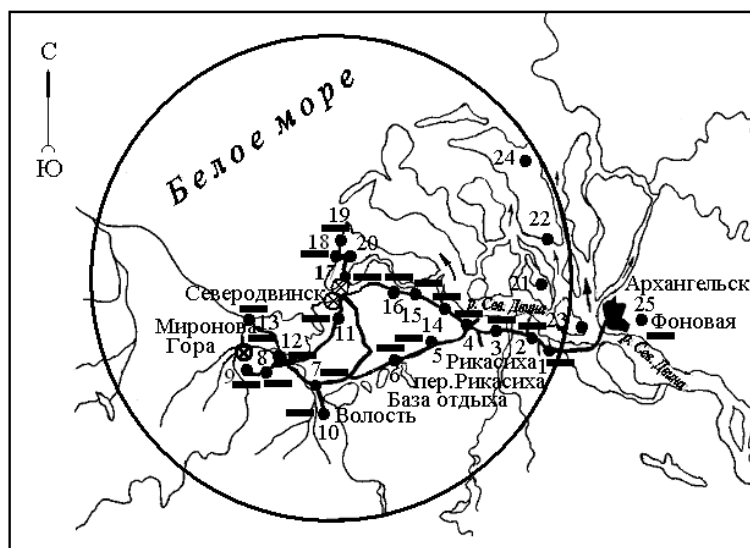


Рис. 3.2. Карта-схема обследования 30-км зоны РОО г. Северодвинска:

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

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

### Приземная атмосфера

Величины среднемесячной и максимальной суточной объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе приземного слоя атмосферы 100-км зоны РОО в 2009 г., а также средние величины объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что в 2009 г. среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы изменялась в г. Архангельске в пределах  $(3,4-10,1)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Северодвинске –  $(3,9-8,7)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $6,2\cdot 10^{-5}$  и  $6,1\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно, не превышающем средней по региону ( $7,7\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В течение года в 100-км зоне РОО зарегистрировано несколько случаев превышения суточного значения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым значением более чем в 5 раз: 20–21.02, 21–22.02, 22–23.02, 17–18.11 – в г. Архангельске, 22–23.02 – в г. Северодвинске. Гамма-спектрометрический анализ проб повышенной активности показал отсутствие радионуклидов техногенного происхождения.

Таблица 3.1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2009 г. (данные Северного УГМС)**

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	1,0	5	0,8	5,3	0,9	7,7
	м	6,5	11,2	3,7	14,9	7,0	53,0
Февраль	с	1,6	10,1	0,9	8,7	1,0	10,9
	м	7,0	38,7	4,2	27,1	7,7	55,9
Март	с	0,8	6,8	1,1	4,4	1,1	9,6
	м	3,7	19,4	7,5	8,5	8,7	85,9
Апрель	с	0,9	6,6	0,9	5,3	1,0	9,3
	м	3,4	11,4	4,0	10,1	7,2	89,0
Май	с	0,7	6,8	0,8	6,5	0,7	6,9
	м	5,1	11,6	3,2	23,1	5,8	32,5
Июнь	с	0,6	4,8	0,7	5,6	0,6	5,3
	м	2,3	12,1	3,8	16,3	5,2	34,1
Июль	с	0,4	5,7	0,4	6,6	0,4	6,3
	м	2,0	10,6	1,8	13,5	6,3	46,7
Август	с	0,4	5,7	0,5	7,2	0,5	6,6
	м	1,6	15,6	3,1	27,3	3,6	51,6
Сентябрь	с	0,7	6,3	0,6	8,5	0,7	7,6
	м	2,1	19,0	2,1	25,2	4,6	58,2
Октябрь	с	1,0	3,4	0,5	3,9	0,8	5,6
	м	3,0	10,0	1,7	13,1	7,0	73,9
Ноябрь	с	1,3	6,0	1,0	5,8	1,1	8,0
	м	4,9	22,8	3,0	17,3	8,1	87,3
Декабрь	с	1,4	6,8	0,7	5,9	1,1	7,3
	м	4,0	19,0	2,6	15,9	13,6	60,2
Среднее:	2009 г.	<b>0,9</b>	<b>6,2</b>	<b>0,7</b>	<b>6,1</b>	<b>0,8</b>	<b>7,7</b>
	2008 г.	1,2	4,8	0,6	4,5	0,9	6,9

Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2009 г., а также динамика изменения этих величин за период 2005–2009 гг. приведены в табл. 3.2. Из табл. 3.2 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха в 100-км зоне РОО в 2009 г. составила: в г. Архангельске –  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Северодвинске –  $2,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Самая высокая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в г. Северодвинске в IV квартале –  $3,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> [1]. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. в г. Северодвинске была в 1,2 раза выше, чем в г. Архангельске, и находилась на уровне средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР.

Таблица 3.2

**Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (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
<b><math>^{137}\text{Cs}^*</math></b>							
Архангельск	2005	4,6	0,46	3,5	6,2	3,7	3,9
	2006	5,5	4,4	4,7	3,4	4,5	3,4
	2007	2,9	2,1	2,7	2,7	2,6	2,1
	2008	3,7	2,9	3,7	1,7	3,0	2,3
	<b>2009</b>	<b>2,3</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>0,6</b>	<b>1,8</b>	<b>2,3</b>
Северодвинск	2005	1,9	1,8	0,5	4,8	2,3	3,9
	2006	2,0	2,1	4,6	0,5	2,3	3,4
	2007	0,7	1,2	14,0	1,5	4,4	2,1
	2008	2,7	3,9	1,8	1,6	2,5	2,3
	<b>2009</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>	<b>2,2</b>	<b>2,3</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Архангельск	2005	5,6	2,2	2,0	4,5	3,6	1,0
	2006	3,5	4,9	2,5	5,6	4,1	1,0
	2007	4,1	2,5	1,8	2,3	2,7	0,9
	2008	4,1	2,7	3,5	1,5	3,0	0,9
	<b>2009</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>0,9</b>
Северодвинск	2005	0,59	0,64	0,32	0,22	0,44	1,0
	2006	0,83	0,25	0,44	0,28	0,45	1,0
	2007	0,41	0,52	0,29	0,27	0,37	0,9
	2008	0,44	0,73	0,33	0,23	0,43	0,9
	<b>2009</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,28</b>	<b>0,57</b>	<b>0,9</b>

Примечание: \* – данные Северного УГМС и НПО «Тайфун».

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в гг. Архангельске и Северодвинске в 2009 г. составляла, соответственно,  $2,4 \cdot 10^{-7}$  и  $0,57 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> при средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Севера ЕТР равной  $0,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В среднем в г. Архангельске в 2009 г., как и в предыдущие годы, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  была в 4 раза выше, чем в г. Северодвинске, и в 3 раза выше фоновой для Севера ЕТР. Указанные значения объемных активностей в этих двух пунктах были на шесть – семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009 [2].

Среднегодовые величины суточных выпадений  $\Sigma\beta$  на подстилающую поверхность в 100-км зоне РОО в 2009 г. (см. табл. 3.1) не превышали или были на уровне среднегодовых значений по Северному УГМС. Случаев повышенных радиоактивных выпадений  $\Sigma\beta$  (в 10 и более раз выше фоновых) не отмечалось.

Сумма годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории деятельности Северного УГМС в 2009 г. уменьшилась в 1,4 раза, по сравнению с 2008 г., и составила 0,24 Бк/м<sup>2</sup>·год. Эта величина не превышает средневзвешенных по территории ЕТР выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. (см. раздел 1.1).

Годовые выпадения трития с осадками в г. Архангельске в 2009 г. составили 1,4 кБк/м<sup>2</sup> при годовом количестве осадков 692 мм. Месячные выпадения трития изменялись от 30 Бк/м<sup>2</sup>·месяц (апрель) до 334 Бк/м<sup>2</sup>·месяц (июле). Среднемесячная объемная активность трития в осадках в 2009 г. изменялась в диапазоне от 1,3 до 2,8 Бк/л при среднегодовом значении 2,0 Бк/л, что не превышает фонового уровня (2,5 Бк/л) для территории России.

**Вода, донные отложения**

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», представлено в табл. 3.3. Там же для сравнения дано среднее значение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках ЕТР. Из приведенных в табл. 3.3 данных видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в Северной Двине в 2009 г. составляла 5,8 мБк/л и была в 1,2 раза выше среднего значения для рек ЕТР, в Онеге составляла 4,7 мБк/л и не превышала среднего значения для рек ЕТР.

Таблица 3.3

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Северодвинска в 2009 г., мБк/л (данные НПО «Тайфун»)**

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	17.03	7,0
	27.04	8,0
	21.05	2,7
	16.06	3,9
	18.08	8,2
	20.10	4,7
Среднее:	<b>2009 г.</b>	<b>5,8</b>
	2008 г.	5,7
р. Онега (п. Порог)	14.02	5,9
	29.04	3,4
	16.05	3,6
	10.06	4,2
	06.08	5,8
	08.10	5,0
Среднее:	<b>2009 г.</b>	<b>4,7</b>
	2008 г.	5,6
Среднее по ЕТР:	<b>2009 г.</b>	<b>4,7</b>
	2008 г.	5,0

Объемная активность трития в р. Северная Двина мало изменяется от года к году (см. табл. 3.4) и не превышает среднюю объемную активность данного радионуклида для рек России (2,4 Бк/л).

Таблица 3.4

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

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$^3\text{H}$	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0	1,9	2,5	2,2	2,3	1,6

Мониторинг загрязнения вод Белого моря  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. проводился на четырех гидрологических станциях (географические координаты точек отбора проб см. в табл. 3.5). Среднегодовая

объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в Белом море (табл. 3.5) в 2009 г. не превышала уровня 2008 г. и составляла 3,6 мБк/л. Пространственное распределение  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах моря неоднородное, с изменением объемной активности в диапазоне 3,1–4,1 мБк/л.

Таблица 3.5

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водах Белого моря в 2008–2009 гг., мБк/л**

Координаты места отбора проб	2009 г.		2008 г.	
	Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
64°44' с.ш., 39°24' в.д.	01.08	3,8	23.06	9,6
64°00' с.ш., 37°40' в.д.	07.07	4,1	02.08	3,2
66°40' с.ш., 33°22' в.д.	21.08	3,1	29.07	2,8
66°08' с.ш., 40°20' в.д.	06.11	3,3	18.06	2,7
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	-	-	16.06	2,3
65°39' с.ш., 36°26' в.д.	-	-	16.06	2,9
Среднее за год		3,6		3,9

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Радионуклидный анализ проб поверхностного слоя донных отложений, отбираемых Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, производится в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Расположение точек отбора проб донных отложений в районе Северодвинска приведено на рис. 3.1. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в точках отбора проб в 2009 г. с указанием географических координат этих точек приведено в табл. 3.6. Из  $\gamma$ -излучателей техногенного происхождения за весь период наблюдений в пробах был обнаружен только  $^{137}\text{Cs}$ .

Таблица 3.6

**Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях (поверхностный слой) Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска в 2009 г., Бк/кг в.-с.**

Место отбора проб	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина моря, м	Удельная активность
1	64°39'05" с.ш., 39°35'06" в.д.	24.06	9	13,7 ± 0,7
2	64°41'04" с.ш., 39°38'05" в.д.	24.06	10	5,7 ± 0,7
3	64°44'03" с.ш., 39°35'06" в.д.	23.06	14	2,0 ± 0,6
4	64°44'03" с.ш., 39°38'06" в.д.	24.06	9	5,8 ± 0,6
5	64°42'08" с.ш., 39°35'00" в.д.	23.06	12	2,4 ± 0,5
6	64°41'01" с.ш., 39°31'06" в.д.	23.06	12	3,6 ± 0,7
7	64°40'00" с.ш., 39°29'00" в.д.	23.06	12	4,6 ± 0,7
8	64°38'01" с.ш., 39°25'00" в.д.	23.06	9	2,1 ± 0,3
9	64°36'08" с.ш., 39°28'00" в.д.	23.06	9	4,7 ± 0,6
10	64°38'09" с.ш., 39°32'00" в.д.	23.06	10	12,5 ± 1,0
Среднее				5,7 ± 0,6

Из приведенных в табл. 3.6 данных видно, что  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях распределен неравномерно, минимальное и максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  отличаются в 6,8 раза. Однако средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях, измеряемая с 1994 г., имеет тенденцию к уменьшению (табл. 3.7). В 2009 г. среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах, по сравнению с 1994–1997 гг., уменьшилось в 1,8 раза. Наблюдаемые в настоящее время уровни загрязнения донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  характерны для глобального источника загрязнения, из чего следует, что деятельность РОО в районе Северодвинска не увеличивает уровень загрязнения  $\gamma$ -излучателями донных отложений прилегающей акватории Двинского залива Белого моря.

Таблица 3.7

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

Год	1994–1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<sup>137</sup> Cs	10,0	10,9	6,6	8,6	5,9	7,1	3,1	-	4,7	5,8	5,4	5,4	5,7

Примечание: - – отбор проб не проводился.

**Почва, растительность**

В 2009 г. Северным УГМС [1] проводились маршрутные обследования 30-км зоны вокруг РОО посредством  $\gamma$ -съемки местности в летний период с отбором проб растительности и почвы и в зимний период с отбором проб снега. Гамма-съемка местности производилась по пяти маршрутам вдоль проезжих дорог через каждые 2 км. Точки отбора проб почвы, растительности и снега представлены на рис. 3.2. Всего в 30-км зоне РОО в период с июня по сентябрь было отобрано по 25 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубину 5 см. В отобранных пробах определялось содержание <sup>137</sup>Cs, <sup>232</sup>Th, <sup>226</sup>Ra и <sup>40</sup>K. При отборе проб измерялась МЭД на высоте 1 м и 10 см от поверхности почвы. Данные измерений представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

**Удельная активность радионуклидов в 5-см слое почвы и в растительности  
в 30-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2009 г., Бк/кг  
(данные Северного УГМС)**

Место отбора пробы (рис. 3.2)	МЭД, мкР/ч на высоте		Почва				Растительность				
	1 м	10 см	<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K	<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K	$\Sigma\beta$
т. 1 – Малое Тайнокурье	10	10	3,8	25	27	521	4,6	н	н	825	200
т. 2 – Цигломень	9	8	н	7	н	184	н	н	н	660	155
т. 3 – Лайский Док	12	9	н	25	7	181	4,3	н	н	529	109
т. 4 – Рикасиха	10	11	н	н	н	400	н	н	н	689	218
т. 5 – переезд, ст. Рикасиха	9	10	н	н	16	262	н	н	н	391	111
т. 6 – база отдыха	11	10	н	18	н	358	н	н	н	726	252
т. 7 – Урочище Конецбор	11	11	н	н	10	390	н	н	н	779	234
т. 8 – Миронова Гора	10	12	н	8,4	20	585	н	н	н	453	198
т. 9 – у р. Солза	16	16	н	12	18	545	н	н	н	610	205
т. 10 – волость	21	16	13	22	15	414	н	н	н	682	216
т. 11 – Северодвинск (ул. Морская)	10	11	17	20	13	302	н	н	н	1048	218
т. 12 – после Мироновой Горы	10	8	3,4	15	9	305	3,8	н	н	638	223
т. 13 – переезд у д. Солза (у озера)	10	10	3,2	н	н	212	30,2	н	н	485	186
т. 14 – дачи	11	10	6,5	н	н	286	н	н	н	486	159
т. 15 – садовые участки	10	12	17	н	8,6	213	н	н	н	455	168
т. 16 – заправка	11	11	н	10	8,6	254	н	н	н	415	136
т. 17 – гаражи	10	12	н	н	13	308	н	н	н	567	218
т. 18 – обелиск	8	10	6,2	10	12	298	17,3	н	н	723	307
т. 19 – военная часть	12	10	4,5	н	8,4	200	н	н	н	550	189
т. 20 – развилка к р. Ягорка	7	7	4,6	н	н	214	6,2	н	н	371	184
т. 21 – о. Андрианов	13	12	н	н	12	338	н	14	н	721	211
т. 22 – о. Тиноватик	10	13	4,3	8,8	16	398	4,1	н	н	464	216
т. 23 – о. Кего	11	11	н	н	11	283	н	н	н	500	223
т. 24 – о. Никольский	12	11	4,7	8,3	7,8	247	н	н	н	368	221
т. 25 – фон М2 Архангельск	10	9	5,4	18	23	455	н	н	н	486	150

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 3.8 видно, что удельная активность <sup>137</sup>Cs, как основного радионуклида техногенного происхождения, составляла: в почве – от предела обнаружения до 17 Бк/кг (т. 11), в растительности – от предела обнаружения до 30,2 Бк/кг (т. 13). Содержание <sup>137</sup>Cs в почве в 2009 г. находилось в

пределах колебания уровня глобального фона для территории России. Содержание  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$  в почве было на фоновом уровне.

Удельная  $\Sigma\beta$  в пробах растительности изменялась в интервале от 109 до 307 Бк/кг и была обусловлена в основном содержанием природного  $^{40}\text{K}$ . Гамма-спектрометрический анализ проб растительности показал, что в 18 из 25 проб удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  была ниже предела обнаружения. Максимальные (30,2 и 17,3 Бк/кг) значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в точках 13 и 18 (см. рис. 3.2). В районе хранилища ТРО «Миროнова Гора» удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  была ниже предела обнаружения. По сравнению с 2008 г., содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности практически не изменилось.

Значения МЭД, измеренные при отборе проб почвы и растительности, варьировали от 7 до 16 мкР/ч, а при  $\gamma$ -съемке вдоль дорог – от 7 до 21 мкР/ч [1], что соответствует уровням естественного  $\gamma$ -фона.

Отбор проб снега проводился [1] в марте перед началом весеннего снеготаяния. В 2009 г. было отобрано 20 проб снега в точках с устойчивым снежным покровом. Значения МЭД, измеренные в точках отбора проб, колебались в пределах от 7 до 11 мкР/ч. Объемная  $\Sigma\beta$  составила от 0,081 Бк/л (т. 11, рис. 3.2) до 0,55 Бк/л (т. 1 и т. 19). Максимальная плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  наблюдалась в т. 19 – 30 Бк/м<sup>2</sup>, минимальная наблюдалась в т. 11 – 4,2 Бк/м<sup>2</sup>. По результатам  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб техногенных радионуклидов в пробах не обнаружено.

В 2009 г. на шести станциях (Архангельск, Мудьюг, Онега, Северодвинск, Унский маяк, Холмогоры), находящихся в 100-км зоне РОО г. Северодвинска, на изотопный анализ были отобраны шесть проб почвы (рис. 3.1). Гамма-спектрометрический анализ показал, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве находилось в пределах от 0,4 до 5,9 Бк/кг, что не превышает уровней глобального фона. Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  во всех точках наблюдения была ниже значений в фоновой точке (0,021 кБк/м<sup>2</sup>), кроме пробы, отобранной в г. Северодвинске. Плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Северодвинске составила 0,059 кБк/м<sup>2</sup>, что, однако, не превышает фонового уровня. Содержание природных радионуклидов  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  в почве в точках отбора так же не превышало фонового уровня для территории РФ.

Среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска [1] в течение всего 2009 г. соответствовали естественному  $\gamma$ -фону и колебались в пределах 9–13 мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в СЗЗ и ЗН «Севмаш» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия. В 2009 г. ОЯРБ «Севмаш» [1] проводился радиационный контроль окружающей среды путем измерения:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ (район цеха 9-го предприятия и на первой набережной) и ЗН (город – цех 19-го предприятия). 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 баки-сборники с площадью сбора 0,25 м<sup>2</sup> и 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. Отбирался слой почвы на глубину 5 см специальным пробоотборником;
- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения. 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 2009 г. приведены в табл. 3.9 [1].

Таблица 3.9

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения «Севмаш» в 2009 г. (данные ОЯРБ «Севмаш»)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{60}\text{Co}$
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2009 г.	2009 г.
<b>Атмосферные аэрозоли, <math>10^{-5}</math> Бк/<math>\text{м}^3</math></b>					
СЗЗ (район цеха 9-го предприятия)	13	10,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
СЗЗ (первая набережная)	67	42,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
ЗН (город, район цеха 19-го предприятия)	18	13,0	< 5,0	< 0,5	< 5,0
<b>Атмосферные выпадения, Бк/<math>\text{м}^2</math>·год</b>					
СЗЗ (р-н цеха 9-го предприятия)	168	207	-	-	-
СЗЗ (первая набережная)	69	84	-	-	-
ЗН (город, район цеха 19-го предприятия)	116	115	-	-	-
<b>Почва, Бк/кг</b>					
СЗЗ	320	350	-	-	-
ЗН	425	349	-	-	-
<b>Растительность, Бк/кг</b>					
СЗЗ (береза напротив здания ПКБ)	264	226	-	-	-
ЗН (береза в городе, территория цеха 19-го предприятия)	388	191	-	-	-
ЗН (тополь напротив ПКБ)	274	440	-	-	-
ЗН (тополь напротив поликлиники предприятия)	403	360	-	-	-
<b>Водоросли и гидробионты, Бк/кг</b>					
СЗЗ (морские черви)	-	-	-	-	-
СЗЗ (водоросли)	716	760	-	-	-

Примечание: -- нет данных.

Как видно из табл. 3.9, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2009 г. была выше, чем в 2008 г., и в 1,7–8,7 раза превышала среднюю объемную  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере по Северному УГМС ( $7,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/ $\text{м}^3$ ). Наибольшая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе ( $67 \cdot 10^{-5}$  Бк/ $\text{м}^3$ ) наблюдалась, как и в предыдущие годы, в СЗЗ в районе первой набережной и была в 3,7–5,2 раза выше, чем в других точках. Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$  в воздухе СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности, которая для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  составляла  $5,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/ $\text{м}^3$ , а для  $^{90}\text{Sr}$  –  $0,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/ $\text{м}^3$  [1]. Выпадения  $\Sigma\beta$  в СЗЗ в 2009 г. уменьшились в 1,2 раза в сравнении с предыдущим годом, а в ЗН «Севмаш» не отличались от данных за 2008 год.

Удельная  $\Sigma\beta$  проб почвы, растительности и водорослей в СЗЗ и ЗН «Севмаш» в 2009 г. (см. табл. 3.9), по данным ОЯРБ предприятия, находилась практически на уровне ряда предыдущих лет.

Максимальное значение объемной  $\Sigma\beta$  в морской воде акватории «Севмаш» в 2009 г. [1] составляло 8,1 Бк/л, минимальное – 1,3 Бк/л, среднее – 4,0 Бк/л, что не отличается от уровня значений ряда предыдущих лет. Техногенные радионуклиды в пробах морской воды по акватории предприятия и в фоновом районе были ниже контрольных уровней, установленных для «Севмаш».



Мощность дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ и ЗН предприятия [1] колебалась в пределах от 7 до 15 мкР/ч.

Радиационный мониторинг в ЗН головной организации ЦС «Звездочка» осуществляется отделом ядерной и радиационной безопасности (ОЯРБ) самого предприятия. В 2009 г. ОЯРБ ЦС «Звездочка» [1] проводился радиационный контроль окружающей среды в ЗН путем измерения:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы (рис. 3.3). Пробы отбирались непрерывно в одной точке с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией;
- радиоактивности атмосферных выпадений в одной точке с экспозицией один месяц;
- содержания  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в донных отложениях Двинского залива Белого моря один раз в год;
- содержания радионуклидов в морской воде в точке отбора донных отложений один раз в год в летний период;
- содержания радионуклидов в почве в трех точках;
- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения. В ЗН контролировались пешеходные магистрали.

В табл. 3.10 представлены данные о радиоактивном загрязнении объектов окружающей среды в ЗН ЦС «Звездочка». Как видно из табл. 3.10, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы ЗН ЦС «Звездочка» в 2009 г. составляла  $9,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и в 1,2 раза превышала среднюю объемную  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере по Северному УГМС ( $7,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Из техногенных радионуклидов в воздухе ЗН ЦС «Звездочка» присутствовали <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и <sup>60</sup>Co. Объемные активности этих радионуклидов были на семь – восемь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2].

Таблица 3.10

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды зоны наблюдения ЦС «Звездочка» в 2009 г. (данные ОЯРБ ЦС «Звездочка»)

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>60</sup> Co
<b>Атмосферные аэрозоли, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>				
ЗН	950	≤ 2,1	≤ 3,4	≤ 0,48
<b>Атмосферные выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·год</b>				
ЗН	75,4	≤ 0,3	≤ 2,2	1,18
<b>Почва, Бк/м<sup>2</sup></b>				
пр. Бутомы	180	210	≤ 120	≤ 9,1
ул. Макаренко	220	940	≤ 100	≤ 11
район мемориала	120	820	≤ 250	≤ 7,1
<b>Донные отложения, Бк/кг</b>				
ЗН	310	≤ 0,55	≤ 2,7	≤ 0,18
<b>Морская вода, мБк/л</b>				
ЗН	6500	≤ 3,3	≤ 8,0	≤ 5,9

Плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в ЗН не превышала фонового уровня. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде Двинского залива Белого моря была менее 3,3 мБк/л, <sup>90</sup>Sr – менее 8 мБк/л, <sup>60</sup>Co – менее 5,9 мБк/л, что на два – четыре порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [2].

Мощность дозы  $\gamma$ -излучения в ЗН предприятия в среднем за год составила 11 мкР/ч [1].

Таким образом, из приведенных данных следует, что влияние РОО г. Северодвинска на радиационную обстановку в 100-км зоне за пределами СЗЗ выражается в присутствии в приземном слое атмосферы и атмосферных выпадениях зоны наблюдения РОО <sup>60</sup>Co, отсутствующего в составе

глобального фона. Объемная активность  $^{60}\text{Co}$  на восемь порядков ниже норматива, установленного НРБ-99/2009.

### 3.2. 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 четыре реактора);
- Мурманское морское пароходство (в эксплуатации 13 реакторов ледокольного флота и суда атомно-технологического обслуживания), осуществляющее 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, имеющий в своем составе 17 войсковых частей, где проводятся работы с РАО и ОЯТ, три 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), имеющий 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 закрыт, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;
- ОАО «Мурманский судоремонтный завод», осуществляющий 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 хранится около 22 тыс. отработавших высокоактивных сборок ядерного топлива). Поэтому одной из основных экологических проблем Мурманской области является организация безопасного обращения с накопившимися РАО и ОЯТ.

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 км<sup>2</sup>. 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 находится восемь ледоколов и один лихтеровоз. В табл. 3.11 приводятся сбросы радионуклидов предприятием «Атомфлот» в открытую гидрографическую сеть. Из табл. 3.11 видно, что сбросы радионуклидов на РТП «Атомфлот» в 2009 г. не превышали допустимых величин [3]. Суммарная активность сбросов определяется <sup>137</sup>Cs, <sup>89,90</sup>Sr и <sup>60</sup>Co.

Таблица 3.11

**Сброс радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть РТП «Атомфлот» в 2009 г., Бк (данные ОАО «ВНИИХТ»)**

Радионуклид	Допустимый сброс	Фактический сброс
<sup>60</sup> Co	6,8·10 <sup>5</sup>	7,8·10 <sup>3</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,23·10 <sup>5</sup>	1,25·10 <sup>2</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,88·10 <sup>5</sup>	5,24·10 <sup>4</sup>
<sup>89,90</sup> Sr	8,4·10 <sup>4</sup>	1,75·10 <sup>4</sup>
<sup>95</sup> Zr+ <sup>95</sup> Nb	6,5·10 <sup>6</sup>	2,32·10 <sup>2</sup>
<sup>152</sup> Eu+ <sup>154</sup> Eu+ <sup>155</sup> Eu	2,86·10 <sup>6</sup>	7,88·10 <sup>2</sup>

В 2009 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС [4] на 39 основных пунктах контроля (гидрометеорологические станции и посты), в состав которых входят (см. рис. 3.3):

- два пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземного слоя атмосферы на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью воздухофильтрующих установок с суточной экспозицией фильтров;
- девять пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета: на восьми пунктах – с суточной экспозицией и на одном (ст. Баренцбург) – с недельной;
- один пункт отбора месячных проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития в г. Мурманске;
- один пункт отбора проб морской воды для определения содержания <sup>90</sup>Sr в п. Териберка;
- два пункта отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра: п. Зашеек, губа Молочная) для определения содержания <sup>90</sup>Sr в 100-км зоне Кольской АЭС;
- 35 пунктов измерения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения, девять из которых входят в систему АСКРО. Помимо этого, МЭД контролировалась с помощью 28 дополнительных постов, входящих в систему АСКРО.

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 [4]. Радионуклидный анализ проб выпадений и аэрозолей проводился с помощью  $\gamma$ -спектрометрической установки «Canberra S100».

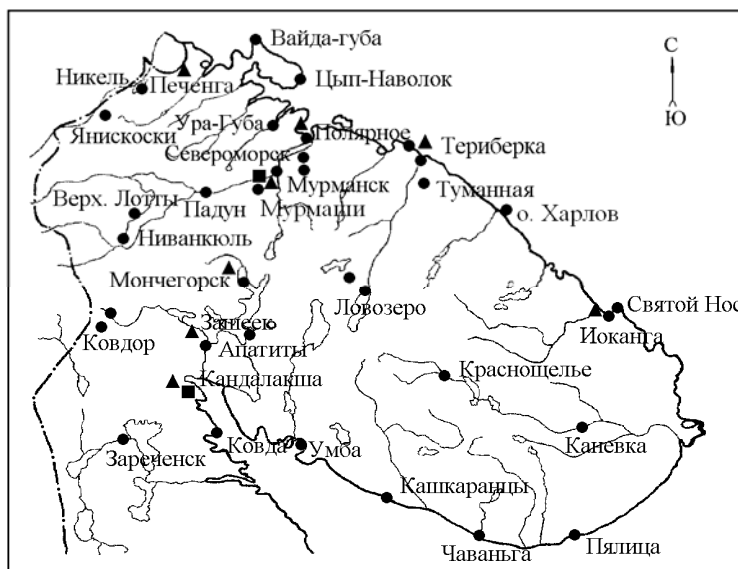


Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга основной сети на территории Мурманского УГМС:

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

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» подробно обсуждается в разделах 4.6 и 3.7 данного Ежегодника.

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся три основных пункта по измерению МЭД (Мурманск, Ура-Губа, Полярное) и 15 дополнительных, три пункта контроля за радиоактивными выпадениями (Мурманск, Печенга, Полярное) и один пункт контроля за объемной активностью радиоактивных аэрозолей (Мурманск).

### Приземная атмосфера

Результаты наблюдений за выпадениями и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Мурманске представлены в табл. 3.12 [4]. Из табл. 3.12 видно, что среднегодовое значение объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в г. Мурманске в 2009 г. несколько увеличилось, по сравнению с предыдущим годом, и составляло  $4,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Однако это значение в 2,2 раза ниже средневзвешенного значения для территории Заполярья в 2009 году. ( $9,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  колебалась от  $2,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в июле) до  $9,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в феврале). В 2009 г. случаев превышения суточных значений объемной  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями в пять и более раз не наблюдалось.

Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в районе размещения РОО Кольского полуострова (см. табл. 3.12) также увеличились, по сравнению с предыдущим годом, в пп. Полярное и Мурманское – в 1,2 раза, п. Печенга – в 1,3 раза. Выпадения  $\Sigma\beta$  в пп. Печенга и Полярное в 2009 г. в 1,7 и 2,1 раза превышали выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Мурманске и в 2 и 2,5 раза средневзвешенное значение для территории Заполярья (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в этих пунктах находились в пределах от 0,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в июне и октябре в г. Мурманске) до 3,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в январе в п. Полярном). Максимальное среднесуточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений (17,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 2009 г. наблюдалось в феврале в п. Полярное. Случаев повышенных значений  $\Sigma\beta$  выпадений (в 10 и более раз выше фоновых) в 2009 г. в этих пунктах не отмечалось.

Таблица 3.12

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в районе размещения радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2009 г. (данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	3,9	3,2	0,9	7,4
	м	9,1	10,7	1,6	16,6
Февраль	с	3,7	2,3	0,9	9,5
	м	17,3	7,4	1,8	19,6
Март	с	2,1	2,1	1,3	4,8
	м	6,8	7,5	6,1	13,0
Апрель	с	3,1	2,0	1,3	3,3
	м	15,9	8,1	5,8	5,2
Май	с	2,1	1,5	0,8	2,8
	м	6,2	5,9	1,8	4,8
Июнь	с	1,4	1,7	0,6	2,8
	м	4,1	3,8	1,1	5,9
Июль	с	2,0	2,3	2,3	2,0
	м	5,9	6,3	5,4	4,1
Август	с	1,9	1,1	1,9	2,1
	м	7,1	3,9	6,1	3,8
Сентябрь	с	2,3	1,9	1,2	2,5
	м	5,8	6,5	5,5	8,4
Октябрь	с	1,7	2,8	0,6	2,7
	м	5,0	7,5	1,3	5,6
Ноябрь	с	2,9	1,7	0,7	4,3
	м	8,7	5,1	5,3	8,3
Декабрь	с	2,6	1,7	1,6	4,6
	м	12,9	5,4	6,5	12,8
Среднее:	2009 г.	<b>2,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>	<b>4,2</b>
	2008 г.	2,1	1,6	1,0	3,8

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы г. Мурманска в 2005–2009 гг. представлена в табл. 3.13. Как видно из табл. 3.13, среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2009 г. уменьшились, по сравнению с предыдущим годом, в 1,8 и 1,3 раза соответственно и составили 0,04·10<sup>-7</sup> и 0,6·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs были ниже средневзвешенного значения по территории Заполярья в 7,3 и 1,8 раза (0,29·10<sup>-7</sup> и 1,1·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>). В целом за последние пять лет объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в этом регионе постепенно уменьшается.

Выпадения <sup>137</sup>Cs в 2009 г. в пп. Мурманск, Печенга, Полярное, Териберка, Иоканьга в среднем составляли 0,36 Бк/м<sup>2</sup>·год [4], что в 1,9 раза ниже значения 2008 г. (0,67 Бк/м<sup>2</sup>·год) [5].

Таблица 3.13

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в г. Мурманске,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>  
(данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Мурманск	2005	1,6	1,2	2,1	1,3	1,6	1,6
	2006	1,4	1,4	1,0	0,4	1,1	1,0
	2007	1,0	0,4	0,4	0,4	0,6	1,2
	2008	0,7	0,3	0,3	1,9	0,8	0,9
	<b>2009</b>	<b>0,7</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Мурманск	2005	0,07	0,3	0,21	0,12	0,17	0,36
	2006	0,09	0,2	0,38	0,05	0,17	0,27
	2007	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05	0,32
	2008	0,06	0,08	0,07	н/д	0,07	0,27
	<b>2009</b>	<b>0,03</b>	<b>н/д</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,29</b>

Примечание: н/д – нет данных.

**Вода и другие объекты окружающей среды**

Отбор проб морской воды из Баренцева моря в 2009 г. производился Мурманским УГМС в п. Териберка 3 раза в год. Радиохимический анализ отобранных проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Результаты анализа представлены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

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

Баренцево море	
Дата отбора	68°37' с.ш. 33°03' в.д.
19.03	2,9
19.09	2,5
24.11	2,0
Среднее:	<b>2,5</b>
2009 г.	<b>2,5</b>
2008 г.	3,1

Из табл. 3.14 видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пробах воды Баренцева моря в 2009 г. колебалась от 2,0 до 2,9 мБк/л, при среднем значении 2,5 мБк/л, что находится на уровне значений последних пяти лет [5–7].

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Анализ проб проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В 2009 г. среднемесячная объемная активность трития в осадках варьировала в диапазоне от 0,8 Бк/л (в ноябре) до 2,7 Бк/л (в сентябре). Среднегодовое значение объемной активности трития в 2009 г. незначительно увеличилось, по сравнению с 2008 г. (1,5 Бк/л), и составило 1,7 Бк/л, но было в 1,5 раза ниже среднего значения объемной активности трития в осадках на территории РФ в 2009 г. (2,5 Бк/л).

**Радиационный фон на местности**

По сравнению с предыдущим годом, в 2009 г. мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения 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  $\gamma$ -фона и изменялись в диапазоне от 5 мкР/ч (в г. Мурманске) до 12 мкР/ч (в п. Ура-Губа) [4]. Максимальные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч.

Таким образом, радиационная обстановка в местах расположения РОО Мурманской области в 2009 г. практически не изменилась, по сравнению с 2008 годом.

### 3.3. РОО на территории Верхне-Волжского региона

На территории Верхне-Волжского региона расположено четыре РОО [8]:

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

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

– ОАО «Чепецкий механический завод» (ЧМЗ) образован в 1946 г. в г. Глазове Республики Удмуртия. 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.

По данным [4], в процессе работы РФЯЦ-ВНИИЭФ в воздух выбрасываются  $^{210}\text{Po}$ , изотопы плутония и урана. В 2009 г. выбросы изотопов урана на РФЯЦ-ВНИИЭФ снизились в 1,2 раза, по сравнению с предыдущим годом, и составили  $2,31 \cdot 10^9$  Бк/год (7,8 % от допустимых выбросов), выбросы  $^{210}\text{Po}$  и изотопов плутония увеличились в 1,8 и 1,4 раза соответственно и составили  $6,62 \cdot 10^3$  Бк/год (0,17 % от допустимых выбросов) и  $2,08 \cdot 10^5$  Бк/год (28,1 % от допустимых выбросов). В сбросах РФЯЦ-ВНИИЭФ присутствуют изотопы урана и тритий [4]. В 2009 г. сбросы изотопов урана и трития увеличились, по сравнению с предыдущим годом, в 1,6 и 1,4 раза соответственно и составили: изотопы урана –  $3,52 \cdot 10^7$  Бк (0,58 % от допустимых сбросов), тритий –  $9,08 \cdot 10^{10}$  Бк (0,36 % от допустимых сбросов).

Газоаэрозольные выбросы ЧМЗ содержат изотопы урана, тория,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{40}\text{K}$  [4]. В 2009 г. выбросы  $^{226}\text{Ra}$  ( $9,37 \cdot 10^7$  Бк/год), нуклидов урана ( $1,87 \cdot 10^9$  Бк/год) и  $^{40}\text{K}$  ( $2,14 \cdot 10^8$  Бк/год) увеличились, по сравнению с предыдущим годом, в 3,5, 1,9 и 1,2 раза соответственно; выбросы изотопов тория ( $6,76 \cdot 10^7$  Бк/год) остались на уровне 2008 года. При этом выбросы  $^{226}\text{Ra}$  составили 33,4 % от допустимых выбросов, суммы изотопов урана – 38,7 %,  $^{40}\text{K}$  – 7,6 %, суммы нуклидов тория – 8,8 %. Сбросы ЧМЗ в 2009 г. не регистрировались [4].

Радиационный мониторинг в 100-км зонах РОО проводит Верхне-Волжское УГМС [8].

В 2009 г. в 100-км зоне ОКБМ Верхне-Волжским УГМС проводились наблюдения за радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – на девяти станциях (Городец, Дальнее Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Ройка, Семенов, Н. Новгород (2 станции)), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (Городец). Пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках практически совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО». Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах ОКБМ и ПЗРО приведено на рис. 3.4. Обсуждение радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» приведено в разделе 3.7 вместе с другими ПЗРО.

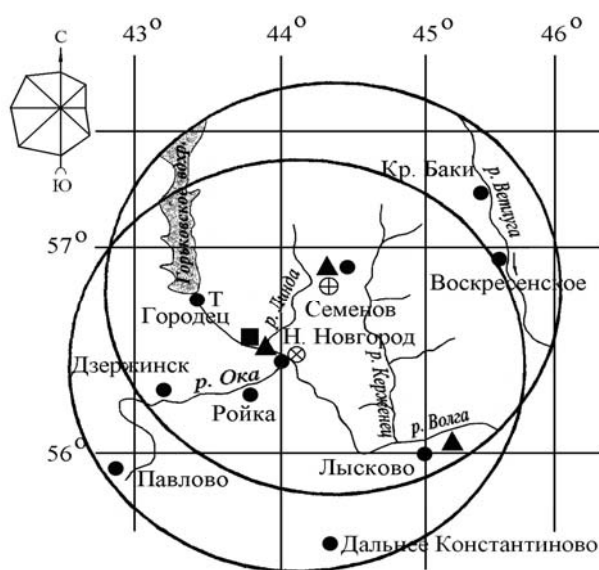


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зонах вокруг ОКБМ и ПЗРО:

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

В 100-км зоне РОО г. Сарова проводились наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями в трех пунктах (Арзамас, Выкса, Лукоянов) и за МЭД – в пяти пунктах (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников).

В 100-км зоне ЧМЗ проводились наблюдения за выпадениями в одном пункте (Глазов) и за МЭД в четырех пунктах (Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки).

Отбор проб атмосферных аэрозолей и их выпадений проводился непрерывно с суточной экспозицией с помощью ВФУ типа 19ЦС-48 и горизонтальных планшетов соответственно. Суммарная  $\beta$ -активность проб измерялась на радиометрах типа РУБ-01П. Пробы повышенной активности анализировались на  $\gamma$ -спектрометрическом комплексе «Прогресс-2000» с использованием сцинтилляционного детектора.



Результаты наблюдений за радиоактивными аэрозолями и выпадениями в 100-км зонах всех РОО Верхне-Волжского региона представлены в табл. 3.15.

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

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Н. Новгород в 2009 г. (табл. 3.15) [8] изменялась от  $10,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в октябре) до  $57,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в феврале) при среднегодовом значении  $21,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2 раза выше, чем в 2008 г., но не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2009 г. –  $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. раздел 1.1 табл. 1.1). В 2009 г. в г. Н. Новгород было зарегистрировано три случая превышения объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым уровнем в пять и более раз: 25–26 и 26–27 февраля –  $269,0 \cdot 10^{-5}$  и  $138,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно (при фоновом значении за предыдущий месяц  $24,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), и 14–15 декабря –  $77,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (при фоновом значении за предыдущий месяц  $11,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Гамма-спектрометрический анализ проб повышенной активности показал отсутствие в них техногенных радионуклидов.

Таблица 3.15

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе ( $q$ ,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зонах РОО Верхне-Волжского региона в 2009 г. (данные Верхне-Волжского УГМС)**

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса	Глазов
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	0,7	24,4	1,1	0,8	0,7	0,6	0,9	0,9
	м	1,6	65,2	3,2	3,0	1,8	1,8	1,6	3,6
Февраль	с	1,0	57,8	1,0	1,0	0,8	1,1	0,8	1,2
	м	3,6	269,0	3,6	3,6	1,9	3,8	2,2	3,6
Март	с	0,9	24,2	0,9	1,2	0,9	0,9	1,1	0,9
	м	1,6	66,9	2,3	3,4	2,1	3,3	5,3	1,5
Апрель	с	1,1	21,9	1,3	1,4	1,6	1,6	1,6	1,8
	м	3,2	70,1	4,3	3,1	3,8	3,1	4,0	3,9
Май	с	0,8	22,4	1,3	1,5	1,6	1,2	1,6	1,4
	м	1,9	66,5	2,6	3,4	2,8	2,6	2,1	2,5
Июнь	с	0,8	15,0	2,1	1,7	1,3	1,5	0,9	1,6
	м	2,3	41,7	11,2	5,5	2,3	3,8	1,9	2,9
Июль	с	1,5	22,7	1,5	1,4	1,3	1,9	1,5	1,2
	м	5,0	57,3	6,5	9,2	7,7	12,5	8,6	5,0
Август	с	1,5	13,7	1,1	1,6	1,9	1,4	2,3	1,2
	м	4,2	49,4	2,2	8,7	12,2	3,5	14,3	3,2
Сентябрь	с	1,5	20,7	1,5	1,5	0,8	3,1	0,8	1,5
	м	6,0	48,9	10,9	8,0	1,7	21,0	1,8	5,4
Октябрь	с	2,3	10,9	1,2	2,8	1,3	1,7	1,4	1,7
	м	11,1	38,8	2,1	13,9	2,6	12,2	3,0	4,7
Ноябрь	с	2,0	11,1	1,6	3,3	1,5	2,1	1,6	1,6
	м	6,0	34,4	6,7	25,8	7,8	9,5	7,6	9,0
Декабрь	с	1,3	17,6	1,2	1,6	1,0	1,2	1,1	1,3
	м	3,6	76,9	2,2	4,2	2,7	2,5	2,1	2,4
Среднее:	2009 г.	<b>1,3</b>	<b>21,9</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>
	2008 г.	0,7	10,7	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2009 г.	<b>469</b>		<b>482</b>	<b>604</b>	<b>448</b>	<b>556</b>	<b>476</b>	<b>495</b>
	2008 г.	263		391	381	332	360	342	374

Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы Н. Новгорода в 2005–2009 гг. представлены в табл. 3.16. Из табл. 3.16 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе Н. Новгорода в 2009 г. составляла  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,7 раза выше, чем в 2008 г., но в 2,8 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в 2009 г. составляла  $0,35 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза выше, чем в 2008 г., и в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $0,72 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.16

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Н. Новгород	2005	2,8	3,0	2,1	2,5	2,6	6,0
	2006	3,3	2,5	2,8	1,0	2,4	5,3
	2007	1,2	3,4	1,8	0,9	1,8	10,5
	2008	1,1	1,4	0,7	1,4	1,2	8,9
	<b>2009</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>5,6</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Н. Новгород	2005	0,30	0,42	0,29	0,34	0,34	0,56
	2006	0,45	0,38	0,35	0,15	0,33	0,45
	2007	0,17	0,35	0,26	0,18	0,24	1,2
	2008	0,20	0,28	0,30	0,17	0,24	1,3
	<b>2009</b>	<b>0,34</b>	<b>0,54</b>	<b>0,35</b>	<b>0,17</b>	<b>0,35</b>	<b>0,72</b>

Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2009 г. (см. табл. 3.15) [8] варьировали в диапазоне от 0,7 до 3,3 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения увеличились в 1,2–1,9 раза, по сравнению с 2009 г., и составляли 1,3–1,6 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, что находится на уровне фонового значения для Верхне-Волжского УГМС (1,4 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ОКБМ в 2009 г. наблюдались в п. Семенов 7–8 ноября и составляли 25,8 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, что в 9,4 раза выше фонового значения за предыдущий месяц.

Объемная активность трития в осадках (г. Городец) в 2009 г. составляла 2,4 Бк/л, изменяясь в диапазоне от 1,54 Бк/л (в ноябре) до 3,65 Бк/л (в сентябре). Содержание трития в осадках находится на уровне прошлых лет (см. табл. 3.17) и не превышает среднее значение по стране (см. раздел 1.1 табл. 1.10).

Таблица 3.17

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

Год	2005	2006	2007	2008	2009
$^3\text{H}$	2,6	2,4	2,2	2,3	2,4

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ОКБМ в 2009 г. колебались в диапазоне от 10 до 11 мкР/ч [8], среднемесячные – от 8 до 14 мкР/ч [9], что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

5 июня 2009 г. Верхне-Волжским УГМС [9] была проведена  $\gamma$ -съемка г. Н. Новгорода по городскому кольцу трамвайной линии. Результаты измерений показали, что радиационная обстановка в городе нормальная: значения МЭД находились в пределах 9–11 мкР/ч, что соответствует естественному  $\gamma$ -фону.

**РОО г. Сарова**

Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне РОО г. Сарова (пп. Лукоянов, Выкса, Арзамас) в 2009 г. составили 1,2–1,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (см. табл. 3.15) [8], что в 1,3–1,5 раза выше, чем в 2008 г., но не превышает фоновых выпадений по Верхне-Волжскому УГМС (1,4 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Среднемесячные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдений в 100-км зоне РОО

г. Сарова изменялись в пределах 0,6–2,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 2009 г. в п. Арзамас наблюдалось два случая превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз: 2–3 и 3–4 сентября – 21,0 и 14,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно при фоновом значении 1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО г. Сарова в 2009 г. составляли 9–11 мкР/ч [8], среднемесячные – 8–11 мкР/ч [9]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч.

#### **ОАО «Чепецкий механический завод»**

Среднемесячная  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО ЧМЗ (в п. Глазов) в 2009 г. изменялась в диапазоне 0,9–1,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки при среднегодовом значении 1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (см. табл. 3.15) [8], что в 1,4 раза выше уровня 2008 г., но соответствует уровню фоновых значений 2009 года. Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем в 10 и более раз в 100-км зоне ЧМЗ в 2009 г. не наблюдалось.

Среднегодовые значения МЭД в пунктах наблюдения 100-км зоны ЧМЗ в 2009 г. составляли 11 мкР/ч [8]. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС в 2009 г. составляли 0,26 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,5 раза выше уровня 2008 г. (0,17 Бк/м<sup>2</sup>·год), но в 1,2 раза ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР (0,31 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Поскольку, как отмечалось выше, содержание в приземной атмосфере  $\Sigma\beta$ , <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и трития в 2009 г. в 100-км зонах РОО (см. табл. 3.15–3.17) было на уровне фоновых значений для Центра ЕТР, можно сделать вывод, что влияние РОО, расположенных в Верхне-Волжском регионе, на окружающую среду не выявлено.

#### **3.4. РОО на территории Камчатской области**

На территории Камчатской области в ЗАТО г. Вилючинск расположено два РОО Минобороны РФ. Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне РОО за пределами ЗАТО осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 3.5 [10].

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО в 2009 г. был организован Камчатским УГМС следующим образом [10]:

- отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность производился в четырех пунктах с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков с суточной экспозицией;
- измерения МЭД проводились ежедневно в четырех пунктах;
- отбор проб морской воды на содержание <sup>90</sup>Sr проводился ежемесячно в прибрежной части акватории Авачинской губы;
- отбор проб атмосферных осадков на содержание трития проводился в одном пункте.

Суточные пробы атмосферных выпадений анализировались на содержание  $\Sigma\beta$  Камчатским УГМС [10],  $\gamma$ -спектрометрический анализ объединенных квартальных проб выпадений осуществлялся Приморским УГМС [11]. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах воды определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб осадков на содержание трития выполнялся с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220» в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

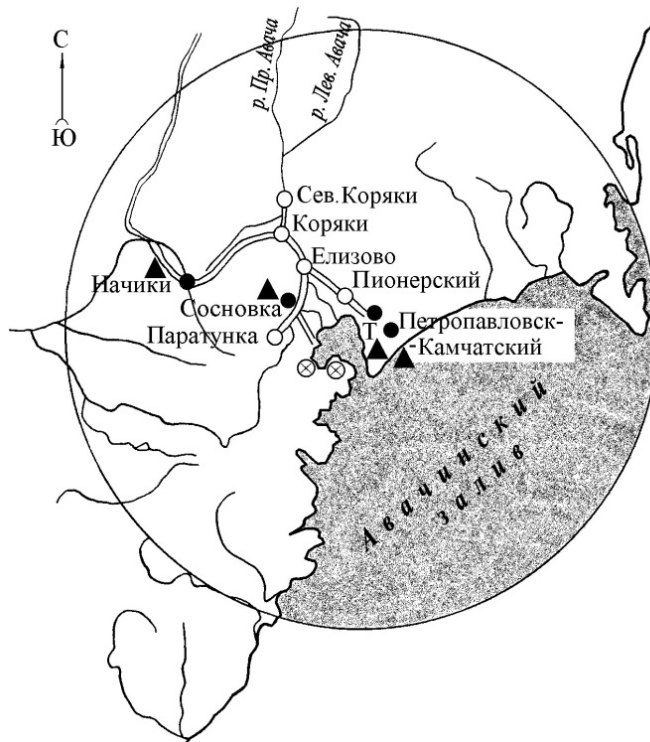


Рис. 3.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- T – 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 2009 г. представлены в табл. 3.18 [10]. Из табл. 3.18 видно, что среднемесячные суточные величины  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны РОО в 2009 г. изменялись от 0,5 до 1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Самое высокое суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдалось в п. Сосновка в сентябре и было в 7,3 раза выше фонового уровня по Камчатской области. Среднегодовое значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне в 2009 г., как и в целом по Камчатской области, незначительно уменьшилось и было в 1,6 раза ниже средневзвешенного значения по территории АТР (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  по Камчатской области в 2009 г. были ниже уровня чувствительности метода анализа.

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО Камчатской области в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки (данные Камчатского УГМС)**

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ОГМС (14 км)	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне		Среднее по области	
						2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	с	0,8	1,0	0,7	1,0	0,9	0,7	0,9	0,8
	м	2,6	2,8	2,3	3,0				
Февраль	с	0,9	1,1	1,5	1,2	1,2	0,7	1,0	0,9
	м	5,0	3,0	4,3	3,1				
Март	с	0,7	0,8	0,8	1,1	0,9	0,8	1,0	0,8
	м	1,5	3,0	2,8	3,6				
Апрель	с	0,6	0,9	1,3	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9
	м	1,0	4,7	5,7	2,6				
Май	с	0,8	1,3	1,4	1,7	1,3	0,9	1,2	0,9
	м	4,7	3,6	3,9	5,0				
Июнь	с	0,6	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
	м	0,9	4,4	3,7	3,1				
Июль	с	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,8
	м	0,9	1,2	2,2	4,3				
Август	с	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9
	м	2,0	1,7	3,1	2,3				
Сентябрь	с	0,7	0,7	1,0	0,8	0,8	1,1	0,9	1,2
	м	2,6	2,1	6,6	2,7				
Октябрь	с	0,9	0,6	0,8	0,9	0,8	1,2	0,8	1,3
	м	3,1	1,4	2,1	2,4				
Ноябрь	с	0,7	0,8	0,6	0,8	0,7	1,4	0,6	1,3
	м	2,0	2,3	2,3	2,7				
Декабрь	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	1,4	0,7	1,4
	м	1,3	1,3	1,0	2,0				
Среднее, Бк/м <sup>2</sup> -сутки:									
2009 г.		<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>		<b>0,9</b>	
2008 г.		0,7	1,0	1,1	1,0		1,0		1,0
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год:									
2009 г.		<b>282</b>	<b>329</b>	<b>364</b>	<b>366</b>	<b>329</b>		<b>330</b>	
2008 г.		253	372	403	367		351		363

### Другие объекты окружающей среды

Объемная активность <sup>90</sup>Sr в водах Тихого океана у берегов Камчатки (Авачинская губа), по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2009 г. колебалась в диапазоне от 0,6 мБк/л (в феврале) до 2,6 мБк/л (в мае). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr составила 1,4 мБк/л. Как следует из табл. 1.13 (см. раздел 1.1), среднегодовое содержание этого радионуклида в течение всего представленного в таблице периода сохраняется примерно на одном уровне.

Объемная активность трития в месячных пробах атмосферных осадков в г. Петропавловск-Камчатский, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2009 г. изменялась в диапазоне от 0,5 Бк/л (в феврале) до 2,5 Бк/л (в июне). Среднегодовое содержание трития в осадках составило 1,3 Бк/л, что в 1,9 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по всей территории РФ в 2009 г. (2,5 Бк/л).

### Радиационный фон на местности

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на четырех метеостанциях радиометрической сети в 100-км зоне РОО, в 2009 г. [10] не превышали 15 мкР/ч (п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 9 до 11 мкР/ч, что соответствует флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО практически не меняется от года к году и обуславливает радиационный фон в рассматриваемой зоне, из чего можно сделать вывод, что РОО, расположенные на территории Камчатской области, заметного влияния на радиационную обстановку не оказывают.

### 3.5. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград

ОАО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (далее – НИИАР) Росэнергоатома расположен в 13 км к западу от г. Димитровграда Ульяновской области, в 4–5 км от Куйбышевского водохранилища, на равнине, покрытой смешанным лесом. В границах города (примерно в 10–13 км от НИИАР) в Куйбышевское водохранилище впадает р. Большой Черемшан, образуя Черемшанский залив [12].

Основными источниками поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду на НИИАР являются газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу из производственных помещений института и жидкие сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2009 г. на НИИАР представлены в табл. 3.19 [3]. Из табл. 3.19 видно, что в 2009 г. выбросы  $^{88}\text{Rb}$ ,  $^{89}\text{Rb}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{103,106}\text{Ru}$  увеличились в 2,8–17 раз; выбросы  $^{244}\text{Cm}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{58}\text{Fe}$ ,  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{138}\text{Cs}$ ,  $^{89,90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Mo}+^{99\text{m}}\text{Te}$ ,  $^{141,144}\text{Ce}$ , суммы нуклидов йода, суммы

Таблица 3.19

Выбросы радионуклидов в атмосферу на НИИАР, Бк

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{51}\text{Cr}$	$9,25 \cdot 10^6$	$8,16 \cdot 10^7$	$7,51 \cdot 10^7$	$+ 0,65 \cdot 10^7$
$^{54}\text{Mn}$	$1,11 \cdot 10^8$	$4,13 \cdot 10^7$	$7,73 \cdot 10^7$	$- 3,6 \cdot 10^7$
$^{58}\text{Co}$	$1,23 \cdot 10^8$	$1,27 \cdot 10^7$	$1,17 \cdot 10^7$	$+ 0,1 \cdot 10^7$
$^{58}\text{Fe}$	$8,25 \cdot 10^7$	$3,39 \cdot 10^6$	$2,02 \cdot 10^7$	$- 1,68 \cdot 10^7$
$^{65}\text{Zn}$	$1,33 \cdot 10^8$	$5,42 \cdot 10^7$	$6,90 \cdot 10^7$	$- 1,48 \cdot 10^7$
$^{75}\text{Se}$	$7,00 \cdot 10^8$	$1,31 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^8$	$+ 0,26 \cdot 10^6$
$^{76}\text{As}$	$4,07 \cdot 10^7$	$7,35 \cdot 10^6$	$9,31 \cdot 10^6$	$- 1,96 \cdot 10^6$
$^{88}\text{Rb}$	—	$1,88 \cdot 10^{10}$	$6,18 \cdot 10^9$	$+ 1,26 \cdot 10^{10}$
$^{89}\text{Rb}$	—	$1,25 \cdot 10^8$	$2,22 \cdot 10^7$	$+ 1,03 \cdot 10^8$
$^{113}\text{Sn}$	—	$9,07 \cdot 10^4$	-	
$^{124}\text{Sb}$	$1,96 \cdot 10^8$	$9,31 \cdot 10^7$	$1,24 \cdot 10^8$	$- 3,09 \cdot 10^7$
$^{132}\text{Te}$	$9,73 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^6$	$2,75 \cdot 10^6$	$- 1,52 \cdot 10^6$
$^{134}\text{Cs}$	$4,37 \cdot 10^7$	$2,15 \cdot 10^7$	$7,72 \cdot 10^6$	$+ 1,38 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$5,86 \cdot 10^9$	$2,46 \cdot 10^8$	$2,48 \cdot 10^8$	$- 2,0 \cdot 10^6$
$^{138}\text{Cs}$	$4,11 \cdot 10^9$	$9,77 \cdot 10^9$	$2,06 \cdot 10^{10}$	$- 1,08 \cdot 10^{10}$
$^{139}\text{Ba}$	$1,92 \cdot 10^7$	$1,44 \cdot 10^8$	$4,39 \cdot 10^6$	$+ 1,4 \cdot 10^8$
$^{203}\text{Hg}$	$2,8 \cdot 10^6$	$4,62 \cdot 10^5$	$4,19 \cdot 10^5$	$+ 0,43 \cdot 10^5$
$^{89,90}\text{Sr}$	$8,72 \cdot 10^9$	$4,86 \cdot 10^7$	$1,03 \cdot 10^8$	$- 5,44 \cdot 10^7$
$^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$	$4,06 \cdot 10^6$	$1,68 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^7$	$+ 5,0 \cdot 10^5$
$^{99}\text{Mo}+^{99\text{m}}\text{Te}$	$1,38 \cdot 10^8$	$1,11 \cdot 10^8$	$3,18 \cdot 10^8$	$- 2,07 \cdot 10^8$
$^{103,106}\text{Ru}$	$1,22 \cdot 10^7$	$4,11 \cdot 10^7$	$2,41 \cdot 10^6$	$+ 3,87 \cdot 10^7$
$^{141,144}\text{Ce}$	$4,09 \cdot 10^6$	$2,66 \cdot 10^6$	$1,29 \cdot 10^7$	$- 1,02 \cdot 10^7$
$^{244}\text{Cm}$	$2,84 \cdot 10^7$	$1,56 \cdot 10^6$	$7,15 \cdot 10^6$	$- 5,39 \cdot 10^6$
Сумма нуклидов I	$1,26 \cdot 10^{12}$	$3,64 \cdot 10^9$	$7,51 \cdot 10^9$	$- 3,68 \cdot 10^9$
Сумма нуклидов Ru	$4,95 \cdot 10^8$	$4,47 \cdot 10^6$	$9,88 \cdot 10^6$	$- 4,41 \cdot 10^6$
Сумма нуклидов Th	—	$9,13 \cdot 10^7$	$9,13 \cdot 10^7$	0
Сумма нуклидов U	—	$4,09 \cdot 10^5$	$3,67 \cdot 10^4$	$+ 0,42 \cdot 10^4$
Сумма нуклидов Eu	$3,75 \cdot 10^8$	$1,90 \cdot 10^7$	$3,37 \cdot 10^7$	$- 1,47 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,83 \cdot 10^{16}$	$9,59 \cdot 10^{14}$	$9,53 \cdot 10^{14}$	$+ 0,06 \cdot 10^{14}$

Примечание: - – нет данных;

— – норматив не установлен.

нуклидов плутония и суммы нуклидов европия уменьшились в 1,3–6 раз. При этом выбросы  $^{51}\text{Sr}$ ,  $^{138}\text{Cs}$ ,  $^{139}\text{Ba}$ ,  $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$  и  $^{103,106}\text{Ru}$  превысили допустимые значения в 8,8, 2,4, 7,5, 4,1 и 3,4 раза соответственно. Часть радионуклидов ( $^{88}\text{Rb}$ ,  $^{89}\text{Rb}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ , нуклиды тория и урана) выбрасывалась НИИАР без утвержденных нормативов. Выбросы остальных радионуклидов не превышали 42 % от допустимых значений.

Стоки ПЛК с промплощадки НИИАР сбрасываются в бывшие торфяные карьеры, через которые могут поступать в Черемшанский залив Куйбышевского водохранилища р. Волги. В 2009 г. на НИИАР было сброшено [3]  $7,04 \cdot 10^7$  Бк  $^{89,90}\text{Sr}$  (0,23 % от допустимого сброса), что в 1,4 раза меньше, чем в 2008 г., и  $1,5 \cdot 10^8$  Бк  $^{137}\text{Cs}$  (0,37 % от допустимого сброса), что в 3,6 раза больше, чем в 2008 году. Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах [13].

Загрязненная площадь в санитарно-защитной зоне НИИАР по состоянию на 01.01.2010 г. составляла  $0,236 \text{ км}^2$  [3]. Более подробные данные приведены в Приложении 2 табл. П 2.3.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС (Ульяновский ЦГМС) [12] и УГМС Республики Татарстан [14]. В 2009 г. в 100-км зоне НИИАР проводились систематические наблюдения (рис. 3.6):

– за объемной активностью радионуклидов в воздухе с помощью ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте (в г. Самара [12]);



Рис. 3.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

- за радиоактивностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с точной экспозицией в четырех пунктах Приволжского УГМС и в двух пунктах УГМС РТ;
- за объемной активностью трития в атмосферных осадках в п. Тетюши [14];
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения 8 раз в сутки на семи стационарных пунктах Приволжского УГМС и двух пунктах УГМС РТ;
- за содержанием радионуклидов в почве во время маршрутных обследований в семи населенных пунктах в радиусе до 30 км вокруг НИИАР;
- за содержанием радионуклидов в пробах воды и донных отложений из Черемшанского залива.

Измерение МЭД проводилось дозиметрами ДБГ-06Т, ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д, ДКГ-07Д. Измерение  $\Sigma\beta$  в пробах аэрозолей и выпадений проводилось Приволжским УГМС и УГМС РТ на радиометре РУБ-01П6 и малофоновой установке УМФ-2000. Радионуклидный состав проб определялся на сцинтилляционном  $\gamma$ -спектрометре «Прогресс БГ» в Приволжском УГМС и на  $\gamma$ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб на содержание трития выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с помощью жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220».

Данные [12, 14] о выпадениях и объемной  $\Sigma\beta$  воздуха в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 3.20. Из табл. 3.20 видно, что среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Самаре в 2009 г. ( $25 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) увеличилась в 1,7 раза, по сравнению с 2008 г., но была на уровне средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ( $22 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  колебалась в пределах от  $14 \cdot 10^{-5}$  до  $39 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное среднесуточное значение объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе наблюдалось в марте и составило  $145 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что более, чем в 6 раз превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР. Случаев превышения суточных значений объемной  $\Sigma\beta$  над фоновым значением в пять и более раз в 2009 г. зарегистрировано не было.

Данные о среднегодовых объемных активностях  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы г. Самары за 2005–2009 гг. представлены в табл. 3.21. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. составили  $2,3 \cdot 10^{-7}$  и  $0,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно, что в 2,4 и 1,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для Центра ЕТР. Согласно табл. 3.21, с 2005 г. среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  мало меняется от года к году и не превышает средневзвешенных величин для Центра ЕТР, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  имеет тенденцию к уменьшению.

Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений из атмосферы в пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР (см. табл. 3.20) в 2009 г. колебались от 0,2 до 3,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, а среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений остались примерно на уровне 2008 г. и изменялись от 0,4 до 1,7 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, что находится на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР (см. раздел 1.1 табл. 1.8). Максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. наблюдалась в июне в г. Тольятти ( $10,1$  Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Случаев превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым в 10 и более раз в 2009 г. в 100-км зоне НИИАР зарегистрировано не было.



Таблица 3.20

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки)  
и объемной Σβ в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2009 г.  
(данные Приволжского УГМС и УГМС РТ)**

Месяц		Самара		Димитровград	Тольятти	Ульяновск	Тетюши*	Чулпаново*
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,9	14	0,8	1,2	0,4	0,4	0,3
	м	5,4	62	2,6	3,2	1,5	0,9	0,9
Февраль	с	1,6	33	1,7	1,6	0,3	0,3	0,3
	м	4,8	61	5,4	3,5	1,3	0,6	0,5
Март	с	1,6	39	1,0	1,2	0,3	0,4	0,3
	м	8,6	145	4,4	2,9	0,9	1,1	1,0
Апрель	с	1,4	27	0,8	3,1	0,3	0,3	0,3
	м	4,6	143	2,6	10,1	1,0	0,9	1,0
Май	с	1,2	32	0,6	1,2	0,3	0,4	0,3
	м	3,5	127	1,5	2,0	1,2	1,6	1,2
Июнь	с	1,4	24	0,5	1,5	0,4	0,3	0,3
	м	3,8	55	0,9	5,2	0,9	0,9	1,0
Июль	с	1,3	17	0,6	1,4	0,4	0,2	0,3
	м	5,1	43	1,6	3,3	0,8	1,6	1,6
Август	с	1,5	20	0,6	1,8	0,4	0,3	0,5
	м	4,3	57	1,8	4,0	1,3	0,8	2,3
Сентябрь	с	1,2	20	1,0	2,2	0,4	0,5	0,4
	м	3,9	88	3,3	7,5	0,8	1,9	1,2
Октябрь	с	1,7	29	0,7	1,5	0,4	0,6	0,5
	м	5,4	85	4,1	4,8	0,9	1,4	2,0
Ноябрь	с	2,0	18	1,3	1,6	0,4	0,5	0,7
	м	4,5	107	3,6	4,1	1,4	1,3	2,0
Декабрь	с	1,8	31	1,3	1,8	0,4	0,6	0,6
	м	5,2	76	4,3	4,0	1,5	1,6	1,5
Среднее:	2009 г.	<b>1,6</b>	<b>25</b>	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
	2008 г.	1,4	15,0	0,8	1,8	0,4	-	-
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2009 г.	<b>584</b>		<b>329</b>	<b>582</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>146</b>
	2008 г.	523		277	650	134	-	-

Примечание: \* – данные УГМС РТ;  
- – отбор проб не проводился.

Таблица 3.21

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

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Центру ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Самара	2005	2,6	4,2	3,5	4,0	3,6	6,0
	2006	3,8	2,4	4,0	1,7	3,0	5,3
	2007	1,9	1,5	2,1	1,2	1,7	10,5
	2008	1,5	2,1	2,5	0,6	1,7	8,9
	<b>2009</b>	<b>2,0</b>	<b>3,6</b>	<b>1,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>5,6</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Самара	2005	0,31	0,66	0,63	0,45	0,51	0,56
	2006	0,34	0,48	0,65	0,17	0,41	0,45
	2007	0,16	0,64	0,48	0,43	0,43	1,2
	2008	0,23	1,3	0,51	0,43	0,6	1,3
	<b>2009</b>	<b>0,17</b>	<b>0,71</b>	<b>0,44</b>	<b>0,75</b>	<b>0,5</b>	<b>0,72</b>

Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне НИИАР (п. Тетюши) в 2009 г. составила 2,4 Бк/л, что находится на фоновом уровне для территории РФ (2,5 Бк/л), изменяясь в диапазоне от 1,0 Бк/л (в декабре) до 3,5 Бк/л (в июне).

В июле 2009 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР (см. рис. 3.6) [12]. Обследование

проводилось с отбором проб почвы на глубину 5–10 см (по пять точек в каждом пункте) и измерением МЭД в точках отбора проб почвы на высотах 3–4 см и 1 м. Всего было отобрано 35 проб почвы и произведено 759 измерений МЭД. Результаты определения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2009 г. представлены в табл. 3.22.

Таблица 3.22

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

Населенный пункт	МЭД, мкР/ч		$^{137}\text{Cs}$ , кБк/м <sup>2</sup>	
	3–4 см	1 м	2009 г.	2008 г.
п. Новая Малыкла	10 – 15 (13)	9 – 14 (11)	0,39 – 1,92 (1,02)	0,59 – 2,37 (1,26)
с. Лесная Васильевка	10 – 12 (11)	10 – 12 (11)	0,41 – 3,07 (1,61)	0,85 – 1,96 (1,30)
с. Александровка	10 – 14 (12)	9 – 14 (12)	0,74 – 2,66 (1,56)	1,04 – 2,22 (1,55)
с. Филипповка	10 – 14 (12)	9 – 14 (11)	0,85 – 1,96 (1,52)	0,74 – 1,92 (1,18)
с. Суходол	11 – 12 (11)	9 – 13 (11)	1,18 – 2,04 (1,98)	0,59 – 2,74 (1,33)
с. Старое Матюшкино	11 – 14 (12)	9 – 13 (11)	1,22 – 2,63 (1,73)	0,63 – 2,07 (1,15)
с. Озерки	10 – 14 (12)	9 – 13 (11)	1,22 – 2,63 (1,73)	1,07 – 1,81 (1,44)

*Примечание:* в скобках указаны средние значения.

Как видно из табл. 3.22, уровни МЭД в 30-км зоне вокруг НИИАР на высоте 3–4 см практически не отличались от уровней МЭД на высоте 1 м и составляли 10–15 и 9–14 мкР/ч соответственно. Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в этих пунктах в 2009 г., по данным  $\gamma$ -спектрометрического анализа, колебалась от 0,39 до 3,07 кБк/м<sup>2</sup>. Усредненные по пяти точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  изменялись от 1,02 до 1,98 кБк/м<sup>2</sup>, что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2008 году.

В течение года специалистами Ульяновского ЦГМС также был произведен отбор шести проб воды и двух проб донных отложений из Черемшанского залива [12], куда могут поступать стоки с промплощадки НИИАР. Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа показали, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды и донных отложениях не превышали значений 0,3 Бк/л и 0,5 Бк/кг соответственно. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды примерно на порядок выше фонового содержания  $^{137}\text{Cs}$  в реках России, но более чем на порядок ниже УВ по НРБ-99/2009.

По данным ежедневных измерений МЭД на 10 пунктах наблюдения среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР [12, 14] в 2009 г. изменялись от 9 до 15 мкР/ч, а среднегодовые составляли 10–12 мкР/ч, что не отличается от естественного уровня  $\gamma$ -фона. Максимальные суточные значения МЭД не превышали 15 мкР/ч.

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.

### 3.6. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются ФГУП «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского» (далее – ФЭИ) и филиал ФГУП «Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова» (далее – 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 и сбросов в р. Протву ФЭИ и филиалом НИФХИ в 2009 г. приведены в табл. 3.23–3.25.

Из табл. 3.23 видно, что в ФЭИ в 2009 г., по сравнению с 2008 г., увеличились выбросы  $^{57}\text{Co}$  – в 1,7 раза,  $^{90}\text{Sr}$  – в 2,6 раза и  $^{137}\text{Cs}$  – в 2 раза. Годовые выбросы этих радионуклидов не превышали допустимых нормативов и составляли 0,5 % ( $^{90}\text{Sr}$ ) – 11,8 % ( $^{137}\text{Cs}$ ) от допустимых выбросов.

Таблица 3.23

**Выбросы радионуклидов в атмосферу ФЭИ, Бк  
(данные ФЭИ)**

Радионуклид	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{57}\text{Co}$	$1,66 \cdot 10^9$	$4,5 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^7$	$+1,9 \cdot 10^7$
$^{90}\text{Sr}$	$3,01 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^6$	$5,8 \cdot 10^5$	$+ 9,2 \cdot 10^5$
$^{134}\text{Cs}$	$1,03 \cdot 10^8$	-	$9,3 \cdot 10^5$	-
$^{137}\text{Cs}$	$4,23 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^7$	$+ 2,5 \cdot 10^7$

Выбросы филиала НИФХИ в 2009 г. (табл. 3.24) были ниже допустимых и составляли для различных радионуклидов 0,1 % ( $^{135}\text{I}$ ) – 16,7 % ( $^{135}\text{Xe}$ ) от допустимых выбросов. В 2009 г. выбросы  $^{41}\text{Ar}$ ,  $^{135}\text{Xe}$  и  $^{133}\text{I}$  остались примерно на уровне 2008 года. Выбросы остальных радионуклидов уменьшились в 1,3–1,8 раза. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2009 г. составил  $1,2 \cdot 10^{11}$  Бк, что в 1,3 раза ниже, чем в 2008 г. [5].

Таблица 3.24

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

Радионуклид	Допустимый выброс	2009 г.	2008 г.	2007 г.	2006 г.	2005 г.
$^{125}\text{I}$	$3,8 \cdot 10^{10}$	-	-	$6,0 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^8$	$3,7 \cdot 10^8$
$^{131}\text{I}$	$5,8 \cdot 10^{11}$	$8,5 \cdot 10^{10}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$1,1 \cdot 10^{11}$	$9,3 \cdot 10^{10}$	$5,7 \cdot 10^{10}$
$^{132}\text{I}$	$5,0 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{10}$	$2,8 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^{10}$	$2,0 \cdot 10^{10}$	$2,4 \cdot 10^{10}$
$^{133}\text{I}$	$3,0 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^{10}$	$2,9 \cdot 10^{10}$	$9,5 \cdot 10^9$	$8,0 \cdot 10^9$
$^{135}\text{I}$	$2,0 \cdot 10^{11}$	$2,4 \cdot 10^8$	$4,4 \cdot 10^8$	$5,9 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^8$	-
$^{41}\text{Ar}$	$1,5 \cdot 10^{14}$	$2,4 \cdot 10^{13}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$
$^{133}\text{Xe}$	$4,0 \cdot 10^{14}$	$2,7 \cdot 10^{13}$	$4,1 \cdot 10^{13}$	$3,7 \cdot 10^{13}$	$4,8 \cdot 10^{13}$	$5,8 \cdot 10^{13}$
$^{135}\text{Xe}$	$3,0 \cdot 10^{14}$	$5,0 \cdot 10^{13}$	$4,6 \cdot 10^{13}$	$4,1 \cdot 10^{13}$	$3,4 \cdot 10^{13}$	$6,8 \cdot 10^{13}$

В р. Протву в 2009 г. ФЭИ было сброшено  $1,42 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  сточных вод. Годовые сбросы  $\alpha$ -активных и  $\beta$ -активных радионуклидов со сточными водами ФЭИ в 2009 г. увеличились примерно в 1,3 раза (см. табл. 3.25) и составляли 61 и 70 % от допустимых сбросов соответственно.

Филиалом НИФХИ значимых радиоактивных сбросов в р. Протву не производилось.

Таблица 3.25

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ФЭИ в р. Протву, Бк  
(данные ФЭИ)**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$\Sigma\alpha$	$2,3 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^8$	$+ 0,3 \cdot 10^8$
$\Sigma\beta$	$3,0 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^8$	$+ 0,5 \cdot 10^8$

Площадь, загрязненная радионуклидами, в зоне наблюдения ФЭИ составляет 0,005 км<sup>2</sup> [3].

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 (рис. 3.7) осуществляется радиометрическими подразделениями ФЭИ и филиала НИФХИ, в зоне наблюдения радиусом ~ 10 км вокруг г. Обнинска – ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» (рис. 3.7), в 100-км зоне вокруг Обнинска – радиометрической сетью Центрального УГМС (рис. 3.8).

В 2009 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 помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м<sup>3</sup>/ч с суточной экспозицией;
- объемная  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в воде р. Протвы ежемесячно;
- содержание  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в почве и растительности и  $\Sigma\beta$  в снеге;
- объемная активность радионуклидов в подземных водах;
- мощность экспозиционной дозы.

Радиационный мониторинг в городе и его окрестностях в 10-км зоне наблюдения РОО г. Обнинска в 2009 г. был организован НПО «Тайфун» в соответствии с [15] следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем

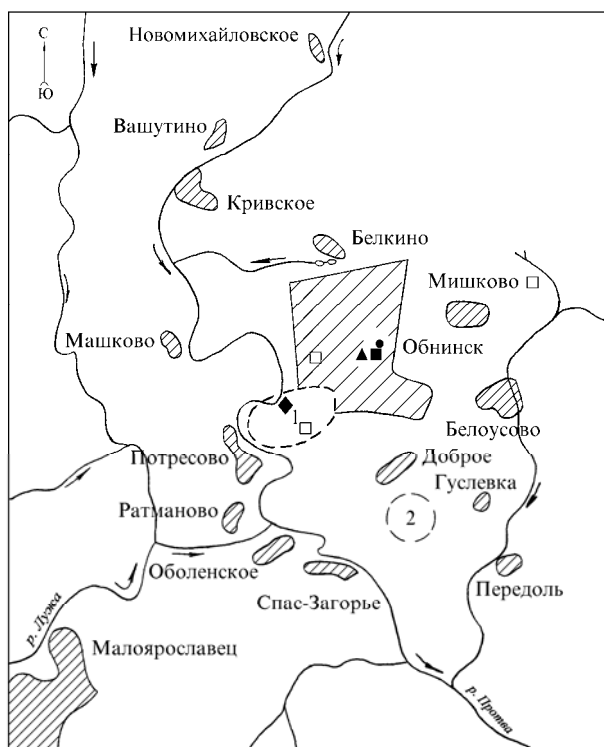


Рис. 3.7. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ филиала НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в 10-км зоне вокруг г. Обнинска:

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

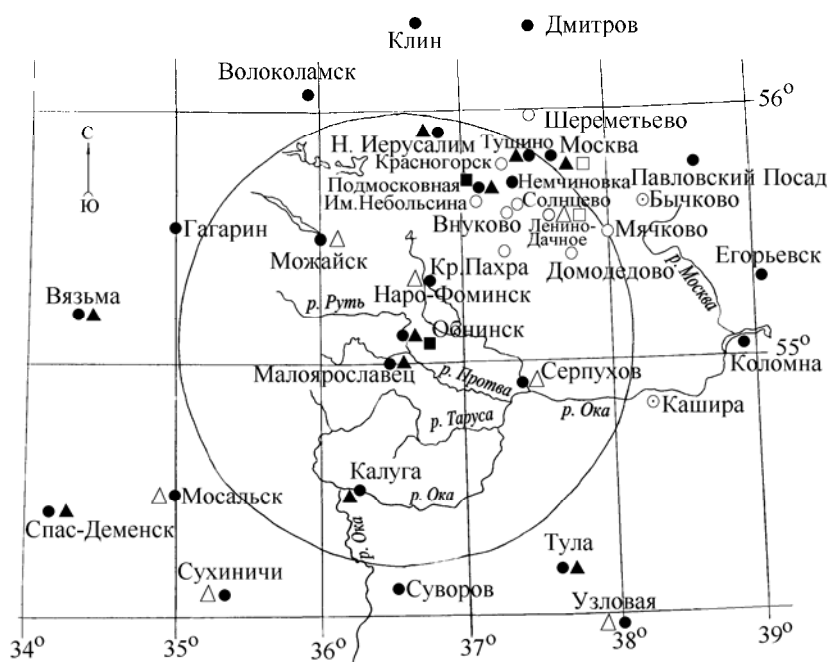


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и филиала НИФХИ (г. Обнинск):  
 ● – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;  
 ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;  
 ■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями;  
 ○ Δ □ – планируемые наблюдения

отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ 19ЦС48 производительностью 1100 м<sup>3</sup>/ч, установленной на территории НПО «Тайфун» (в 4–5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ). Пробы отбирались на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (для улавливания радионуклидов йода в молекулярной форме) с экспозицией одни сутки;

- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась путем анализа проб, отобранных с помощью марлевого планшета без бортиков площадью 0,3 м<sup>2</sup>, расположенного на территории НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;
- содержание трития определялось в питьевой воде г. Обнинска ежемесячно;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения измерялась непрерывно на метеоплощадке НПО «Тайфун» с помощью дозиметра ДГДМ.

В 100-км зоне вокруг РОО в 2009 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль [17]:

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в четырех пунктах;
- за величиной МЭД в девяти пунктах контроля.

### Приземная атмосфера

По данным радиометрического подразделения ФЭИ, среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в СЗЗ и ЗН ФЭИ в 2009 г. составила  $2,1 \cdot 10^{-5}$  и  $2,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Среднегодовая объемная  $\Sigma\alpha$  в воздухе в СЗЗ и ЗН ФЭИ составила  $4,0 \cdot 10^{-5}$  и  $7,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в СЗЗ и ЗН ФЭИ уменьшились,

по сравнению с предыдущим годом, и составляли менее  $1,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2].

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Обнинска (см. табл. 3.26) в 2009 г., по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», колебалась в пределах  $(16,6-33,4) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднее за год значение ( $22,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) увеличилось, по сравнению с 2008 г., в 1,3 раза и было на уровне средневзвешенной объемной активности в Центре ЕТР ( $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В 2009 г. случаев превышения объемной  $\Sigma\beta$  в пять и более раз над фоновым уровнем не наблюдалось.

Таблица 3.26

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе (q,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2009 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск*		Н. Иерусалим	Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	0,5	0,5	0,7	18,5	0,7	0,8	39,7	1,0	19,4
	м	1,6	1,1	2,3	53,6	1,2	1,7	142,6		
Февраль	с	0,4	0,6	0,7	23,3	0,9	1,1	67,3	1,1	40,1
	м	0,8	1,6	1,5	47,1	1,7	2,5	152,6		
Март	с	0,4	0,4	0,7	21,0	0,9	0,9	39,1	1,1	29,0
	м	0,8	1,0	1,8	51,0	3,0	2,3	84,5		
Апрель	с	0,4	0,4	0,5	19,5	1,5	0,8	18,7	1,2	21,5
	м	0,8	1,1	1,6	44,4	5,5	1,6	41,3		
Май	с	0,4	0,5	0,7	16,9	0,9	1,1	19,0	1,2	23,3
	м	1,1	1,3	2,5	32,1	2,3	4,1	37,8		
Июнь	с	0,5	0,5	0,9	17,2	1,6	1,5	12,4	1,3	18,0
	м	1,1	1,0	2,9	39,7	4,9	5,5	24,2		
Июль	с	0,4	0,5	0,8	19,2	1,2	1,5	16,6	1,3	18,9
	м	0,9	1,3	5,2	43,1	3,2	5,6	39,4		
Август	с	0,4	0,5	0,9	16,6	1,7	1,7	14,3	1,4	16,3
	м	1,3	1,2	4,1	29,3	6,3	9,1	30,5		
Сентябрь	с	0,5	0,6	1,3	27,3	1,9	1,6	10,6	1,3	19,6
	м	1,2	1,1	2,9	53,0	5,6	6,4	28,5		
Октябрь	с	0,6	0,6	2,0	26,2	1,7	1,5	11,5	1,5	19,7
	м	1,6	1,5	8,1	72,7	5,1	4,4	33,0		
Ноябрь	с	0,6	0,7	1,9	33,4	1,7	1,3	14,1	1,5	16,9
	м	1,2	1,8	5,5	84,5	3,1	2,8	47,8		
Декабрь	с	0,5	0,5	2,3	32,8	1,1	0,8	23,2	1,3	24,5
	м	0,9	1,5	9,1	86,4	3,2	1,6	51,7		
Среднее:	<b>2009 г.</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>22,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>23,9</b>	<b>1,3</b>	<b>22,3</b>
	2008 г.	0,3	0,4	0,6	16,9	0,8	0,8	16,4	1,0	14,2
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	<b>2009г.</b>	<b>183</b>	<b>183</b>	<b>403</b>		<b>476</b>	<b>439</b>		<b>476</b>	
	2008 г.	119	131	214		299	299		381	

Примечание: \* – данные НПО «Тайфун».

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в п. Подмосковная (см. табл. 3.26), расположенном в 100-км зоне вокруг РОО г. Обнинска [16], в 2009 г. находилась на уровне объемной  $\Sigma\beta$  в г. Обнинске и была в 1,5 раза выше, чем в 2008 году.

Среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2009 г. в атмосфере г. Обнинска, приводится в табл. 3.27. Из табл. 3.27 видно, что среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Обнинска в 2009 г. изменялась в пределах  $(1,0-12,0) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, при этом средняя за год объемная активность осталась на уровне 2008 г. и составила  $6,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для Центра ЕТР в 2009 году ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы п. Подмосковная в 2009 г., по данным НПО «Тайфун», осталась практически на уровне предыдущего года [5] и составляла  $5,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза ниже, чем в г. Обнинске.

Таблица 3.27

Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска в 2008–2009 гг., Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун»)

Месяц	$^{137}\text{Cs}, \cdot 10^{-7}$		$^{238}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{239,240}\text{Pu}, \cdot 10^{-9}$		$^{90}\text{Sr}, \cdot 10^{-7}$		$^{131}\text{I}, \cdot 10^{-5}$		$^7\text{Be}, \cdot 10^{-5}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	12,0	8,3	30,0	6,5	4,4	2,3	0,67	0,6	2,8	0,15	236	270
Февраль	1,0	9,7	97,0	19,0	59,0	13,0	1,28	0,7	2,1	1,5	264	257
Март	2,7	7,3	25,0	-	6,1	-	0,59	0,58	2,3	0,87	370	228
Апрель	11,0	8,3	7,0	4,9	7,2	5,7	1,11	2,1	0,1	1,1	504	464
Май	12,0	6,0	10,4	6,4	18,0	6,6	3,38	1,0	1,9	н	492	570
Июнь	4,0	6,4	3,0	6,9	2,4	4,2	1,05	0,51	н	0,23	503	450
Июль	3,1	3,8	11,0	1,7	1,5	2,0	0,63	0,69	0,4	0,31	510	394
Август	7,4	4,5	17,4	16,0	7,3	5,0	1,59	0,6	н	н	380	434
Сентябрь	7,0	4,3	5,0	32,0	6,5	5,0	0,64	0,92	0,2	н	344	330
Октябрь	6,1	8,0	6,0	7,3	1,7	3,1	0,63	0,46	0,4	1,0	207	300
Ноябрь	6,4	8,6	3,7	14,0	2,3	5,1	0,43	0,54	1,2	0,12	199	290
Декабрь	7,0	3,2	2,8	3,8	2,2	2,7	0,63	0,36	0,1	25	205	286
Среднее	6,6	6,5	18,2	10,8	9,9	5,0	1,05	0,76	1,2	3,4	351	356

Примечания: н – ниже предела обнаружения;  
-- данные не поступали.

Среднемесячная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере г. Обнинска в 2009 г. (см. табл. 3.27) изменялась в диапазоне  $(0,43\text{--}3,38) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднегодовое значение  $(1,05 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) было в 1,5 раза выше фонового уровня для Центра ЕТР в 2009 г.  $(0,72 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере в п. Подмосковная в 2009 г. увеличилась в 1,2 раза, по сравнению с предыдущим годом [5], и составила  $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2 раза ниже, чем в г. Обнинске.

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония в приземной атмосфере г. Обнинска в 2009 г. (см. табл. 3.27) увеличились, по сравнению с 2008 г.,  $^{239,240}\text{Pu}$  – в 2 раза,  $^{238}\text{Pu}$  – в 1,7 раза, и составили  $9,9 \cdot 10^{-9}$  и  $18,2 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Среднемесячные объемные активности  $^{239,240}\text{Pu}$  колебались в пределах  $(1,5\text{--}59,0) \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{238}\text{Pu}$  – в пределах  $(2,8\text{--}97,0) \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное среднемесячное значение объемной активности изотопов плутония наблюдалось в феврале и было более чем на четыре порядка ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [2]. Отношение среднемесячных объемных активностей  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  за период времени 1998–2009 гг. изменялось в очень широких пределах – от 0,04 до 7,3 – при среднем значении 1,1, что на два порядка выше значения 0,05, характерного для глобального фона Северного полушария [17]. На основании повышенных относительно глобального уровня значений объемной активности изотопов плутония в приземном слое воздуха г. Обнинска, а также повышенных отношений  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  можно сделать вывод, что поступление в приземный слой атмосферы г. Обнинска указанных изотопов плутония обусловлено в основном местным техногенным источником.

В 2009 г. в воздухе г. Обнинска девятый год подряд после четырехлетнего перерыва регулярно регистрировался  $^{131}\text{I}$ , в основном, в молекулярной форме: 33 случая появления  $^{131}\text{I}$  в молекулярной форме и 2 случая – в аэрозольной форме. Среднегодовая объемная активность  $^{131}\text{I}$  в 2009 г. (см. табл. 3.27) составила  $1,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,8 раза ниже, чем в 2008 году. Максимальное значение  $^{131}\text{I}$  в молекулярной форме ( $40 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалось 4–5 февраля, в аэрозольной форме

( $3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) – 28–29 марта. Наблюдаемые объемные активности <sup>131</sup>I были на три – пять порядков ниже допустимой объемной активности по НРБ-99/2009 ( $DOA_{НАС.}({}^{131}\text{I}) = 7,3 \text{ Бк/м}^3$ ) [2]. Анализ выбросов местных РОО позволяет предположить, что основным источником поступления <sup>131</sup>I в приземный слой атмосферы г. Обнинска является филиал НИФХИ. Это также подтверждается рис. 3.9, на котором приведено распределение количества случаев регистрации <sup>131</sup>I от направления ветра в 2009 году. Из рис. 3.9 видно, что максимальное количество случаев регистрации <sup>131</sup>I наблюдалось при направлении ветра от филиала НИФХИ.

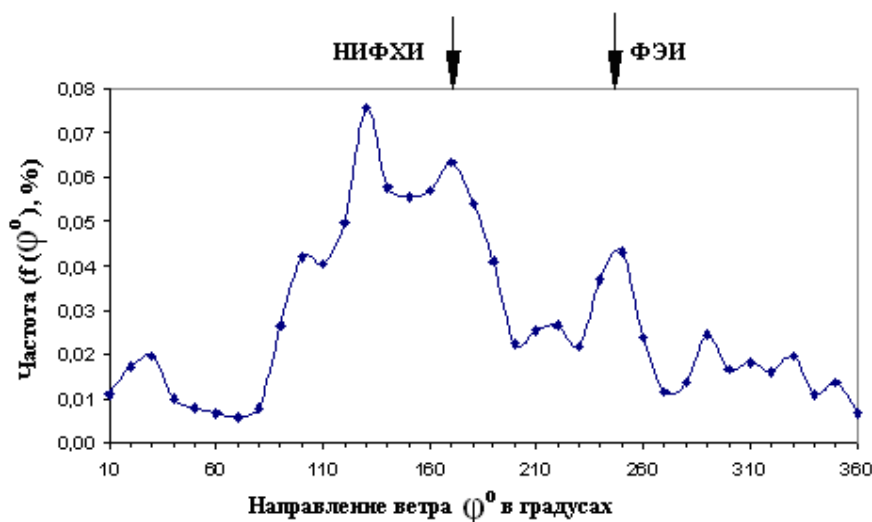


Рис. 3.9. Повторяемость направления ветра  $f(\varphi^0)$  за 2009 г. в дни регистрации <sup>131</sup>I в г. Обнинске

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся <sup>7</sup>Be и <sup>40</sup>K. Среднегодовая объемная активность <sup>7</sup>Be в воздухе г. Обнинска из года в год меняется в пределах одного порядка величины и в 2009 г. составила  $351 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 3.27). Объемная активность <sup>40</sup>K в 2009 г. изменялась в диапазоне  $(0,1-0,9) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> со среднегодовым значением  $0,43 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2–3 раза ниже уровня последних лет ( $1,26 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> – в 2008 г.,  $1,11 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> – в 2006–2007 гг.,  $1,25 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> – в 2005 г.).

Данные наблюдений Центрального УГМС [16] за  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг РОО г. Обнинска и данные наблюдений ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2009 г. приведены в табл. 3.26. Из табл. 3.26 видно, что среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  суточных выпадений колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,5 до 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения колебались от месяца к месяцу в пределах 1,5–9,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Обнинске в 2009 г. увеличились, по сравнению с 2008 г., почти в 2 раза. Среднее за год значение  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в г. Обнинске составило 1,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2009 г. ( $1,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ). Выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг г. Обнинска также увеличились в 1,3–1,7 раза, по сравнению с 2008 г., но не превышали средневзвешенного значения для Центра ЕТР.

В табл. 3.28 приведены данные о выпадениях <sup>137</sup>Cs из атмосферы в г. Обнинске и средние выпадения по трем пунктам Калужской области (Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск), выпадения <sup>137</sup>Cs в которых можно считать фоновыми для Калужской области. Согласно этим данным, сумма



годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  г. Обнинске в 2009 г. составила 3,0 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,6 раза выше, чем в предыдущем году, в 7,1 раза выше фоновых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по Калужской области и в 9,7 раза выше средневзвешенного значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории Центра ЕТР (0,31 Бк/м<sup>2</sup>·год), не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Фоновые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в Калужской области (см. табл. 3.28) за 2009 г. составили 0,42 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,4 раза выше выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на не загрязненной территории Центра ЕТР (0,31 Бк/м<sup>2</sup>·год).

В табл. 3.28 также приводятся данные о выпадениях  $^{137}\text{Cs}$  в г. Жиздра Калужской области (в 180 км к юго-западу от г. Обнинска), загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Сумма годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в п. Жиздра в 2009 г. (4,5 Бк/м<sup>2</sup>·год) была в 1,5 раза выше, чем в г. Обнинске, в 10,7 раза выше фоновых выпадений по Калужской области и в 14,5 раза выше фоновых выпадений этого радионуклида для не загрязненной территории Центра ЕТР за 2009 год.

Таблица 3.28

Атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2008–2009 гг.

Месяц	Обнинск, Бк/м <sup>2</sup> ·месяц		Фон*, Бк/м <sup>2</sup> ·квартал		Жиздра, Бк/м <sup>2</sup> ·месяц	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	0,63	0,06			0,11	0,21
Февраль	0,34	0,39	} 0,09	} 0,20	0,15	0,21
Март	0,19	0,60			0,13	0,21
Апрель	0,04	0,20			0,47	0,22
Май	0,15	0,10	} 0,11	} 0,09	1,36	0,42
Июнь	0,5	0,08			0,27	0,32
Июль	0,2	0,05			0,5	0,024
Август	0,17	0,05	} 0,07	} 0,01	0,43	0,066
Сентябрь	0,3	0,07			0,4	0,10
Октябрь	0,14	0,10			0,25	0,24
Ноябрь	< 0,002	0,20	} 0,15	} 0,13	0,35	0,30
Декабрь	0,34	0,02			< 0,1	0,09
Среднее за год	0,25	0,16	0,11	0,11	0,38	0,24
Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год	3,0	1,92	0,42	0,43	4,5	2,41

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

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в г. Обнинске в 2009 г. были ниже предела обнаружения.

Выпадения  $^7\text{Be}$  в г. Обнинске за 2009 г. составили 1376 Бк/м<sup>2</sup>·год, изменяясь в диапазоне 59–233 Бк/м<sup>2</sup>·месяц. Выпадения  $^{40}\text{K}$  составили 52,4 Бк/м<sup>2</sup>·год, изменяясь в течение года от < 0,1 до 17,0 Бк/м<sup>2</sup>·месяц.

#### Вода и другие объекты окружающей среды

Объемная  $\Sigma\alpha$  в поверхностных водах р. Протвы в 2009 г. в ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, составляла, как и в предыдущие семь лет, 100 мБк/л и была в 2 раза ниже контрольного уровня по НРБ-99/2009 [2]. Объемная  $\Sigma\beta$  в воде р. Протвы в ЗН ФЭИ в 2009 г. составила 150 мБк/л, что примерно в 7 раз ниже контрольного уровня для питьевой воды по НРБ-99/2009 [2]. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Протвы в ЗН ФЭИ было ниже предела обнаружения используемой для анализа проб аппаратуры (< 4,0 мБк/л).

Контроль загрязнения подземных вод в 23 скважинах на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2009 г. выявил, как и в предыдущие годы, превышение

допустимого уровня содержания  $^{90}\text{Sr}$  для питьевой воды по НРБ-99/2009 [2] в скважине, находящейся в ЗН ФЭИ в 10 м от хранилища ТРО 227: среднегодовое содержание  $^{90}\text{Sr}$  в скважине составило 26,3 Бк/л, что в 5,5 раза выше УВ по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л). Объемная  $\Sigma\beta$  в воде наблюдательных скважин изменялась от 0,15 до 0,36 Бк/л и не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]. В скважине, расположенной в 20 м от хранилища РАО 227 «П» на промплощадке ФЭИ, содержание трития достигало 8 кБк/л, что превышает УВ по НРБ-99/2009 (7,6 кБк/л).

В подземных водах в окрестностях г. Обнинска в течение ряда лет наблюдается повышенное содержание трития [5]. Поступление трития в подземные воды связано с нарушением герметичности хранилищ твердых РАО ФЭИ [18]. В связи с этим из водозаборов и коммуникаций питьевого водоснабжения в разных районах г. Обнинска и других близлежащих населенных пунктах (гг. Малоярославец, Белоусово, Балабаново, д. Мишково) сотрудники ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» периодически проводят отбор проб воды для анализа на содержание в ней трития.

Обследование питьевой воды в г. Обнинске на территории НПО «Тайфун» в 2009 г. показало, что содержание трития в питьевой воде остается повышенным: среднегодовое значение объемной активности трития в водопроводной воде на территории НПО «Тайфун» составило 63 Бк/л (см. табл. 3.29), что примерно на два порядка ниже УВ [2], однако на порядок выше объемной активности трития в природных водах (атмосферные осадки, поверхностные воды) в окрестностях г. Обнинска (2–5 Бк/л).

Таблица 3.29

**Объемная активность трития в питьевой водопроводной воде г. Обнинска на территории НПО «Тайфун» в 2008–2009 гг., Бк/л (данные НПО «Тайфун»)**

2009 г.		2008 г.	
Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
20.01	66,6	11.01	65
23.01	89,3	15.02	59
12.02	85,1	13.03	35
03.03	92,3	14.04	44
12.03	95,0	06.05	92
02.04	87,6	07.06	60
06.05	7,2	07.07	87
08.05	91,0	01.09	17
13.05	40,2	03.10	55
19.05	16,1	07.11	45
15.06	6,4	02.12	50
14.07	55,5		
14.08	45,5		
17.09	37,9		
16.10	92,7		
09.11	91,0		
08.12	77,7		
Среднее	63,4	Среднее	55

В питьевой воде близлежащих населенных пунктов объемная активность трития соответствует фоновому уровню: в г. Малоярославец – ~ 1,4 Бк/л, в г. Балабаново – ~ 3 Бк/л, в г. Белоусово – ~ 3,6 Бк/л, в д. Мишково – ~ 5,7 Бк/л, на ДПС «Воробьи» – ~ 0,8 Бк/л [19].

Содержание  $\Sigma\beta$  в почве в СЗЗ и ЗН ФЭИ, по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ, варьировало от 270 до 650 Бк/кг и от 310 до 700 Бк/кг, что не превышает пределов колебаний фонового содержания природного  $^{40}\text{K}$  в почве, а  $\Sigma\alpha$  – от 100 до 400 Бк/кг и от 100 до 290 Бк/кг соответственно.

Содержание  $\Sigma\beta$  в растительности в СЗЗ и ЗН изменялось от 550 до 650 Бк/кг и от 300 до 800 Бк/кг соответственно, а  $\Sigma\alpha$  составляла 100 Бк/кг в СЗЗ и ЗН. Плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в СЗЗ и ЗН ФЭИ составляла 0,5 и 0,4 Бк/м<sup>2</sup> соответственно.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в г. Обнинске, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.8) в 2009 г. не выходили за пределы колебаний естественного  $\gamma$ -фона и составляли: в г. Обнинске – 14 мкР/ч, в гг. Малоярославец, Можайск, Наро-Фоминск, Новый Иерусалим, Москва – 12 мкР/ч, в гг. Подмосковная, Немчиновка – 11 мкР/ч, в г. Серпухов – 10 мкР/ч, в г. Калуга – 9 мкР/ч. Максимальные среднесуточные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч. В СЗЗ ФЭИ мощность экспозиционной дозы колебалась в пределах 7–15 мкР/ч.

Таким образом, данные радиационного мониторинга окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска позволяют сделать вывод о том, что наблюдавшиеся в 2009 г. уровни загрязнения окружающей среды в окрестностях РОО г. Обнинска в основном значительно ниже существующих нормативов, хотя филиал НИФХИ оказывает определенное влияние на загрязнение атмосферы <sup>131</sup>I, а ФЭИ – на дополнительное поступление в атмосферу изотопов плутония. Повышенное, по сравнению с фоновым, содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе ФЭИ [20, 21] требует организации постоянного радиэкологического мониторинга (ежегодное обследование) водных объектов в г. Обнинске, поскольку по результатам исследований, проведенных НПО «Тайфун» в рамках различных проектов в течение последних 10 лет, поступление трития в природные воды с промплощадки ФЭИ продолжается. ФЭИ необходимо принять меры для ограничения поступления трития в подземные воды, а также закрыть доступ населения к загрязненным родникам, а филиалу НИФХИ установить дополнительные фильтры для уменьшения выбросов <sup>131</sup>I в атмосферу.

### **3.7. Пункты захоронения радиоактивных отходов**

#### **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 «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (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 осуществлялся 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 имеется четыре траншеи емкостью по 200 м<sup>3</sup> каждая и две емкости для жидких радиоактивных отходов (ЖРО) объемом также по 200 м<sup>3</sup> каждая.

В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский ПЗРО был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994 г.  $1,7 \cdot 10^{14}$  Бк. Активность отходов определялась в основном радионуклидами <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов 320 м<sup>3</sup>.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в районах г. Мурманска, пп. Полярное и Печенга (см. рис. 3.3). Результаты контроля за радиационной обстановкой в этих зонах были приведены нами выше в разделе 3.2, посвященном этим РОО. Здесь отметим только, что ежесуточные измерения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений радионуклидов [4] в пп. Мурманск, Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2009 г. составляла 1,2, 2,5 и 2,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно. В пп. Полярное и Печенга среднегодовая величина  $\Sigma\beta$  радиоактивных выпадений была выше регионального фоновго уровня (1,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 2,5 и 2 раза соответственно. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в п. Полярное в феврале и составляли 17,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в п. Печенга в январе – 10,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в г. Мурманске в декабре – 6,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В 2009 г. случаев радиоактивных выпадений с повышенной  $\Sigma\beta$  (в 10 раз и более выше фоновых значений за предыдущий месяц) не наблюдалось.

Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Мурманска в 2009 г. [4] изменялась от  $2,0 \cdot 10^{-5}$  до  $9,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднем значении за год  $4,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что незначительно выше уровня 2008 г. и в 2,2 раза ниже средневзвешенной объемной активности для территории Заполярья ( $9,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В 2009 г. в г. Мурманске случаев пятикратного и более превышения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновым значением не наблюдалось.

Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе г. Мурманска в 2009 г. составляли  $0,6 \cdot 10^{-7}$  и  $0,04 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно и не превышали фоновых значений для территории Заполярья.

Среднемесячные значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны ПЗРО, в 2009 г. изменялись от 5 до 10 мкР/ч [4], что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона в этом регионе (5–24 мкР/ч).

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

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

ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Нижегородский СК «Радон») находится в 80 км к северо-востоку от г. Нижний Новгород и в 5 км к юго-востоку от д. Полом Семеновского района.

ПЗРО функционирует с 1962 г. и принимает радиоактивные отходы от предприятий и учреждений Нижегородской, Ивановской, Кировской областей, а также из Мордовии и Республики Коми. Максимальное расстояние перевозок составляет 700 км.

С 1962 по 1977 г. захоронение ТРО производилось в подземное хранилище объемом 400 м<sup>3</sup>. В 1977 г. это хранилище было законсервировано (залито битумом) в связи с протечками воды. В 1978 г. было построено наземное типовое хранилище ТРО, которое эксплуатируется по настоящее

время. Имеется емкость для захоронения короткоживущих изотопов на 2 000 грамм-экв. радия и емкость для захоронения долгоживущих изотопов на 10 кКи.

Отходы, поступающие на захоронение, представляют собой отработавшие источники ионизирующего излучения (ИИИ), радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. В 2009 г., по сведениям директора ПЗРО Нижегородское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» В.В. Ерохина на хранение были приняты:

- твердые радиоактивные отходы в количестве  $4,6 \text{ м}^3$  с активностью  $0,2 \cdot 10^{10}$  Бк;
- отработавшие ИИИ в количестве 467 шт. суммарной активностью  $172,09 \cdot 10^{10}$  Бк.

Основными радионуклидами, входящими в состав радиоактивных отходов, являются:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{238}\text{U}$ .

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

Контроль за радиационной обстановкой в 100-км зоне ПЗРО осуществляет региональная радиометрическая лаборатория Нижегородского ЦГМС-Р Верхне-Волжского УГМС. В 100-км зоне ПЗРО Верхне-Волжским УГМС [8] проводятся наблюдения за атмосферными радиоактивными аэрозолями в одном пункте (Н. Новгород), за радиоактивными выпадениями – в трех пунктах (Лысково, Семенов, Н. Новгород), за МЭД – на девяти станциях (Лысково, Семенов, Н. Новгород (две станции), Городец, Дзержинск, Красные Баки, Воскресенское, Ройка). Расположение пунктов наблюдения приведено на рис. 3.4 в разделе 3.3. Поскольку пункты наблюдения в 100-км зоне ПЗРО практически совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне ОКБМ, результаты наблюдений за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях, выпадениях и осадках в этих пунктах приведены в разделе 3.3 (табл. 3.15–3.17), где обсуждается радиационная обстановка вокруг ОКБМ.

Здесь отметим только, что  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ПЗРО в 2009 г. (см. табл. 3.15) [8] во всех пунктах наблюдения находились на уровне фоновых по Верхне-Волжскому УГМС ( $1,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ). Максимальная суточная  $\Sigma\beta$  выпадений ( $25,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ) наблюдалась 7–8 ноября в п. Семенов и превышала фоновое значение ( $2,75 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ) в 9,4 раза.

Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы г. Н. Новгорода в 2009 г. (см. табл. 3.15) [8] увеличилась в 2 раза, по сравнению с предыдущим годом, но не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР в 2009 г. ( $22,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ).

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере Н. Новгорода в 2009 г. составляли (см. табл. 3.16)  $2,0 \cdot 10^{-7}$  и  $0,35 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$  соответственно и не превышали фоновых значений для Центра ЕТР.

По данным Верхне-Волжского УГМС, среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне ПЗРО в 2009 г. изменялись в диапазоне 8–14 мкР/ч [9], среднегодовые – в диапазоне 9–11 мкР/ч [8], что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона. Максимальное измеренное значение МЭД не превышало 18 мкР/ч.

По данным Нижегородского отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО», МЭД в СЗЗ и ЗН предприятия в 2009 г. не превышала 20 мкР/ч [8]. Спектрометрический анализ проб почвы, растительности и вод, проводимый службами ПЗРО, показал отсутствие радиоактивного загрязнения окружающей среды в 2009 году.

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.

### **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 в соответствии с ОСПОРБ-99 [22] – малоопасное, влияние на окружающую среду не оказывает, технология эксплуатации объекта такая, что даже при максимальной аварии, загрязнение окружающей среды не выйдет за пределы санитарно-защитной зоны предприятия, совпадающей с границей рабочей площадки. Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» обслуживает Свердловскую, Тюменскую область 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 жидких радиоактивных отходов не было.

Контроль состояния радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО осуществляется Уральским УГМС [23]. Поскольку 100-км зона ПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС и ИРМ, 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. 4.4 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга относительно ПЗРО. Здесь рассмотрим данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10- и 30-км зонах вокруг ПЗРО.

В 30-км зоне ПЗРО находятся два пункта наблюдения (гг. Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Кроме этого, в г. Екатеринбурге дополнительно на шести постах измеряется МЭД. В 2009 г. в 10-км зоне ПЗРО 2 раза в год (в апреле и августе) проводились маршрутные обследования с измерением  $\gamma$ -фона местности в пяти пунктах (Балтым, Кедровка, Красный, Монетный, Новоберезовский).

Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 30-км зоне ПЗРО в 2009 г. (табл. 3.30) составляли  $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$  [23], оставаясь на уровне ряда предыдущих лет, и не превышали фоновых

значений, характерных для Уральского региона. Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге 25–26 июня (4,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), в г. Сарapulке – 17–18 мая (3,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Таблица 3.30

**Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения  
Σβ выпадений в 30-км зоне вокруг ПЗРО Свердловское отделение филиала  
«Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.	
Екатеринбург	с	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4
	м	1,1	1,4	2,0	1,7	2,0	4,1	1,3	1,2	1,0	1,7	1,8	1,6		
Сарapulка	с	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5
	м	0,9	1,0	2,2	2,6	3,2	2,1	2,4	2,6	1,4	1,3	1,4	1,1		
Среднее:	2009 г.	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	0,5
	2008 г.	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,3	0,6	0,4		
Фон для Уральского региона:	2009 г.	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	0,5
	2008 г.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5		

Среднегодовые значения МЭД на стационарных пунктах и постах наблюдений в 2009 г. составили 9–11 мкР/ч, максимальные измеренные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч [24]. Мощность экспозиционной дозы γ-излучения в пунктах 10-км зоны наблюдения в 2009 г. колебалась в диапазоне 12–15 мкР/ч при среднем значении 13 мкР/ч [23], что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону (11 мкР/ч).

**ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»**

ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Челябинский СК «Радон») расположен в зоне ответственности Уральского УГМС в 55 км севернее г. Челябинска и в 6 км от д. Чишма. На нем производится захоронение твердых радиоактивных отходов и отработавших источников ионизирующего излучения. Выбросов радиоактивных веществ в атмосферу и жидких радиоактивных сбросов ПЗРО не производит.

ПЗРО попадает в зону Восточно-Уральского радиоактивного следа, образовавшегося после аварии 29.09.1957 г. на ПО «Маяк», и в 100-км зону вокруг ПО «Маяк». Расположение ПЗРО и пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС показано на рис. 2.1 в разделе 2.2.

В 10-км зоне ПЗРО Уральским УГМС (Челябинским ЦГМС) организована дополнительная сеть пунктов наблюдений (Долгодеревенское, Кунашак, Лазурный, Саккулово, Смолино, Шумово) [23], на которых ведутся наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с недельной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы γ-излучения 3 раза в сутки.

В табл. 3.31 приводятся усредненные по шести пунктам наблюдения результаты измерений атмосферных выпадений Σβ, <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr [23]. Из табл. 3.31 видно, что в 2009 г. в 10-км зоне вокруг ПЗРО выпадения Σβ и <sup>137</sup>Cs остались примерно на уровне 2008 г., выпадения <sup>90</sup>Sr уменьшились в 4 раза.

**Выпадения радионуклидов в 10-км зоне вокруг ПЗРО Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2009 г. (данные Уральского УГМС)**

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
$\Sigma\beta$ , Бк/м <sup>2</sup> ·неделя	1,7	1,3	2	1,3	1,1	1,8	2,4	2,1	2,1	2,1	1,4	1,3	1,7	1,8
<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>2</sup> ·месяц	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	н	н	0,15	0,14
<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>2</sup> ·квартал	0,08			0,04			0,04			0,07			0,06	0,24

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

В 2009 г. среднегодовые значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения в пунктах наблюдения в 10-км зоне вокруг ПЗРО составили 10–14 мкР/ч [23], максимальные измеренные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч [24], что соответствует изменениям естественного  $\gamma$ -фона.

Выделить влияние ПЗРО на радиоактивное загрязнение окружающей среды на фоне влияния ПО «Маяк» и ВУРС не представляется возможным.

**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 хранилища, дезактивации транспорта и других технологических операциях. Активность захороненных РАО определяют в основном радионуклиды <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co.

Радиационный мониторинг вокруг ПЗРО осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается 100-км зоной наблюдения НЗХК, результаты обследования которого приводятся в разделе 2.5.

В 30-км зоне ПЗРО мониторинг приземной атмосферы проводится в п. Огурцово (см. рис. 3.10), где отбираются пробы атмосферных аэрозолей и выпадений с суточной экспозицией. Пункт Огурцово попадает и в 30-км зону ПЗРО и в 30-км зону НЗХК. Среднегодовые результаты наблюдений в этом пункте за 2009 г. приведены ниже (в скобках приведены данные за 2008 г.) [25]:

Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки	Объемная активность в воздухе, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		
$\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
1,9 (1,4)	17 (13)	0,026 (0,014)	0,027 (0,024)



Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в п. Огурцово в 2009 г. увеличилась, по сравнению с 2008 г., в 1,3 раза, но не превышала фонового значения для Западно-Сибирского региона ( $19,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в п. Огурцово были в 1,4 раза выше, чем в 2008 г., и выше уровня средневзвешенного значения выпадений по Западно-Сибирскому региону ( $1,4$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы в п. Огурцово в 2009 г. также увеличились в 1,9 и 1,1 раза соответственно. Содержание <sup>137</sup>Cs в воздухе не превышало фонового значения для Западно-Сибирского региона ( $0,033 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), а содержание <sup>90</sup>Sr было выше фоновой величины в 1,2 раза ( $0,022 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Более подробные данные наблюдений по п. Огурцово приводятся в разделе 2.5.



Рис. 3.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Новосибирский СК «Радон»):

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▼ – отбор проб подземных вод из скважин;
- ⊗ – ПЗРО

Для выявления влияния ПЗРО на загрязнение окружающей среды Западно-Сибирское УГМС проводит радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В 2009 г. в 5-км зоне наблюдения вокруг ПЗРО Западно-Сибирским УГМС контролировались следующие параметры окружающей среды [25]:

- содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) в восьми контрольных точках;
- содержание радионуклидов в воде и донных отложениях р. Чик, протекающей в непосредственной близости от ПЗРО, а также в питьевой воде в трех населенных пунктах;
- мощность дозы  $\gamma$ -излучения с февраля по декабрь в восьми точках, а также при отборе проб снега и воды.

В 2009 г. было проведено 11 маршрутных обследований с измерением МЭД в восьми контрольных точках. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения, измеряемая на высоте 1 м от поверхности в 5-км зоне вокруг РОО, в 2009 г. варьировала в диапазоне 6–14 мкР/ч при средних значениях в каждой точке 9–11 мкР/ч [25], что находится на уровне естественного  $\gamma$ -фона.

Пробы снега отбирались перед началом снеготаяния на всю глубину снежного покрова по периметру зон контроля радиусом 500 и 5000 м вокруг ПЗРО (рис. 3.11). Пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 3.12) отбирались выше и ниже по течению от ПЗРО. Данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в 5-км зоне вокруг ПЗРО, а также значения МЭД, измеренные на высоте 1 м от поверхности во время отбора проб, приведены в табл. 3.32.

Из табл. 3.32 видно, что плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в контрольных точках в 2009 г. [25] составила 101 Бк/м<sup>2</sup>, что ниже уровня выпадений из атмосферы за период накопления снежного покрова на ближайших станциях (аэропорт «Новосибирск-Северный» – 187 Бк/м<sup>2</sup>, а в п. Огурцово – 185 Бк/м<sup>2</sup>) [26].

Средняя объемная  $\Sigma\beta$  в воде р. Чик в 2009 г. (0,23 Бк/л) уменьшилась в 5,2 раза, по сравнению с 2008 г., и не превышала контрольный уровень для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]. Можно отметить (см. табл. 3.32), что среднее значение  $\Sigma\beta$  в пробах воды, отобранных ниже ПЗРО (точки 2 и 3 рис. 3.12), было в 2 раза выше активности пробы, отобранной выше ПЗРО (т. 1). Содержание <sup>137</sup>Cs в пробах донных отложений р. Чик в 2009 г. составило 1 Бк/кг, а содержание природных <sup>226</sup>Ra и <sup>232</sup>Th находилось в пределах колебаний фоновых уровней.

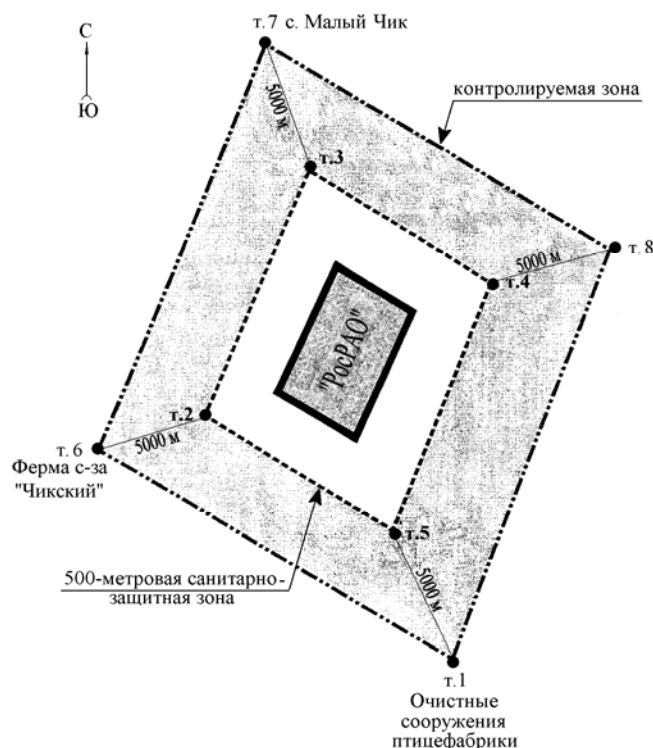


Рис. 3.11. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

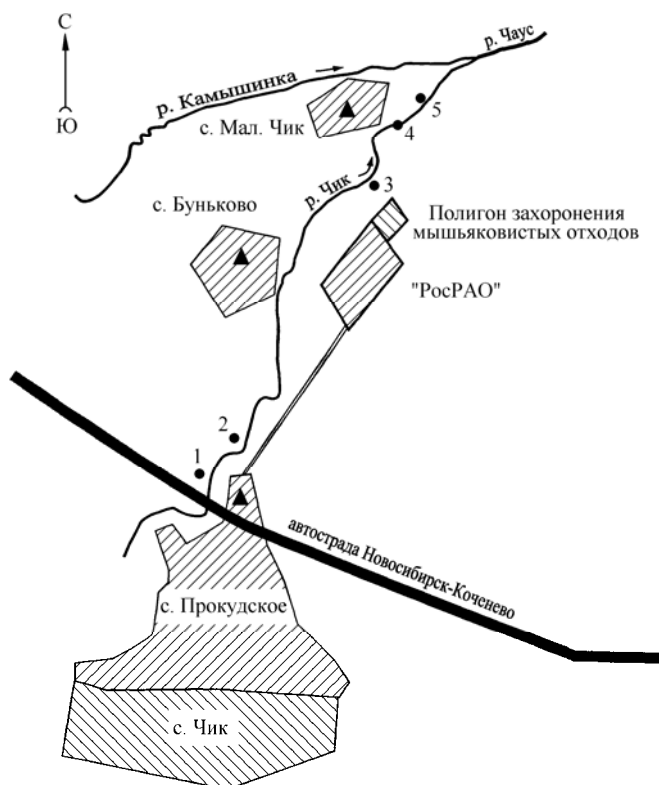


Рис. 3.12. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»:

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

Таблица 3.32

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды вокруг ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2009 году**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	МЭД, мкР/ч	
		Почва, Бк/кг*			3–4 см	1 м
<b>Зоны контроля вокруг ПЗРО (см. рис. 3.11):</b>						
в 500 м от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 4	217				12	11
– на север (С) – т. 3	12				10	10
– на запад (З) – т. 2	62				12	10
– на юг (Ю) – т. 5	194				12	11
в 5 км от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 8	76				12	13
– с. Малый Чик (С) – т. 7	139				11	9
– ферма совхоза «Чикский» (З) – т. 6	47				10	12
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	64				12	12
Среднее: <b>2009 г.</b>	<b>101</b>	-	-	-	<b>11</b>	<b>11</b>
2008 г.	89	4,1	21	20	12	12
<b>Пункты по течению р. Чик (см. рис. 3.12):</b>						
<u>Вода, Бк/л</u>		<u>Донные отложения, Бк/кг</u>				
– выше ПЗРО: т. 1	0,14	н	15	12	13	12
– ниже ПЗРО: т. 2	0,28	3	11	6	6	6
т. 3	0,26	н	11	9	8	8
Среднее: <b>2009 г.</b>	<b>0,23</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
2008 г.	1,19	н	13	11	16	17

Примечание: \* – почва отбирается раз в пять лет на глубину 5 см;  
 - – измерения не проводились;  
 н – ниже предела обнаружения.

Объемная  $\Sigma\beta$  в питьевой воде из скважин в трех населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньково, с. Малый Чик, см. рис. 3.12) в 2009 г. [25] не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [2]: в с. Прокудское составляла 0,14 Бк/л, в с. Малый Чик – 0,01 Бк/л, а в с. Буньково – 0,06 Бк/л.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что ПЗРО Новосибирское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2009 г. не оказывал существенного влияния на загрязнение объектов окружающей среды техногенными радионуклидами.

### **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. По метеорологическим данным [27], в 2009 г. в г. Иркутске преобладающими направлениями ветра являлись: северо-западные – 32 %, юго-восточные – 22 %, восточные – 15 %. Наибольшая повторяемость северо-западного и юго-восточного ветра приходилась на август (39 и 34 % соответственно), восточного – на сентябрь (21 %).

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. В 2009 г. в 100-км зоне вокруг ПХРВ проводились наблюдения (см. раздел 2.7 рис. 2.12) за радиоактивными атмосферными аэрозолями в одном пункте (Иркутск), за выпадениями – в шести пунктах (Ангарск, Бохан, Иркутск, Усть-Ордынский, Усолье-Сибирское, Хомутово), за МЭД – в 13 пунктах (Ангарск, Большое Голоустное, Бохан, Иркутск, Исток Ангары, Култук, Оса, Патроны, Усть-Ордынский, Усолье-Сибирское, Хомутово, Черемхово, Шелехов), за содержанием трития в осадках – в одном пункте (Иркутск), за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в воде поверхностных водоемов – в одном пункте (п. Исток Ангары, Иркутское водохранилище). 100-км зона полигона практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому некоторые данные Иркутского УГМС [27] по этой зоне уже были приведены в разделе 2.7 в табл. 2.48–2.50.

Согласно результатам анализа, среднегодовые объемные активности радионуклидов в пробах аэрозолей в г. Иркутске в 2009 г. были выше средневзвешенных значений по Югу Восточной Сибири:  $\Sigma\beta$  ( $20 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и  $^{137}\text{Cs}$  ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) – в 1,2 раза,  $^{90}\text{Sr}$  ( $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) – в 2,6 раза.

Среднегодовые величины  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ПХРВ в 2009 г. остались примерно на уровне 2008 г. и колебались в пределах от 1,9 до 3,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Это в 1,5–2,5 раза выше средневзвешенного значения  $\Sigma\beta$  выпадений на не загрязненной территории РФ (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), что характерно для Иркутской области. Превышения суточных значений  $\Sigma\beta$  выпадений над фоновым уровнем за предыдущий месяц в 10 и более раз в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2009 г. не наблюдалось.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, в 2009 г. составляли 9–18 мкР/ч, а максимальное зарегистрированное значение МЭД не превышало 23 мкР/ч.

В 2009 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе до 20 км. Измерения МЭД осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги. 28 февраля одновременно с маршрутной  $\gamma$ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 25 августа в этих же точках – 15 проб почвы и растительности. Пробы почвы отбирались на глубину 5 см, а снега – на всю глубину снежного покрова.

Значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения в радиусе 20 км от ПХРВ в 2009 г., по результатам маршрутных обследований [27], изменялись в пределах 12–18 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне. Максимальное значение МЭД (23 мкР/ч) было зарегистрировано в июле на 33 км Александровского тракта.

Результаты измерений  $\Sigma\beta$  радионуклидов в снеге, почве и травянистой растительности в 2009 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.33. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Таблица 3.33

**$\Sigma\beta$  радионуклидов в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне  
вокруг Иркутского ПХРВ в 2008–2009 гг., Бк/м<sup>2</sup>  
(данные Иркутского УГМС)**

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	28.02.2009	27.02.2008	25.08.2009	27.02.2008	25.08.2009	27.02.2008
14-й км Александровского тракта	11,3	13,8	226,0	17,7	9,3	8,1
19-й км -"-	9,0	22,9	191,7	200,1	0,8	10,4
25-й км -"-, д. Московщина	5,5	6,4	73,1	60,2	4,6	6,0
33-й км -"-	8,8	25,0	77,1	288,7	5,8	10,5
34 км -"-, ПХРВ	7,3	6,6	55,4	136,3	9,8	11,9
36-й км -"-	12,5	37,6	313,9	312,5	2,4	11,0
п/л «Солнечный»	11,5	31,6	120,7	65,1	2,1	8,5
д. Усть-Балей	6,7	17,7	342,3	451,8	5,8	11,1
д. Урик	8,8	16,2	201,3	77,7	5,9	13,3
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	6,5	43,6	190,9	63,6	4,0	19,7
8 км -"-	4,6	1,1	249,2	19,1	5,1	6,3
12 км -"-	10,8	21,6	105,6	221,9	4,7	6,4
16 км -"-	7,4	20,8	99,9	32,4	2,9	14,8
д. Тихонова Падь	9,0	25,1	92,9	18,8	3,0	19,7
Среднее в 20-км зоне	8,3	20,7	171,6	149,0	4,6	11,3
Фоновая точка	4,2	13,6	234,3	269,4	2,2	17,0

Из табл. 3.33 видно, что в 2009 г. плотность загрязнения  $\Sigma\beta$  снежного покрова в среднем уменьшилась в 2,5 раза, по сравнению с 2008 годом. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 2 км от ПХРВ на 36 км Александровского тракта (12,5 Бк/м<sup>2</sup>), что в 3 раза выше значения в фоновой точке.  $\Sigma\beta$  в пробах травы в 2009 г. снизилась в среднем в 2,5 раза. Максимальная плотность загрязнения травы – 9,8 Бк/м<sup>2</sup> (в 4,5 раза выше фоновой) – была зарегистрирована на

34 км Александровского тракта рядом с ПХРВ. Максимальная плотность загрязнения почвы  $\Sigma\beta$  в 2009 г. отмечалась, как и ранее, в д. Усть-Балей и достигала 342,3 Бк/м<sup>2</sup>, что в 1,5 раза выше, чем в фоновой точке. В целом  $\Sigma\beta$  радионуклидов в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2009 г. находилась в пределах колебаний глобального фона.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутское отделение филиала «Сибирский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» в 2009 г. оставалась стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

### Список литературы к разделу 3

1. Соболевская В.Б., Миронова Е.А. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды в 100-км зоне вокруг РОО г. Северодвинска в 2009 году. – Архангельск: Архангельский ЦГМС, 2010.
2. СанПин 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 100 с.
3. Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2009 году. – М.: ОАО «ВНИИХТ», 2010.
4. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2009 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2010.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 286 с.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Н. Новгород: Вектор ТиС, 2007. – 280 с.
8. Соколов В.В., Андриянова Н.В., Васильковская О.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2009 году. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2010.
9. Андриянова Н.В., Васильковская О.П., Синцова О.Н. Отчет о результатах оперативно-производственной деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2009 г. по осуществлению радиационного мониторинга. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2010.
10. Ишонин М.И., Шевченко Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы мониторинга радиоактивного загрязнения ГУ «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» в 2009 году. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2010.
11. Скалыга О.Р., Зубарева З.И., Корникова А.М., Сысолятина Е.В. Радиационная обстановка на территории Дальневосточного региона в 2009 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2010.

12. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет по выполнению контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в районе РОО – филиалов ФГУП Концерна «Росэнергоатом» Балаковская АЭС и «ГНЦ РФ НИИАР» в 2009 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2010.
13. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
14. Вертлиб М.Г. Обзор радиационной обстановки на территории Республики Татарстан в 2009 году. – Казань: УГМС Республики Татарстан, 2010.
15. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС / Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
16. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2009 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2010.
17. Трансурановые элементы в окружающей среде / Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
18. 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.
19. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
20. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 274 с.
21. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Кабанов А.И., Дунаев Г.Е., Валетова Н.К., Бондарева З.М. Исследование загрязнения тритием природных вод г. Обнинска и его окрестностей. Отчет. – Обнинск: ИЭМ ГУ «НПО «Тайфун», 2005.
22. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000. – 20 с.
23. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2009 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2010.
24. Осинцева Т.Н., Голубцова И.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2009 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2010.
25. Чирков В.А., Котова О.П., Власова О.В., Чагина Н.Д. Радиационная обстановка вокруг радиационно опасных объектов на территории Новосибирской области в 2009 году. Обзор-ежегодник // Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2009 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
26. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И. и др. Годовой отчет по оперативно-производственной работе Западно-Сибирского УГМС по радиационному мониторингу в 2009 году. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
27. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Андриевская А.В. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2009 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2010.

#### 4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2009 г. на территории России работали 10 атомных электростанций. На всех АЭС эксплуатировался 31 энергоблок, из них 15 – с водо-водяными реакторами под давлением (ВВЭР), 15 – с канальными уран-графитовыми реакторами и 1 – с реактором на быстрых нейтронах (БН-600). Среди водо-водяных реакторов имеется 9 реакторов ВВЭР-1000 и 6 реакторов ВВЭР-440, среди уран-графитовых реакторов – 11 реакторов РБМК-1000 и 4 реактора ЭГП-6.

АЭС являются потенциальными источниками радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при авариях на них различной степени тяжести. Реакторные установки АЭС конструируются таким образом, что в штатном режиме работы основная часть образующихся радионуклидов изолирована от биосферы и лишь небольшие количества радионуклидов поступают в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами, где они рассеиваются в атмосфере и поверхностных водах региона размещения АЭС. Как показывает более чем 50-летний опыт радиационного контроля окружающей среды в России (СССР), поступление таких количеств радионуклидов в биосферу не приводит к существенному изменению радиационного фона в районе размещения АЭС.

Источники газоаэрозольных выбросов и сбросов АЭС, их состав подробно описаны в [1].

Для ограничения радиационного воздействия АЭС на население и окружающую среду органы санитарно-эпидемиологического надзора установили, что при нормальной эксплуатации АЭС их влияние не должно приводить к дополнительному облучению населения дозой более 200 мкЗв в год за счет газоаэрозольных выбросов и дозой 50 мкЗв в год за счет поступления радионуклидов с жидкими сбросами. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» ограничивает техногенное облучение населения дозой 1000 мкЗв в год. Таким образом, установленная для АЭС дозовая квота составляет 25 % от установленной Федеральным законом допустимой дозы техногенного облучения населения. Этим значениям доз облучения соответствуют предельно допустимые выбросы (ПДВ) и предельно допустимые сбросы (ПДС). С 2000 г. в Санитарных правилах проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) [2] были введены новые, более жесткие ограничения путем введения допустимых выбросов (ДВ) и допустимых сбросов (ДС), рассчитанных при условии непревышения годовой дозы облучения 10 мкЗв. Эта величина дозы в НРБ-99/2009 [3] называется минимально значимой дозой, и источники излучения (в данном случае АЭС), создающие такую дозу на население, выводятся из-под радиационного контроля, а радиационный риск, создаваемый такими источниками, считается безусловно приемлемым.

В 2009 г. на АЭС не было радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в окружающую среду радионуклидов за счет газоаэрозольных выбросов или жидких сбросов. Активность газоаэрозольных выбросов и сбросов АЭС в 2009 г. [4] была значительно ниже установленных нормативов.

В целях независимого государственного контроля за радиационным воздействием АЭС на окружающую среду Росгидрометом в 100-км зонах вокруг АЭС за пределами промплощадок проводится радиационный мониторинг загрязнения объектов окружающей среды. На промплощадках, в



санитарно-защитных зонах (СЗЗ) и зонах наблюдения (ЗН) АЭС радиационный контроль осуществляется объектовыми службами радиационной безопасности АЭС.

В разделе 4 наряду с данными службы радиационного мониторинга Росгидромета о радиационной обстановке в 100-км зонах вокруг АЭС приводятся результаты радиационного мониторинга в СЗЗ и ЗН АЭС, предоставленные ГУ «НПО «Тайфун» объектовыми службами радиационной безопасности десяти АЭС в рамках Соглашения Росгидромета и Концерна «Росэнергоатом» об обмене информацией.

#### **4.1. Балаковская АЭС**

В 2009 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 обл. и в 170 км от г. Саратова.

В 2006 г. в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических нормативов были утверждены новые границы СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС. В настоящее время СЗЗ ограничивается пределами промплощадки, которая представляет собой многоугольник общей площадью 3,75 км<sup>2</sup>, площадь ЗН составляет около 660 км<sup>2</sup>, радиус ЗН – 14,5 км. Окружность ЗН отсчитывается от геометрического центра венттруб реакторных отделений энергоблоков №№ 1–4 и включает г. Балаково с прилегающим к нему пос. Ивановка, а также поселки Богородское и Широкий Буерак [5].

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 (см. рис. 4.1). Общая численность населения на конец 2009 г. составляла 230 тыс. человек. Средняя плотность населения в 30-км зоне Балаковской АЭС составляет 81,3 человек на 1 км<sup>2</sup>.

Подробно организация хранения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива на Балаковской АЭС описана в [6].

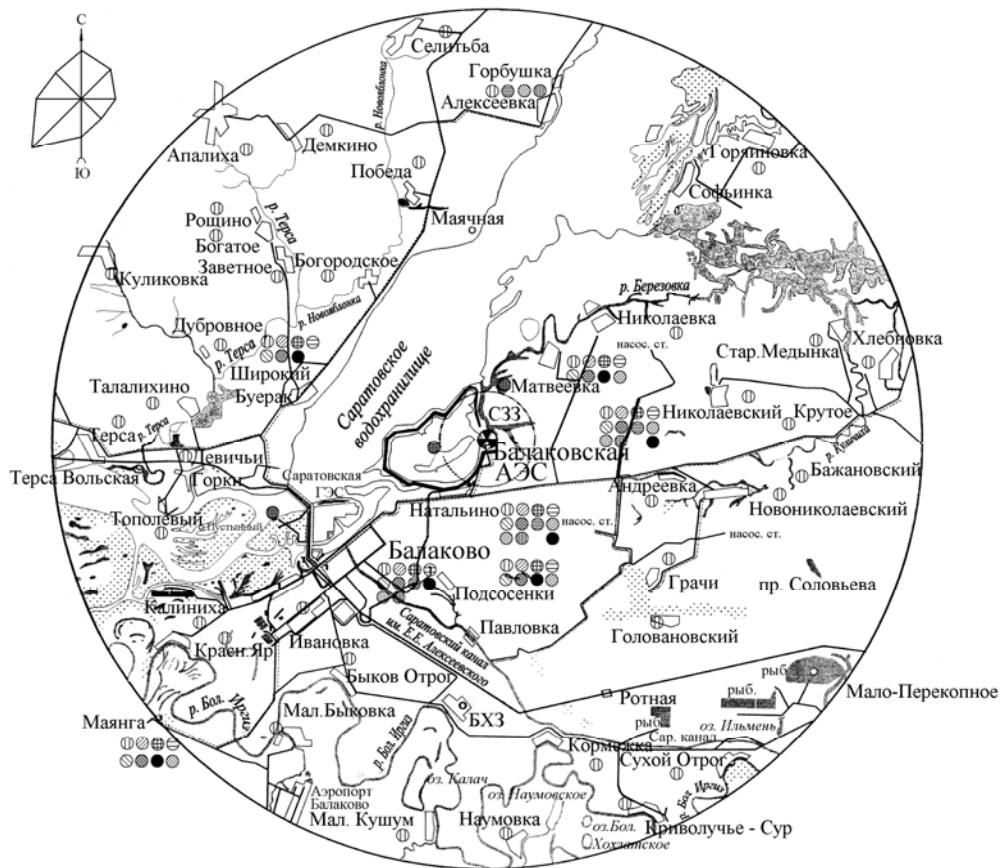


Рис. 4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$  - излучения
- ⊕ измерение накопленной дозы  $\gamma$  - излучения
- ⊗ отбор проб атмосферных аэрозолей
- ⊕ отбор проб атмосферных выпадений
- ⊖ отбор проб снега
- ⊙ отбор проб почвы
- ⊗ отбор проб луговой растительности
- ⊕ отбор проб воды поверхностных водоемов
- ⊗ отбор проб продуктов питания местного производства
- ⊙ отбор проб донных отложений
- ⊕ отбор проб водной растительности
- отбор проб рыбы

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС и из спецкорпуса производятся раздельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2008–2009 гг. представлены в табл. 4.1 [4, 5].

Таблица 4.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,4 \cdot 10^9$	$2,72 \cdot 10^6$	$2,42 \cdot 10^6$	$+3,0 \cdot 10^5$
$^{131}\text{I}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	$4,57 \cdot 10^5$	$4,70 \cdot 10^7$	$-4,65 \cdot 10^7$
$^{134}\text{Cs}$	$9,0 \cdot 10^8$	$3,36 \cdot 10^5$	$5,39 \cdot 10^5$	$-2,03 \cdot 10^5$
$^{137}\text{Cs}$	$2,0 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^6$	$1,86 \cdot 10^6$	$+6,40 \cdot 10^5$
$\Sigma\text{ИРГ}$	$6,9 \cdot 10^{14}$	$< \text{МДА}$	$1,82 \cdot 10^{11}$	-

Примечание: МДА – минимально детектируемая активность  $10^5 \text{ Бк/м}^3$ .

Из табл. 4.1 видно, что в 2009 г., по сравнению с предыдущим годом, увеличились выбросы  $^{137}\text{Cs}$  (в 1,3 раза), выбросы  $^{60}\text{Co}$  остались практически на уровне 2008 г., выбросы  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$  уменьшились, соответственно, в 1,6 и 100 раз, выбросы ИРГ были меньше МДА ( $\text{МДА} = 1 \cdot 10^5 \text{ Бк/м}^3$ ).

Фактически выбросы всех радионуклидов были значительно меньше (на два – четыре порядка) допустимых выбросов (< 0,13 % от допустимых).

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны (9 бассейнов), расположенные на территории промплощадки Балаковской АЭС. Водоем-охладитель используется на Балаковской АЭС для организации технического оборотного водоснабжения. Он представляет собой отгороженное дамбой водохранилище длиной 6,8 км, шириной 2,6 км, площадью 26,1 км<sup>2</sup>, объемом 0,15 км<sup>3</sup> 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 [5]. 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 66·10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>/год. Брызгальные бассейны относятся к системе оборотного технического водоснабжения, изолированной от внешних водоемов, грунтовых вод и других систем водоснабжения. Подробное описание системы водопотребления и водоотведения, а также системы сброса радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС приведено в [6].

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 2009 г. на Балаковской АЭС было отведено 2,24·10<sup>6</sup> м<sup>3</sup> сточных вод в водоем-охладитель и 2,742·10<sup>4</sup> м<sup>3</sup> – в брызгальные бассейны. Данные о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами в водоем-охладитель на Балаковской АЭС в 2008–2009 гг. и допустимых сбросах представлены в табл. 4.2 [5].

Таблица 4.2

**Сбросы радионуклидов с жидкими стоками в водоем-охладитель на Балаковской АЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>54</sup> Mn	1,6·10 <sup>10</sup>	2,68·10 <sup>7</sup>	2,68·10 <sup>7</sup>	-
<sup>60</sup> Co	1,4·10 <sup>9</sup>	2,69·10 <sup>7</sup>	3,14·10 <sup>7</sup>	- 4,5·10 <sup>6</sup>
<sup>134</sup> Cs	3,0·10 <sup>9</sup>	2,69·10 <sup>7</sup>	2,69·10 <sup>7</sup>	-
<sup>137</sup> Cs	8,4·10 <sup>8</sup>	2,91·10 <sup>7</sup>	1,51·10 <sup>7</sup>	+ 1,4·10 <sup>7</sup>

Из табл. 4.2 следует, что фактические сбросы всех радионуклидов (кроме <sup>137</sup>Cs) с жидкими стоками остались практически на уровне 2008 г., сбросы <sup>137</sup>Cs увеличились в 1,9 раза. По данным Балаковской АЭС [5], суммарный сброс всех радионуклидов в водоем-охладитель в 2009 г. (10,98·10<sup>7</sup> Бк) был на 9 % выше, чем в 2008 г. (10,02·10<sup>8</sup> Бк). Суммарный сброс в брызгальные бассейны уменьшился в 1,4 раза, по сравнению с предыдущим годом, и составил 5,2·10<sup>7</sup> Бк. Фактический сброс общей активности с жидкими стоками в водоем-охладитель составлял около 6,6 % от допустимого сброса, в брызгальные бассейны – примерно 25 % от допустимого сброса.

Радиационный контроль 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 контроля ОРБ Балаковской АЭС в 30-км зоне приведена на рис. 4.1. В 2009 г. ОРБ Балаковской АЭС радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [5]:

- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД) в 30-км зоне Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 22 датчиков автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) и прямой съемки  $\gamma$ -фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;

- годовой поглощенной дозы во всех населенных пунктах, входящих в 30-км зону, с помощью дозиметров ДТУ-02 с термолюминесцентными детекторами ТЛД-500К;

- суммарной  $\beta$ -активности радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных водоемов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых водах, почве, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде), активности трития в воде поверхностных водоемов.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2009 г. контролировалась ОРБ Балаковской АЭС на семи стационарных постах радиационного контроля, расположенных в населенных пунктах на различном удалении от АЭС (7–32 км) по основным направлениям ветра, в течение всего года (см. рис. 4.1). Пробы отбирались методом прокачивания больших объемов воздуха с помощью электровентилятора 12ЦСТ-34 производительностью до 1200 м<sup>3</sup>/ч через фильтр ФПП-15 с экспозицией 30±2 суток. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные кюветы из нержавеющей стали размером 50x50 см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2–3 м от поверхности земли.

Для измерения содержания в пробах  $\Sigma\beta$  и <sup>90</sup>Sr использовалась малофоновая установка УМФ-2000Д и бета-спектрометр «Прогресс». Радионуклидный состав и содержание радионуклидов в объектах окружающей среды определялся на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре с детектором фирмы ОЧГ (20 %). Активность трития в воде определялась с помощью жидкосцинтилляционного 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. 4.2. В 2009 г. в этой зоне действовали [7] шесть стационарных пунктов ежедневных (каждые 3 ч) наблюдений за МЭД, два пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Волгоградского водохранилища в районе г. Балаково (пробы воды отбирались в Волгоградском водохранилище шесть раз в год).

Измерения МЭД проводились Приволжским УГМС дозиметрами ДРГ-01Т, для измерения содержания  $\Sigma\beta$  в пробах атмосферных выпадений использовался радиометр РУБ-01П. Гамма-спектрометрический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

### **Приземная атмосфера**

Результаты измерений объемной  $\Sigma\beta$  и <sup>137</sup>Cs в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте – с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад от АЭС,

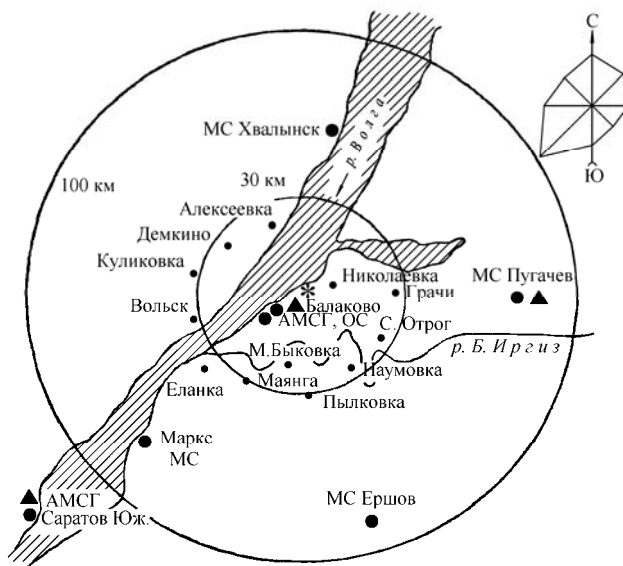


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений

по данным ОРБ, представлены в табл. 4.3 [5]. В таблице также представлены данные ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР за 2008 [8] и 2009 гг. Из табл. 4.3 видно, что в 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте оставалась практически на уровне предыдущего года и не превышала средневзвешенное значение объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе по Центру ЕТР ( $22,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 4.3

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в районе наблюдения Балаковской АЭС, Бк/м<sup>3</sup> (данные ОРБ Балаковской АЭС и НПО «Тайфун»)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт		Центр ЕТР*		ДОНАС., Бк/м <sup>3</sup>
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>137</sup> Cs, 10 <sup>-7</sup>	10,0	7,2	4,9	4,3	5,3	4,0	5,6	8,9	27
<sup>134</sup> Cs, 10 <sup>-7</sup>	3,7	3,5	3,1	< 3,0	< 3,0	< 3,0	-	-	19
$\Sigma\beta$ , 10 <sup>-5</sup>	17,4	16,8	17,1	19,5	17,0	17,0	22,3	14,2	-

Примечание: МДА по <sup>137</sup>Cs составляет  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> за время измерения 3 ч;

\* – данные ИПМ ГУ «НПО «Тайфун»;

- – нет данных.

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе СЗЗ была в 1,4 раза выше, чем в 2008 г., в 2 раза выше, чем в ЗН и контрольном пункте, и в 1,8 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В ЗН и контрольном пункте среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs оставалась на уровне предыдущего года. Величины, полученные в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте, на семь порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОНАС. по НРБ-99/2009 [3]. В 2009 г. в воздухе в СЗЗ и ЗН был также зарегистрирован <sup>134</sup>Cs, объемная активность которого уменьшалась по мере удаления от АЭС: в СЗЗ и ЗН составляла, соответственно,  $3,7 \cdot 10^{-7}$  и  $3,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а в контрольном пункте – была ниже МДА, равной  $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Результаты сравнения статистической обработки данных (табл. 4.4) об объемной активности радионуклидов в ЗН и контрольном пункте с. Маянга за длительный период времени, выполненных ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» в соответствии с [9–13], показали, что наблюдается достоверное превышение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере ЗН относительно контрольного пункта в среднем за рассматриваемый период в 2,8 раза. Достоверных различий в содержании  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе ЗН и контрольного пункта выявить не удалось.

Таблица 4.4

**Результаты статистической обработки данных мониторинга ОРБ Балаковской АЭС приземного слоя атмосферы в районе расположения Балаковской АЭС**

Радионуклид	Место отбора	Объем выборки	Среднее значение, $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>	Доверительный интервал, $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>
$^{137}\text{Cs}$	ЗН	35	0,361	0,234 – 1,04
	Контрольный пункт	11	0,126	0,040 – 2,18
$^{90}\text{Sr}$	ЗН	50	0,027	0,016 – 0,046
	Контрольный пункт	10	0,041	0,012 – 1,26

*Примечание:* доверительный интервал с уровнем доверия 95 % содержит 95 % совокупности данных мониторинга; статистическая обработка данных по  $^{137}\text{Cs}$  проводилась за период 2001–2008 гг., по  $^{90}\text{Sr}$  – за 2001–2003 гг.

Результаты измерений  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 2009 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 4.5. Из табл. 4.5 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 примерно в 1,2–1,3 раза превышали среднегодовое значение по Приволжскому УГМС. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне наблюдались в г. Пугачеве в октябре и составляли 11,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 4.5

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Приволжского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Пугачев	с	1,0	1,4	1,8	1,5	1,2	1,6	1,5	1,4	1,8	2,1	1,3	1,7	548	548
	м	2,2	3,1	7,2	5,2	2,6	7,4	5,1	4,1	7,6	11,8	4,1	5,1		
Балаково	с	1,3	1,9	2,0	1,8	1,5	1,4	2,2	1,8	1,8	1,7	1,3	1,6	621	584
	м	4,4	7,5	8,4	6,3	3,0	3,1	9,1	6,9	3,6	5,1	6,6	6,1		
Приволжское УГМС	с	1,1	1,3	1,3	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	475	438

### Почва

Отбор проб почвы проводился ОРБ Балаковской АЭС один раз в год на семи стационарных пунктах радиационного контроля и дополнительно в п. Новониколаевский. Пробы почвы отбирались осенью методом конверта. В каждом пункте в квадрате со стороной 10 м отбиралось пять образцов почвы размером 15x15 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 [5], представлены в табл. 4.6. Из табл. 4.6 видно, что по осредненным за последние пять лет данным содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве СЗЗ и ЗН находится примерно на уровне значений, наблюдаемых в контрольном пункте, и не превышает глобального уровня загрязнения почвы этим радионуклидом на территории России. Содержание в почве  $^{60}\text{Co}$  и  $^{134}\text{Cs}$  было ниже МДА, которая составляет 0,1 кБк/м<sup>2</sup>.

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

Пункты контроля	$\Sigma\beta$			$^{137}\text{Cs}$			$^{60}\text{Co}$		
	2009 г.	2008 г.	среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	среднее за 5 лет
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>									
СЗЗ (Натальино, промплощадка)	-	-	-	0,24	0,36	0,56	< 0,1	< 0,1	< 0,1
ЗН	-	-	-	0,16	0,22	0,47	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Контрольный пункт (Маянга)	-	-	-	0,28	0,27	0,51	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<b>Вода открытых водоемов, мБк/л</b>									
Пруд-охладитель (сбросной канал)	172	188	189	< 12	< 12	16	< 14	< 14	< 14
Пруд-охладитель (заборный канал)	180	179	188	14	< 12	12	< 14	< 14	< 14
Р. Волга, выше по течению от АЭС	52	48	50	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
Р. Волга, 1 км ниже АЭС	50	49	47	< 12	< 12	< 12	< 14	< 14	< 14
<b>Донные отложения, Бк/кг сырой массы</b>									
Водоем-охладитель – заборный канал	-	-	-	4,7	2,4	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – сбросной канал	-	-	-	5,0	3,5	-	< 1,0	< 1,0	-
Водоем-охладитель – стан рыбаков	-	-	-	2,4	0,9	-	< 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	-	-	-	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	-	-	-	3,1	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	-
<b>Сельскохозяйственная продукция, Бк/кг сырой массы</b>									
Пшеница	-	-	-	< 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	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-
Ягоды	-	-	-	< 0,70	< 0,70	-	-	-	-

*Примечание:* при  $\gamma$ -спектрометрическом анализе проб воды МДА по  $^{137}\text{Cs}$  составляет 12 мБк/л, по  $^{60}\text{Co}$  – 14 мБк/л за время измерения 1 ч; допустимая удельная активность для  $^{137}\text{Cs}$  по СанПиН-01 [14] 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.

**Вода, донные отложения**

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

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

Содержание  $\Sigma\beta$  и  $\gamma$ -активных радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Балаковской АЭС представлено в табл. 4.6. По сравнению с 2008 г., содержание  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водах

контролируемых водоемов практически не изменилось и было значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. Средняя за последние пять лет объемная  $\Sigma\beta$  в воде пруда-охладителя в 3,8 раза выше, чем в р. Волге. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в воде открытых водоемов было ниже МДА (14 мБк/л). С 2008 г. на Балаковской АЭС в воде открытых водоемов, кроме техногенных  $\gamma$ -активных радионуклидов и  $\Sigma\beta$ , контролируется тритий. По данным ОРБ Балаковской АЭС, объемная активность трития в обследованных водоемах в 2009 г. была ниже установленного НРБ-99/2009 [3] уровня вмешательства (7600 Бк/л): в пруде-охладителе объемная активность трития составляла 169 Бк/л, в р. Волге – ниже МДА (25 Бк/л) [5]. Объемная активность трития в пруде-охладителе Балаковской АЭС в 70 раз выше среднего значения для рек России (2,4 Бк/л).

По данным ИПМ ГУ «НПО «Гайфун», объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) осталась практически на уровне 2008 г. и составляла 2,4 Бк/л, что не превышает среднего значения для рек России (2,4 Бк/л). Из этого следует, что повышенное содержание трития в водоеме-охладителе не влияет на содержание трития в р. Волге.

В табл. 4.6 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений в р. Волге и водоеме-охладителе по данным ОРБ Балаковской АЭС [5]. Максимальные значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях, как и в прошлом году, наблюдались в сбросном канале водоема-охладителя. Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в Саратовском и Волгоградском водохранилищах р. Волги практически не зависит от места отбора проб, т.е. влияние АЭС на загрязнение указанных объектов отчетливо не выражено. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях р. Волги была ниже МДА, которая составляет 1,0 Бк/кг сырой массы.

Отбор проб воды хозяйственно-питьевого водоснабжения производился на Балаковской АЭС ежемесячно из питьевого водопровода в г. Балаково, на АЭС и в с. Натальино [5]. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и трития в питьевой воде в 2009 г., так же как и в 2008 г., была ниже МДА, которая составляет для  $^{137}\text{Cs}$  12 мБк/л, для  $^{60}\text{Co}$  – 14 мБк/л, для трития – 25 Бк/л, и значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 [3].

Отбор проб воды из наблюдательных скважин производился [5] специальным пробоотборником, представляющим собой стакан из нержавеющей стали с утяжеленным дном. Перед непосредственным взятием пробы замерялся уровень воды в скважине и извлекалось 2–3 объема воды, находящейся в стволе скважины. Объем пробы грунтовых вод составлял 3 л. Пробы концентрировались выпариванием и озолением сухого остатка в муфельной печи. Отбор проб воды на определение объемной  $\Sigma\beta$  и активности  $\gamma$ -излучающих радионуклидов из скважин глубиной 15 м (первого водоносного горизонта) в районе спецкорпуса, в районе ХТРО, блоков №№ 1–4 и брызгальных бассейнов проводился ежеквартально. Один раз в год (в паводковый период) проводились контрольные отборы и измерения объемной активности  $\gamma$ -излучающих радионуклидов из наблюдательных скважин глубиной 25 м (второго водоносного горизонта). Как следует из результатов проведенного анализа, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  была ниже МДА во всех контрольных скважинах спецкорпуса, в районе ХТРО, блоков №№ 1–4 и брызгальных бассейнов. Среднегодовые объемные  $\Sigma\beta$  в воде контрольных скважин в 2009 г. находились практически на уровне средних значений пяти предшествующих лет. Все полученные значения значительно ниже норматива по объемной  $\Sigma\beta$  для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л) [3].



### **Продукты питания местного производства**

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств приведена в табл. 4.6. Пробы сельскохозяйственной продукции в зоне наблюдения АЭС отбирались один раз в год: мясо (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. 4.6 видно, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  во всех видах сельскохозяйственной продукции, производимой в 30-км зоне АЭС, значительно ниже допустимых удельных активностей по СанПиН-01 [14].

Пробы рыбы отбирались во время летнего сезона один раз в год во время планового вылова промысловых рыб. Общая масса пробы составляла не менее 3 кг. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в 2009 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-01.

### **Радиационный фон на местности**

По данным стационарной сети Приволжского УГМС [7], в 2009 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 10 до 14 мкР/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 12 до 17 мкР/ч. Наибольшее значение МЭД (17 мкР/ч) наблюдалось в п. Балаково в октябре. Значительных отклонений от естественного радиационного фона на обследованной территории не наблюдалось. Среднегодовые величины МЭД в стационарных пунктах наблюдения составляли 10–13 мкР/ч, что находится в пределах колебаний глобального  $\gamma$ -фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

По данным АСКРО Балаковской АЭС и измерений МЭД на регламентных маршрутах [5], значения МЭД колебались от 9 до 16 мкР/ч при среднегодовом значении в СЗЗ и ЗН 9 мкР/ч.

Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К, в СЗЗ и ЗН варьировали от  $51 \cdot 10^{-5}$  до  $61 \cdot 10^{-5}$  Гр, а в контрольном пункте Маянга значение годовой дозы на местности составляло  $66 \cdot 10^{-5}$  Гр [5].

По результатам расчетов ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ОРБ Балаковской АЭС в соответствии с [15–18], среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в ЗН Балаковской АЭС, при поступлении  $^{137}\text{Cs}$  (за период 2001–2008 гг.) и  $^{90}\text{Sr}$  (за период 2001–2003 гг.) в организм человека различными путями составил  $5,5 \cdot 10^{-7}$ ; среднегодовой суммарный риск для населения, проживающего в контрольном пункте (с. Маянга), –  $3,6 \cdot 10^{-7}$  (табл. 4.7). Таким образом, вклад Балаковской АЭС в среднегодовой суммарный риск для населения ЗН при поступлении  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за указанные периоды времени составил  $1,9 \cdot 10^{-7}$  (35 % от общего воздействия данных радионуклидов «станционного» и «фонового» происхождения), что не превышает значения пренебрежимо малого риска  $10^{-6}$  [3].

Из рассматриваемых радионуклидов основной вклад в суммарный риск для населения (95 %) вносит  $^{90}\text{Sr}$  (см. табл. 4.7), обусловленный загрязнением почвы глобальными выпадениями. Критическими путями формирования радиационного риска при поступлении как  $^{137}\text{Cs}$ , так и  $^{90}\text{Sr}$  в организм человека является употребление сельскохозяйственной продукции местного производства (вклад потребления местных продуктов в суммарный риск составляет 99 %), при этом наибольший вклад в суммарный риск дает потребление местного мяса (45 % от совместного потребления воды и продуктов питания, выращенных в ЗН) и картофеля (23 %).

**Среднегодовые значения радиационных рисков населения, проживающего в районе размещения Балаковской АЭС, при поступлении <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в организм человека различными путями**

Пути поступления		Риск					
		ЗН		Контрольный пункт		Вклад АЭС	
		<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Ингаляция		7,0·10 <sup>-12</sup>	5,7·10 <sup>-12</sup>	2,4·10 <sup>-12</sup>	8,5·10 <sup>-12</sup>	4,6·10 <sup>-12</sup>	5,7·10 <sup>-12</sup> *
Потребление воды**		8,4·10 <sup>-10</sup>	4,3·10 <sup>-9</sup>	5,3·10 <sup>-10</sup>	2,7·10 <sup>-9</sup>	3,1·10 <sup>-10</sup>	1,6·10 <sup>-9</sup>
Продукты питания**	Мясо	4,1·10 <sup>-9</sup>	2,4·10 <sup>-7</sup>	2,1·10 <sup>-9</sup>	1,6·10 <sup>-7</sup>	2,0·10 <sup>-9</sup>	8,0·10 <sup>-8</sup>
	Молоко	6,1·10 <sup>-9</sup>	3,4·10 <sup>-8</sup>	3,0·10 <sup>-9</sup>	2,2·10 <sup>-8</sup>	3,1·10 <sup>-9</sup>	1,2·10 <sup>-8</sup>
	Зерновые	2,4·10 <sup>-9</sup>	4,3·10 <sup>-8</sup>	1,5·10 <sup>-9</sup>	2,8·10 <sup>-8</sup>	9,0·10 <sup>-10</sup>	1,5·10 <sup>-8</sup>
	Овощи	4,1·10 <sup>-9</sup>	7,7·10 <sup>-8</sup>	2,6·10 <sup>-9</sup>	5,1·10 <sup>-8</sup>	1,5·10 <sup>-9</sup>	2,6·10 <sup>-8</sup>
	Картофель	6,3·10 <sup>-9</sup>	1,2·10 <sup>-7</sup>	4,0·10 <sup>-9</sup>	7,8·10 <sup>-8</sup>	2,3·10 <sup>-9</sup>	4,2·10 <sup>-8</sup>
	Рыба	1,9·10 <sup>-9</sup>	2,6·10 <sup>-10</sup>	1,2·10 <sup>-9</sup>	1,6·10 <sup>-10</sup>	7,0·10 <sup>-10</sup>	1,0·10 <sup>-10</sup>
	Зеленные растения (салат и т.п.)	1,1·10 <sup>-10</sup>	3,6·10 <sup>-9</sup>	4,7·10 <sup>-11</sup>	2,3·10 <sup>-9</sup>	6,3·10 <sup>-11</sup>	1,3·10 <sup>-9</sup>
	Сумма от продуктов питания	2,5·10 <sup>-8</sup>	5,2·10 <sup>-7</sup>	1,4·10 <sup>-8</sup>	3,4·10 <sup>-7</sup>	1,1·10 <sup>-8</sup>	1,8·10 <sup>-7</sup>
Внешнее облучение от почвы		4,1·10 <sup>-9</sup>	2,8·10 <sup>-11</sup>	2,6·10 <sup>-9</sup>	1,8·10 <sup>-11</sup>	1,5·10 <sup>-9</sup>	1,0·10 <sup>-11</sup>
<b>Сумма</b>		<b>3,0·10<sup>-8</sup></b>	<b>5,2·10<sup>-7</sup></b>	<b>1,8·10<sup>-8</sup></b>	<b>3,4·10<sup>-7</sup></b>	<b>1,2·10<sup>-8</sup></b>	<b>1,8·10<sup>-7</sup></b>
<b>Суммарный риск</b>		<b>5,5·10<sup>-7</sup></b>		<b>3,6·10<sup>-7</sup></b>		<b>1,9·10<sup>-7</sup></b>	

Примечание: расчет для <sup>137</sup>Cs проводился по данным за период 2001–2008 гг., для <sup>90</sup>Sr – за 2001–2003 гг.;

\* – расчет выполнен по общему содержанию радионуклида в воздухе ЗН, т.к. в результате статистического анализа вклада Балаковской АЭС в загрязнение приземной атмосферы данным радионуклидом выявить не удалось;

\*\* – расчет выполнен с использованием модельных оценок в соответствии с [18].

В целом анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС находится практически на уровне фоновых значений. Влияние Балаковской АЭС на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдения АЭС выражается в превышении фоновых уровней по содержанию трития в водоеме-охладителе и объемной активности <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в СЗЗ АЭС.

#### 4.2. Белоярская АЭС и Институт реакторных материалов

Белоярская АЭС (БАЭС) расположена в 42 км к востоку от г. Екатеринбурга на восточном берегу Белоярского водохранилища, созданного на р. Пышме в качестве водоема-охладителя, и в 3 км к северу от г. Заречный.

В настоящее время на БАЭС эксплуатируется один 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.) [19]. 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. Строительство энергоблока № 4 с реактором на быстрых нейтронах БН-800 предполагается завершить в 2012 году [20].

БАЭС расположена в зоне умеренно-холодного, резко-континентального климата. Наиболее холодные месяцы – декабрь и январь – со среднемесячными температурами -19 °С [19]. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – вторая декада ноября. Наиболее жаркий месяц – июль – со средней температурой +25 °С. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс в районе расположения АЭС определяют неустойчивый характер погоды во все сезоны года. Согласно данным метеостанции, установленной на блоке № 3 на высоте 75 м, преимущественными в районе БАЭС являются ветры от южного до западного направлений. Среднегодовая

скорость ветра на высоте 75 м в 2009 г. составляла 2,8 м/с, максимальная скорость – 11,0 м/с в северо-западном направлении [19].

Граница СЗЗ (радиусом 3–5 км) включает в себя (см. рис. 4.3) 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 – 30,3 тыс. человек, 17 % которого составляют дети) [19]. 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 – 14,7 тыс. человек, 25 % – дети).

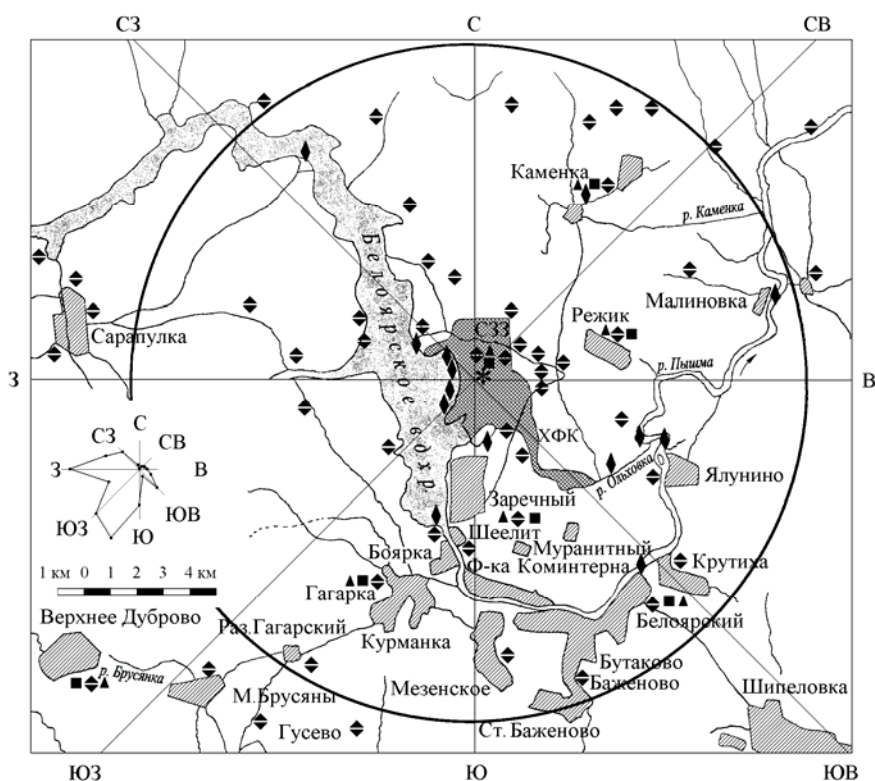


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга ОРБ БАЭС в СЗЗ и ЗН БАЭС:

- \* – АЭС;
- ▲ – отбор месячных проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◆ – измерения годовой поглощенной дозы дозиметрами ТЛД;
- ◊ – отбор проб воды

В г. Заречном расположен ОАО «Институт реакторных материалов» (ИРМ) (бывший СФ НИКИЭТ). ИРМ – один из научных ядерных центров, располагающий экспериментальной базой для исследований в области реакторного материаловедения, имеет исследовательский реактор бассейнового типа ИВВ-2М мощностью 15 МВт (эксплуатируется с 1966 г.), производит радионуклиды медицинского и промышленного назначения для внутренних и зарубежных поставок. Территории ИРМ и БАЭС примыкают друг к другу.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС (технологические сдвухи, воздух из помещений зоны контролируемого доступа) после прохождения необходимой очистки производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков №№ 1, 2, 3 высотой 100 м. В табл. 4.8 приведены данные [4, 19] об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2009 г. и для сравнения – в 2008 году. Из приведенных в табл. 4.8 данных видно, что в 2009 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу  $^{60}\text{Co}$  и ИРГ увеличились в 1,4 и 2 раза соответственно, а  $^{137}\text{Cs}$  – уменьшились в 1,3 раза, по сравнению с прошлогодними, и были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов.

Таблица 4.8

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,40 \cdot 10^9$	$2,13 \cdot 10^5$	$1,52 \cdot 10^5$	$+ 6,10 \cdot 10^4$
$^{137}\text{Cs}$	$2,00 \cdot 10^9$	$7,30 \cdot 10^6$	$9,20 \cdot 10^6$	$- 1,90 \cdot 10^6$
ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$4,39 \cdot 10^{12}$	$2,22 \cdot 10^{12}$	$+ 2,17 \cdot 10^{12}$

Данные [4] о выбросах радионуклидов в атмосферу на ИРМ в 2008–2009 гг. приведены в табл. 4.9. Из табл. 4.9 видно, что содержание  $^{14}\text{C}$  в выбросах ИРМ в 2009 г. увеличилось в 3 раза, по сравнению с 2008 г., а ИРГ – в 1,9 раза. Суммарный годовой выброс  $^{14}\text{C}$  в 2009 г. превысил допустимый выброс в 3,2 раза, ИРГ – в 1,2 раза. Выбросы остальных радионуклидов были на один – три порядка ниже допустимых выбросов.

Таблица 4.9

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на ИРМ, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{14}\text{C}$	$2,41 \cdot 10^{11}$	$7,72 \cdot 10^{11}$	$2,52 \cdot 10^{11}$	$+ 5,20 \cdot 10^{11}$
$^{60}\text{Co}$	$2,40 \cdot 10^{10}$	$3,25 \cdot 10^7$	$3,28 \cdot 10^7$	$- 3,00 \cdot 10^5$
$^{89,90}\text{Sr}$	$1,92 \cdot 10^9$	$9,58 \cdot 10^5$	$3,28 \cdot 10^6$	$- 1,46 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$1,92 \cdot 10^8$	$2,48 \cdot 10^7$	$3,94 \cdot 10^7$	$- 2,32 \cdot 10^6$
Сумма нуклидов I	$1,01 \cdot 10^9$	$1,46 \cdot 10^8$	$1,90 \cdot 10^8$	$- 4,40 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$2,52 \cdot 10^{14}$	$3,14 \cdot 10^{14}$	$1,68 \cdot 10^{14}$	$+ 1,46 \cdot 10^{14}$

Сравнение выбросов БАЭС и ИРМ показывает, что выбросы нормируемых радионуклидов, таких, как  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и ИРГ, на ИРМ выше, чем на БАЭС:  $^{60}\text{Co}$  и ИРГ – на два порядка,  $^{137}\text{Cs}$  – в 3 раза. 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.

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 [21], которое пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяженность – 20 км, ширина на уровне БАЭС – около 3 км [21]. Полный объем водохранилища составляет  $2,65 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ , площадь зеркала –  $38,6 \text{ км}^2$ , средняя глубина – 7 м. Плотина расположена в 7 км к югу

от АЭС. Норма естественного стока р. Пышма в створе БАЭС равна  $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$  [19]. 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 (см. рис. 4.3) и далее в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции) [19]. В это же болото удаляются очищенные дебалансные воды АЭС, воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Из Ольховского болота через р. Ольховку сбросные воды БАЭС попадают в р. Пышму.

Частичный сброс слаборадиоактивных жидких стоков в водоем-охладитель (Белоярское водохранилище) осуществляется через промливневый канал (ПЛК) [21]. 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 [21].

По данным [19], годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в 2009 г. не превышали установленных нормативов. В 2009 г. объем сброса сточных вод в Ольховское болото на БАЭС составлял  $94\,134 \text{ м}^3$  (в 2008 г. –  $99\,483 \text{ м}^3$ ) с суммарной активностью  $8,8 \cdot 10^{11}$  Бк (в 2008 г. –  $1,4 \cdot 10^{12}$  Бк), что не превышает 2,5 % от допустимого сброса для БАЭС [19], таким образом, среднегодовой сброс на единицу объема в 2009 г. снизился в 1,5 раза, по сравнению с 2008 г., и составил  $9,3 \cdot 10^6$  Бк/м<sup>3</sup>. Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть (Ольховское болото) на БАЭС представлены в табл. 4.10 [4, 19]. Основной вклад в суммарную активность сбросов вносил тритий –  $8,8 \cdot 10^{11}$  Бк. Из табл. 4.10 видно, что в 2009 г. сбросы трития и <sup>137</sup>Cs уменьшились, по сравнению с 2008 г., в 1,6 и 2,3 раза соответственно; сбросы <sup>134</sup>Cs и изотопов европия увеличились в 1,4 и 1,6 раза соответственно; сбросы остальных радионуклидов (<sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co и <sup>90</sup>Sr) остались примерно на уровне предыдущего года. Фактические сбросы отдельных радионуклидов на БАЭС были на два – семь порядков ниже допустимых величин.

Таблица 4.10

**Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>54</sup> Mn	$2,5 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^6$	$2,3 \cdot 10^6$	$- 2,0 \cdot 10^5$
<sup>60</sup> Co	$9,0 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^6$	$4,9 \cdot 10^6$	$- 4,0 \cdot 10^5$
<sup>90</sup> Sr	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,3 \cdot 10^8$	$1,2 \cdot 10^8$	$+ 1,0 \cdot 10^7$
<sup>134</sup> Cs	$4,1 \cdot 10^{12}$	$2,4 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$	$+ 7,0 \cdot 10^4$
<sup>137</sup> Cs	$3,7 \cdot 10^{11}$	$7,3 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^8$	$- 9,7 \cdot 10^7$
<sup>152</sup> Eu+ <sup>154</sup> Eu	$1,0 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^6$	$6,9 \cdot 10^5$	$+ 5,6 \cdot 10^5$
<sup>3</sup> H	$7,7 \cdot 10^{13}$	$8,8 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{12}$	$- 5,2 \cdot 10^{11}$

Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 40-км зоне вокруг БАЭС проводится отделом радиационной безопасности (ОРБ) БАЭС во взаимодействии с ЦГ и Э № 32 ФМБА России [19]. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30- и 100-км зонах вокруг БАЭС и ИРМ проводятся Уральским УГМС [22].

В 2009 г. ОРБ БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 4.3):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась 2 раза в месяц одновременно в шести пунктах постоянного наблюдения с экспозицией семь суток и на площадке – непрерывно. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15 с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 производительностью 140–500 м<sup>3</sup>/ч;

- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях (до 20 км) и направлениях от АЭС, с помощью кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;

- содержание радионуклидов в почве определялось в июле в семи пунктах постоянного наблюдения, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей и выпадений; пробы отбирались по углам треугольника со стороной 50 м на глубину 5 см с помощью специального пробоотборника;

- содержание радионуклидов в воде, донных отложениях и рыбе из Белоярского водохранилища, воде и донных отложениях рек Пышмы и Ольховки, донных отложениях в Ольховском болоте; питьевой воде; грунтовых водах в контрольных скважинах вокруг объектов, являющихся потенциальными источниками поступления радионуклидов в подземные воды;

- содержание радионуклидов в сельхозпродукции, производимой в окрестностях АЭС;

- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности в семи пунктах постоянного наблюдения ежемесячно с помощью переносных радиометров и дозиметров СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р, МКС-1117А, РУП-1, ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123 (точки контроля были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;

- накопленная за год доза с помощью термолюминесцентных дозиметров КДТ-02М с детекторами ТЛД-500К в корпусах ДПГ-03, установленных на уровне 1,5 м от поверхности земли в коре деревьев в 77 точках на различных расстояниях (до 40 км) от БАЭС по всем направлениям. Замена дозиметров производится в октябре - ноябре, время экспозиции – 1 год.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью двухканальной цифровой  $\gamma$ -спектрометрической установки «ORTEC», жидкостного сцинтилляционного счетчика «Guardian», малофоновых установок УМФ-3, УМФ-1500,  $\alpha$ - $\beta$ -радиометра УМФ-2000. Радиохимические, радиометрические и  $\gamma$ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с неопределенностью  $\pm$  (20–45) %.

Уральское УГМС в 2009 г. проводило следующие систематические наблюдения (схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30- и в 100-км зонах радиационно опасных объектов (РОО) приведена на рис. 4.4 (а, б)):

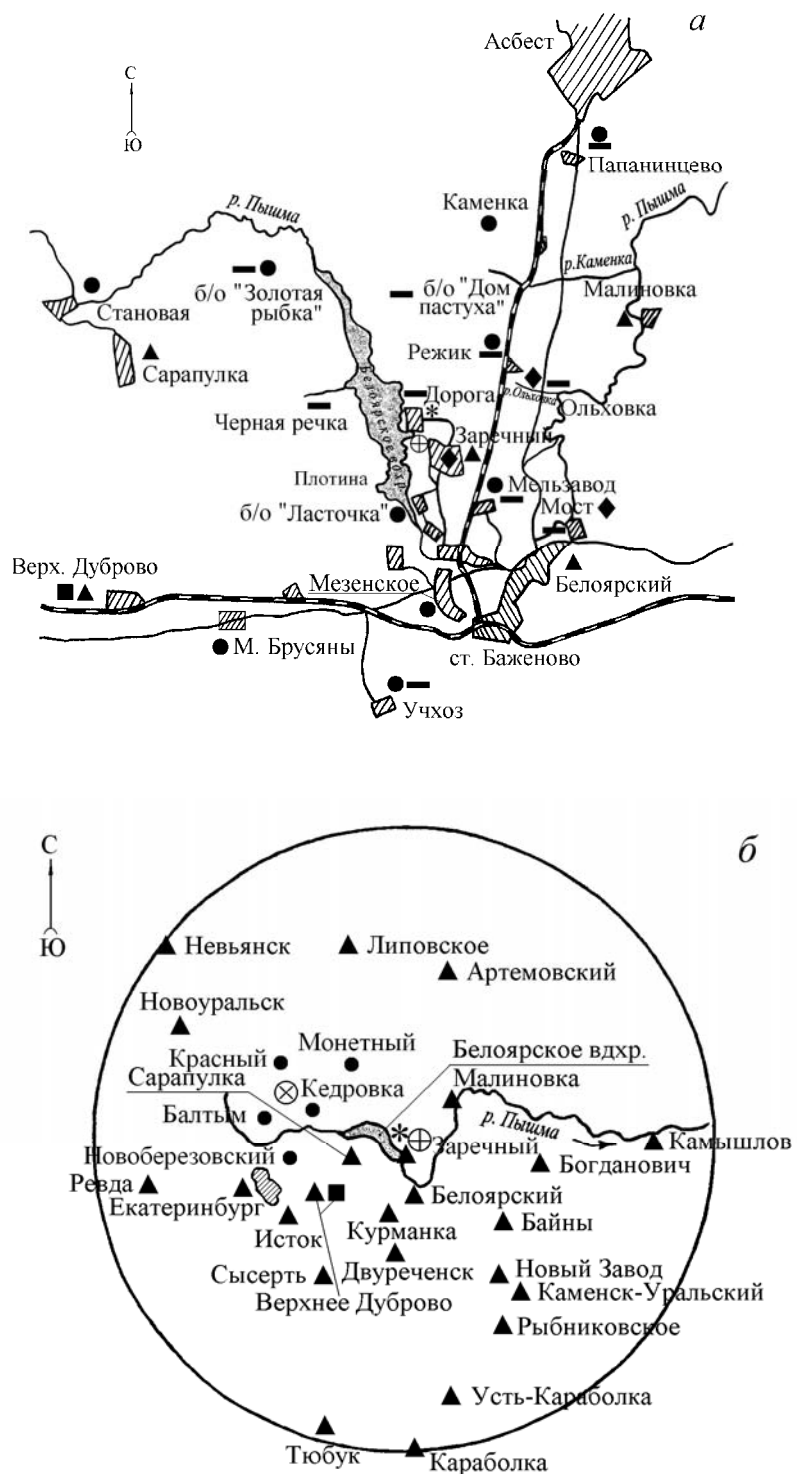


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг БАЭС, ИРМ и ПЗРО (б):

- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ▲ – отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- – отбор проб снега и травы;
- ◆ – отбор проб воды;
- – измерение МЭД во время проведения маршрутных обследований;
- \* – БАЭС;
- ⊕ – ИРМ;
- ⊗ – ПЗРО Свердловское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Свердловский СК «Радон»)

- 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 24 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  $\gamma$ -излучения каждые 3 часа в 24 стационарных пунктах, восемь из которых находятся в 30-км зоне РОО, а также на шести постах в Екатеринбурге и при проведении маршрутных обследований в пунктах отбора проб снега и растительности.

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, Новый Завод, 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 [19] за 2009 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН представлены в табл. 4.11. Согласно этим данным, в 2009 г. объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы осталась примерно на уровне предыдущего года, при этом объемная  $\Sigma\beta$  в СЗЗ была в 1,5 раза выше, а в ЗН – примерно такой же, как в контрольном пункте Верхнее Дуброво. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  как в СЗЗ, так и в ЗН БАЭС и контрольном пункте в 2009 г. находились примерно на одном уровне и были в 1,4–2,3 раза ниже, чем в 2008 г., и на шесть порядков ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [3] (для  $^{137}\text{Cs}$  – 27 Бк/м<sup>3</sup>), однако в 5 раз превышали средневзвешенное значение объемной активности этого радионуклида на территории РФ (2,4·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>). Объемные активности  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{51}\text{Cr}$  в пунктах наблюдения [19] были ниже соответствующих МДА: 5·10<sup>-6</sup>, 1,1·10<sup>-6</sup>, 3,6·10<sup>-6</sup> и 11,2·10<sup>-6</sup> Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 4.11

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС в 2008–2009 гг., Бк/м<sup>3</sup> (данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$ , 10 <sup>-5</sup>		$^{137}\text{Cs}$ , 10 <sup>-7</sup>	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
СЗЗ	32,0	28,0	13	23
ЗН	24,0	23,2	13	18
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	23,0	22,0	14	32

В табл. 4.12 приведены среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе п. Верхнее Дуброво, расположенном в 18 км на юго-запад от БАЭС (см. рис. 4.4), по данным Уральского УГМС [22] и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в п. Верхнее Дуброво в 2009 г. колебалась в пределах от 20,7·10<sup>-5</sup> до 40,2·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в



п. Верхнее Дуброво в 2009 г. ( $27,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) осталась на уровне 2008 г. и в 1,5 раза превышала средневзвешенное значение по РФ ( $17,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальное суточное значение было отмечено 10–11 марта и составляло  $93,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случаев превышения фоновых значений в пять и более раз в 2009 г. зарегистрировано не было.

Таблица 4.12

**Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы  
п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг РОО)  
(данные Уральского УГМС и НПО «Гайфун»)**

Месяц	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>137</sup> Cs, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>90</sup> Sr, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	40,2	58,0	}	}	}	}
Февраль	38,5	30,0	} 6,5	} 3,8	} 2,7	} 3,0
Март	39,9	19,2	}	}	}	}
Апрель	21,3	27,9	}	}	}	}
Май	21,1	22,6	} 16,0	} 5,4	} 6,3	} 5,5
Июнь	21,1	22,8	}	}	}	}
Июль	20,7	26,0	}	}	}	}
Август	24,4	21,8	} 6,0	} 3,9	} 9,0	} 2,7
Сентябрь	21,1	15,8	}	}	}	}
Октябрь	22,3	29,0	}	}	}	}
Ноябрь	27,9	20,8	} 6,0	} 4,3	} 4,6	} 5,8
Декабрь	32,3	31,3	}	}	}	}
Среднее	27,6	27,1	8,6	5,6	5,8	4,3

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2009 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво увеличилась в 1,5 раза, по сравнению с 2008 г., и составляла  $8,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> [22] (см. табл. 4.12), что в 3,6 раза выше средневзвешенного значения по РФ для не загрязненных территорий ( $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в этом пункте была в 1,3 раза выше, чем в 2008 г., и составляла  $5,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 6 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ ( $0,95 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные наблюдений Уральского УГМС [22] за  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 30- и 100-км зонах РОО приведены в табл. 4.13. По сравнению с 2008 г.,  $\Sigma\beta$  выпадений в этих зонах практически не изменилась и не отличалась от фоновых значений для Уральского региона ( $0,5$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения варьировали в диапазоне  $0,3$ – $0,9$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. было зарегистрировано 25–26 февраля в п. Камышлов и составило  $5,3$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Случаев превышения суточных значений над фоновыми за предыдущий месяц в 10 и более раз в 2009 г. зарегистрировано не было.

В табл. 4.14 и 4.15 приведены величины выпадений из атмосферы <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в пунктах 30- и 100-км зоны вокруг РОО, по данным Уральского УГМС [22]. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения – фоновые выпадения <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr для Уральского региона. Из данных табл. 4.14 следует, что средняя величина годовых выпадений <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 30-км зоне РОО в 2009 г. уменьшилась, по сравнению с 2008 г., в 1,2 раза и составляла  $3,2$  Бк/м<sup>2</sup>·год, что, однако, в 16 раз выше фонового уровня для Уральского региона ( $0,2$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальные годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в 30-км зоне ( $4,6$  Бк/м<sup>2</sup>·год) наблюдались в п. Малиновка, расположенном в 12 км на северо-восток от РОО. Средняя величина годовых выпадений <sup>137</sup>Cs из атмосферы по

100-км зоне РОО (3,8 Бк/м<sup>2</sup>-год) также снизилась в 1,2 раза, по сравнению с 2008 г., но оставалась в 1,2 раза выше, чем в среднем по 30-км зоне.

Таблица 4.13

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$  выпадений  
в 30-км и 100-км зоне вокруг РОО, Бк/м<sup>2</sup>-сутки  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>30-км зона</b>														
Белоярский	с	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	м	0,7	0,7	0,9	1,0	2,6	2,2	1,4	1,2	1,1	1,1	1,2	1,4	
Верхнее Дуброво	с	0,4	0,4	0,5	0,5	0,9	0,6	0,5	0,7	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5
	м	1,8	1,5	2,0	1,2	3,3	2,2	1,7	4,7	3,2	1,1	1,9	3,9	
Двуреченск	с	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,1	0,4
	м	1,1	1,6	1,3	3,4	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	1,5	2,5	0,8	
Исток	с	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4
	м	1,1	1,4	2,0	1,7	2,0	4,1	1,3	1,2	1,0	1,7	1,8	1,6	
Заречный	с	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4
	м	1,4	2,4	3,2	1,5	2,0	1,3	1,5	1,7	1,8	3,0	3,4	2,5	
Курманка	с	0,4	0,4	0,2	0,5	0,5	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4
	м	1,0	1,4	0,8	1,6	2,0	1,7	2,1	1,7	1,4	1,6	1,9	2,5	
Малиновка	с	0,2	0,2	0,3	0,4	0,9	0,4	0,3	0,6	0,2	0,5	0,3	0,2	0,4
	м	0,7	0,6	1,2	1,4	3,2	1,1	1,4	2,8	2,0	1,4	1,3	1,0	
Сарапулка	с	0,2	0,2	0,4	0,6	0,6	0,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4
	м	0,9	1,0	2,2	2,6	3,2	2,1	2,4	2,6	1,4	1,3	1,4	1,1	
Среднее по 30-км зоне:														
	2009 г.	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
	2008 г.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5
<b>100-км зона</b>														
Артемовский	с	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
	м	2,7	1,8	1,3	2,2	2,9	1,6	2,9	1,4	3,5	1,8	2,0	2,4	
Байны	с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,8	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,5	0,2	0,4
	м	1,1	0,7	1,7	1,2	2,9	1,1	3,5	2,2	1,5	1,4	1,4	1,2	
Богданович	с	0,2	0,3	0,4	0,3	0,7	0,6	0,8	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
	м	0,9	1,9	2,3	1,1	3,1	1,5	4,3	2,4	3,5	1,4	1,4	1,7	
Екатеринбург	с	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4
	м	1,1	1,4	2,0	1,7	2,0	4,1	1,3	1,2	1,0	1,7	1,8	1,6	
Каменск-Уральский	с	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,2	0,4
	м	0,9	1,1	3,4	1,8	2,2	2,3	2,8	3,9	2,0	0,9	2,7	1,0	
Камышлов	с	1,0	0,6	0,4	0,4	0,8	0,5	0,3	0,7	0,4	0,5	0,7	0,2	0,5
	м	3,0	5,3	1,2	1,8	2,7	1,4	1,2	2,3	2,5	2,9	3,8	1,1	
Караболка	с	0,9	0,9	1,0	0,9	0,6	1,0	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9
	м	2,0	2,6	2,7	3,0	2,1	2,3	2,8	2,9	3,0	2,8	2,2	2,7	
Липовское	с	0,4	0,3	0,4	0,5	0,7	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,7	0,4	0,5
	м	2,6	1,1	1,7	2,2	2,5	1,3	2,0	2,5	1,0	1,9	3,3	2,4	
Невьянск	с	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3
	м	0,6	0,9	0,9	1,3	1,5	3,0	1,1	1,1	1,2	1,6	1,2	1,0	
Новоуральск	с	0,2	0,5	0,4	0,5	0,5	0,7	0,6	0,4	0,3	0,6	0,5	0,3	0,4
	м	1,1	2,0	1,4	1,7	1,9	3,4	6,9	1,4	0,8	2,1	1,5	1,7	
Новый Завод	с	0,3	0,4	0,3	0,3	0,7	0,6	0,6	0,6	0,1	0,2	0,5	0,4	0,4
	м	2,0	2,3	1,2	2,6	2,2	3,2	4,6	3,0	0,8	0,7	1,7	2,7	
Ревда	с	0,2	0,3	0,2	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	0,3	0,3	0,5	0,2	0,4
	м	1,1	1,6	1,6	1,5	2,3	1,8	1,9	3,4	1,3	1,3	2,2	1,1	
Рыбниковское	с	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
	м	0,6	2,1	1,8	1,1	1,1	2,1	1,2	2,2	0,7	1,5	1,8	3,5	
Сысерть	с	0,3	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5
	м	1,8	2,4	1,2	1,3	2,0	1,8	2,3	1,8	4,1	1,8	1,4	0,5	
Тюбук	с	1,0	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8	0,9
	м	2,2	2,7	1,8	2,5	1,8	2,6	2,7	2,7	2,1	2,3	2,0	2,2	
Усть-Караболка	с	0,7	0,9	0,7	1,1	0,7	0,5	0,9	1,3	0,9	0,7	1,0	0,7	0,8
	м	1,6	3,1	3,1	2,7	1,7	1,5	3,3	4,1	3,0	2,0	2,0	1,7	
Среднее по 100-км зоне:														
	2009 г.	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>
	2008 г.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,4	0,6	0,4	0,5
Фон для Уральского региона:														
	2009 г.	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
	2008 г.	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,5

**Выпадения из атмосферы  $^{137}\text{Cs}$  в 30-км и 100-км зоне вокруг РОО в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30-км зона													
Белоярский	н	0,8	н	н	0,5	н	0,9	н	0,4	н	н	0,1	2,8
Верхнее Дуброво	1,1	н	н	0,2	0,4	н	0,1	0,6	н	н	н	0,1	2,6
Двуреченск	н	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	1,3	0,4	0,4	н	н	0,3	4,0
Заречный	0,2	н	0,1	0,4	н	0,2	0,3	0,8	0,4	0,2	н	н	2,6
Исток	0,2	н	н	0,4	0,1	0,8	0,7	н	н	н	н	0,1	2,4
Курманка	0,3	0,5	н	0,6	н	н	0,5	0,4	0,2	0,5	н	0,2	3,2
Малиновка	0,6	н	0,4	0,1	н	1,0	0,8	0,1	1,0	н	н	0,6	4,6
Сарапулка	0,1	1,1	н	0,3	0,4	н	0,8	0,4	н	н	0,1	0,1	3,3
Среднее по 30-км зоне:													
<b>2009 г.</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>н</b>	<b>0,2</b>	<b>3,2</b>
2008 г.	0,2	0,2	0,4	0,8	0,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	3,9
100-км зона													
Байны	0,4	0,7	н	н	0,8	н	н	0,02	0,8	0,2	н	н	3,0
Богданович	0,1	н	0,3	0,8	0,1	0,1	0,1	0,6	н	0,4	н	н	2,5
Каменск-Уральский	0,7	0,3	0,5	0,3	0,9	0,6	н	н	0,7	н	н	н	4,1
Камышлов	0,1	0,6	1,8	н	0,7	0,8	0,5	0,6	н	0,4	н	н	5,5
Караболка	н	0,3	0,8	0,3	0,7	0,8	н	н	0,7	н	0,5	0,5	4,6
Новоуральск	0,5	1,8	0,3	0,3	0,3	н	0,4	0,6	0,4	н	н	н	4,6
Новый Завод	0,5	н	н	0,4	0,6	н	1,3	0,1	0,5	0,9	н	н	4,4
Рыбниковское	0,4	н	н	0,1	0,5	0,8	0,3	н	0,4	н	н	н	2,6
Тюбук	0,5	0,8	0,2	0,2	0,2	н	н	0,3	0,2	н	н	н	2,5
Усть-Караболка	н	0,7	н	н	0,4	0,7	0,5	0,7	0,8	0,3	н	0,05	4,2
Среднее по 100-км зоне:													
<b>2009 г.</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>3,8</b>
2008 г.	0,6	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4	4,7
Фон для Уральского региона:													
<b>2009 г.</b>	<b>н</b>	<b>0,08</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>0,02</b>	<b>н</b>	<b>0,2</b>
2008 г.	н	0,10	0,04	н	н	н	н	0,05	0,02	н	0,30	0,04	0,6

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

Средняя величина годовых выпадений  $^{90}\text{Sr}$  из атмосферы в 30-км зоне РОО (табл. 4.15) в 2009 г. несколько снизилась, по сравнению с 2008 г., и составляла 2,8 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,6 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона (1,71 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальные выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 30-км зоне РОО (в 2,7 раза выше регионального фонового уровня) наблюдались в п. Курманка (4,6 Бк/м<sup>2</sup>·год). Средняя величина годовых выпадений  $^{90}\text{Sr}$  из атмосферы в 100-км зоне вокруг РОО в 2009 г. [22] составляла 3,1 Бк/м<sup>2</sup>·год и была немного больше выпадений  $^{90}\text{Sr}$  в 30-км зоне, что, вероятно, объясняется Восточно-Уральским «стронциевым» следом, который, как указывалось выше, частично входит в 100-км зону БАЭС и ИРМ.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  в СЗЗ БАЭС в 2009 г., по данным ОРБ БАЭС [19], составляли 4,4 и 98,5 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно, в ЗН – 6,2 и 95 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно. Сравнение этих данных с данными 2008 г. показывает, что  $\Sigma\beta$  выпадений в СЗЗ и в ЗН БАЭС снизилась в 1,3 раза; выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ БАЭС снизились в 1,3 раза, в ЗН остались практически на уровне предыдущего года.

В целом можно сказать, что среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  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/м<sup>2</sup>·сутки [22].

Таблица 4.15

**Выпадения из атмосферы <sup>90</sup>Sr в 30-км и 100-км зоне вокруг РОО, Бк/м<sup>2</sup>-месяц  
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30-км зона													
Белоярский	0,24			0,14			0,15			0,13			1,99
Верхнее Дуброво	0,29			0,17			0,34			0,24			3,12
Двуреченск	0,07			0,23			0,13			0,20			1,87
Заречный	0,36			0,40			0,21			0,28			3,76
Исток	0,19			0,30			0,15			0,08			2,15
Курманка	0,37			0,31			0,29			0,55			4,56
Малиновка	0,20			0,21			0,11			0,25			2,29
Сарапулка	0,08			0,35			0,32			0,25			2,98
Среднее по 30-км зоне:													
2009 г.	<b>0,23</b>			<b>0,26</b>			<b>0,21</b>			<b>0,25</b>			<b>2,84</b>
2008 г.	0,31			0,30			0,19			0,25			3,12
100-км зона													
Байны	0,20			0,20			0,27			0,22			2,69
Богданович	0,14			0,19			0,21			0,18			2,16
Каменск-Уральский	0,09			0,22			0,19			0,41			2,72
Камышлов	0,12			0,33			0,35			0,32			3,35
Караболка	0,33			0,13			0,70			0,13			3,89
Новоуральск	0,30			0,27			0,15			0,16			2,64
Новый Завод	0,12			0,26			0,23			0,89			4,48
Рыбниковское	0,40			0,29			0,23			0,19			3,34
Тюбук	0,28			0,27			0,26			0,33			3,44
Усть-Караболка	0,30			0,17			0,17			0,24			2,62
Среднее по 100-км зоне:													
2009 г.	<b>0,23</b>			<b>0,23</b>			<b>0,28</b>			<b>0,31</b>			<b>3,13</b>
2008 г.	0,31			0,24			0,23			0,47			3,77
Фон для Уральского региона:													
2009 г.	<b>0,30</b>	<b>0,19</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,12</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>1,71</b>
2008 г.	0,08	0,05	0,06	0,15	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,12	0,09	0,23	1,14

**Снег, почва, растительность**

Содержание радионуклидов в почве в окрестностях РОО приведено в табл. 4.16 [19]. По данным ОРБ БАЭС, в 2009 г.  $\Sigma\beta$  почвы в СЗЗ БАЭС осталась на уровне предыдущего года, в ЗН БАЭС и в контрольном пункте увеличилась в 2 раза. Содержание <sup>137</sup>Cs в почве исследуемых территорий в 2009 г. было выше, чем в 2008 году. При этом в СЗЗ и ЗН БАЭС плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs осталась на уровне средних значений, полученных за последние пять лет, а в контрольном пункте была примерно в 1,5 раза выше.

Таблица 4.16

**Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения РОО, кБк/м<sup>2</sup>  
(данные ОРБ БАЭС)**

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$			<sup>137</sup> Cs		
	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ БАЭС	8,1	12,4	11,8	1,2	0,3	1,1
ЗН БАЭС	18,9	9,6	13,4	1,1	0,8	1,3
Контрольный пункт – п. Верхнее Дуброво	22,7	9,7	13,1	2,3	0,2	1,4

В табл. 4.17 приведены данные Уральского УГМС [22] о содержании радионуклидов в снеге и растительности в 10-км зоне РОО (см. рис. 4.4 а). Отбор проб растительности проводился в 10 точках в конце вегетационного периода 13 и 18 августа. Из табл. 4.17 видно, что в 2009 г. максимальная удельная  $\Sigma\beta$  в растительности наблюдалась под высоковольтной линией у р. Ольховка (462,9 Бк/кг в.-с.), а <sup>137</sup>Cs – в п. Черная Речка (2,14 Бк/кг в.-с.). В среднем удельная  $\Sigma\beta$

радионуклидов в растительности в 2009 г. оставалась на уровне предыдущего года, загрязнение растительности  $^{137}\text{Cs}$  снизилось в 1,4–11 раз.

Таблица 4.17

**Содержание радионуклидов в снеге и растительности в районе расположения РОО  
(данные Уральского УГМС)**

Место отбора проб	Плотность загрязнения снега, Бк/м <sup>2</sup>				Удельная активность в растительности, Бк/кг в.-с.			
	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
База отдыха «Золотая рыбка»	3,5	3,5	0,30	0,60	284,8	199,1	1,74	2,42
«Дом пастуха»	17,7	6,3	2,78	0,11	275,9	238,0	0,39	1,33
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	41,1	3,7	1,09	0,46	308,1	446,9	0,97	2,01
Мельзавод	12,2	11,4	2,09	0,69	290,7	317,8	н	1,47
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	41,4	7,3	6,10	0,07	271,3	358,2	0,66	1,99
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	60,1	7,0	3,60	0,31	462,9	425,5	0,33	2,07
Папанинцево	33,0	9,1	1,20	0,65	425,2	767,8	0,52	2,02
Режик	17,6	6,5	0,46	0,51	284,1	286,5	0,56	6,57
Учхоз	25,9	8,7	0,29	0,46	348,5	247,4	0,18	1,75
Черная Речка	4,3	4,1	0,05	0,02	462,3	297,7	2,14	4,51

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

В 2009 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в 10 пунктах на всю глубину снежного покрова в период снеготаяния 3–4 апреля [22]. В среднем плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  увеличилась в 3,8 раза (см. табл. 4.17) и изменялась в диапазоне от 3,5 до 60,1 Бк/м<sup>2</sup>. Плотность загрязнения снега  $^{137}\text{Cs}$  в большинстве пунктов отбора проб увеличилась, изменяясь в диапазоне от 0,3 до 6,1 Бк/м<sup>2</sup>. Максимальное содержание  $\Sigma\beta$  в снеге наблюдалось там же, где и в растительности – под высоковольтной линией у р. Ольховка,  $^{137}\text{Cs}$  – у моста в месте пересечения тракта с р. Пышмой.

**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  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде в 2009 г. [19] составила менее 3,6 мБк/л, трития – 5 Бк/л, что значительно ниже нормативного уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для питьевой воды (УВ для  $^{137}\text{Cs}$  – 11 Бк/л, для трития – 7600 Бк/л) [3]. Объемная  $\Sigma\beta$  в питьевой воде в 2009 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.

Контроль содержания радионуклидов в водах Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки в 2009 г. производился ежемесячно ОРБ БАЭС [19] и Уральским УГМС [22]. Пробы воды отбирались в объеме 10 л на участках водоемов, свободных от посторонних примесей. Данные мониторинга приведены в табл. 4.18 и 4.19.

Согласно данным [22], представленным в табл. 4.18, в 2009 г. содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде контролируемых водоемов осталось примерно на уровне предыдущих лет и в 5–64 раза превышало фоновое значение для рек России (4,3 мБк/л). Максимальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$ , как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Ольховке и составила 274 мБк/л, что в 18 раз ниже УВ по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.18

**Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах в районе РОО, мБк/л  
(данные Уральского УГМС)**

Пункты отбора проб	$^{90}\text{Sr}$			$^{137}\text{Cs}$		
	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр., п. Заречный	24	23	43*	56	33	36*
р. Ольховка	274	186	230*	67	29	108*
р. Пышма (2 км ниже впадения р. Ольховки)	21	33	28	13	21	24

*Примечание:* в Белоярском водохранилище и в р. Пышме пробы воды отбирались ежемесячно с января по декабрь, в р. Ольховка – ежемесячно с мая по октябрь;  
\* – среднее за четыре года (2006–2009 гг.).

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в Белоярском водохранилище в районе п. Заречный и в р. Ольховка, по данным Уральского УГМС [22], в 2009 г. увеличилась, по сравнению с предыдущим годом, примерно в 2 раза и составляла 56 и 67 мБк/л соответственно, а в р. Пышма (2 км ниже впадения р. Ольховки) уменьшилась в 1,6 раза и составила 13 мБк/л, что в 5 раз ниже, чем в р. Ольховка (см. табл. 4.18). При этом содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде Белоярского водохранилища у п. Заречный было в 2 раза выше среднего значения за последние пять лет, а в реках Ольховка и Пышма – в 2 раза ниже. По данным ОРБ БАЭС [19] (см. табл. 4.19), объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в Белоярском водохранилище (п. Заречный) в 2009 г. в среднем была в 2 раза ниже усредненного за пять лет значения и составляла 5–8 мБк/л (см. табл. 4.19). В р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит) содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде оставалось на уровне предыдущих лет и составило 9 мБк/л [19]. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воде исследуемых водоемов на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л) [3]. Необходимо отметить, что наиболее высокие средние за пять лет величины содержания  $^{137}\text{Cs}$  в воде наблюдаются выше по течению от АЭС: в 3 км до водозабора и в верховье Белоярского водохранилища.

Таблица 4.19

**Среднегодовые объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^3\text{H}$  в поверхностных водах в районе РОО  
(данные ОРБ БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$ , Бк/л			$^{137}\text{Cs}$ , мБк/л			$^3\text{H}$ , Бк/л		
	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет
Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	0,14	0,14	0,17	4,8	11,0	21	-	-	-
Белоярское вдхр. (заборный канал)	0,13	0,18	0,18	6,0	8,2	13	16,9	15,7	15,9
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	0,13	0,17	0,18	5,5	6,8	11	16,3	18,5	18,6
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	0,13	0,15	0,16	9,4	6,4	10	15,7	14,9	16,5
Контрольная точка – верховье Белоярского вдхр. (15 км от АЭС)	0,18	0,23	0,19	7,7	< 4,3	14	20,4	15,8	15,5

*Примечание:* - – измерения не проводились.

Объемная  $\Sigma\beta$  воды в пунктах наблюдения ОРБ БАЭС (табл. 4.19 [19]) в 2009 г. находилась на уровне предыдущих лет, изменяясь в диапазоне 0,13–0,18 Бк/л, что в 5–8 раз ниже контрольного уровня для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3]. Наибольшая объемная  $\Sigma\beta$  воды как в 2009 г., так и за последние пять лет также наблюдалась в верховье Белоярского водохранилища.

Среднегодовая объемная активность трития в воде контролируемых водоемов (табл. 4.19 [19]) в 2009 г. оставалась на уровне средних значений за последние пять лет и составляла 16,3–20,4 Бк/л в Белоярском водохранилище, включая верховье Белоярского водохранилища (20,4 Бк/л), и 15,7 Бк/л –

в р. Пышме, что в 7–8 раз выше средней объемной активности трития для рек РФ (2,4 Бк/л) и в 3–4 раза выше фонового значения для рек Уральского региона (5,5 Бк/л) [21], 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 [21]. После остановки энергоблока № 1 в период с 1981 по 1989 г. при совместной работе блоков № 2 и № 3 средний показатель объемной активности трития составил 35–55 Бк/л. В последующее время, когда работал только энергоблок № 3, объемная активность трития в воде снизилась в 2 раза (16–22 Бк/л).

Результаты мониторинга содержания радионуклидов в воде, приведенные выше, свидетельствуют о том, что верховье Белоярского водохранилища, несмотря на то, что оно находится выше по течению от БАЭС, также испытывает на себе влияние АЭС почти в такой же степени, как нижняя и средняя часть водоема. Поэтому использование верховья в качестве контрольной точки при мониторинге содержания радионуклидов в воде этого водохранилища не совсем корректно.

В сентябре 2009 г. ОРБ БАЭС [19] проводились наблюдения за содержанием радионуклидов в иловых донных отложениях водоемов в районе РОО. Пробы илов отбирались на глубоких местах дночерпателем. Для исследования распределения активности радионуклидов по глубине донных отложений в Ольховском болоте проводился послойный отбор проб донных отложений с использованием специального пробоотборного устройства. Результаты измерений приведены в табл. 4.20.

Таблица 4.20

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

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Белоярское вдхр. (сброс ПЛК)	1291	1588	857	1187	26	17
Белоярское вдхр. (заборный канал)	343	408	9	14	н	н
Белоярское вдхр. (устье сбросного канала)	337	529	33	38	1,2	1,4
Залив Худыш	260	311	28	9	2,4	3,4
р. Пышма в 1 км ниже сброса (п. Шеелит)	406	264	22	14	н	н
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	247	229	20	86	2,0	3,2
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	993	1329	698	1336	9,5	106
Середина канала*	1127	1148	41	976	н	36
Ольховское болото:						
начало*	3410	316	3267	87	25	9,7
середина*	2979	1431	1539	2486	16	20
конец*	3792	712	3369	2352	14	196
р. Ольховка	1182	1584	1246	1565	23	55
Контрольная точка – Белоярское вдхр. в 3 км до водозабора (б/о «Дельфин»)	393	152	182	69	3,6	1,7

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

\* – в 2009 г. отбор проб в Ольховском болоте проводился послойно, в таблице представлены усредненные данные послойного анализа.

В донных отложениях водных экосистем в районе расположения РОО основными продуктами загрязнения являются долгоживущие радионуклиды. Наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалось в месте сброса ПЛК, в Ольховском болоте, в р. Ольховке, а также

в р. Пышме ниже впадения р. Ольховки. В 2009 г. удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях Белоярского водохранилища в месте сброса ПЛК составляла 0,8 кБк/кг сырого веса, Ольховского болота – 1,5–3,4 кБк/кг сырого веса, рек Ольховка и Пышма – 1,2 и 0,6 кБк/кг сырого веса соответственно. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях обследованных экосистем на один – два порядка ниже содержания  $^{137}\text{Cs}$ . Наибольшее содержание  $^{60}\text{Co}$  в пробах ила наблюдается там же, где и  $^{137}\text{Cs}$ : в месте сброса ПЛК (26 Бк/кг сырого веса), в Ольховском болоте (14–25 Бк/кг сырого веса), в р. Ольховка (23 Бк/кг сырого веса). В тех же местах наблюдаются высокие уровни  $\Sigma\beta$  донных отложений, достигающие в конце Ольховского болота 3,8 кБк/кг сырого веса. Кроме того, по данным [21], тритий находится в связанной воде грунтов, т.е. при длительном транзите тритийсодержащих сбросов через Ольховское болото часть трития входит в грунт и удерживается им. В 2003 г. уровни загрязнения связанной воды донных отложений Ольховского болота тритием достигали 1,3 кБк/л [21].

Контроль загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется [19] 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.). В 2009 г. в воде 23 контрольных скважин, расположенных возле ХЖО, ХСО-1 и здания спецводоочистки (СВО), были зарегистрированы техногенные радионуклиды ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ ). Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  6,8–63,1 Бк/л, превышающие УВ (4,9 Бк/л [3]), были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО (П-1, П-4, П-25, П-42), ХСО-1 (П-2, П-3, П-28, П-38) и СВО (П-20, П-21). Значительных изменений объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в контрольных скважинах в 2009 г., по сравнению с предыдущим годом, не наблюдалось. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  58,7–303,5 Бк/л, превышающие УВ (11 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО (П-1 и П-42) и СВО (П-21). Загрязнение подземных вод  $^{137}\text{Cs}$  в этих скважинах осталось примерно на уровне предыдущего года. Среднегодовые объемные активности  $^{60}\text{Co}$ , превышающие УВ (40 Бк/л), были зарегистрированы в скважинах ХЖО (П-1 и П-4). Самое высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$  (в 30 раз превышающее УВ) на протяжении последних пяти лет наблюдается в скважине П-1;  $^{60}\text{Co}$  (в 1,5 и более раз превышающее УВ) – в скважине П-4;  $^{90}\text{Sr}$  (в 12 и более раз превышающее УВ) – в скважине П-2. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО, ХСО-1 и СВО.

В 2009 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. 4.21) [19] видно, что в 2009 г. удельная  $\Sigma\beta$  в сельскохозяйственной продукции, а также грибов и ягод, незначительно изменилась, по сравнению с 2008 годом. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  увеличилась в грибах в 3 раза, в пшенице и овощах – уменьшилась в 1,5 раза. Полученные величины не превышали допустимых значений по СанПиН-01 [14]. Сравнительно высокая  $\Sigma\beta$  продуктов питания местного производства и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего  $\beta$ -излучения  $^{40}\text{K}$  природного происхождения.



**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	Σβ		<sup>137</sup> Cs	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Пшеница*	-	-	2,1	1,3
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>70</b>	-
Овощи	75	74	0,18	0,27
Корнеплоды	106	152	0,36	0,31
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>120</b>	-
Молоко	49	51	0,21	0,19
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>100</b>	-
Ягоды	85	69	0,25	0,20
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>160</b>	-
Грибы	80	67	0,40	1,17
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>500</b>	-
Рыба (Белоярское вдхр, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	77	78	1,3	1,3
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>130</b>	-

*Примечание:* \* – данные ЦГ и Э № 32 ФМБА России;  
 - – измерения не проводились;  
 - – нет нормативного уровня.

Удельная активность радионуклидов в рыбе, отловленной в районе сбросного канала БАЭС в рыбном хозяйстве БАЭС, осталась на уровне 2008 г. и составляла 1,3 Бк/кг сырой массы для <sup>137</sup>Cs и 77 Бк/кг сырой массы для Σβ. Содержание <sup>137</sup>Cs в рыбе на два порядка ниже допустимой удельной активности для <sup>137</sup>Cs (130 Бк/кг) по СанПиН-01 [14].

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ-излучения на стационарных пунктах и постах наблюдения в 30- и 100-км зоне вокруг РОО, по данным Уральского УГМС, в 2009 г. [22] колебались в пределах 9–13 мкР/ч; среднемесячные – от 8 до 14 мкР/ч. Усредненные по зоне наблюдения значения МЭД (11 мкР/ч) соответствовали γ-фону Уральского региона. Максимальные зарегистрированные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ-фона. Значения МЭД, измеренные во время проведения маршрутных обследований в 10 пунктах (10–15)-км зоны РОО (база отдыха «Золотая рыбка», база отдыха «Ласточка», Каменка, Малые Брусяны, Мезенское, Мельзавод, Папанинцево, Режик, Становая, Учхоз), колебались в пределах 11–15 мкР/ч [23].

По данным АСКРО БАЭС [19], мощность дозы γ-излучения в 2009 г. в СЗЗ БАЭС изменялась в диапазоне 8–12 мкР/ч, в ЗН – 11–12 мкР/ч. При регламентных маршрутных обследованиях [19] МЭД в СЗЗ и в ЗН БАЭС составляла 5–7 мкР/ч.

Поглощенная доза внешнего γ-облучения, определяющаяся в 40-км зоне РОО [19], в 2009 г. увеличилась примерно 1,3 раза, по сравнению с предыдущим годом [24], и в среднем в СЗЗ БАЭС составила 65·10<sup>-5</sup> Гр, изменяясь в диапазоне (56–87)·10<sup>-5</sup> Гр; в ЗН – 56·10<sup>-5</sup> Гр с диапазоном изменения (53–60)·10<sup>-5</sup> Гр.

По расчетным оценкам [19], для критической группы населения эквивалентная доза в биологической ткани в 2009 г. не превышала 0,232 мкЗв/год за счет жидких радиоактивных сбросов БАЭС в окружающую среду (в Ольховское болото) и 0,064 мкЗв/год – за счет газоаэрозольных

выбросов БАЭС и ИРМ в атмосферу. Эти дозовые нагрузки на население пренебрежимо малы, по сравнению с критерием 10 мкЗв/год по НРБ-99/2009 [3].

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе размещения БАЭС и ИРМ в 2009 г. осталось на уровне предыдущего года. Влияние деятельности БАЭС и ИРМ проявлялось в превышении объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  над фоновыми уровнями в приземном слое атмосферы, а также в загрязнении водных объектов радионуклидами, в том числе и накопленными ранее за все время работы АЭС.

### 4.3. 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 км<sup>2</sup>. 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 ~ 5,4 тыс. человек). Водоснабжение БиАЭС и г. Билибино [25] 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» [25]. Продолжительность зимнего периода – 7–8 месяцев. Среднегодовая температура – -12 °С. Средняя температура января – -36 °С. Абсолютный минимум – -52 °С. Продолжительность безморозного периода – 62 дня. Средняя температура июля – +13 °С. Абсолютный максимум – +31 °С. Климат размещения БиАЭС имеет муссонный характер, по ветровому режиму близок к континентальному типу. Количество штилей за год составляет 59,2 %. Годовая скорость ветра составляет 2–3 м/с, а максимальная не превышает 20 м/с. Преобладающее направление ветров – восточное, северо-восточное и западное. Господствующие северные ветры в долине р. Большой Кепервеем не позволяют ветрам восточного направления в долине ручья Большой Поннеурген выносить массы воздуха со стороны БиАЭС непосредственно на г. Билибино. Роза ветров в районе расположения БиАЭС представлена на рис. 4.5.

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 [4, 25] о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2008–2009 гг. представлены в табл. 4.22. Из табл. 4.22 видно, что в 2009 г. превышения допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ в 2009 г. составляли 18 % от допустимого выброса за год, выбросы  $^{60}\text{Co}$  – 0,16 %. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит  $^{41}\text{Ar}$  [25].

Содержание  $^{131}\text{I}$  в выбросах АЭС было ниже минимально детектируемой активности применяемой измерительной аппаратуры ( $0,3 \text{ Бк/м}^3$ ).

Таблица 4.22

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС, Бк**

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,4 \cdot 10^9$	$1,17 \cdot 10^7$	$1,31 \cdot 10^7$	$- 1,4 \cdot 10^6$
$^{90}\text{Sr}$	$3,0 \cdot 10^8$	-	$2,40 \cdot 10^4$	-
$^{131}\text{I}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	н	н	н
Сумма ИРГ	$2,0 \cdot 10^{15}$	$3,61 \cdot 10^{14}$	$3,39 \cdot 10^{14}$	$+ 2,2 \cdot 10^{13}$

Примечание: н – ниже минимально детектируемой активности: для  $^{131}\text{I}$  МДА =  $0,3 \text{ Бк/м}^3$ ;  
 - - нет данных.

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного циркуляционного контура, трапных вод и вод спецканализации, образующихся на фильтрах смешанного действия и выпарных установках спецводоочистки в виде насыщенных солевых растворов-пульп, – направляются на захоронение в ХЖО. Дебалансные воды, не прошедшие очистку на выпарных установках, сбрасываются в составе промливневой канализации (ПЛК) в ручей Большой Поннеурген [25]. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов стационарного происхождения и являются сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. По данным БиАЭС, среднегодовое содержание  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водах ПЛК и ХФК значительно ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных НРБ-99/2009 (УВ для  $^{60}\text{Co}$  равен 40, для  $^{90}\text{Sr}$  – 4,9, для  $^{137}\text{Cs}$  – 11 Бк/л) [3].

В 2009 г. на БиАЭС было отведено 274,8 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод в ручей Большой Поннеурген. Данные [4, 25] о фактических сбросах радионуклидов со сточными водами на БиАЭС в 2008–2009 гг. приведены в табл. 4.23.

Таблица 4.23

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$5,0 \cdot 10^{10}$	$5,6 \cdot 10^8$	$5,7 \cdot 10^8$	$- 1,0 \cdot 10^7$
$^{54}\text{Mn}$	$1,2 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^8$	$+ 6,0 \cdot 10^7$
$^{51}\text{Cr}$	$3,1 \cdot 10^{12}$	$2,7 \cdot 10^8$	$8,0 \cdot 10^8$	$- 5,3 \cdot 10^8$
$^{90}\text{Sr}$	$1,5 \cdot 10^{12}$	-	$4,3 \cdot 10^6$	-
$\Sigma\alpha$	$6,0 \cdot 10^{10}$	$7,8 \cdot 10^8$	$7,3 \cdot 10^8$ *	$+ 5,0 \cdot 10^7$

Примечание: - - нет данных;

\* – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 году.

Превышения допустимых сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2009 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов были на два – три порядка ниже допустимых сбросов.

Радиационный контроль 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 контроль за радиационной обстановкой на промплощадке в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения.

Район радиационного контроля объектов окружающей среды вокруг БиАЭС условно разделен на три пояса наблюдений: первый – от АЭС до границы СЗЗ радиусом 0,5 км; второй – от 0,5 до

5 км; третий – от 5 до 7 км. Кроме того, район разделен на четыре сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии 22 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 2009 г. ЛООС БиАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды [25]:

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в трех пунктах (в СЗЗ, ЗН и г. Билибино). Для отбора проб воздуха на БиАЭС используются стационарные аспирационные установки с электровентилятором типа 12ЦС-34 производительностью 1000–1400 м<sup>3</sup>/ч. Площадь фильтрующей поверхности составляет 0,35 м<sup>2</sup>;

– 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  $\gamma$ -излучения на местности и годовая поглощенная доза.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторная  $\gamma$ -спектрометрическая система «ОРТЕС» и радиохимические методы анализа  $\beta$ -излучающих радионуклидов.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводится Чукотским УГМС [26]: в 2009 г. в двух пунктах (Билибино и Кепервеем) с экспозицией в одни сутки отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в трех пунктах (см. рис. 4.5) велись наблюдения за МЭД.

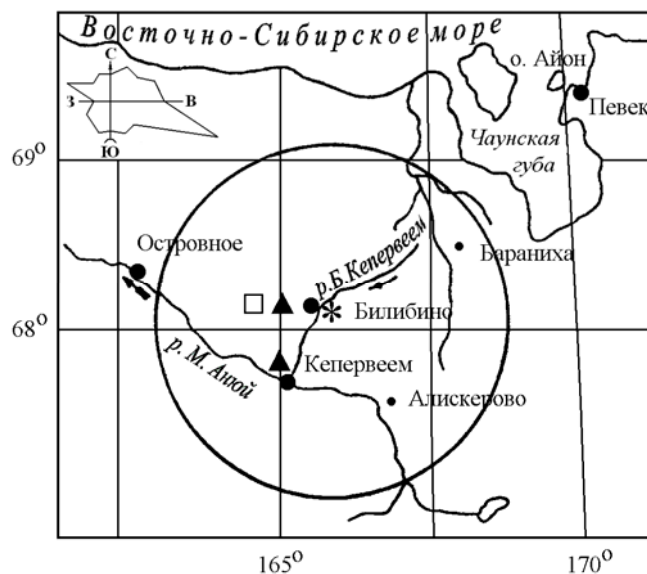


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения

### Приземная атмосфера

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2009 г., по данным ЛООС БиАЭС [25], приведены в табл. 4.24. Из табл. 4.24 видно, что в 2009 г., как и в предыдущем, во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземном слое атмосферы регистрировался  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующий в составе глобального фона. Среднегодовая объемная активность  $^{60}\text{Co}$  в приземном слое атмосферы СЗЗ осталась на уровне предыдущего года, в ЗН – уменьшилась в 2,5 раза, в г. Билибино – увеличилась в 1,2 раза. Максимальная среднегодовая объемная активность  $^{60}\text{Co}$  наблюдалась на территории АЭС ( $8,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), что на пять порядков ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ( $\text{ДОО}_{\text{НАС}} = 11$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99/2009 [3]. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы пунктов наблюдения в 2009 г. была ниже минимально детектируемой активности [25] (значение МДА для  $^{137}\text{Cs}$  составляет  $4,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{134}\text{Cs}$  –  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В СЗЗ АЭС в 2009 г. регистрировался  $^{54}\text{Mn}$ , содержание которого осталось на уровне 2008 года.

Таблица 4.24

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения БиАЭС,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛООС БиАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ (территория АЭС)		ЗН (плотина, 3,2 км от АЭС)		г. Билибино, 6 км от АЭС	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
$^{60}\text{Co}$	8,0	9,0	0,2	0,5	3,3	2,7*
$^{90}\text{Sr}$	-	0,7	-	0,2	-	0,2
$^{54}\text{Mn}$	0,6	0,6	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4

Примечание: \* – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 году.

Выпадения  $\Sigma\beta$ , по данным Чукотского УГМС [26], приведены в табл. 4.25. Из табл. 4.25 видно, что среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в обоих пунктах наблюдения примерно одинаковы, а среднемесячные в течение года изменялись от 0,4 до 2,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в г. Билибино в декабре и составляли 6,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. В среднем  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2009 г. снизилась, по сравнению с 2008 г., в 1,3 раза и не превышала фоновое значение  $\Sigma\beta$  выпадений по территории Севера Восточной Сибири в 2009 г. (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Таблица 4.25

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне БиАЭС в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Чукотского УГМС)**

Пункт наблюдений		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Билибино	с	1,9	1,6	1,8	1,9	0,5	0,5	0,4	0,9	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,7
	м	2,6	2,0	2,7	2,7	1,5	1,4	1,4	2,4	2,7	2,6	2,1	6,2		
Кепервеем	с	1,8	1,7	1,9	2,2	2,1	1,8	0,7	1,1	1,0	0,9	1,1	1,1	1,4	1,7
	м	2,3	2,0	2,5	2,8	2,9	2,3	1,2	2,6	2,2	2,8	2,8	2,4		

По данным ЛООС БиАЭС [25], выпадения  $^{60}\text{Co}$  на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН за 2009 г. были на уровне 2008 г., а годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  были ниже МДА. По данным сети Росгидромета, в 2009 г. годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории Чукотского УГМС были ниже предела обнаружения.

**Вода, донные отложения**

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших к БиАЭС открытых водоемов в 2009 г., по данным ЛООС [25], приведены в табл. 4.26. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2008 год.

Таблица 4.26

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

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
<b>Вода, мБк/л</b>									
Водохранилище	3,2	-	145,0	-	2,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	270,0	-	9,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	48,0
Ручей Б. Поннеурген, устье	4,0	-	520	-	4,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	292,0	-	4,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
<b>Донные отложения, Бк/кг в.-с.</b>									
Водохранилище	3,2	-	780,1	-	0,7	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Ручей Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5	-	987,5	-	3,3	< 0,4	< 0,4	50,0	26,9
Ручей Б. Поннеурген, устье	4,0	-	628,2	-	1,1	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
р. Б. Кепервеем, верховье – контрольный водоем	10,0	-	818,1	-	1,0	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
<b>Почва, Бк/м<sup>2</sup></b>									
СЗЗ	0,3–0,5	-	-	-	-	< 0,4	< 0,4	278,2	< 0,5
ЗН	1,5–3,5	-	-	-	-	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Контрольная точка	22,0	-	-	-	-	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
<b>Ягода (голубика), Бк/кг</b>									
СЗЗ	0,3–0,5	-	-	-	-	< 0,4	-	-	-
ЗН	1,5–3,5	-	-	-	-	< 0,4	-	-	-
Контрольная точка	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Трава (осока), Бк/кг в.-с.</b>									
СЗЗ	0,3–0,5	-	921,6	-	8,8	-	< 0,4	-	36,7
ЗН	5,0	-	1171,1	-	3,2	-	< 0,4	-	< 0,5
Контрольная точка	22,0	-	2704,2	-	4,4	-	< 0,4	-	< 0,5

Примечание: -- измерения не проводились.

Как видно из табл. 4.26, содержание  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде (воде водохранилища) в 2009 г. было ниже предела чувствительности аппаратуры.

По данным табл. 4.26 [25], в 2009 г. в воде ручья Большой Поннеурген ниже сброса сточных вод, как и в остальных точках отбора проб, объемная активность  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$  была ниже предела обнаружения (соответственно, < 0,5 и < 0,4 мБк/л).

В воде контрольных скважин, расположенных вокруг ХСО и ХЖО, регистрировался  $^{60}\text{Co}$  с активностью 5,91 Бк/л [25], что не превышает УВ по  $^{60}\text{Co}$  для воды по НРБ-99/2009.

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды (табл. 4.26) [25]. В донных отложениях ручья Большой Поннеурген ниже сброса ПЛК регистрировался  $^{60}\text{Co}$  (50 Бк/кг в.-с.), удельная активность которого была в 1,9 раза выше, чем в 2008 г., но значительно ниже минимальной допустимой удельной активности для  $^{60}\text{Co}$ , равной  $1 \cdot 10^4$  Бк/кг по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [27]. Накопление  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях обусловлено схемой сброса сточных вод на БиАЭС, так как с 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Большой Поннеурген. Радиоактивное загрязнение донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  во всех точках отбора ниже МДА (0,4 Бк/кг в.-с.).

### **Почва, растительность**

Пробы почв отбирались ЛООС БиАЭС [25] 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  $100 \text{ см}^2$  глубиной 5 см. Из трех индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. Пробы почвы отбирались на расстояниях от 0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях и на расстоянии 22 км в южном направлении (контрольная точка). Во всех пробах почвы (табл. 4.26) в 2009 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  было ниже МДА ( $0,4 \text{ Бк/м}^2$ ). Содержание  $^{60}\text{Co}$  в СЗЗ составляло  $278,2 \text{ Бк/м}^2$ , что в 2 раза превышает среднее значение за последние пять лет. В ЗН и контрольном пункте содержание  $^{60}\text{Co}$  было ниже МДА ( $0,5 \text{ Бк/м}^2$ ).

В пробах ягод, отобранных в СЗЗ и ЗН (табл. 4.26) [25], содержание  $^{137}\text{Cs}$  было ниже предела обнаружения используемой для измерений аппаратуры.

### **Радиационный фон на местности**

По данным Чукотского УГМС [26], среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2009 г. изменялись от 10 до 12 мкР/ч, максимальные значения МЭД не превышали 13 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона.

Контроль мощности дозы  $\gamma$ -излучения на местности на БиАЭС проводился в 2009 г. при маршрутных обследованиях, а также на 10 стационарных постах АСКРО. По данным ЛООС БиАЭС [25], среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ, ЗН и контрольной точке (в 22 км от АЭС) изменялась в диапазоне 11–14 мкР/ч, максимальные измеренные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС (20 точек), варьировали от  $56 \cdot 10^{-5}$  до  $93 \cdot 10^{-5}$  Гр [25].

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и ЛООС БиАЭС, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС не превышает фоновых уровней. Влияние БиАЭС на радиационную обстановку выражается в присутствии в объектах окружающей среды  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующего в составе глобального фона. Однако наблюдаемые активности радионуклида существенно ниже установленных нормативов.

## **4.4. Волгодонская АЭС**

Волгодонская АЭС (ВАЭС) 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 [28].

В 2009 г. на ВАЭС эксплуатировался энергоблок № 1 с реакторной установкой ВВЭР-1000, введенный в эксплуатацию в 2001 г., однотипный энергоблок № 2 находился на этапе предпусковых испытаний.

Площадь санитарно-защитной зоны (СЗЗ) ВАЭС составляет  $44 \text{ км}^2$ , из них  $18 \text{ км}^2$  занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения (ЗН) составляет  $2600 \text{ км}^2$ , из них около  $500 \text{ км}^2$

занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет 83 человека на 1 км<sup>2</sup>, общая численность населения в ЗН около 215 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска составляет около 170 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от ВАЭС, – около 15 тыс. человек.

ВАЭС расположена в зоне континентального климата 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. Средняя годовая скорость ветра в районе расположения АЭС составляет 5 м/с. В течение всего года преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров.

Газоаэрозольные выбросы на ВАЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-99 [2], в атмосферу в 2009 г. и, для сравнения, в 2008 г. приведены в табл. 4.27 [4, 28].

Таблица 4.27

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на ВАЭС, Бк**

Радионуклиды	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>60</sup> Со	7,4·10 <sup>9</sup>	3,07·10 <sup>6</sup>	2,30·10 <sup>5</sup>	+ 2,84·10 <sup>6</sup>
<sup>131</sup> И	1,8·10 <sup>10</sup>	< МДА	< МДА*	-
<sup>134</sup> Сs	9,0·10 <sup>8</sup>	7,20·10 <sup>5</sup>	4,92·10 <sup>6</sup>	- 4,20·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Сs	2,0·10 <sup>9</sup>	1,82·10 <sup>6</sup>	1,79·10 <sup>6</sup>	+ 3,00·10 <sup>4</sup>
Сумма ИРГ	6,9·10 <sup>14</sup>	< МДА	< МДА*	-

Примечание: МДА для <sup>131</sup>И составляет 2,74·10<sup>-3</sup> Бк/м<sup>3</sup>, для ИРГ – 7,0·10<sup>4</sup> Бк/м<sup>3</sup>;

\* – уточненные данные.

По сравнению с предыдущим годом, в 2009 г. на ВАЭС выбросы <sup>60</sup>Со увеличились в 13,3 раза, <sup>134</sup>Сs – уменьшились в 6,8 раза. Выбросы остальных контролируемых радионуклидов остались на уровне 2008 года. Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы ВАЭС в атмосферу в 2009 г. были на два – четыре порядка ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с реактором ВВЭР-1000, и не превышали 0,1 % от них.

Сбросы ПЛК на ВАЭС осуществляются через сбросной канал в водоем-охладитель. Отработанная хозяйственная вода поступает на очистные сооружения АЭС. Объем сброса технических вод в водоем-охладитель в 2009 г. составил 265,43·10<sup>3</sup> м<sup>3</sup> [28]. Водоем-охладитель ВАЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км<sup>2</sup>, среднюю глубину – 3,3 м, средний объем воды – 6·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с ВАЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу (1,1·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>/год).

В 2009 г., по данным ВАЭС [28], содержание радионуклидов в сбросных водах ВАЭС в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, которая для <sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Со, <sup>137</sup>Сs и <sup>134</sup>Сs составляла 23, 29, 25 и 21 мБк/л соответственно, а для трития – 1 Бк/л.



Радиационный контроль в 30-км зоне в районе расположения ВАЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) отдела радиационной безопасности ВАЭС, а мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг ВАЭС – Северо-Кавказское УГМС.

В 2009 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы [28]:

- аэрозолей в шести точках с помощью воздухофильтрующих установок (ВФУ) (средний расход воздуха –  $400 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) с двухнедельной или месячной экспозицией;
- атмосферных выпадений в 14 точках с помощью кювет с площадью  $0,16$  и  $0,31 \text{ м}^2$  и высотой бортиков  $15\text{--}20$  см с месячной экспозицией;
- поверхностного слоя почвы в 23 точках на глубину  $5$  см один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель – 9 точек по периметру, Цимлянское водохранилище – четыре точки вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения, подземные воды на территории промплощадки – 11 наблюдательных скважин);
- донных отложений в водоеме-охладителе и Цимлянском водохранилище;
- сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировалась мощность дозы  $\gamma$ -излучения и поглощенная доза на местности.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился следующими аттестованными средствами контроля: стационарным и передвижным спектрометрами «Гамма-плюс», «SBS-55», «Quantulus-1220», «Guardian-1414», радиометрами КРК-1 и УМФ-2000. Контроль поглощенной дозы на местности проводился с помощью термлюминесцентных дозиметров типа ДТЛ-01, размещенных в 35 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение МЭД проводилось с помощью переносных дозиметров СРП 68-01, ДГК-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ и 19 стационарных автоматизированных постов контроля на базе УМКС-99Р «Атлант-М» в составе АСКРО. Для экспрессного контроля радиационной обстановки по пяти маршрутам вокруг АЭС использовалась передвижная радиологическая лаборатория.

Расположение пунктов радиационного мониторинга Северо-Кавказского УГМС в 100-км зоне ВАЭС приведено на рис. 4.6 [29].

В 2009 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне ВАЭС проводились наблюдения за МЭД на восьми станциях каждые 3 часа, на семи из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной (в г. Цимлянске) – ежесуточный отбор проб аэрозолей с помощью ВФУ. В Цимлянске также в течение года отбирались месячные пробы осадков для определения содержания в них трития.

В радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС суточные пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на содержание  $\Sigma\beta$ . Радиоизотопный анализ объединенных за месяц проб аэрозолей и объединенных за квартал проб выпадений, а также анализ проб осадков на тритий проводился в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

#### **Приземная атмосфера**

Результаты анализа Северо-Кавказского УГМС по определению объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе и  $\Sigma\beta$  выпадений представлены в табл. 4.28 [29]. Из табл. 4.28 видно, что в 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$

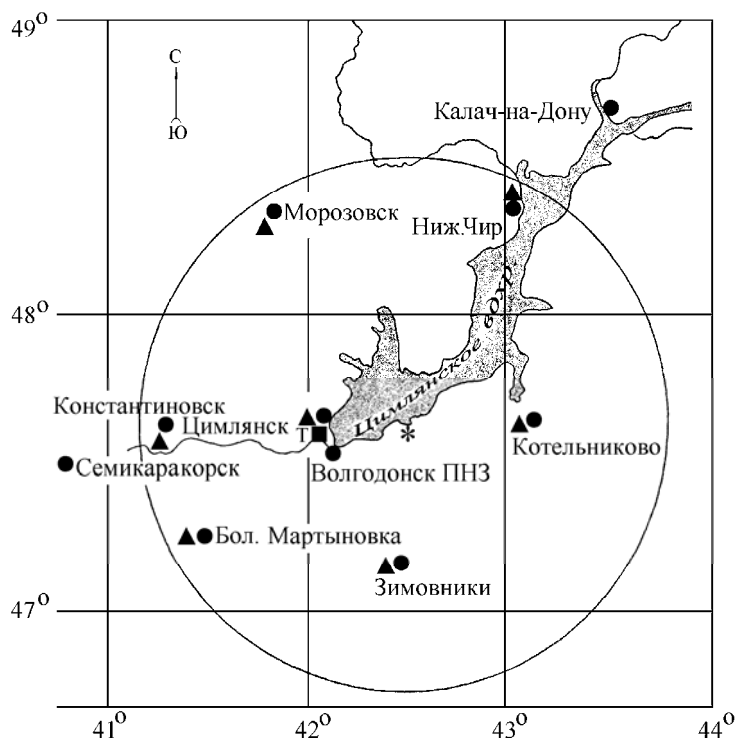


Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ВАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- T – отбор проб атмосферных осадков

в воздухе г. Цимлянска, расположенном в ЗН АЭС, была меньше средневзвешенной по территории Юга ЕТР объемной  $\Sigma\beta$  ( $15 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и составляла  $7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В 2009 г. в г. Цимлянске было зарегистрировано два случая превышения фоновой объемной  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в пять и более раз: 27–28 и 30–31 января ( $55,3 \cdot 10^{-5}$  и  $68,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно при фоновом значении  $9,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Техногенные радионуклиды в пробах повышенной активности обнаружены не были.

Таблица 4.28

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения и объемные  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ВАЭС (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.	
<u>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</u>															
Б. Мартыновка	с	0,9	0,8	1,0	0,6	0,4	1,2	1,1	0,7	0,7	1,1	1,7	1,4	1,0	1,2
	м	4,5	7,2	3,0	2,1	1,8	3,3	5,2	3,6	3,7	6,1	9,5	5,6		
Зимовники	с	1,9	1,3	0,6	0,9	0,6	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	1,8	2,3	1,1	1,2
	м	8,0	6,3	4,2	5,5	2,6	2,8	2,8	3,4	2,2	2,3	3,7	8,6		
Константиновск	с	0,8	1,7	1,0	0,6	0,6	1,0	1,2	0,5	0,9	0,7	1,6	1,5	1,0	0,9
	м	2,7	6,4	6,9	4,5	4,1	3,9	5,1	2,0	2,9	3,2	5,1	6,2		
Котельниково	с	1,1	1,9	1,0	0,4	0,3	0,9	1,0	0,4	0,6	0,8	1,2	1,1	0,9	0,7
	м	4,3	16,6	5,1	1,3	1,5	2,5	2,9	1,4	2,2	2,7	4,5	3,4		
Морозовск	с	0,9	0,9	1,0	0,7	0,5	0,8	1,3	0,6	0,8	1,3	1,3	1,8	1,0	1,2
	м	2,9	3,6	4,3	2,1	1,5	3,7	4,9	3,5	2,5	4,8	4,6	10,4		
Нижний Чир	с	1,2	0,8	0,5	0,6	0,5	1,0	0,6	0,8	1,1	1,1	1,0	1,6	0,9	0,9
	м	2,4	3,8	2,1	3,6	2,5	4,5	2,5	4,8	6,3	5,0	3,6	3,8		
Цимлянск	с	2,6	2,8	2,4	1,5	1,0	1,3	1,1	1,0	1,1	1,5	1,5	1,1	1,6	1,4
	м	9,1	10,7	7,2	4,1	4,0	3,9	3,5	3,3	3,9	4,3	4,7	3,3		
<u>Объемная активность, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></u>															
Цимлянск	с	12	12	6	6	6	9	9	7	6	5	5	6	7	11
	м	69	32	21	11	14	21	21	15	23	14	13	16		

Данные радиозотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2005–2009 гг. приведены в табл. 4.29. Из табл. 4.29 видно, что среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе г. Цимлянска в последние пять лет постепенно снижаются. В 2009 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере г. Цимлянска составляла  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,7 раза ниже фонового уровня для Юга ЕТР ( $5,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в г. Цимлянске также была ниже (в 3 раза) средневзвешенного значения объемной активности по территории Юга ЕТР и составляла  $0,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Наблюдаемые в воздухе г. Цимлянска объемные активности данных радионуклидов на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.29

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха г. Цимлянска,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Цимлянск	2005	5,0	3,6	5,6	4,4	4,7	6,4
	2006	5,4	2,3	4,6	1,4	3,4	5,3
	2007	0,8	4,9	5,2	2,2	3,3	5,7
	2008	3,0	2,8	3,5	1,1	2,6	5,0
	<b>2009</b>	<b>3,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Цимлянск	2005	0,31	0,50	0,66	0,36	0,46	0,77
	2006	0,41	0,47	0,71	0,28	0,47	1,06
	2007	0,11	0,64	0,76	0,25	0,44	0,9
	2008	0,20	0,50	0,65	0,15	0,4	1,02
	<b>2009</b>	<b>0,21</b>	<b>0,48</b>	<b>0,32</b>	<b>0,12</b>	<b>0,3</b>	<b>0,92</b>

По данным ЛКВРБ [28], в 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы составляла: в СЗЗ –  $16,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН –  $14,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в контрольной точке (с. Дубовское – 36 км на юго-восток от АЭС) –  $16,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность  $\gamma$ -излучающих техногенных радионуклидов в атмосфере СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры: МДА для  $^{137}\text{Cs}$  составляет  $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  –  $2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{51}\text{Cr}$  –  $2 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения 100-км зоны ВАЭС в 2009 г. составляли 0,9–1,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (см. табл. 4.28) [29]. Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений во всех пунктах наблюдения (кроме г. Цимлянска) были на уровне значений, полученных в 2008 г., и не превышали средневзвешенных по территории РФ выпадений (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). В г. Цимлянске среднегодовое значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 1,2 раза превышало средневзвешенное значение  $\Sigma\beta$  выпадений по территории РФ. В 2009 г. в 100-км зоне ВАЭС был зарегистрирован один случай значительного превышения фонового значения  $\Sigma\beta$  выпадений (в 15,8 раза) в п. Котельниково 2–3 января (16,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Техногенных радионуклидов в пробе обнаружено не было.

Усредненные по пунктам наблюдения годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 100-км зоне ВАЭС, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2009 г. составили 0,42 Бк/м<sup>2</sup>·год и были практически на уровне среднегодовых выпадений этого радионуклида на территории Юга ЕТР (0,40 Бк/м<sup>2</sup>·год).

По данным ЛКВРБ ВАЭС [28], в 2009 г.  $\Sigma\beta$  выпадений в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте оставалась на уровне предыдущего года. Суточные выпадения техногенных радионуклидов были ниже МДА ((6–8)·10<sup>-4</sup> Бк/м<sup>2</sup>·сутки – для  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$ ; (6–7)·10<sup>-3</sup> Бк/м<sup>2</sup>·сутки – для  $^{51}\text{Cr}$ ).

Результаты проведенного в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» анализа проб осадков показали, что в 2009 г. среднегодовая объемная активность трития в осадках в ЗН ВАЭС (г. Цимлянск) составляла 2,7 Бк/л и была практически на уровне усредненной по 33 пунктам РФ среднегодовой объемной активности трития в осадках (2,5 Бк/л).

#### **Почва, вода, донные отложения**

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (с. Дубовское) в 2009 г., содержание  $^{137}\text{Cs}$  не превышало  $0,81 \text{ кБк/м}^2$ , что находится в пределах колебаний глобального загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ ; содержание  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  было менее 0,11 и 0,10 кБк/м<sup>2</sup> соответственно [28].

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ [28] показали, что в 2009 г. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде (г. Волгодонск, г. Цимлянск, ст. Жуковская, ст. Романовская, х. Вербовый Лог, х. Лагутники, АЭС, с. Дубовское), в водах Цимлянского водохранилища и водоеме-охладителе была ниже минимально детектируемой активности ( $< 26 \text{ мБк/л}$ ). Объемная  $\Sigma\beta$  в питьевой воде варьировала от 140 мБк/л (г. Цимлянск) до 180 мБк/л (ст. Романовская), в Цимлянском водохранилище составляла 215 мБк/л, а в водоеме-охладителе – 340 мБк/л. Анализ проб воды из открытых водоемов показал, что содержание трития в них меньше минимально детектируемой активности (1 Бк/кг). Все полученные значения значительно ниже контрольного уровня объемной  $\Sigma\beta$  для питьевой воды по НРБ-99/2009 (1 Бк/л).

Донные отложения из водоемов отбирались ЛКВРБ ВАЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях Цимлянского водохранилища была менее 1,7 Бк/кг в.-с., в донных отложениях водоема-охладителя – менее 2,1 Бк/кг в.-с. [28].

На территории ВАЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены 22 наблюдательные скважины (НС), предназначенные для контроля за радиоактивностью подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. В 2009 г. в части наблюдательных скважин в связи с работой системы водопонижения вода отсутствовала, поэтому пробы воды отбирались из 11 НС [28]. Наблюдался значительный разброс значений объемной  $\Sigma\beta$  в воде во всех скважинах в течение года – от 110 до 420 мБк/л. Однако значения объемной  $\Sigma\beta$  не превышали 1 Бк/л.

#### **Продукты питания местного производства**

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока), выловленной рыбы, а также грибов, ягод и фруктов из хозяйств, расположенных на территории ЗН ВАЭС, проведенный ЛКВРБ [28], показал, что в 2009 г., как и в предыдущем, содержание в них  $^{137}\text{Cs}$  было ниже минимально детектируемой активности, а  $\Sigma\beta$  – не превышало значений «нулевого фона».

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

Среднегодовая мощность дозы  $\gamma$ -излучения в 2009 г. в СЗЗ и ЗН, по данным 19 постов АСКРО ВАЭС, составляла 8–10 мкР/ч при максимальном измеренном значении 12 мкР/ч [28].

По данным восьми пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС [29], среднегодовая МЭД изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от 10 до 14 мкР/ч, что соответствует естественному  $\gamma$ -фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг ВАЭС, измеренная дозиметрами ДТЛ-01, составила в СЗЗ и ЗН  $(47-66) \cdot 10^{-5}$  Гр, что не превышает значения в фоновой точке  $(76 \cdot 10^{-5}$  Гр) [28].

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ ВАЭС, можно сделать вывод, что влияния ВАЭС в 2009 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

#### 4.5. Калининская АЭС

В 2009 г. на Калининской АЭС (КАЭС) эксплуатировались два энергоблока первой очереди (введены в эксплуатацию в 1984 и 1986 гг. соответственно) и один энергоблок второй очереди (введен в эксплуатацию в 2005 г.) установленной мощностью по 1000 МВт каждый [30].

КАЭС расположена в северо-западной части Тверской области в 150 км от г. Твери и в 4 км от г. Удомля (33 900 человек). Промплощадка АЭС примыкает к южному берегу оз. Удомля [31]. В 2006 г. ранее установленные размеры СЗЗ и ЗН были пересмотрены в соответствии с МУ 2.6.1.42-04 «Расчет и обоснование размеров санитарно-защитных зон и зон наблюдения вокруг АЭС». СЗЗ КАЭС установлена радиусом 1,2 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб первой очереди и блока № 3, 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 15 км, отсчитываемым от геометрического центра венттруб первой очереди и блока № 3. В ЗН размещается около 70 населенных пунктов и г. Удомля.

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 2009 г. характеризовался умеренно-теплым летом и очень теплой зимой со среднесуточной температурой выше нормы на 2–4 °С. Снежный покров установился поздно и сохранялся до середины апреля. Весна была прохладная и затяжная, осень характеризовалась повышенным температурным фоном и значительными осадками в виде дождя. Среднегодовая температура воздуха составляла +5,3 °С, среднегодовая относительная влажность воздуха – 79 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составила 728,7 мм. В течение года преобладали ветры юго-восточного и юго-западного направления. Среднегодовая скорость ветра – 3,4 м/с [31].

Обращение с радиоактивными отходами на КАЭС подробно описано в [1].

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через две вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдвухи и воздух из помещений блоков №№ 1, 2. Во вторую трубу поступает

воздух из помещений спецкорпуса и здания переработки ТРО блока № 3. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку с целью снижения активности аэрозолей, йода и ИРГ. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки в пределах 80–99,9 % [31].

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2009 г. и, для сравнения, в 2008 г. приведены в табл. 4.30 [4, 31]. Из табл. 4.30 видно, что в 2009 г. годовые выбросы всех радионуклидов (кроме  $^{60}\text{Co}$ ) были выше, чем в 2008 г., однако не превышали установленных нормативов и составляли от допустимых выбросов: для ИРГ – 5,2 %, для  $^{131}\text{I}$  – 4,8 %, для остальных регламентируемых радионуклидов – менее 1 %.

Таблица 4.30

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,4 \cdot 10^9$	$2,76 \cdot 10^6$	$2,89 \cdot 10^6$	$-1,30 \cdot 10^5$
$^{131}\text{I}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	$8,66 \cdot 10^8$	$2,96 \cdot 10^8$	$+5,70 \cdot 10^8$
$^{134}\text{Cs}$	$9,0 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^5$	$+1,01 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$2,0 \cdot 10^9$	$3,38 \cdot 10^6$	$9,52 \cdot 10^5$	$+2,43 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$3,61 \cdot 10^{13}$	$2,93 \cdot 10^{13}$	$+6,8 \cdot 10^{12}$

Промышленные стоки на КАЭС после химводоочистки закачиваются в глубинные горизонты полигона глубинного захоронения [30], введенного в эксплуатацию в 2006 г. Жидкие средне- и высокоактивные отходы после битумирования отправляются в хранилище битумного компаунда [31]. Жидкие низкоактивные отходы (с суммарной объемной  $\gamma$ -активностью менее 11,1 Бк/кг) сбрасываются в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля [31]. Объем воды в озерах Удомля и Песьво составляет  $1 \cdot 10^8$  и  $1,8 \cdot 10^7 \text{ м}^3$  соответственно. Годовой оборот воды на АЭС –  $2,47 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ , сток из рассматриваемой системы озер в р. Съежа –  $1 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ . Таким образом, вода озер в течение года многократно прокачивается через охлаждающие системы АЭС. Объем жидких технологических стоков (дебалансные воды из контрольных баков, регенерационные и отмывочные воды), поступивших в 2009 г. в озера, составил  $127,83 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ , что составляет 0,005 % от объема воды, используемого на КАЭС для оборотного водоснабжения. Основной вклад в суммарную активность сброса вносят дебалансные воды [31].

Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2009 г. на КАЭС приведены в табл. 4.31 [4, 31]. По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2009 г. (0,1 ТБк) была в 4 раз меньше, чем в 2008 г. (0,4 ТБк), и самой низкой за все время эксплуатации КАЭС. Основной вклад в активность сброса (99,99 %) вносит тритий, сбросы которого уменьшились в 2008 г. в 3,5 раза. В 2009 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было [31]. Фактические сбросы радионуклидов были на два – четыре порядка ниже допустимых.

Таблица 4.31

**Сбросы радионуклидов в озера Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк**

Радионуклиды	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{54}\text{Mn}$	$3,80 \cdot 10^9$	$7,72 \cdot 10^4$	$3,40 \cdot 10^5$	$-2,63 \cdot 10^5$
$^{60}\text{Co}$	$8,10 \cdot 10^8$	$3,09 \cdot 10^6$	$4,30 \cdot 10^6$	$-1,21 \cdot 10^6$
$^{134}\text{Cs}$	$8,70 \cdot 10^9$	$5,20 \cdot 10^5$	$8,40 \cdot 10^5$	$-3,20 \cdot 10^5$
$^{137}\text{Cs}$	$2,80 \cdot 10^9$	$9,77 \cdot 10^6$	$3,41 \cdot 10^7$	$-2,43 \cdot 10^7$
$^3\text{H}$	$2,00 \cdot 10^{14}$	$1,13 \cdot 10^{11}$	$3,98 \cdot 10^{11}$	$-2,85 \cdot 10^{11}$

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.

В 2009 г. контроль радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 4.7) [31]:

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в восьми 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 производительностью 570 м<sup>3</sup>/ч на фильтроткань ФПП-15-1,5. Время экспозиции фильтров – одна неделя;

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в трех пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей: в СЗЗ – пост № 1 (промзона), в ЗН – пост № 2 (д. Глиновка) и пост № 3 (д. Ряд). Пробы отбирались с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 25 см, время экспозиции которых составляло один месяц. В пяти точках контроля ЗН плотность радиоактивных

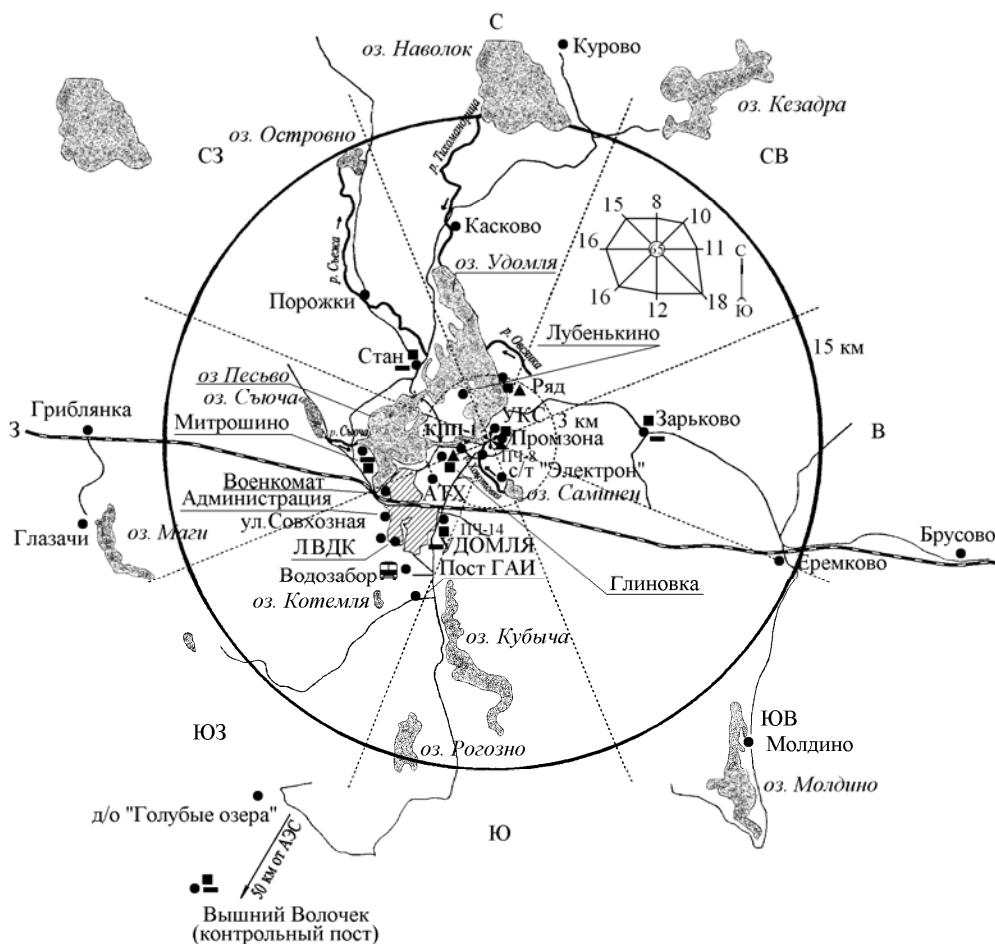


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- – отбор проб снега;
- 🚌 – передвижная радиометрическая лаборатория ЛВДК КАЭС

выпадения 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 в контрольном пункте – 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 контроль мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Для измерения  $\Sigma\beta$  проб [31] использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился на  $\gamma$ -спектрометрической установке «Аспект» и «DSA-1000». Для измерения трития в водных пробах использовался жидкостной сцинтилляционный анализатор TRI-CARB 1050 TR/LL. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения контролировалась на КАЭС с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т, МКС-АТ1117М во время регламентных маршрутов в 80 точках (57 – на промплощадке, 23 – в СЗЗ и ЗН), а также с помощью АСКРО, состоящей из 16 постов (13 постов – в ЗН, 3 – в СЗЗ). Для выполнения вышеуказанных задач АСКРО использует системы «SkyLINK» и «Атлант». Поглощенную дозу на местности измеряли термолюминесцентным методом. В каждом пункте контроля устанавливалось по два термолюминесцентных дозиметра «Радос» термолюминесцентной дозиметрической системы «Dosacus». В 2009 г. проводился дополнительный контроль МЭД с помощью установки «Гамма-сенсор», входящей в состав передвижной радиометрической лаборатории, по маршруту вывоза низкоактивных радиоактивных отходов КАЭС («Административный корпус – ХСО-1/ХСО-2»).

Северо-Западное УГМС [32] и Центральное УГМС [33] в 2009 г. в 100-км зоне вокруг КАЭС проводили мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.8):

– радиоактивности атмосферных выпадений в двух пунктах с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией;

– мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в семи пунктах постоянного наблюдения.

### **Приземная атмосфера**

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2009 г., полученные ЛВДК в объединенных пробах и осредненных для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 4.32 [31]. Анализ данных показывает, что в 2009 г. в СЗЗ и ЗН, как и в предыдущие годы, основная доля техногенной активности приземной атмосферы была обусловлена  $^{137}\text{Cs}$ , содержание других техногенных радионуклидов в атмосферных аэрозолях было ниже минимально детектируемой активности. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН АЭС в 2009 г. не превышала активности, наблюдаемой в контрольном пункте, и находилась практически на уровне средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР в 2009 г. ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наблюдаемые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН были на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [3].



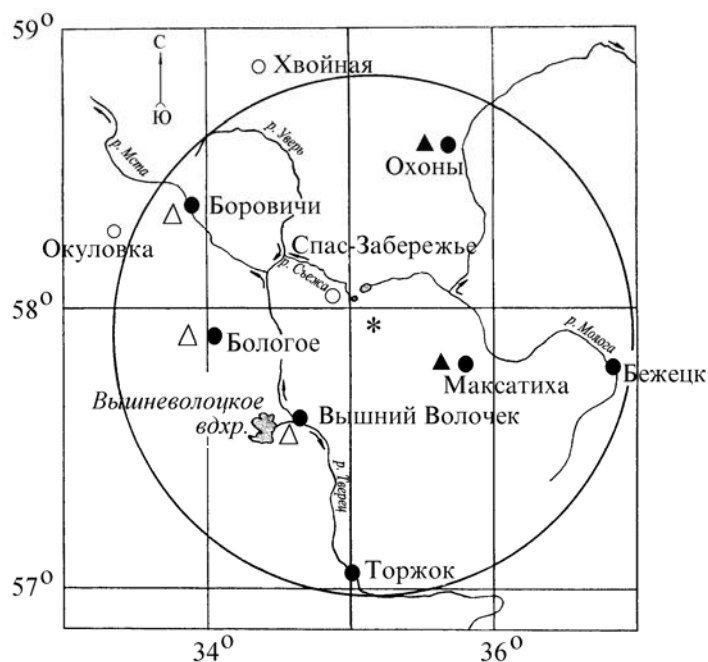


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- \* – АЭС;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- $\Delta$  – планируемые наблюдения.

Таблица 4.32

Объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы вокруг КАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВДК КАЭС)

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>54</sup> Mn		<sup>51</sup> Cr	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
СЗЗ	6,14	8,46	< 5,4	< 4,0	< 5,7	< 4,7	< 4,9	< 4,0	< 78,8	< 64,6
ЗН	4,26	6,08	< 1,2	< 1,2	< 1,3	< 1,4	< 1,1	< 1,2	< 32,1	< 40,1
г. Вышний Волочек (контрольный пункт)	7,09	8,75	< 3,6	< 3,4	< 4,0	< 3,8	< 3,3	< 3,3	< 64,1	< 60,5
ДОНАС., Бк/м <sup>3</sup>	27		19		11		72		2500	

По данным ЛВДК [31], в 2009 г. в выпадениях в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте содержание техногенных радионуклидов было ниже минимально детектируемой активности (МДА).

В табл. 4.33, по данным Северо-Западного и Центрального УГМС, приведены среднемесячные и максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений за 2008–2009 гг. в пп. Охоны [32] и Максатиха [33], расположенных в 100-км зоне КАЭС. Из табл. 4.33 видно, что в 2009 г. годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в п. Охоны остались на уровне 2008 г., а в п. Максатиха – увеличились в 1,6 раза. Среднемесячные величины  $\Sigma\beta$  суточных атмосферных выпадений варьировали в пунктах наблюдения в пределах от 0,4 до 1,3 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в октябре в п. Максатиха и составляли 9,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. В среднем годовая  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КАЭС в 2009 г. составила 282 Бк/м<sup>2</sup>-год, что в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения  $\Sigma\beta$  выпадений для Центра ЕТР.

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения  $\Sigma\beta$   
атмосферных выпадений в 100-км зоне КАЭС, Бк/м<sup>2</sup>-сутки  
(данные Северо-Западного и Центрального УГМС)**

Месяц		Охоны		Максатиха		Центр ЕТР	
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	с	0,4	0,4	1,1	0,6	1,0	1,0
	м	1,1	1,4	1,6	1,0		
Февраль	с	0,4	0,5	1,0	0,6	1,1	1,0
	м	1,2	0,9	1,1	0,9		
Март	с	0,5	0,4	1,0	0,5	1,1	1,0
	м	1,4	1,2	1,5	1,1		
Апрель	с	0,6	0,4	1,0	0,8	1,2	1,2
	м	1,4	0,9	1,3	4,8		
Май	с	0,4	0,4	1,2	0,7	1,2	1,1
	м	1,1	1,0	5,4	2,2		
Июнь	с	0,4	0,4	0,9	0,7	1,3	1,0
	м	1,0	1,3	1,3	2,7		
Июль	с	0,4	0,5	1,0	0,6	1,3	1,0
	м	1,1	1,4	2,4	1,7		
Август	с	0,4	0,4	1,3	0,8	1,4	1,1
	м	1,3	1,4	8,1	1,8		
Сентябрь	с	0,5	0,4	1,2	0,7	1,3	1,0
	м	1,0	1,1	8,4	1,8		
Октябрь	с	0,4	0,5	1,3	0,8	1,5	1,0
	м	1,3	1,1	9,5	1,5		
Ноябрь	с	0,4	0,6	1,3	0,7	1,5	1,1
	м	1,8	1,3	3,8	3,5		
Декабрь	с	0,5	0,6	1,0	0,7	1,3	1,0
	м	0,9	1,6	1,6	1,7		
Среднее		0,4	0,4	1,1	0,7	1,3	1,1
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		161	161	402	256	475	402

### Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в квартал [31]. В табл. 4.34 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. 4.34 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, отсутствует достоверное различие содержания <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co, объемные активности которых находятся на уровне предела обнаружения используемого метода анализа. Объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля) в 2009 г. снизилась, по сравнению с предыдущим годом, в 1,3 раза и составила 5,0 мБк/л, что несколько выше уровня фонового значения для озер на территории ЕТР (4,5 мБк/л), но на три порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 (УВ = 4,9 Бк/л) [3]. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2009 г. составила 44 Бк/л, а в р. Съеже – 72 Бк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (7600 Бк/л) [3]. По сравнению с предыдущим годом, содержание трития в водоемах-охладителях (озерах Песьво и Удомля) снизилось в 2–2,6 раза, но по-прежнему превышало фоновые уровни содержания трития в поверхностных водах на территории РФ в 18 раз. Причиной снижения содержания трития в озерах послужило введение на КАЭС в 2007 г. полигона глубинного захоронения, что позволило практически полностью исключить сброс в водоемы-охладители жидких стоков, содержащих радиоактивные вещества. Содержание трития в озерах Саминец и Кубыча в 2009 г. было близко к фоновому уровню (< 10 Бк/л).

Суммарная β-активность в воде всех наблюдаемых водоемов не превышала контрольного уровня (1 Бк/л) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.34

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

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>3</sup> H, Бк/л		<sup>90</sup> Sr	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
<b>Вода открытых водоемов, мБк/л</b>								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	< 4,2	< 4,5	< 4,4	< 4,7	46	94	5,0*	6,3*
оз. Удомля (входной канал)	< 4,5	< 5,0	< 4,6	< 5,4	41	105	5,0*	6,3*
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 3,8	< 4,9	< 3,9	< 5,0	72	109	-	-
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	< 4,4	< 4,2	< 4,5	< 4,3	< 10	< 10	-	-
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	< 5,1	< 5,2	< 4,4	< 5,2	< 10	< 10	-	-
<b>Питьевая вода, мБк/л</b>								
Водозабор г. Удомля	< 3,3	< 4,6	< 3,4	< 5,1	-	-	-	-
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 4,8	< 4,7	< 4,6	< 5,3	-	-	-	-
д. Митрошино (4,7 км от АЭС)	< 5,3	< 4,7	< 4,5	< 5,4	-	-	-	-
Водозабор г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный источник	< 3,8	< 4,7	< 3,5	< 4,9	-	-	-	-
<b>Донные отложения водоемов, Бк/кг в.-с.</b>								
оз. Песьво (устье сбросного канала)	3,0	5,65	< 2,52	< 2,47	-	-	< 1,35	2,97
оз. Удомля (входной канал)	< 3,0	< 2,76	< 2,65	< 2,35	-	-	< 1,48	3,09
р. Хомутовка, устье (СЗЗ)	2,21	< 2,23	< 2,04	< 2,19	-	-	1,74	2,91
р. Съежа (вытекает из оз. Удомля)	< 2,53	< 2,19	< 2,25	< 1,99	-	-	1,63	2,48
оз. Саминец (ЗН) – контрольный водоем	3,47	2,96	< 3,58	< 2,62	-	-	1,66	4,93
оз. Кубыча (ЗН) – контрольный водоем	3,44	3,67	< 2,82	< 2,53	-	-	< 1,22	3,68
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>								
	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>134</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr	
СЗЗ	0,14	0,25	< 0,20	< 0,21	< 0,23	< 0,26	-	-
ЗН	0,54	0,62	< 0,16	< 0,14	< 0,20	< 0,17	-	-
г. Вышний Волочек (50 км от АЭС) – контрольный пункт	0,68	0,50	< 0,15	< 0,13	< 0,17	< 0,15	-	-

Примечание: - – измерения не проводились;

\* – усредненное значение для водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля).

Основным поставщиком питьевой воды для новой части г. Удомля и промплощадки КАЭС является водозабор города. Радиационный контроль проб питьевой воды осуществлялся ЛВДК КАЭС путем измерения Σβ и Σα в пробах воды, отобранных из водопровода г. Удомли, а также из водоразборных колонок близлежащих населенных пунктов [31]. В 2009 г. объемная Σβ и Σα питьевой воды не превышала контрольных уровней по НРБ-99/2009 (< 1 Бк/л для Σβ и < 0,2 Бк/л для Σα). В табл. 4.34 представлены данные по содержанию <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co в воде водозабора, артезианских скважин близлежащих деревень и водозабора контрольного пункта – г. Вышний Волочек. Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co во всех пробах питьевой воды, представленные в табл. 4.34, были ниже МДА.

Донные отложения из водоемов отбирались [31] дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 4.34 приведены данные о содержании радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежа, 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. Содержание <sup>60</sup>Co в донных отложениях водоемов в 2009 г. было ниже МДА во всех пробах. Удельная активность <sup>90</sup>Sr в донных отложениях водоемов-охладителей (оз. Песьво и оз. Удомля) и оз. Кубыча, расположенного в ЗН, была ниже МДА; в пробах донных отложений, отобранных в устье р. Хомутовки (СЗЗ), в оз. Саминец и р. Съеже, расположенных в ЗН, – составляла

1,6–1,7 Бк/кг в.-с., что на пять порядков ниже минимальной допустимой удельной активности ( $1 \cdot 10^5$  Бк/кг) по НРБ-99/2009 [3] и ОСПОРБ-99 [27]. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях исследуемых водоемов в 2009 г. составляла 2,2–3,5 Бк/кг в.-с., что более чем на три порядка ниже минимальной допустимой удельной активности ( $1 \cdot 10^4$  Бк/кг [3, 27]) и не превышает содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в предпусковой период (в 1982 г.) – 6,6–37 Бк/кг в.-с. [31, 34], обусловленного глобальным загрязнением вследствие испытаний ядерного оружия. Вместе с тем удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 4.34, 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, сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах [31], что подтверждается проведенными в 2002–2003 гг. исследованиями [35] мелководных и глубоководных участков водоемов-охладителей, в результате которых из техногенных радионуклидов в донных отложениях был обнаружен только  $^{137}\text{Cs}$ , в основном в илах (5,5–96,2 Бк/кг в.-с.) и сапропелях (12,6–70,3 Бк/кг в.-с.) [31].

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы на глубину 5 см [31]. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – одна точка контроля, в ЗН – 6 точек, в контрольном пункте (г. Вышний Волочек) – одна точка. В табл. 4.34 приведены усредненные данные о содержании техногенных радионуклидов в почве по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту в 2009 году. Из табл. 4.34 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном  $^{137}\text{Cs}$  глобального происхождения, и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2009 г. значения плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в основном сохраняются на уровне средних значений последних пяти лет. Удельная активность техногенного  $^{137}\text{Cs}$  в почве региона КАЭС варьирует от 7 до 20 Бк/кг, а естественных радионуклидов:  $^{40}\text{K}$  – от 301 до 460 Бк/кг,  $^{226}\text{Ra}$  – от 1 до 76 Бк/кг,  $^{232}\text{Th}$  – от 2 до 79 Бк/кг [31].

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 4.35 [31]. Отбор проб продуктов проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание радионуклидов в продуктах питания в 2009 г. осталось на уровне 2008 г. и было на один – три порядка ниже допустимых уровней по СанПиН-01 [14]. Наибольшее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. наблюдалось в луговой растительности (2,01 Бк/кг сырой массы),  $^{137}\text{Cs}$  – в ягодах и грибах (17,34 и 12,63 Бк/кг сырой массы соответственно). Содержание  $^{131}\text{I}$  в молоке было ниже МДА ( $< 0,08$  Бк/кг) [31]. Результаты анализов указывают на отсутствие значимого влияния выбросов КАЭС на радиоактивность пищевых продуктов, связанных пищевой цепочкой с человеком, поскольку уровни загрязнения продуктов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  соответствуют уровням, измеренным перед строительством станции.

До пуска КАЭС уровни  $\gamma$ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли 8–17 мкР/ч [31]. В 2009 г., по данным ЛВДК, среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялись в диапазоне 10–13 мкР/ч, по данным АСКРО – составляли 10 мкР/ч, что не отличается от значения в контрольном пункте (11 мкР/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Максимальные значения МЭД по данным регламентных маршрутов и АСКРО не превышали 17 мкР/ч [31].

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

Вид пробы	<sup>137</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr		<sup>40</sup> K	
	2009 г.	до пуска АЭС	2009 г.	до пуска АЭС	2009 г.	до пуска АЭС
Растительность луговая	< 1,10	1,63	2,01	15,9	-	-
Корнеплоды	< 0,28	0,09	< 0,18	-	99 – 129	-
Овощи	< 0,14	0,09	< 0,12	0,08	56 – 91	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>120</b>		<b>40</b>		<b>—</b>	
Ягоды	17,34	17,41	< 0,16	-	-	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>160</b>		<b>60</b>		<b>—</b>	
Грибы	12,63	-	0,08	-	-	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>500</b>		<b>50</b>		<b>—</b>	
Молоко	< 0,11	0,27	< 0,08	0,17	-	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>100</b>		<b>25</b>		<b>—</b>	
Мясо	< 0,19	0,12	< 0,08	0,11	-	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>160</b>		<b>50</b>		<b>—</b>	
Рыба	0,59	0,52	0,71	1,48	-	-
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>130</b>		<b>100</b>		<b>—</b>	

Примечание: - – нет данных;  
 — – нет нормативного уровня.

По данным ежедневных (каждые три часа) наблюдений Северо-Западного [32] и Центрального УГМС [33], в 2009 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 9 до 15 мкР/ч, максимальные измеренные значения достигали 23 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли 10–14 мкР/ч.

Контроль поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения на местности вокруг КАЭС [31] в 2009 г. показал, что регистрируемые за год дозы в районе АЭС не имели значимого отличия от значений в контрольном пункте и были следующими: для ЗН радиусом 1,2–3 км –  $(47–71) \cdot 10^{-5}$  Гр, для ЗН радиусом 3–15 км –  $(49–63) \cdot 10^{-5}$  Гр, для ЗН радиусом 15–25 км –  $(49–81) \cdot 10^{-5}$  Гр, для контрольной точки –  $55 \cdot 10^{-5}$  Гр.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2009 г. невелико. Оно выражается в повышенном содержании трития (в 18 раз выше фонового уровня) в озерах Песьво и Удомля, а также в р. Съежа, вытекающей из оз. 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.

#### 4.6. Кольская АЭС

Кольская АЭС (КоАЭС) расположена за 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. Мончегорск.

В 2009 г. на КоАЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока с реакторами ВВЭР мощностью по 440 МВт каждый. Станция сооружена в 1973–1984 гг. в две очереди: первая очередь – энергоблоки № 1 и № 2, вторая очередь – энергоблоки № 3 и № 4 [36].

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2009 г. составляла  $+0,7^{\circ}\text{C}$ , абсолютные максимальная и минимальная температуры –  $+24,7^{\circ}\text{C}$  (август) и  $-29,4^{\circ}\text{C}$  (февраль) соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла  $3,4\text{ м/с}$ , максимальная –  $17,1\text{ м/с}$  [36].

Вокруг КоАЭС в 2005 г. в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических нормативов постановлением администрации г. Полярные Зори установлены новые границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны наблюдения (ЗН). СЗЗ включает в себя центральную часть полуострова, разделяющего озера Бабинскую Имандру от Июкоостровской Имандры до автомобильной дороги М18 «Санкт-Петербург – Мурманск». Внешняя граница ЗН установлена по окружности радиусом  $15\text{ км}$ , отсчитываемым от геометрического центра между вентиляционными трубами первой и второй очередей, внутренняя – по внешней границе СЗЗ. Кроме этого, в 2005 г. установлены СЗЗ и ЗН вокруг хранилища сухих слабоактивных отходов (ХССО) КоАЭС. СЗЗ ХССО считается территория хранилища, обнесенная оградой, а зона наблюдения ХССО включена в ЗН КоАЭС. В зоне наблюдения КоАЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда. Наиболее крупным является г. Полярные Зори, число жителей в котором составляет  $\sim 15,4$  тыс. человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН,  $\sim 18,2$  тыс. человек [36].

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  $129\text{ м}$  (глубина от поверхности –  $3\text{--}4\text{ м}$ ) [36].

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 [36].

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 [36].

Газоаэрозольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы первой и второй очереди энергоблоков. В табл. 4.36 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2009 г. [4, 36], там же для сравнения приведены данные за предыдущий год. Анализ данных табл. 4.36 показывает, что в 2009 г. фактические выбросы  $^{60}\text{Co}$  и  $^{131}\text{I}$  на КоАЭС повысились, по сравнению с предыдущим годом, и составляли, соответственно,  $0,33$  и  $0,05\%$  от допустимых выбросов. Годовые выбросы  $^{137}\text{Cs}$  остались практически на уровне 2008 г. и составляли  $0,21\%$  от допустимых выбросов. Суточные выбросы ИРГ были ниже уровней регистрации, установленных для КоАЭС ( $1,9 \cdot 10^{11}$  Бк/сутки). Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов радионуклидов в 2009 г. не зарегистрировано [36].

Таблица 4.36

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КоАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>60</sup> Co	7,40·10 <sup>9</sup>	2,41·10 <sup>7</sup>	1,06·10 <sup>7</sup>	+ 1,35·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	1,80·10 <sup>10</sup>	8,98·10 <sup>6</sup>	н	+ 8,98·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,00·10 <sup>9</sup>	4,17·10 <sup>6</sup>	4,96·10 <sup>6</sup>	- 7,90·10 <sup>5</sup>
Сумма ИРГ	6,90·10 <sup>14</sup>	н	2,40·10 <sup>11</sup>	- 2,40·10 <sup>11</sup>

Примечание: н – ниже уровня регистрации: для ИРГ – 1,9·10<sup>11</sup> Бк/сутки, для <sup>131</sup>I – 3,7·10<sup>6</sup> Бк/сутки.

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра [36]. Бабинская Имандра и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра является источником технического и питьевого водоснабжения КоАЭС и ближайших от 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 2009 г. в открытую гидрографическую сеть [4, 36] приведены в табл. 4.37.

Таблица 4.37

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

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>3</sup> H	7,70·10 <sup>14</sup>	9,80·10 <sup>12</sup>	2,10·10 <sup>12</sup> *	+ 7,70·10 <sup>12</sup>
<sup>51</sup> Cr	5,60·10 <sup>13</sup>	-	2,90·10 <sup>6</sup>	- 2,90·10 <sup>6</sup>
<sup>60</sup> Co	8,80·10 <sup>10</sup>	5,30·10 <sup>5</sup>	2,77·10 <sup>7</sup>	- 2,72·10 <sup>7</sup>
<sup>106</sup> Ru	1,20·10 <sup>12</sup>	9,60·10 <sup>5</sup>	1,10·10 <sup>6</sup>	- 1,40·10 <sup>5</sup>
<sup>131</sup> I	2,40·10 <sup>13</sup>	-	-	-
<sup>134</sup> Cs	1,90·10 <sup>11</sup>	2,30·10 <sup>5</sup>	4,41·10 <sup>6</sup>	- 4,18·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	9,90·10 <sup>10</sup>	1,08·10 <sup>7</sup>	1,01·10 <sup>7</sup>	+ 7,00·10 <sup>5</sup>
<sup>141</sup> Ce	2,10·10 <sup>13</sup>	-	4,80·10 <sup>5</sup>	- 4,80·10 <sup>5</sup>
<sup>144</sup> Ce	5,10·10 <sup>12</sup>	3,22·10 <sup>6</sup>	6,00·10 <sup>6</sup>	- 2,78·10 <sup>6</sup>

Примечание: - – нет данных;

\* – уточненные данные за 2008 г., поступившие в 2010 году.

Согласно табл. 4.37, в 2009 г. на КоАЭС сбросы всех контролируемых радионуклидов, кроме трития и <sup>137</sup>Cs, были ниже, чем в 2008 г., и на три – семь порядков ниже допустимых. Основной вклад (99,99 %) в активность сбросов вносил тритий (9,80·10<sup>12</sup> Бк), годовой сброс которого в 2009 г., по сравнению с 2008 г., увеличился в 4,7 раза и составлял 1,3 % от допустимого сброса. Годовой сброс <sup>137</sup>Cs с жидкими стоками остался практически на уровне 2008 года. Случаев превышения норм по сбросам радиоактивных веществ с жидкими стоками в 2009 г. не зарегистрировано [36].

Радиоэкологический мониторинг на промплощадке, в СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности КоАЭС. В 2009 г. службами ЛООС [36] контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды:

– объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на промплощадке АЭС, в г. Полярные Зори и поселках Нива-1 и Зеленоборский (контрольный пункт). Пробы отбирались с помощью ВФУ на фильтроткань Петрянова ФПП-15-1,5 площадью 0,35 м<sup>2</sup>. Время экспозиции фильтров: в СЗЗ и ЗН – одна неделя, в контрольном пункте – один месяц;

– радиоактивность атмосферных выпадений в пунктах постоянного наблюдения: восемь – в СЗЗ, семь – в ЗН, три – в контрольном пункте (пос. Зеленоборский). Пробы отбирались с помощью стандартных кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Время экспозиции кювет – один месяц;

– радиоактивное загрязнение технологических вод (ПЛК, ХФК, ЗС), 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 шести точках – ежеквартально;

– радионуклидный состав питьевой воды из скважин, расположенных в ЗН, – периодически;

– содержание радионуклидов в грунтовых водах на промплощадке АЭС и на полигоне пром-отходов с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 48 штук: 23 – на первой очереди, 20 – на второй очереди, 5 – на полигоне промтоходов в районе ХССО;

– содержание радионуклидов в почве, снежном покрове, растительности (трава) в 16 постоянных пунктах наблюдения (пробы объединялись по постам СЗЗ, ЗН и контрольного пункта);

– содержание радионуклидов в пробах донных отложений в шести постоянных точках контроля акватории оз. Имандра в пределах ЗН. Отбор проб водорослей осуществляется в зоне прямого воздействия сточных вод АЭС (губа Молочная Бабинской Имандры) и за ее пределами (губа Заячья Иокостровской Имандры);

– содержание радионуклидов в рыбе, свободно обитающей в оз. Имандра, а также садковой рыбе, выращиваемой в теплых сбросах АЭС. Содержание радионуклидов в грибах, ягодах и ягеле;

– радиационный фон в непрерывном (АСКРО), постоянном (с использованием термolumи-несцентных 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-01Р, ДРГ-01Т1 и 6150AD5 и передвижной радиометрической лаборатории) режимах.

АСКРО включает в себя пять автоматизированных метеостанций и 25 постов контроля мощности дозы  $\gamma$ -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  $\gamma$ -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.

Измерения  $\Sigma\beta$  в пробах, служащей критерием для проведения более детального анализа,  $\Sigma\alpha$ , активности  $^{90}\text{Sr}$  выполняются на спектрометрической установке МКС-01А «МУЛЬТИРАД». Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах «Canberra» с автоматизированной обработкой  $\gamma$ -спектров. Для измерения проб применяются полупроводниковые детекторы из особо чистого германия: GC3018 Canberra. Контроль за содержанием трития в воде проводится с помощью жидкостного сцинтилляционного анализатора «Tri-Carb 2900TR Packard» [36].



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. 4.9. В 2009 г. Мурманским УГМС [37] проводился радиационный мониторинг:

- объемной активности радионуклидов в воздухе с помощью непрерывно действующей ВФУ с суточной экспозицией в одном пункте;
- атмосферных радиоактивных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в трех пунктах;
- воды (оз. Имандра) для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в двух пунктах;
- мощности дозы  $\gamma$ -излучения в десяти пунктах.

В отобранных пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась  $\Sigma\beta$ , а также содержание отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения. Для радионуклидного анализа исследуемых проб в Мурманском УГМС применялась  $\gamma$ -спектрометрическая установка фирмы «Canberra» с автоматизированной обработкой спектров. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

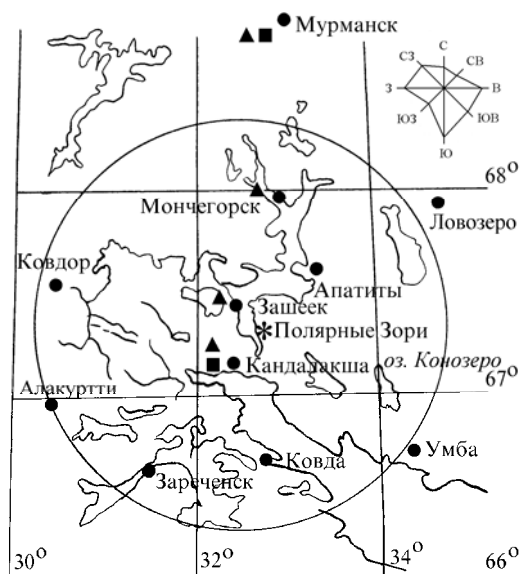


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -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 2009 г., по данным Мурманского УГМС, приведены в табл. 4.38 [37]. Там же для сравнения приведены данные о выпадениях и объемной  $\Sigma\beta$  по Заполярному региону. Годовая  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2009 г. осталась практически на уровне 2008 г. и превышала уровень региональных выпадений в 1,7–2 раза. Среднемесячная величина  $\Sigma\beta$  суточных выпадений в 100-км зоне КоАЭС в 2009 г. колебалась в пределах от 0,6 до 4,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в п. Мончегорск в декабре и составляли 11,2 Бк/м<sup>2</sup>-сутки.

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной Σβ в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне КоАЭС в 2009 г. (данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Зашеек	Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	2,7	1,5	1,9	10,1	1,2	14,0
	м	7,8	4,6	6,0	27,8		
Февраль	с	1,4	1,5	2,8	13,7	1,2	13,8
	м	5,7	3,9	7,7	38,9		
Март	с	1,2	1,0	1,9	6,4	1,1	11,0
	м	5,3	2,7	4,4	26,5		
Апрель	с	1,5	1,6	0,9	5,6	1,1	9,7
	м	5,8	3,7	2,3	9,9		
Май	с	1,1	1,7	1,3	4,2	0,9	7,5
	м	2,6	4,9	3,4	10,7		
Июнь	с	0,6	0,9	0,8	3,2	0,8	6,3
	м	2,8	2,9	2,3	9,0		
Июль	с	1,5	1,4	1,9	4,2	0,8	7,4
	м	3,9	4,9	4,9	11,4		
Август	с	1,3	1,7	1,8	5,1	0,9	7,2
	м	5,4	7,4	6,8	10,7		
Сентябрь	с	1,2	1,6	1,5	3,6	0,9	5,4
	м	3,4	3,9	6,2	10,0		
Октябрь	с	1,2	2,5	2,3	4,8	0,9	6,9
	м	4,1	8,0	8,4	14,2		
Ноябрь	с	2,6	4,1	3,7	8,9	1,0	7,6
	м	9,3	9,2	10,5	22,0		
Декабрь	с	3,8	3,7	2,8	13,3	0,9	13,6
	м	11,0	11,2	9,4	39,4		
Среднее:	2009 г.	<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>6,9</b>	<b>1,0</b>	<b>9,2</b>
	2008 г.	1,6	1,4	1,7	6,7	1,1	8,6
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2009 г.	<b>621</b>	<b>694</b>	<b>730</b>		<b>365</b>	
	2008 г.	584	511	621		402	

Выпадения <sup>137</sup>Cs на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН КоАЭС, по данным ЛООС [36], в 2009 г. были ниже МДА. Выпадения <sup>137</sup>Cs в 100-км зоне КоАЭС, по данным Мурманского УГМС, в 2009 г. [37] составляли 0,12 Бк/м<sup>2</sup>·год и были в 2,9 раза ниже фоновых (фоновые выпадения на территории Кольского полуострова, по данным Мурманского УГМС, в 2009 г. составляли 0,35 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Среднемесячная объемная Σβ в воздухе п. Кандалакша, расположенном в 100-км зоне в 25 км от КоАЭС, колебалась в 2009 г., по данным Мурманского УГМС [37], в пределах от 3,2·10<sup>-5</sup> до 13,7·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 4.38). Среднегодовая объемная Σβ в Кандалакше (6,9·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) была, как и в предыдущем году, ниже фонового уровня в 1,3 раза. Максимальная среднесуточная объемная Σβ наблюдалась в декабре – 39,4·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. По результатам ЛООС КоАЭС [36], 2009 г. в СЗЗ среднегодовая объемная Σβ в воздухе составляла 6,5·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН – 4,3·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в контрольном пункте – 4,0·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Кандалакша за 2005–2009 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.39. Из табл. 4.39 видно, что среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере в Кандалакше в 2009 г. оставались практически на уровне 2008 г., но по-прежнему превышали фоновую объемную активность <sup>137</sup>Cs по территории Заполярья в 1,6 раза. Среднегодовая объемная активность

$^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере в 2009 г. осталась на уровне предыдущего года и была примерно в 3 раза ниже регионального уровня.

Таблица 4.39

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг КоАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
$^{137}\text{Cs}$							
Кандалакша	2005	8,3	1,3	6,2	1,7	4,4	1,6
	2006	1,6	2,0	1,3	0,7	1,4	1,0
	2007	2,0	1,4	1,3	1,4	1,6	1,2
	2008	1,6	1,2	2,0	1,0	1,5	0,9
	<b>2009</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4*</b>	<b>3,3</b>	<b>0,9</b>	<b>1,6**</b>	<b>1,0</b>
$^{90}\text{Sr}$							
Кандалакша	2005	0,07	0,14	0,065	0,09	0,09	0,36
	2006	0,07	0,09	0,05	0,05	0,06	0,27
	2007	0,09	0,15	0,06	0,10	0,1	0,32
	2008	0,10	0,08	0,09	0,10***	0,09**	0,27
	<b>2009</b>	<b>0,03</b>	<b>0,29*</b>	<b>0,12</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10**</b>	<b>0,29</b>

Примечание: \* – данные за один месяц (май);  
 \*\* – среднее за 10 месяцев;  
 \*\*\* – данные за один месяц (октябрь).

В табл. 4.40 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ, ЗН и контрольном пункте КоАЭС, по данным ЛООС [36]. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$ . По сравнению с предыдущим годом, в 2009 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  уменьшилась в 2 раза, но была в 10,5 раза выше средневзвешенной объемной активности по территории Заполярья (см. табл. 4.39), а  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  – увеличилась в 2,8 и 5,5 раза соответственно. В ЗН объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  была в 4 раза ниже, чем в СЗЗ, а  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  – ниже МДА. В контрольном пункте на расстоянии 75 км от КоАЭС объемная активность  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  в приземной атмосфере была ниже МДА. Наблюдаемая объемная активность радионуклидов в СЗЗ и ЗН была на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.40

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в СЗЗ и ЗН КоАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛООС КоАЭС)**

Пункт контроля	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^{54}\text{Mn}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
СЗЗ*	10,5	20,5	17,1	6,2	12,0	< 2,2
п. Нива-1 (ЗН)	2,5	< 2,0	< 3,0	< 3,0	< 3,4	< 3,4
п. Зеленоборский (75 км от АЭС) – контрольный пункт	< 2,0	< 2,0	< 3,0	< 3,0	< 3,4	< 3,4

Примечание: \* – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

**Почва**

Содержание радионуклидов в почве, по данным ЛООС [36], приведено в табл. 4.41. В скобках приводятся средние значения за последние пять лет. Из табл. 4.41 видно, что в 2009 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почвы в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте (п. Зеленоборский) было ниже, чем в 2008 г., а также ниже средних значений за последние пять лет и не превышало уровня глобального загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание  $\Sigma\beta$  в почве осталось примерно на уровне предыдущего года.

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения КоАЭС в 2009 г.  
(данные ЛООС КоАЭС)**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		Σβ	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
<b>Почва, кБк/м<sup>2</sup></b>				
СЗЗ	0,130 (0,298)	0,312	18,2 (16,0)	12,9
ЗН	0,073 (0,267)	0,257	14,3 (12,9)	8,5
Контрольный пункт	0,084 (0,252)	0,210	26,1(16,7)	29,4
<b>Вода, мБк/л</b>				
Губа Глубокая – водозабор КоАЭС	1,8	1,6	64 (55)	49
Губа Молочная	3,4	3,0	54 (58)	55
Узкая Салма	2,0	3,0	53 (49)	48
Широкая Салма	1,7	2,4	55 (50)	47
р. Нива – водозабор п. Нива	2,0	1,7	53 (54)	46
Водозабор п. Африканда	1,6	2,2	51 (48)	46
р. Пиренга – контрольный водоем	< 1,0	1,4	48 (51)	44
<b>Донные отложения, Бк/кг в.-с.</b>				
Сбросной канал	45,2	6,5	352 (277)	268
Губа Молочная	51,7	14,1	215 (209)	217
Губа Глубокая	7,0	4,7	285 (231)	138
Орловские острова	29,1	53,9	264 (249)	327
Сосновые о-ва	0,8	6,8	464 (390)	344
Форелевое хозяйство	58,3	4,7	254 (325)	306
<b>Грибы трубчатые, Бк/кг сырой массы</b>				
СЗЗ	1,5	2,1	81 (81)	69
ЗН	0,8	8,8	62 (68)	67
Контрольный пункт	0,7	9,9	58 (67)	72
<b>Грибы пластинчатые, Бк/кг сырой массы</b>				
СЗЗ	6,5	3,8	59 (94)	64
ЗН	17,1	2,5	69 (105)	63
Контрольный пункт	7,0	3,9	55 (63)	58
<b>Ягоды: брусника, Бк/кг сырой массы</b>				
СЗЗ	2,5	1,7	20 (25)	22
ЗН	1,8	2,2	20 (24)	23
Контрольный пункт	2,3	2,8	20 (28)	-
<b>Ягоды: черника, Бк/кг сырой массы</b>				
СЗЗ	5,6	6,0	20 (25)	24
ЗН	2,1	6,7	26 (25)	26
Контрольный пункт	1,4	7,0	23 (24)	19
<b>Рыба: сиг, Бк/кг сырой массы</b>				
Камка губа, (с/ч)	8,7	-	100	-
Камка губа, (н/ч)	5,2	-	87	-
Губа Глубокая, (с/ч)	8,1	-	100	-
Губа Глубокая, (н/ч)	8,0	-	96	-
<b>Рыба: налим, Бк/кг сырой массы</b>				
Камка губа, (с/ч)	15,2	-	64	-
Камка губа, (н/ч)	10,6	-	47	-
Ерм-остров, (с/ч)	10,3	-	34	-
Ерм-остров, (н/ч)	8,9	-	64	-
<b>Рыба: корюшка, Бк/кг сырой массы</b>				
Камка губа, (целиком)	6,0	-	35	-
<b>Рыба: форель садковая, Бк/кг сырой массы</b>				
Губа Молочная, (с/ч)	< 0,9	< 0,9	103	93
Губа Молочная, (н/ч)	< 0,9	< 0,9	72	47

*Примечание:* в скобках приведены средние значения за последние пять лет;  
анализ проб рыб выполнен по гигиеническому принципу: отдельно для съедобной (с/ч) и не-  
съедобной (н/ч) частей;  
- - нет данных.

### **Поверхностные и подземные воды, донные отложения**

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра, по данным [36], представлена в табл. 4.41. В 2009 г., по сравнению с 2008 г., объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде водозабора п. Африканда, проливов Широкая Салма и Узкая Салма уменьшилась примерно в 1,5 раза, во всех остальных точках наблюдения осталась на уровне 2008 года. Во всех точках наблюдения объемная

активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла не более 0,04 % от уровня вмешательства (11 Бк/л), установленного НРБ-99/2009 [3] для этого радионуклида, однако была выше, чем в контрольном водоеме – р. Пиренге. Как и в предыдущем году, самая высокая активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в губе Молочная, куда поступают сточные воды КоАЭС. По данным КоАЭС, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в губе Молочная и губе Глубокая имеет тенденцию к уменьшению: начиная с 2000 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в губе Молочной уменьшилось в 10 раз, а в губе Глубокой – в 17,5 раз. Объемная  $\Sigma\beta$  воды во всех контролируемых водоемах практически не изменилась, по сравнению с 2008 г., и была на порядок ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 [3] для питьевой воды.

В 2009 г. в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» продолжились измерения по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  в воде оз. Имандра, возобновленные в 2004 году. Отбор воды проводился в двух точках – п. Зашеек и губа Молочная. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде оз. Имандра в 2009 г. составила 3,2 и 3,3 мБк/л соответственно (0,07 % от УВ, установленного НРБ-99/2009 [3]) и была ниже фонового содержания  $^{90}\text{Sr}$  в озерах ЕТР (4,5 мБк/л).

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колебалась в пределах от 1,6 до 2,0 мБк/л, объемная  $\Sigma\beta$  – от 51 до 64 мБк/л (табл. 4.41) [36].

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра, по данным ЛООС [36], приведена в табл. 4.41. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. В связи с изменением границ СЗЗ и ЗН в 2006 г. были изменены точки отбора проб. Согласно данным табл. 4.41, техногенная активность донных отложений определяется  $^{137}\text{Cs}$  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 радиационным 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 большой степени влияют как тип отбираемых грунтов, так и толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения места отбора. В 2009 г. в пробах донных отложений содержание  $^{137}\text{Cs}$  было выше, чем в 2008 г., во всех точках отбора, за исключением Сосновых и Орловских островов, где содержание  $^{137}\text{Cs}$  уменьшилось. Высокая удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах донных отложений наблюдалась в форелевом хозяйстве (58,3 Бк/кг в.-с.), губе Молочной (51,7 Бк/кг в.-с.) и сбросном канале (45,2 Бк/кг в.-с.). Повышенные значения удельной  $\Sigma\beta$  в пробах донных отложений связаны с высоким содержанием растительных остатков в илах и, как следствие, высоким содержанием  $^{40}\text{K}$ . Колебания уровней радиоактивности отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера и не позволяют сделать вывод о том, что имеет место непрерывное накопление радионуклидов. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности трудностями с отбором представительных проб.

В 2009 г., как и в предыдущем году, в воде четырех наблюдательных скважин первой очереди КоАЭС (№№ 107, 108, 303 и 304) объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  превышала уровень вмешательства согласно НРБ-99/2009. В скважине № 105 в 2009 г. объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  снизилась, по сравнению с

2008 г., в 2,2 раза и составляла 6,8 Бк/л. Несмотря на продолжающийся спад активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в скважине № 303, в 2009 г. в ней наблюдалось самое большое превышение УВ по  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  – в 43 и 7 раз соответственно. Повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в скважинах №№ 105, 107 и 108 (в 1,3–4 раза выше УВ) обусловлено поступлением в район скважин неорганизованных протечек бассейна выдержки энергоблока № 2 в 2005 году. Повышение объемной активности радионуклидов в воде скважин № 303 и № 304 вызвано протечками в 2001 и 2003 гг. бакового хозяйства ОСК-1 (специального корпуса для переработки технологических сред и радиоактивных отходов). Кроме того, 25, 26 и 29 мая 2009 г. в скважине № 303 наблюдалось разовое превышение уровня вмешательства по  $^{131}\text{I}$ , соответственно, в 1,6, 1,5 и 1,2 раза. Превышение УВ по  $^{131}\text{I}$  было обусловлено протечками бассейна перегрузки при проведении планово-предупредительного ремонта энергоблока № 1. Поступления радионуклидов с грунтовыми водами за пределы территории КоАЭС не обнаружено [36].

#### **Продукты питания местного производства**

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пластинчатых и трубчатых грибах в районе расположения АЭС в 2009 г. составляла (см. табл. 4.41 [36]) 0,2–3,4 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-01 [14]. В чернике и бруснике удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла 1–3,5 % от норматива. Удельная  $\Sigma\beta$  в ягодах и грибах примерно соответствует «нулевому фону», который наблюдался до ввода энергоблока № 1 [36].

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в тканях рыб (см. табл. 4.41) была на порядок ниже его допустимого содержания по СанПиН-01 [14], составляющего 130 Бк/кг.  $^{90}\text{Sr}$  в рыбе обнаружен не был [36].

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

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2009 г., по данным Мурманского УГМС [37], показывают, что, по сравнению с 2008 г., в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 8 до 11 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 8 до 12 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. По данным ЛООС [36], МЭД на промплощадке, в СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2008 г., изменялась в пределах 9–14 мкР/ч и не превышала фоновых уровней.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла [36]:  $53 \cdot 10^{-5}$  Гр – для СЗЗ,  $44 \cdot 10^{-5}$  Гр – для ЗН и  $47 \cdot 10^{-5}$  Гр – для контрольной точки, расположенной на расстоянии 75 км от АЭС.

Таким образом, на основании представленных материалов можно сделать вывод, что КоАЭС оказывает некоторое влияние на радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в некотором превышении фоновых уровней по объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы 30-км зоны АЭС и загрязнении грунтовых вод радионуклидами, которое потенциально может распространяться за пределы промплощадки АЭС.

### **4.7. Курская АЭС**

В 2009 г. на Курской АЭС (КуАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введенными в эксплуатацию

в 1976, 1979, 1983 и 1985 гг. соответственно. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3140 МВт (тепловая) [38].

КуАЭС расположена в 3 км от г. Курчатова (количество жителей – 48 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 [38]: радиус СЗЗ составляет 1,7 км, а ЗН – 19 км. В зоне наблюдения проживает 83,7 тыс. человек. В городских населенных пунктах доля детей составляет 20–30 % населения, в сельской местности – 12–18 %.

В 2009 г. средняя годовая температура воздуха в районе АЭС [38] составляла +8,0 °С, абсолютный максимум – +35,7 °С, абсолютный минимум – -22,9 °С. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2009 г. составляла 73 %; годовое количество атмосферных осадков – 571 мм. Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было восточное, максимальная скорость ветра наблюдалась в марте – мае и составляла 21 м/с, среднегодовая скорость – 2,5 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через вентиляционную трубу высотой 150 м и венттрубы машзала высотой 60 м [38]. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности выбросов в окружающую среду используется камера выдержки (первая очередь) и установка подавления активности (вторая очередь). Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2009 г. представлены в табл. 4.42 [4, 38].

Таблица 4.42

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на КуАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>60</sup> Со	2,5·10 <sup>9</sup>	3,33·10 <sup>8</sup>	3,95·10 <sup>8</sup>	- 6,20·10 <sup>9</sup>
<sup>131</sup> И	9,3·10 <sup>10</sup>	1,32·10 <sup>9</sup>	9,5·10 <sup>8</sup>	+ 3,7·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Сs	1,4·10 <sup>9</sup>	7,84·10 <sup>6</sup>	2,16·10 <sup>7</sup>	- 1,38·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Сs	4,0·10 <sup>9</sup>	5,07·10 <sup>7</sup>	8,47·10 <sup>7</sup>	- 3,40·10 <sup>7</sup>
Сумма ИРГ	3,7·10 <sup>15</sup>	2,97·10 <sup>14</sup>	2,10·10 <sup>14</sup>	+ 8,70·10 <sup>13</sup>

Из приведенных в табл. 4.42 данных видно, что в 2009 г. годовые выбросы ИРГ и <sup>131</sup>И на КуАЭС увеличились, по сравнению с прошлым годом, в 1,4 раза, однако не превышали допустимых норм выбросов и составили, соответственно, 8 и 1,4 % от допустимых выбросов. Годовые выбросы <sup>60</sup>Со, <sup>134</sup>Сs и <sup>137</sup>Сs уменьшились в 1,2, 2,8 и 1,7 раза соответственно. По данным [38], в течение 2009 г. контрольные уровни выбросов на КуАЭС не превышались.

Сбросы ХФК на КуАЭС после очистки производятся в р. Реут (приток р. Сейм), а ПЛК – в р. Сейм. Дебалансные воды (избыточные воды, прошедшие специальную обработку) поступают на первой очереди в систему ПЛК, на второй – в ПЛК или ХФК [38].

Приемником технической (оборотной) воды на КуАЭС является водоем-охладитель, расположенный на ровной, местами заболоченной, левобережной пойме р. Сейм между х. 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  $0,02 \text{ м/с}$  (в летнюю межень) до  $0,05 \text{ м/с}$  (в весенний паводок) [38]. В 2009 г. продолжались работы по созданию нового наливного водоема по правобережной пойме р. Сейм между д. Мосолово и д. Глушково.

Данные о содержании радионуклидов в сбросах КуАЭС в открытую гидрографическую сеть, а также нормативы по допустимым сбросам для отдельных радионуклидов в зависимости от типа сточных вод (воды ХФК и ПЛК) представлены в табл. 4.43 [4, 38]. В 2009 г. объем сброса дебалансных вод, ХФК и ПЛК на КуАЭС составляли, соответственно,  $3,6 \cdot 10^4$ ,  $4,9 \cdot 10^5$  и  $4,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ . В сбросах ХФК и ПЛК регистрировались  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ ; объемная активность  $^{54}\text{Mn}$  была ниже МДА. По сравнению с 2008 г., в 2009 г. сбросы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в р. Реут уменьшились в 1,3 и 1,8 раза соответственно, сбросы  $^{60}\text{Co}$  в р. Сейм остались на уровне предыдущего года, а  $^{137}\text{Cs}$  – увеличились в 1,9 раза. В водах ПЛК, ХФК и дебалансных водах наблюдался тритий, который вносил основной вклад в активность сбросов, однако его годовой сброс не превышал  $0,05 \%$  от допустимого. Годовые сбросы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  со сточными водами ХФК не превышали, соответственно,  $19$  и  $3 \%$  от допустимых; сбросы этих радионуклидов с водами ПЛК и дебалансными водами были на три – четыре порядка ниже установленных нормативов. В целом в 2009 г. суммарный сброс трития в открытую гидрографическую сеть увеличился в  $4,6$  раза, а остальных радионуклидов – незначительно уменьшился.

Таблица 4.43

**Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на КуАЭС, Бк**

Характер сточных вод (приемник)	Название радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
Воды ХФК (р. Реут)	$^{137}\text{Cs}$	$8,1 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^7$	$1,94 \cdot 10^7$	$- 5,0 \cdot 10^6$
	$^{60}\text{Co}$	$2,8 \cdot 10^8$	$8,5 \cdot 10^6$	$1,57 \cdot 10^7$	$- 7,2 \cdot 10^6$
	$^{54}\text{Mn}$	-	< МДА	< МДА	-
	$^3\text{H}$	$7,9 \cdot 10^{12}$	$4,1 \cdot 10^9$	< МДА	$+ 4,1 \cdot 10^9$
Промышленно-ливневые (р. Сейм)	$^{137}\text{Cs}$	$2,5 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^7$	$6,25 \cdot 10^6$	$+ 5,8 \cdot 10^6$
	$^{60}\text{Co}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	$1,2 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^7$	$+ 4,0 \cdot 10^5$
	$^{54}\text{Mn}$	-	< МДА	< МДА	-
	$^3\text{H}$	$4,6 \cdot 10^{14}$	$5,6 \cdot 10^{10}$	$1,3 \cdot 10^{10}$	$+ 4,3 \cdot 10^{10}$
Дебалансные воды (р. Сейм)	$^{137}\text{Cs}$	$2,5 \cdot 10^9$	< МДА	< МДА	-
	$^{60}\text{Co}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	< МДА	-
	$^{54}\text{Mn}$	$3,8 \cdot 10^{10}$	< МДА	< МДА	-
	$^3\text{H}$	$4,6 \cdot 10^{14}$	$1,9 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{11}$	$+ 5,0 \cdot 10^{10}$
Суммарный сброс за год (без учета $^3\text{H}$ )			<b><math>4,7 \cdot 10^7</math></b>	<b><math>5,3 \cdot 10^7</math></b>	<b><math>- 6,0 \cdot 10^6</math></b>
Суммарный сброс за год (с учетом $^3\text{H}$ )			<b><math>6,0 \cdot 10^{10}</math></b>	<b><math>1,3 \cdot 10^{10}</math></b>	<b><math>+ 4,7 \cdot 10^{10}</math></b>

Примечание: МДА для  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$  составляет  $2,9 \text{ Бк/л}$ , для  $^3\text{H}$  –  $4 \text{ Бк/л}$ , для  $^{137}\text{Cs}$  –  $2,5 \text{ Бк/л}$ ; – – данные отсутствуют.

В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО [38]. Печь плавления низкоактивных отходов (теплоизоляции и металла) находится в опытной эксплуатации. ТРО хранятся в специальных хранилищах ХТО и ХЖТО на территории промплощадки. Часть ТРО хранится на бетонной площадке для временного хранения в металлических бочках. Мощность дозы  $\gamma$ -излучения на внешней поверхности хранилищ ТРО колеблется от  $20$  до  $230 \text{ мкР/ч}$ . ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-емкостях ХЖО, на поверхности которых МЭД составляет  $20\text{--}230 \text{ мкР/ч}$ . Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК промплощадки временно хранятся на иловых картах (среднегодовые



значения МЭД – от 10 до 40 мкР/ч) и в двух отсеках локализации иловых отложений объемом по 1200 м<sup>3</sup>. К концу 2009 г. первый отсек был заполнен на 100 %, второй – на 70 %. Среднегодовые значения МЭД вокруг отсеков локализации не превышают 10 мкР/ч. Удаленность мест хранения радиоактивных отходов от населенных пунктов составляет 2–3 км. Имеется хранилище отработанного ядерного топлива. В настоящее время продолжается строительство пристроя к хранилищу для разделки отработанных ТВС и загрузки их в транспортные упаковочные контейнеры.

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 2009 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом [38]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы определялась путем анализа в объединенных за месяц пробах атмосферных аэрозолей в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ «Тайфун-1А» производительностью 1250 м<sup>3</sup>/ч;
- радиоактивность атмосферных выпадений определялась в восьми пунктах из анализа месячных проб, отобранных с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м от поверхности земли;
- определялось содержание радионуклидов в питьевой воде, воде из открытых водоемов, промстоков КуАЭС и скважин промплощадки;
- определялся радиоизотопный состав в почве, донных отложениях, в рыбе водоема-охладителя и рек, а также в сельхозпродуктах местного производства;
- проводился регулярный контроль за уровнем  $\gamma$ -фона и за интегральной дозой облучения на местности в СЗЗ и ЗН.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по  $\gamma$ -излучению,  $\Sigma\beta$  и <sup>90</sup>Sr. Радионуклидный состав проб определялся  $\gamma$ -спектрометрическим методом на  $\gamma$ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа «ORTEC» GEM-30-P, диапазон измерения активности образцов – 10–10<sup>5</sup> Бк/пробу с погрешностью 35–60 %. Измерение  $\Sigma\beta$  в пробах проводилось на радиометрах типа УМФ-2000. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности измерялась с помощью АСКРО АЭС и переносными дозиметрами СРП-68-01, ДРГ-01Т, ДБГ-06Т, ДКС-96, ДРПБ-0,3, МКС-01Р. Измерения активности трития в пробах воды выполнялись с помощью радиометра  $\alpha$ - $\beta$ -излучения спектрометрического типа модели 1414 «Guardian» производства фирмы «Wallak Oy», Финляндия.

В 2009 г. УГМС ЦЧО [39] в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.10 и 4.11):

- 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 (шесть проб в месяц) с помощью модернизированной установки «Тайфун-3а»;
- радиоактивных атмосферных выпадений на шести станциях с помощью горизонтальных марлевых планшетов без бортиков площадью 0,3 м<sup>2</sup> с суточной экспозицией;

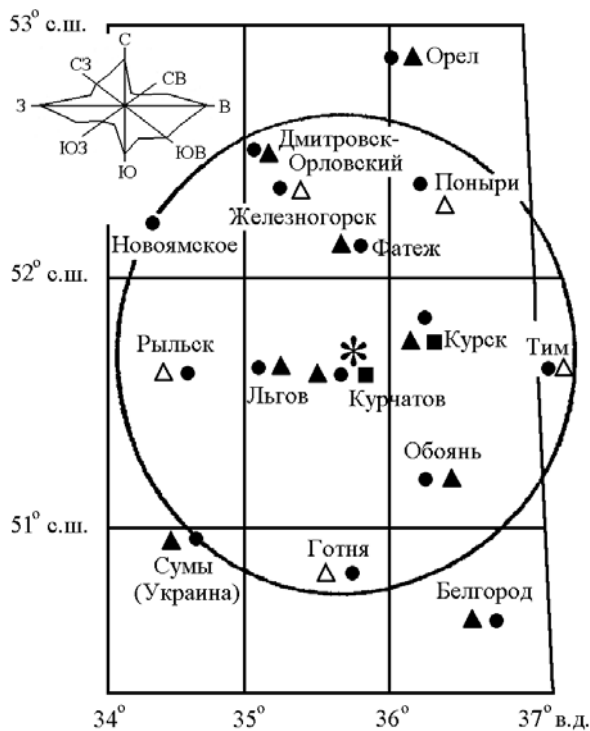


Рис. 4.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- \* — АЭС;
- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ — планируемые наблюдения



Рис. 4.11. 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;
- — путь следования по маршруту;
- — населенные пункты

- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС;
- плотности загрязнения снега в январе и феврале во время маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске;
- уровня радиоактивного загрязнения растительности в вегетационный период (с мая по август) во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в девяти точках, совпадающих с точками отбора снега;
- мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -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  $\gamma$ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная  $\beta$ -активность проб измерялась на радиометре типа РУБ-01П5. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в объединенных за квартал пробах определялась в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

### Приземный слой атмосферы

Данные УГМС ЦЧО [39] за 2009 г. о зарегистрированных максимальных и среднемесячных объемных  $\Sigma\beta$  в воздухе приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС приведены в табл. 4.44.

Таблица 4.44

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений и объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2009 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.		
<b>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</b>																
Дмитровск-Орловский	с	0,9	1,0	0,8	0,6	0,7	1,0	1,0	0,8	0,7	1,0	1,4	1,0	0,9	0,9	336
Курск	с	1,1	1,5	1,0	0,7	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	1,5	1,1	1,0	1,0	1,0	356
Курчатов	с	2,8	3,2	3,3	1,6	2,7	1,9	1,5	1,4	4,1	5,1	2,5	2,6	1,0	0,8	296
	м	0,9	1,0	0,9	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	1,0	1,1	0,8	0,9	1,0	0,8	296
Льгов	с	2,6	2,5	1,7	1,8	1,8	1,7	2,3	1,5	1,8	3,0	2,0	2,6	0,9	0,8	283
	м	0,9	0,8	0,9	0,5	0,4	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	283
Обоянь	с	3,3	1,7	1,8	1,4	1,3	1,9	1,8	3,6	2,0	2,6	1,4	1,7	0,9	0,8	299
	м	0,9	0,9	0,8	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6	1,0	1,5	0,9	0,8	0,9	0,8	299
Фатеж	с	2,5	2,1	1,7	1,3	2,2	1,5	3,0	2,2	1,6	3,6	2,4	1,8	0,9	0,8	293
	м	0,8	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	0,9	0,7	1,0	1,5	0,8	0,8	0,9	0,8	293
	м	1,7	1,7	1,7	1,8	1,6	2,1	2,4	2,4	2,0	3,9	2,3	2,6			
Среднее: по 100-км зоне КуАЭС по ЦЧО России		0,9	1,0	0,9	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,9	1,3	1,0	0,9	0,9	0,9	311
		1,0	1,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	328
<b>Объемная активность, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></b>																
Курск	с	17,1	24,9	19,5	25,7	21,4	26,3	21,7	23,6	32,4	21,7	18,9	24,5	23,1	24,1	
	м	70,3	96,5	57,2	80,7	45,2	63,8	51,7	55,2	77,2	85,2	54,8	58,6			
Курчатов	с	16,1	14,9	18,7	24,8	15,9	27,0	21,8	22,5	32,9	16,1	9,2	12,3	19,4	32,3	
	м*	29,2	25,7	49,7	36,7	20,9	33,6	33,7	28,8	51,2	22,2	11,4	21,9			

Примечание: \* – максимальное значение из результатов анализа проб, экспонируемых в течение пяти суток.

Максимальная объемная  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Курске в 2009 г. наблюдалась 25–26 февраля и составила  $96,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 4.44) при фоновом значении  $17,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>; в г. Курчатове – 11–16 сентября и составила  $51,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при фоновом значении  $22,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случай высокого загрязнения в г. Курске (в 5,6 раза выше фона), зарегистрированный в феврале, был обусловлен повышенной

активностью продуктов распада радона и торона. Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  приземного слоя атмосферы в пунктах наблюдения изменялась от  $9,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в ноябре) до  $32,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в сентябре) в Курчатове и от  $17,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в январе) до  $32,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в сентябре) в Курске. Среднегодовые объемные  $\Sigma\beta$  в пунктах наблюдения были ниже средних значений 2008 г. и составляли в Курске –  $23,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в Курчатове –  $19,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $22,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

По результатам  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб аэрозолей, проведенного УГМС ЦЧО [39], в табл. 4.45 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны КуАЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности радионуклидов в г. Курске и максимальные пятисуточные объемные активности радионуклидов в г. Курчатове. С целью оценки степени опасности для населения зарегистрированных в атмосфере радионуклидов в таблице также приведены допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.45

**Среднегодовые ( $q$ ) и максимальные ( $q_m$ ) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО)**

Радионуклид	г. Курск				г. Курчатов				ДОО <sub>НАС.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	$q$		$q_m$		$q$		$q_m$		
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>24</sup> Na	5	5	1780	860	н	н	н	н	290
<sup>51</sup> Cr	н	н	н	н	н	56	н	1170	2500
<sup>54</sup> Mn	3	3	450	6,8	12	25	130	290	72
<sup>59</sup> Fe	н	1	н	9,3	9	13	130	130	30
<sup>58</sup> Co	н	н	н	н	2	н	50	н	68
<sup>60</sup> Co	5	4	970	11,3	14	40	180	660	11
<sup>95</sup> Zr	н	н	н	5,1	3	8	50	130	23
<sup>95</sup> Nb	н	н	н	4,1	6	18	60	140	72
<sup>99</sup> Mo+ <sup>99m</sup> Te	н	н	н	н	н	19	н	390	27
<sup>131</sup> I	н	н	н	н	н	3	н	110	7,3
<sup>137</sup> Cs	10	8	200	260	15	18	170	130	27

*Примечание:* 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 течение года среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в атмосферных аэрозолях в г. Курске изменялась от  $5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (февраль, ноябрь) до  $17 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (апрель), в г. Курчатове – от  $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (февраль) до  $42 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (апрель) [39]. В 2009 г., по сравнению с 2008 г., среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере г. Курска увеличилась в 1,3 раза, составляла  $10 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и была в 1,8 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для территории Центра ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>); в г. Курчатове – уменьшилась в 1,2 раза и составляла  $15 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,7 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР.

Кроме <sup>137</sup>Cs, в пробах аэрозолей в г. Курчатове в 2009 г. наблюдались <sup>54</sup>Mn, <sup>59</sup>Fe, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, объемные активности которых были в 2–3 раза ниже, чем в 2008 году. Объемные активности большинства радионуклидов уменьшаются с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске меньше, чем в г. Курчатове. Исключение представляет <sup>24</sup>Na. Это связано с тем, что фактическое содержание <sup>24</sup>Na в атмосфере г. Курчатова при низких активностях определить невозможно, поскольку его период полураспада составляет 15 ч, а пробы аэрозолей на станции в г. Курчатове

отбираются с пятисуточной экспозицией и после этого направляются на анализ в лабораторию г. Курска. Следует отметить, что впервые в 2009 г. в атмосферных аэрозолях не были зафиксированы изотопы  $^{131}\text{I}$ . Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 на шесть порядков и более. Наибольшие значения объемных активностей техногенных радионуклидов в атмосфере гг. Курска и Курчатова, как и ранее, регистрировались при направлениях ветра от КуАЭС (см. рис. 4.12).

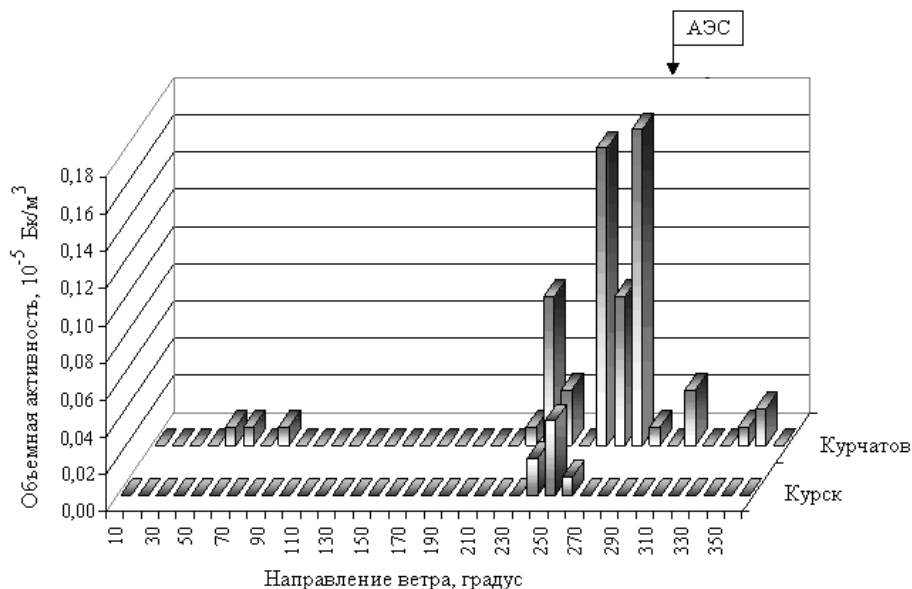


Рис. 4.12. Зависимость средней объемной  $\gamma$ -активности техногенных радионуклидов за 2009 г. в атмосферных аэрозолях от преобладающего направления ветра в гг. Курске и Курчатове

В табл. 4.46 представлены объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние пять лет. Из табл. 4.46 видно, что среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в гг. Курске и Курчатове в 2009 г. были практически на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР, при этом содержание  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха г. Курска в 2009 г. незначительно снизилось, по сравнению с 2008 г., в г. Курчатове снизилось в 1,6 раза. Объемная активность  $^{239,240}\text{Pu}$  в приземном слое воздухе г. Курска в 2009 г. ( $1,7 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>) снизилась в 2 раза, по сравнению с предыдущим годом.

Данные ЛВРК АЭС [38] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2008–2009 гг. приведены в табл. 4.47. По данным ЛВРК КуАЭС, в 2009 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН, по сравнению с 2008 г., существенно не изменился. Однако, по сравнению предыдущим годом, в 2009 г. в СЗЗ было зарегистрировано увеличение объемной активности  $^{59}\text{Fe}$  и  $^{54}\text{Mn}$  в 1,3 раза,  $^{134}\text{Cs}$  – более чем в 3 раза, и уменьшение содержания  $^{58}\text{Co}$  и  $^{60}\text{Co}$  в 1,5 раза,  $^{95}\text{Nb}$  – в 1,2 раза. В ЗН содержание  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  уменьшилось в 1,4–2,2 раза; содержание  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  увеличилось в 1,2–2 раза. В контрольном пункте содержание  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{95}\text{Nb}$  увеличилось в 1,3–1,8 раза. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в контрольном пункте ( $13 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) осталась на уровне 2008 г. и в 2,3 раза превышала фоновую для Центра ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). С увеличением расстояния от АЭС содержание радионуклидов в воздухе уменьшается. В контрольном пункте Селекционный еще регистрируются  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{95}\text{Nb}$  и следы других «станционных» радионуклидов. Однако объемные активности техногенных

радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС и в контрольном пункте были на пять – шесть порядков ниже допустимых уровней, установленных НРБ-99/2009 (см. табл. 4.47).

Таблица 4.46

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в приземном слое атмосферы  
в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2005–2009 гг., Бк/м<sup>3</sup>  
(данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}^*</math>, 10<sup>-7</sup></b>							
Курск	2005	9	13	20	11	13	6,0
	2006	16,3	14	14	10	13,6	5,3
	2007	10	13	12	6	10	10,5
	2008	6	9	9	8	8	8,9
	<b>2009</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>7,7</b>	<b>10</b>	<b>5,6</b>
Курчатов	2005	9	16	23	11	15	6,0
	2006	15	15	19	12	15	5,3
	2007	11	19	14	10	13,5	10,5
	2008	9	31	31	13	18	8,9
	<b>2009</b>	<b>7</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>5,6</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math>, 10<sup>-7</sup></b>							
Курск	2005	0,29	1,5	0,92	0,31	0,76	0,56
	2006	0,34	0,86	0,86	0,23	0,57	0,45
	2007	0,32	0,96	0,78	0,33	0,60	1,2
	2008	0,34	0,92	0,70	1,60	0,90	1,26
	<b>2009</b>	<b>0,24</b>	<b>1,8</b>	<b>0,78</b>	<b>0,35</b>	<b>0,79</b>	<b>0,72</b>
Курчатов	2005	0,27	0,74	0,98	0,35	0,58	0,56
	2006	0,35	1,0	1,0	0,22	0,64	0,45
	2007	0,48	1,37	1,3	0,37	0,90	1,2
	2008	0,72	1,30	2,30	0,40	1,20	1,26
	<b>2009</b>	<b>0,13</b>	<b>1,30</b>	<b>1,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,77</b>	<b>0,72</b>
<b><math>^{239,240}\text{Pu}</math>, 10<sup>-9</sup></b>							
Курск	2005	0,95	3,3	2,3	1,1	1,9	-
	2006	1,8	1,8	3,9	0,5	2,0	-
	2007	0,6	2,4	2,0	1,0	1,5	-
	2008	1,0	2,0	5,6	5,0	3,4	-
	<b>2009</b>	<b>1,0</b>	<b>2,2</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	-

Примечание: \* – данные УГМС ЦЧО;  
- – нет данных.

Таблица 4.47

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном  
воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2008–2009 гг., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контрольный пункт)		ДОО <sub>НАС.</sub> по НРБ-99/2009, Бк/м <sup>3</sup>
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>54</sup> Mn	45	36	36	78	9	4	72
<sup>59</sup> Fe	30	23	38	55	< 3	< 3	30
<sup>58</sup> Co	9	13	8	14	< 3	< 2	68
<sup>60</sup> Co	38	55	42	119	9	7	11
<sup>65</sup> Zn	< 11	< 5	< 6	< 8	< 5	< 4	72
<sup>94</sup> Nb	< 1	< 2	< 2	< 3	< 1	< 1	11
<sup>95</sup> Nb	21	25	57	47	7	4	72
<sup>95</sup> Zr	9	< 4	46	25	< 4	< 4	23
<sup>134</sup> Cs	3	< 1	8	4	< 2	< 1	19
<sup>137</sup> Cs	14	15	23	18	13	15	27

Данные УГМС ЦЧО [39] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях Σβ выпадений в 100-км зоне КуАЭС в 2009 г. приведены в табл. 4.44. 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 году.). Из табл. 4.44

видно, что в 2009 г. среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КуАЭС, как и в 2008 г., составляли  $0,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ , что находится на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшие годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений были зарегистрированы в г. Курске ( $356 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ). Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне КуАЭС было зарегистрировано в октябре в г. Фатеж ( $3,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ ).

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО [39] по объединенным поквартально пробам г. Курчатова и объединенным квартальным пробам по трем пунктам – Курск, Льгов, Обоянь (зона 12), расположенным в зоне влияния КуАЭС (табл. 4.48).

Таблица 4.48

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2009 г.,  $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{квартал}$  (данные УГМС ЦЧО)**

Квартал	Курчатова			Зона 12
	$^{137}\text{Cs}$	$^{60}\text{Co}$	$^{54}\text{Mn}$	$^{137}\text{Cs}$
I	0,24	н	н	0,18
II	0,36	н	н	0,24
III	0,39	н	н	0,30
IV	0,30	0,72	н	0,21
Сумма, $\text{Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ : 2009 г.	<b>1,29</b>	<b>0,72</b>	<b>н</b>	<b>0,93</b>
2008 г.	1,26	0,99	1,08	0,99

*Примечание:* в зону 12 включены пп. Курск, Льгов, Обоянь, расположенные в разных направлениях от КуАЭС (см. рис. 4.10);  
н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.48 видно, что в г. Курчатове в квартальных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ . По сравнению с предыдущим годом, в г. Курчатове выпадения  $^{60}\text{Co}$  уменьшились в 1,3 раза, а выпадения  $^{137}\text{Cs}$  остались на уровне 2008 года. В зоне 12 в пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов регистрировался только  $^{137}\text{Cs}$ , выпадения которого остались на уровне предыдущего года. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Курчатове в 2009 г. в 3,1 раза превышали средние выпадения этого радионуклида на не загрязненных территориях Центра ЕТР ( $0,41 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ ), а в зоне 12 – в 2,3 раза.

По данным АЭС [38], в 2009 г. в радиоактивных выпадениях в СЗЗ и ЗН постоянно присутствовали  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , содержание которых осталось практически на уровне 2008 года. Среднегодовые выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения.

#### **Вода, донные отложения**

В 2009 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно проводила отбор проб воды открытых водоемов (водоем-охладитель, реки Сейм и Реут) при помощи ручных пробоотборников. Объем пробы составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО [39] также ежемесячно проводило отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (см. рис. 4.11). Объемная  $\Sigma\beta$  измерялась ежемесячно, радионуклидный состав определялся в объединенных за год по каждой точке пробах.

Объемные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приемников сточных вод в 2009 г., полученные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО, приведены в табл. 4.49. Из табл. 4.49 следует, что в воде водоема-охладителя, в реках Сейм и Реут (в сбросных водах и ниже сброса) регистрировались радионуклиды техногенного происхождения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ . Наиболее высокие значения объемной активности радионуклидов наблюдались в р. Реут в месте сброса ХФК и

ниже сброса ХФК, в р. Сейм в месте сброса ПЛК, а также в устье отводного канала. Однако эти значения были на три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99/2009 для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  (11 и 40 Бк/л соответственно [3]).

Таблица 4.49

**Объемные активности радионуклидов в воде протомстоков КуАЭС и открытых водоемов в 2009 г., мБк/л  
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$\Sigma\beta$	
	2009 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	Среднее за 5 лет	2009 г.	Среднее за 5 лет
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н* 26,1	26,1	н* 20,8	20,8	90*	66*
Подводящий канал водоема-охладителя	н* 21,1	21,1	н* < 9,3	< 23,7	130*	77*
<u>р. Сейм</u>						
Выше сброса ПЛК, д. Анахино (т. 9 рис. 4.11) – фон	н*		н*		80*	52*
Выше сброса ПЛК	< 9,9	< 25,8	< 9,4	22,0		
Сброс ПЛК	21,5	20,5	42,2	32,4		
Ниже сброса ПЛК	< 10,0	30,0	< 9,2	37,0		
100 м ниже сброса ПЛК (т. 4 рис. 4.11)	н*		н*		100*	60*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны (т. 8 рис. 4.11)	н*		н*		90*	58*
<u>р. Реут</u>						
1 км выше сброса (т. 2 рис. 4.11) – фон	н*		н*		120*	80*
Выше сброса ХФК	17,0	17,0	< 9,3	< 26,8		
Сброс ХФК	40,7	53,2	33,9	49,9		
Ниже сброса ХФК	60,4	60,4	< 9,1	26,8		
0,5 км ниже сброса (т. 3 рис. 4.11)	н*		н*		210*	108*

Примечание: \* – данные УГМС ЦЧО;

н – ниже предела обнаружения (50 мБк/л).

По данным ЛВРК КуАЭС, значения объемной активности трития в открытых водоемах в 2009 г. сравнимы с данными предыдущего года и изменялись в пределах от 8,4 до 13,4 Бк/л, что в 3,5–5,5 раза выше фонового значения для рек России (2,4 Бк/л), но примерно на три порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009 для трития (7600 Бк/л). Максимальное значение объемной активности трития наблюдалось, как и в 2008 г., в месте сброса ПЛК в р. Сейм [38].

По данным УГМС ЦЧО, в 2009 г. (табл. 4.49) 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. Объемная  $\Sigma\beta$  во всех точках отбора была на порядок ниже контрольного уровня (1 Бк/л) по НРБ-99/2009 для питьевой воды.

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников. Для питьевых целей в г. Курчатове используется смешанная вода, отобранная из Тарасовского и Дичнянского водозаборов. Результаты анализов проб питьевой воды [38] показали, что в 2009 г. объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  не превышали 10 мБк/л и были в среднем на три порядка ниже уровней вмешательства по НРБ-99/2009 [3]. Объемная  $\Sigma\gamma$  воды из этих водозаборов сравнима с объемной  $\Sigma\gamma$ , усредненной за последние пять лет.

Контроль за содержанием радиоактивных веществ в донных отложениях проводился ЛВРК КуАЭС в сбросном и заборном каналах водоема-охладителя и в пяти точках водоема-охладителя, расположенных от места сброса теплых вод до подводящего канала, а также в реках Реут и Сейм. Результаты анализа проб донных отложений [38] представлены в табл. 4.50. Как видно из табл. 4.50, в 2009 г. в пробах донных отложений удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  изменялась в диапазоне от 0,4 до 21,7 Бк/кг в.с. Максимальное загрязнение донных отложений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , как и в предыдущие



годы, наблюдалось в р. Реут (100 м ниже сброса ХФК) и составляло, соответственно, 21,7 и 5,2 Бк/кг в.-с. Зарегистрированные ЛВРК уровни содержания радионуклидов в донных отложениях были в 460 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 30.11.2006 г. ( $10^4$  Бк/кг – для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ ). Удельная  $\Sigma\gamma$  радионуклидов в донных отложениях в 2009 г. сопоставима с удельной  $\Sigma\gamma$ , усредненной за последние пять лет [38].

Таблица 4.50

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС, Бк/кг в.-с.  
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Отводящий канал водоема-охладителя	0,4	0,3	< 0,1	< 0,2
Подводящий канал водоема-охладителя	2,8	2,7	< 0,2	0,6
Водоем-охладитель, 200 м ниже струераспределительной дамбы	1,6	0,7	< 0,1	< 0,2
Водоем-охладитель, район БНС-3	0,7	1,3	< 0,1	< 0,1
Водоем-охладитель, восточная часть	0,5	< 0,2	< 0,1	< 0,2
Водоем-охладитель, район СЭС	2,2	23,6	< 0,1	0,9
Водоем-охладитель, район ЛВРК	1,1	2,6	< 0,1	< 0,2
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	1,9	23,2	< 0,2	< 0,2
р. Сейм, сброс ПЛК	7,1	< 0,2	0,7	< 0,2
р. Сейм (ниже сброса), х. Александровский	6,0	7,3	< 0,3	< 0,4
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	16,4	24,8	< 0,4	< 0,4
р. Реут, сброс ХФК	12,5	1,8	0,8	< 0,4
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	21,7	34,0	5,2	13,8

Для контроля за содержанием радионуклидов в грунтовых водах ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных скважин [38], расположенных вокруг хранилищ ХЖО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов первой и второй очереди. В 2009 г. измерение объемной  $\Sigma\beta$  воды проводилось с помощью малофоновой установки УМФ-2000 (диапазон измерений  $\Sigma\beta$  – от 0,1 до  $3 \cdot 10^3$  Бк с погрешностью не более 15 %). В 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  воды в контрольных скважинах определялась в основном природным радионуклидом  $^{40}\text{K}$  и не превышала контрольного уровня по НРБ-99/2009 (1 Бк/л).

#### **Снег, почва, растительность**

По данным УГМС ЦЧО [39], наибольшая среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в талой воде (44 мБк/л) и наибольшая плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  ( $0,73$  Бк/м<sup>2</sup>) наблюдалась в т. 2, расположенной на расстоянии 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка (см. рис. 4.11 и табл. 4.51). Значения объемной  $\Sigma\beta$  талой воды и плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  в среднем по точкам наблюдения остались на уровне значений фоновой пробы и предыдущего года или незначительно их превышали.

#### **Почва и растительность**

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС [38] из поверхностного слоя земли в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных аэрозолей и выпадений. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является  $^{137}\text{Cs}$ . В 2009 г. средние значения поверхностной плотности  $^{137}\text{Cs}$  в почве в СЗЗ и ЗН составляли 1,3 и 2,7 кБк/м<sup>2</sup> соответственно, в контрольном пункте (г. Льгов) – 2,2 кБк/м<sup>2</sup> при средних значениях за последние пять лет 3,5 кБк/м<sup>2</sup> (для СЗЗ), 2,8 кБк/м<sup>2</sup> (для ЗН) и 2,7 кБк/м<sup>2</sup> (для контрольного пункта). Поверхностная плотность загрязнения почвы  $^{60}\text{Co}$  была меньше минимально детектируемой активности (30 Бк/м<sup>2</sup>) в СЗЗ и контрольном пункте и составила 63 Бк/м<sup>2</sup> в ЗН.

**Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС**  
(данные УГМС ЦЧО)

Точка отбора пробы (рис. 4.11)	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,69	0,55	41	32
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,73	0,28	44	19
т. 4 – 1,5 км на запад от д. Иванино	0,50	0,90	30	54
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	0,19	0,47	12	30
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,28	0,90	17	54
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	0,25	0,37	15	22
т. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	0,39	0,35	24	24
т. 12 – метеостанция г. Курчатов	0,18	0,95	11	69
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	0,42	0,54	25	38

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2009 г. контролировалось УГМС ЦЧО [39] при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС с мая по август в восьми точках, совпадающих с точками отбора проб снега (рис. 4.11), и на аэрологической станции в г. Курске (фоновая точка). В пробах растительности определялась удельная активность <sup>137</sup>Cs и природных радионуклидов <sup>40</sup>K и <sup>7</sup>Be, а также  $\Sigma\beta$ . В табл. 4.52 представлены усредненные по четырем измерениям (май – август) значения по каждой точке отдельно.

Таблица 4.52

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2009 г.**  
(данные УГМС ЦЧО)

Точка отбора пробы (рис. 4.11)	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>				Удельная активность, Бк/кг в.-с.			
	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be
т. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	429	1,4	492	191	341	1,0	382	133
т. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	515	2,8	620	194	392	2,1	467	142
т. 4 – 1,5 км на запад от д. Иванино	662	3,0	747	170	575	2,8	611	133
т. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	780	1,2	817	185	624	1,0	655	122
т. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	504	2,9	898	160	377	1,8	673	113
т. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	1078	0,8	884	147	924	0,6	671	96
т. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	619	3,7	619	136	483	2,6	435	92
т. 12 – метеостанция г. Курчатов	860	2,6	754	159	720	2,0	566	109
т. 13 – метеостанция г. Курск (фон)	545	1,0	561	120	713	1,0	561	111
Среднее	666	2,2	710	162	572	1,7	558	117

Из табл. 4.52 видно, что среднее содержание <sup>137</sup>Cs в растительности в 20-км зоне АЭС в 2009 г. составило 1,7 Бк/кг в.-с., что совпадает с данными 2008 года [8]. Максимальная удельная активность <sup>137</sup>Cs в месячной пробе растительного покрова наблюдалась в т. 4 (рис. 4.11) – 4,7 Бк/кг в.-с. [39], наибольшая, осредненная по четырем месяцам, удельная активность <sup>137</sup>Cs (2,8 Бк/кг в.-с.) также наблюдалась в т. 4. Наибольшая, осредненная по четырем измерениям, удельная  $\Sigma\beta$  в растительности наблюдалась в т. 8 – 924 Бк/кг в.-с., максимальное месячное значение удельной  $\Sigma\beta$  также наблюдалось в т. 8 – 2539 Бк/кг в.-с. Согласно табл. 4.52, среднее значение удельной  $\Sigma\beta$  в растительности в 20-км зоне АЭС в 2009 г. составляло 572 Бк/кг в.-с., что находится на уровне 2008 г. [8]. В целом в 2009 г. среднегодовые значения активностей техногенных и природных радионуклидов незначительно отличались от средних значений предыдущего года, однако в некоторых точках превышали фоновые значения в 1,3–2,2 раза.

В 2009 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на содержание радионуклидов были отобраны продукты питания местного производства [38]. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в пищевых продуктах в 2009 г.

была намного ниже нормативов по СанПиН-01 [14]: в молоке и мясе –  $< 0,2$  Бк/кг сырой массы, в зерновых культурах (пшеница, ячмень, рожь) –  $\leq 0,2$  Бк/кг сырой массы, в овсе –  $< 0,3$  Бк/кг сырой массы, в гречихе –  $1,1$  Бк/кг сырой массы, в грибах –  $2,1$  Бк/кг сырой массы, в рыбе –  $< 0,2$  Бк/кг сырой массы. Содержание  $^{131}\text{I}$  в молоке было менее  $0,1$  Бк/кг сырой массы. Полученные значения удельной активности радионуклидов сопоставимы с уровнями активностей продуктов питания в 2008 году.

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

По данным [39] ежемесячных измерений МЭД, проводимых УГМС ЦЧО во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС, в 2009 г. МЭД изменялась в пределах от 8 до 21 мкР/ч при среднем значении за год 13 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне, по данным 12 пунктов стационарной сети, находились на уровне предыдущих лет и изменялись от 10 мкР/ч (с. Новоямское) до 19 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Максимальные суточные значения МЭД не превышали 24 мкР/ч. Повышенные значения МЭД в Дмитровске-Орловском связаны с остаточным радиоактивным загрязнением его территории после аварии на ЧАЭС в 1986 году.

По данным АСКРО КуАЭС [38], в 2009 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ и ЗН составила 10 мкР/ч. По измерениям, проводимым во время регламентных маршрутных обследований, среднегодовое значение МЭД в СЗЗ и ЗН составило 12 мкР/ч, что практически не отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 году (11 мкР/ч) [38]. Максимальные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч.

Поглощенная за год доза в ЗН КуАЭС [38] изменялась от  $69 \cdot 10^{-5}$  до  $89 \cdot 10^{-5}$  Гр, что находится на уровне значения в контрольном п. Селекционный, расположенном в 30 км от АЭС ( $84 \cdot 10^{-5}$  Гр).

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС [38] следует, что в 2009 г. эффективная доза облучения радионуклидами газоаэрозольного выброса не превышала регламентированную величину эффективного дозового предела от выбросов. Максимальный уровень радиационного воздействия на критическую группу населения г. Курчатова (дети в возрасте 1–2 года), обусловленный газоаэрозольными выбросами, составил  $0,32$  мкЗв/год, то есть 3,2 % от минимально значимой дозы ( $10$  мкЗв/год).

Таким образом, проведенный радиационный мониторинг показал, что радиационная обстановка в 100-км зоне КуАЭС в последние годы остается стабильной. Влияние КуАЭС в 2009 г. выражалось в основном в присутствии в приземной атмосфере СЗЗ, ЗН и за пределами ЗН (г. Курск) продуктов деления и нейтронной активации, в основном  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , а также повышенным в 3–4 раза, по сравнению с фоновым уровнем, содержанием трития в реках Сейм и Реут. Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе были в  $10^5$ – $10^6$  раз меньше допустимых уровней, а трития в воде – в  $10^3$  меньше уровня вмешательства и не представляли опасности для здоровья населения.

#### 4.8. Ленинградская АЭС

В 2009 г. на Ленинградской АЭС (ЛАЭС) эксплуатировалось 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 [40].

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 4.13). Первая очередь АЭС расположена примерно в 5 км в юго-западном направлении от г. Сосновый Бор, вторая очередь – в 2 км в западном направлении.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 4,54 км<sup>2</sup>. СЗЗ ЛАЭС ограничена радиусом 1,5 км, ЗН – площадью радиусом 17 км. В ЗН проживает 70 тыс. человек. Наиболее крупные населенные пункты – г. Сосновый Бор, градообразующим предприятием которого является ЛАЭС, и п. Лебяжье.

Подробное описание геофизических и климатических характеристик района размещения ЛАЭС приведено в [6].

Среднегодовая скорость ветра в районе размещения ЛАЭС [40] в 2009 г. составила 2,4 м/с. Количество штилевых дней в году – 5. Наибольшие скорости ветра наблюдались в осенне-зимний период. Максимальная скорость ветра – 11,8 м/с, при порывах – 15 м/с.

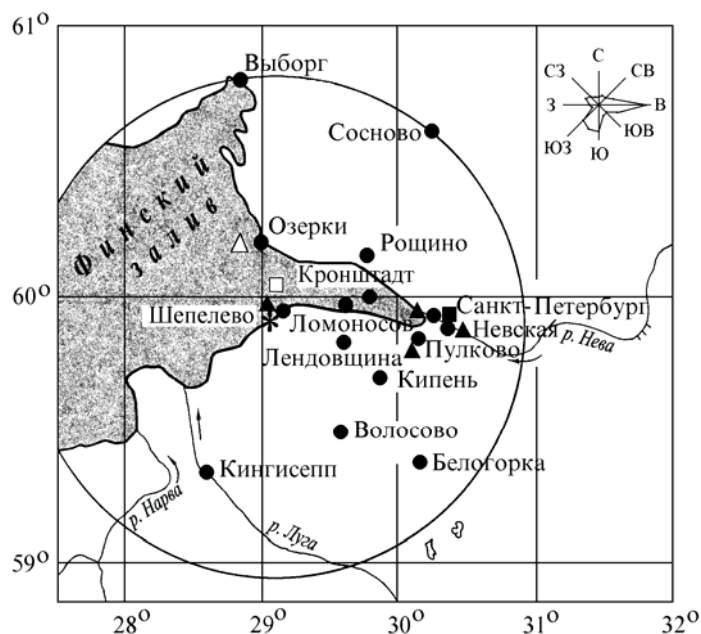


Рис. 4.13. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), заполненное на 88 % [40]. На 2010 г. намечен ввод в эксплуатацию пристройки к ХОЯТ, в которой разместится отделение разделки отработавших тепловыделяющих сборок для их

последующего «сухого хранения» в железобетонных контейнерах на промплощадке. Основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки расположены на территории площадки комплекса переработки отходов [40]. В целях сокращения объемов ТРО и повышения безопасности при их длительном хранении на территории площадки комплекса переработки отходов завершается строительство спецкорпуса по переработке ТРО, который планируется ввести в эксплуатацию в 2010 году.

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 2009 г. и, для сравнения, в 2008 г. приведены в табл. 4.53 [4, 40]. Из приведенных в табл. 4.53 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2009 г. не превышали допустимых и составляли 0,9–7 % от установленных нормативов. В 2009 г. выбросы  $^{60}\text{Co}$  уменьшились, по сравнению с 2008 г., примерно в 1,9 раза, выбросы  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и суммы ИРГ увеличились, соответственно, в 4,8, 6,2, 1,7 и 2,1 раза. Причинами увеличения выбросов радиоактивных газов и аэрозолей ЛАЭС в атмосферу в 2009 г. явились [40]:

- повышенный, по сравнению с проектными значениями, расход газовой смеси, поступающей на газоочистку от конденсаторов низкого давления турбогенераторов блоков № 1 и № 2;
- недостаточная эффективность работы установок очистки газообразных выбросов первой очереди ЛАЭС (отсутствие холодного режима работы);
- неплановый останов энергоблока № 4 и несвоевременная выгрузка тепловыделяющих сборок (ТВС), а также пуск энергоблока № 4 в январе 2009 года;
- большие объемы ремонтных работ со вскрытием оборудования в ходе капитального планового ремонта и среднего планового ремонта энергоблоков ЛАЭС.

Таблица 4.53

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$2,5 \cdot 10^9$	$8,38 \cdot 10^7$	$1,62 \cdot 10^8$	$- 7,82 \cdot 10^7$
$^{131}\text{I}$	$9,3 \cdot 10^{10}$	$8,19 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^8$	$+ 6,49 \cdot 10^8$
$^{134}\text{Cs}$	$1,4 \cdot 10^9$	$3,50 \cdot 10^7$	$5,67 \cdot 10^6$	$+ 2,93 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$4,0 \cdot 10^9$	$1,32 \cdot 10^8$	$7,85 \cdot 10^7$	$+ 5,35 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$2,52 \cdot 10^{14}$	$1,23 \cdot 10^{14}$	$+ 1,29 \cdot 10^{14}$

Подробное описание источников водопользования ЛАЭС приведено в [6]. Сбросы очищенных дебалансных вод на ЛАЭС, которые представляют собой избыточный спецдоочищенный конденсат, образующийся при очистке трапных вод, производятся в Копорскую губу Финского залива. Поступление радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в Копорскую губу Финского залива в 2009 г. составило, соответственно,  $3,21 \cdot 10^6$  и  $3,06 \cdot 10^6$  Бк, что на три порядка меньше величины допустимых сбросов, установленных для ЛАЭС [40]. Объем сброса составил  $6,7 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС (см. рис. 4.13), а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС.

В 2009 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль [40]:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до 600 м<sup>3</sup>/ч на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. Время экспозиции фильтров – 10 дней;
- радиоактивности атмосферных выпадений с использованием металлических кювет площадью 0,3 м<sup>2</sup>, время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- содержание 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  $\gamma$ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности.

Для  $\gamma$ -спектрометрического анализа отобранных проб использовались:

- двухканальный  $\gamma$ -спектрометр фирмы «ORTEC» с двумя полупроводниковыми детекторами из сверхчистого германия;
- $\gamma$ -спектрометрическая система ISOCS/LabSOCS фирмы «Canberra» (детектор GC4019, анализатор DSA-1000).
- три  $\gamma$ -спектрометра фирмы «Canberra» с детекторами GC2018 (два), GC3018 из сверхчистого германия, анализаторы DSA-1000;
- двухканальный  $\gamma$ -спектрометр с германиевыми детекторами ДГДК-50Б и ДГДК-801-3А;
- двухканальный  $\gamma$ -спектрометр с германиевыми детекторами ДГДК-3-63А и ДГДК-50Б-3.

Для измерения  $\Sigma\beta$  в пробах использовался радиометр УМФ-2000.

Для контроля мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -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); дозиметры ДРГ-01Т1, ДБГ-06Т и ДКГ-01Д; дозиметр-радиометр ДКС-96; радиометр-дозиметр МКС-АТ1117М, радиометр-спектрометр МКС-А02-1М.

Северо-Западное УГМС [32] в 2009 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 суточной экспозицией;
- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в четырех пунктах;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 15 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 ГУ «НПО «Тайфун».

### Приземный слой атмосферы

Данные Северо-Западного УГМС [32] об объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне ЛАЭС (г. Санкт-Петербург) приведены в табл. 4.54. В соответствии с этими данными среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в Санкт-Петербурге изменялась от  $7 \cdot 10^{-5}$  до  $17,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $11,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, которое не превышало регионального уровня для Севера ЕТР ( $13,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 4.54

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемная  $\Sigma\beta$  (q,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне ЛАЭС в 2009 г. (данные Северо-Западного УГМС)**

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Невская	Пулково	Шепелево	Север ЕТР	
		Р	q	Р	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,4	-	0,4	0,5	0,4	0,8	14,1
	м	1,0	-	1,3	1,6	0,9		
Февраль	с	0,3	8,8	0,5	0,6	0,5	0,8	22,9
	м	1,0	22,0	1,1	1,4	1,2		
Март	с	0,5	11,5	0,4	0,5	0,5	0,9	20,5
	м	1,5	28,3	1,3	1,3	1,2		
Апрель	с	0,4	17,1	0,7	0,6	0,4	0,8	10,8
	м	1,3	38,8	1,5	1,4	1,2		
Май	с	0,5	15,6	0,5	0,5	0,3	0,6	15,2
	м	1,2	34,1	1,9	1,3	1,1		
Июнь	с	0,3	12,1	0,4	0,5	0,6	0,5	16,5
	м	1,3	25,5	1,5	1,4	1,1		
Июль	с	0,5	13,4	0,4	0,4	0,4	0,4	12,7
	м	1,4	26,1	1,3	1,1	1,1		
Август	с	0,5	14,6	0,4	0,4	0,5	0,5	11,0
	м	1,4	39,0	1,2	1,0	1,5		
Сентябрь	с	0,6	10,8	0,6	0,5	0,7	0,6	11,0
	м	1,3	38,4	1,3	1,2	1,3		
Октябрь	с	0,4	7,0	0,5	0,5	0,5	0,7	7,8
	м	1,1	22,0	1,1	1,3	1,4		
Ноябрь	с	0,4	8,6	0,5	0,4	0,4	0,9	10,5
	м	1,2	33,9	1,1	1,1	1,0		
Декабрь	с	0,7	11,4	0,7	0,6	0,5	0,9	13,9
	м	1,7	31,9	1,7	1,3	1,3		
Среднее: Бк/ м <sup>2</sup> ·сутки 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		0,5	11,9	0,5	0,5	0,5	0,7	13,9
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		183		183	183	183	256	

Примечание: -- отбор проб не проводился.

Содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург представлено в табл. 4.55. Из табл. 4.55 видно, что объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Санкт-Петербург (80 км от ЛАЭС) изменялась от  $0,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в июне) до  $10 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в декабре) при среднегодовом значении  $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза выше уровня регионального фона ( $2,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в воздухе Санкт-Петербурга в 2009 г. ( $1,12 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 1,2 раза превышала региональный уровень для Севера ЕТР ( $0,89 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), колеблясь в квартальных пробах в диапазоне  $(0,54-1,30) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднемесячная объемная активность естественного <sup>7</sup>Be в приземном слое атмосферы изменялась в течение года от  $163 \cdot 10^{-5}$  до  $495 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $309 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальные из зарегистрированных объемных активностей данных радионуклидов в воздухе были на шесть – семь порядков ниже допустимых величин по НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.55

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в г. Санкт-Петербург в 2009 г., Бк/м<sup>3</sup> (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	<sup>137</sup> Cs, 10 <sup>-7</sup>	<sup>90</sup> Sr, 10 <sup>-7</sup>	<sup>7</sup> Be, 10 <sup>-5</sup>
Январь	-	-	-
Февраль	1,4	} 1,20*	181
Март	4,0		286
Апрель	4,8		445
Май	4,3	} 1,30	480
Июнь	0,2		423
Июль	0,8	} 1,44	275
Август	3,6		495
Сентябрь	2,2		293
Октябрь	2,4	} 0,54	163
Ноябрь	3,9		183
Декабрь	10,0		171
Среднее	3,4	1,12	309

Примечание: - – отбор проб не проводился;

\* – объединенная проба за два месяца (февраль – март).

Данные ЛВД ЛАЭС [40] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2008–2009 гг. приведены в табл. 4.56.

Таблица 4.56

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в районе расположения ЛАЭС, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВД ЛАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОА <sub>НАС.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>137</sup> Cs	75	52	69	42	27
<sup>134</sup> Cs	20	17	35	19	19
<sup>60</sup> Co	65	41	71	60	11
<sup>54</sup> Mn	54	33	64	48	72
<sup>51</sup> Cr	< 470	86	< 650	140	2500
<sup>131</sup> I	< 380	-	< 600	-	7,3

Примечание: -- данные не поступали.

Из табл. 4.56 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 2009 г. объемные активности всех радионуклидов в СЗЗ были либо на уровне значений в ЗН, либо ниже, чем в ЗН. По сравнению с 2008 г., объемные активности всех наблюдаемых в СЗЗ и ЗН радионуклидов увеличились, что связано с увеличением в 2009 г. выбросов практически всех контролируемых радионуклидов (см. табл. 4.53). В СЗЗ объемные активности <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>60</sup>Co и <sup>54</sup>Mn увеличились, соответственно, в 1,4, 1,2, 1,6 и 1,6 раза, в ЗН – соответственно, в 1,6, 1,8, 1,2 и 1,3 раза. Основная доля активности в воздухе СЗЗ и ЗН обусловлена <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co, <sup>54</sup>Mn и <sup>51</sup>Cr.

Как и в 2008 г., среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН ЛАЭС в 2009 г. была выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs в воздухе для Севера ЕТР (2,3·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>) примерно в 30 раз, но на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99/2009 [3]. Среднегодовая объемная активность остальных зарегистрированных радионуклидов была на пять – восемь порядков ниже ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99/2009.



Из данных [32, 40] следует, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. На расстоянии 80 км от АЭС объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 20 раз ниже, чем в СЗЗ и ЗН ЛАЭС.

Данные Северо-Западного УГМС [32] о среднемесячных и максимальных суточных значениях  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2009 г. приведены в табл. 4.54. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне ЛАЭС наблюдалось в мае в п. Невская-Устьева (1,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений были одинаковыми во всех пунктах наблюдения (0,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ, ЗН ЛАЭС и контрольном пункте, по данным ЛАЭС [40], свидетельствует о том, что в 2009 г., как и в предшествующем году, выпадения основных техногенных радионуклидов не превышали МДА (МДА для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  составляет 2,1 Бк/м<sup>2</sup>·месяц, для  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{51}\text{Cr}$  и  $^{54}\text{Mn}$  – 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·месяц).

По данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», региональные годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории Северо-Западного УГМС составляли 0,44 Бк/м<sup>2</sup>·год.

#### Вода и другие объекты окружающей среды

Контроль источников питьевой воды проводился ЛВД ЛАЭС периодически в реках Систе и Коваши – основном и резервном источниках хозяйственно-питьевого водоснабжения и в оз. Бабинское – контрольном водоеме. Результаты контроля за 2009 г. [40], приведенные в табл. 4.57, показывают, что среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^3\text{H}$  на три порядка ниже уровня вмешательства (УВ) для питьевой воды по НРБ-99/2009 [3] и, как правило, не превышают МДА для используемых средств измерения.

Таблица 4.57

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в питьевой воде и воде контрольного водоема, Бк/л (данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^3\text{H}$		Суммарная активность		
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	Среднее за 5 лет
р. Система	< 0,09	0,03	< 0,08	< 0,02	< 5,2	< 170	-	0,03	0,05
р. Коваши	< 0,09	0,03	< 0,08	< 0,02	< 5,2	< 170	-	0,03	0,03
оз. Бабинское – контрольный водоем	< 0,09	0,03	< 0,08	< 0,02	< 5,2	< 170	-	0,03	0,03
УВ по НРБ 99/2009	11		40		7600		-		

Примечание: - - данные не поступали.

В 2009 г. контроль донных отложений на ЛАЭС [40] проводился, как и в 2008 г., на удалении 1 км от устья сбросного канала первой очереди в связи с отсутствием донных отложений в самих устьях. Активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. (табл. 4.58) в донных отложениях на расстоянии 1 км от сбросного канала первой очереди составляла 16,8 Бк/кг сырой массы и была выше, чем в контрольном водоеме (Финском заливе) – 10,1 Бк/кг сырой массы. Активность  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях исследуемых водоемов в 2009 г. не превышала МДА для используемых средств и условий измерения (табл. 4.58).

Таблица 4.58

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях, Бк/кг сырой массы\***  
(данные ЛВД ЛАЭС)

Место отбора пробы	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		Суммарная активность	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Сбросной канал первой очереди**	16,8	20,9	< 2,9	< 2,7	16,8	20,9
Финский залив – контрольный водоем	10,1	8,3	< 2,9	< 2,7	10,1	8,3

*Примечание:* \* – 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) – 96 скважин) в 2009 г. проводился на ЛАЭС ежеквартально с помощью ручного пробоотборника [40]. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения контрольного уровня по  $\Sigma\beta$  в соответствии с НРБ-99/2009. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в воде скважин не увеличилась, по сравнению с предыдущим годом, оставаясь на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение объемной  $\Sigma\beta$  в воде НС промплощадки в 2009 г. составило 0,97 Бк/л, а на территории КПО – 0,77 Бк/л.

По данным  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС [40], основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является <sup>137</sup>Cs. В СЗЗ и ЗН содержание <sup>137</sup>Cs в 2009 г. (1,85 и 1,73 кБк/м<sup>2</sup> соответственно), как и в последние годы, находилось на уровне загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в контрольном пункте (1,74 кБк/м<sup>2</sup>) и на уровне глобального фона. Содержание <sup>60</sup>Co в пробах почвы было ниже МДА, равного 100 Бк/м<sup>2</sup>.

Удельная активность продуктов питания местного производства, по данным ЛВД ЛАЭС [40], приведена в табл. 4.59. Из табл. 4.59 видно, что содержание <sup>137</sup>Cs в овощах осталось на уровне предыдущего года, а в остальных продуктах увеличилось в 1,2–3,7 раза, по сравнению с предыдущим годом, но было значительно ниже нормативов, установленных СанПиН-01 [14].

Таблица 4.59

**Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы**  
(данные ЛВД ЛАЭС)

Продукт	<sup>137</sup> Cs		Допустимый уровень по СанПиН-01 [14]
	2009 г.	2008 г.	
Овощи	5,7	6,0	120
Корнеплоды	4,4	3,8	120
Ягоды дикорастущие	14,1	6,2	160
Грибы	35	9,5	500
Рыба	10,6	5,7	130

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2009 г. [32], среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 9 до 16 мкР/ч, максимальные измеренные значения МЭД достигали 19 мкР/ч (в Озерках), что соответствует природным флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС [40], среднегодовые значения МЭД в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) в 2009 г. составляли 10 мкР/ч; максимальные измеренные значения МЭД не превышали 16, 23 и 15 мкР/ч соответственно. Во время проведения регламентных

маршрутных обследований [40] среднегодовые значения МЭД на местности в 2009 г. составили: в СЗЗ – 13 мкР/ч, в ЗН – 12 мкР/ч, в контрольном пункте Бегуницы – 11 мкР/ч. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН не превышали 21 и 17 мкР/ч соответственно. Годовая эффективная доза населения, обусловленная выбросами радионуклидов ЛАЭС, в 2009 г. не превышала 10 мкЗв [40].

Полученные данные позволяют сделать вывод, что ЛАЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдения АЭС. Это влияние выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе и присутствием в приземной атмосфере зоны наблюдения АЭС продуктов нейтронной активации ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{51}\text{Cr}$ ), отсутствующих в составе глобального фона. Однако объемные активности этих радионуклидов на семь – восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание техногенных радионуклидов в других объектах окружающей среды практически не превышало фоновых уровней.

#### 4.9. 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 2009 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.

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области.

В районе НВАЭС климат умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Наиболее холодными месяцами в 2009 г. были декабрь и январь со среднемесячными температурами  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , наиболее жарким – июль – со средней температурой  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$  [41]. Согласно метеорологическим данным метеостанции, расположенной в г. Нововоронеж, в 2009 г. преобладающим направлением ветра было северо-западное (см. рис. 4.14). Среднегодовая скорость ветра составляла 2,4 м/с.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [41] имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы блоков № 3 и № 4 и 2 км – от венттрубы блока № 5. Зона наблюдения имеет радиус 20 км от НВАЭС. Площадь СЗЗ –  $\sim 17,8\text{ км}^2$ , площадь ЗН –  $2\,809,7\text{ км}^2$ . В зоне наблюдения проживают более 100 тыс. человек. Напротив промплощадки НВАЭС на правом берегу р. Дон находятся два населенных пункта (с. Архангельское и д. Пашенково), на окраине которых несколько жилых домов расположены на внешней границе СЗЗ. К северу от промплощадки на расстоянии 3–7 км расположен г. Нововоронеж (35,6 тыс. жителей), градообразующим предприятием которого является НВАЭС. В 45 км к северу и в 50 км к юго-востоку от АЭС находятся два крупных населенных пункта – г. Воронеж (число жителей около 887 тыс. человек) и г. Лиски (54 тыс. жителей).

Обращение с жидкими и твердыми радиоактивными отходами на НВАЭС подробно описано в [1].

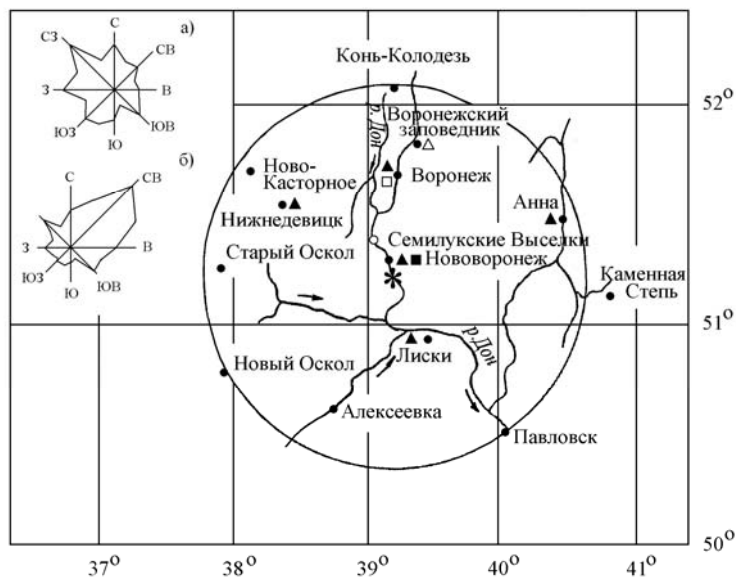


Рис. 4.14. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ □ – планируемые наблюдения;
- а – годовая роза ветров;
- б – роза ветров в период повышенных выбросов ИРГ

Источниками выбросов на АЭС являются венттрубы энергоблоков (три трубы высотой 120 м каждая), вентсистема горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов. Данные [4, 41] о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2009 г. и для сравнения в 2008 г. приведены в табл. 4.60.

Таблица 4.60

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^9$	$4,12 \cdot 10^8$	$+ 8,88 \cdot 10^8$
$^{131}\text{I}$	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,96 \cdot 10^9$	$2,54 \cdot 10^9$	$- 5,8 \cdot 10^8$
$^{134}\text{Cs}$	$9,00 \cdot 10^8$	$2,80 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$	$+ 1,71 \cdot 10^8$
$^{137}\text{Cs}$	$2,00 \cdot 10^9$	$1,78 \cdot 10^8$	$1,55 \cdot 10^8$	$+ 2,3 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$9,50 \cdot 10^{13}$	$1,10 \cdot 10^{14}$	$- 1,510^{13}$

Из приведенных в табл. 4.60 данных видно, что в 2009 г. на НВАЭС годовые выбросы  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  увеличились, по сравнению с 2008 г., в 2,5 и 3,2 раза соответственно, выбросы  $^{131}\text{I}$  снизились в 1,3 раза, выбросы ИРГ и  $^{137}\text{Cs}$  остались практически на уровне предыдущего года. В целом годовые выбросы контролируемых радионуклидов были ниже допустимых и по отдельным радионуклидам не превышали 31 % от разрешенной величины. По данным [41], в 2009 г. наблюдались случаи превышения суточных контрольных уровней выбросов ИРГ (9 случаев; максимальное превышение контрольного уровня в 4,2 раза наблюдалось 21 сентября) и  $^{131}\text{I}$  (8 случаев; максимальное превышение контрольного уровня в 3,9 раза наблюдалось 19 января). Случаев превышения месячных контрольных уровней радионуклидов в 2009 г. не наблюдалось. Повышенные выбросы ИРГ во время проведения планово-производственных работ в январе и сентябре производились преимущественно в периоды восточного и северо-восточного направлений ветров (см. рис. 4.14) [41].

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 [1], расположен в пойме р. Дон выше береговой насосной станции. Пруд используется не только для нужд НВАЭС, но и населением г. Нововоронежа для рыбохозяйственных, рекреационных и других целей.

Сбросы НВАЭС:

- хозяйственные воды промзоны сбрасываются на поля фильтрации (семь карт общей площадью 110 000 м<sup>2</sup>);
- 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 [42].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производит. Однако в марте 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО (~ 480 м<sup>3</sup> [43]) из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый непитьевой водоносный горизонт. До 90 % загрязнения пришлось на <sup>60</sup>Со, остальное – на <sup>137</sup>Сs и другие техногенные радионуклиды. За пределы ХЖО-2 поступило: <sup>60</sup>Со – 76 ТБк и <sup>137</sup>Сs – 15 ТБк [43]. Радионуклиды <sup>134</sup>Сs и <sup>137</sup>Сs были задержаны песком в первых полутора метрах от ХЖО-2. <sup>60</sup>Со 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 <sup>134</sup>Сs и <sup>137</sup>Сs около 1,1 ТБк был захоронен в могильники, расположенные между ХЖО-1 и ХЖО-2. В октябре 1985 г. отношение активностей <sup>134</sup>Сs/<sup>137</sup>Сs в грунте составляло ~ 0,071 [43]. Для локализации загрязненных вод с 1986 г. до февраля 1991 г. проводилась откачка грунтовых вод из трех скважин (№№ 34, 61, 102, рис. 4.15). Всего было откачено 40000 м<sup>3</sup> подземных вод, с которыми извлечено 8,9 ТБк <sup>60</sup>Со. 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 <sup>60</sup>Со в воде в десять раз каждые 50 м [43]. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.15): 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 [44]. Начало поступления <sup>60</sup>Со в р. Дон, по оценке различных специалистов, относится к 1990–1994 гг. [43]. По состоянию на 01.01.2010 г. площади фактически загрязненных участков составили 0,161 км<sup>2</sup>, основная часть которых находится в СЗЗ станции – 0,152 км<sup>2</sup> [4]. Подробные данные о загрязнении территории НВАЭС приведены в Приложении 2.

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС с учетом разгрузки подземных вод представлены в табл. 4.61 [4, 41]. Из табл. 4.61 видно, что фактические

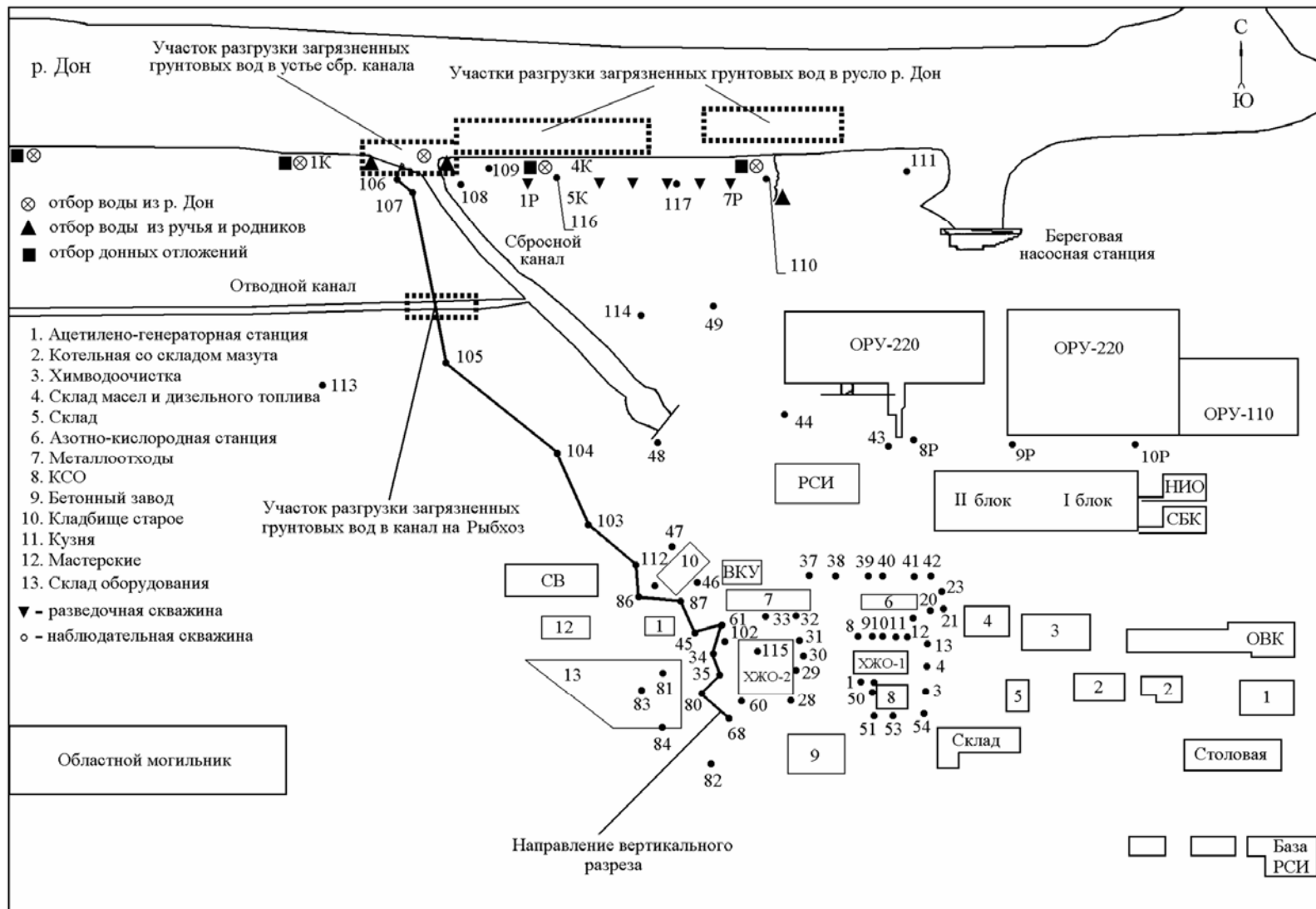


Рис. 4.15. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС

Годовые сбросы радионуклидов на НВАЭС, Бк

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
р. Дон	<sup>137</sup> Cs	7,6·10 <sup>9</sup>	2,8·10 <sup>9</sup>	2,9·10 <sup>8</sup>	+ 2,51·10 <sup>9</sup>
	<sup>60</sup> Co	1,1·10 <sup>11</sup>	5,0·10 <sup>10</sup>	5,5·10 <sup>10</sup>	- 5,0·10 <sup>9</sup>
	<sup>3</sup> H	1,0·10 <sup>15</sup>	9,5·10 <sup>12</sup>	2,1·10 <sup>12</sup>	+ 7,4·10 <sup>12</sup>
Пруд-охладитель блока № 5	<sup>137</sup> Cs	2,1·10 <sup>9</sup>	1,6·10 <sup>9</sup>	6,3·10 <sup>8</sup>	+ 9,7·10 <sup>8</sup>
Поля фильтрации НВАЭС	<sup>137</sup> Cs	3,4·10 <sup>9</sup>	6,8·10 <sup>6</sup>	1,3·10 <sup>7</sup>	- 6,2·10 <sup>6</sup>
	<sup>134</sup> Cs	1,2·10 <sup>10</sup>	7,3·10 <sup>5</sup>	1,0·10 <sup>6</sup>	- 2,7·10 <sup>5</sup>
	<sup>60</sup> Co	4,3·10 <sup>9</sup>	1,6·10 <sup>7</sup>	2,5·10 <sup>7</sup>	- 9,0·10 <sup>6</sup>
	<sup>54</sup> Mn	3,1·10 <sup>10</sup>	1,6·10 <sup>7</sup>	3,0·10 <sup>7</sup>	- 1,4·10 <sup>7</sup>
Рыбопитомник «Нововоронежский»	<sup>137</sup> Cs	4,2·10 <sup>7</sup>	2,5·10 <sup>7</sup>	9,0·10 <sup>6</sup>	+ 1,6·10 <sup>7</sup>
	<sup>60</sup> Co	7,0·10 <sup>8</sup>	5,7·10 <sup>7</sup>	2,1·10 <sup>6</sup>	+ 5,49·10 <sup>7</sup>

сбросы радионуклидов в 2009 г. в штатном режиме работы НВАЭС не превышали разрешенных величин. Согласно данным [4, 41], годовые сбросы <sup>137</sup>Cs в открытую гидрографическую сеть (р. Дон) с техводой (нормативно-чистой технической водой из реакторных отделений и циркосистем) блоков №№ 1–4, а также водой из пруда-охладителя, в которую сбрасывается техвода блока № 5, в 2009 г. не превышали 37 % от допустимого сброса. Годовой сброс <sup>60</sup>Co в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2009 г. не превышал 45 % [4] от допустимого сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 8 % от допустимого сброса. Годовые сбросы трития были на два порядка ниже допустимого сброса [4]. Помимо указанных радионуклидов, в 2009 г. в сбросах также регистрировались <sup>131</sup>I и <sup>58</sup>Co [41].

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 2009 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [41]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха – на семи стационарных постах, один из которых расположен на промплощадке, два – в СЗЗ, три – в ЗН и один – в контрольном пункте (г. Лиски в 50 км в юго-восточном направлении от АЭС). Пробы отбирались непрерывно с помощью ВФУ на фильтр из ткани ФПП-15 с экспозицией трое суток;

- радиоактивность атмосферных выпадений – на 15 стационарных постах, расположенных на промплощадке, в СЗЗ и в контрольном пункте (г. Лиски), с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага, время экспозиции – 7–10 дней;

- содержание техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов, донных отложениях, рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;

- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, рыбе, зерне, картофеле);

- мощность эквивалентной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 22 постов, и во время маршрутных обследований;
- годовая поглощенная доза  $\gamma$ -излучения на местности на 33 стационарных дозиметрических постах.

Кроме того, в 2009 г. ЛВРК НВАЭС проводился радиационный контроль в рамках выполнения «Регламента комплексного контроля участка радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 НВАЭС», результаты которого в ГУ «НПО «Тайфун» представлены не были.

В пробах объектов окружающей среды ЛВРК определялись  $\Sigma\beta$ , содержание и изотопный состав  $\gamma$ -излучающих радионуклидов. Анализ проб проводился  $\gamma$ -спектрометрическим методом. Измерение  $\Sigma\beta$  проб проводилось на радиометрах типа РУБ-01П. Для измерения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500.

В 2009 г. УГМС ЦЧО [45] в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (см. рис. 4.14):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-3А» на ткань ФПП-15-1,5 с экспозицией пять дней;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- за мощностью дозы  $\gamma$ -излучения на 13 стационарных постах каждые три часа.

Радионуклидный состав и активность проб в УГМС ЦЧО определялись на  $\gamma$ -спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная  $\beta$ -активность измерялась на радиометрах типа РУБ-01П. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  определялась в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» радиохимическим методом. Мощность дозы  $\gamma$ -излучения измерялась с помощью дозиметров ДРГ-01Т1.

### **Приземная атмосфера**

В табл. 4.62 приведены данные ЛВРК НВАЭС [41] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2008–2009 гг. По данным ЛВРК НВАЭС, в 2009 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу, по сравнению с 2008 г., существенных изменений не имел. Однако среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе как СЗЗ, так и ЗН увеличились:  $^{137}\text{Cs}$  – в 1,6 и 1,3 раза соответственно,  $^{60}\text{Co}$  – в 2,3 и 4,8 раза соответственно,  $^{58}\text{Co}$  – в 4,3 и 10 раз соответственно,  $^{54}\text{Mn}$  – в 3,3 и 4,3 раза соответственно. При этом среднегодовая объемная активность  $^{60}\text{Co}$  в СЗЗ и ЗН была, соответственно, в 10 и 6 раз выше, чем в контрольном пункте. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ ( $31 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) было в 2 раза выше, чем в контрольном пункте, а в ЗН – на уровне контрольного пункта ( $(18-19) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), что примерно в 3 раза выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В целом результаты измерений показывают, что объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 [3].



Таблица 4.62

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК НВАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОО <sub>НАЭС</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	
<sup>54</sup> Mn	26	8	13	3	-	-	72
<sup>58</sup> Co	17	4	10	1	-	-	68
<sup>60</sup> Co	32	14	19	4	3	1	11
<sup>137</sup> Cs	31	20	19	15	18	24	27

Примечание: - – данные отсутствуют.

Данные УГМС ЦЧО [45] о среднемесячных и максимальных суточных объемных  $\Sigma\beta$  в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2009 г. приведены в табл. 4.63.

Таблица 4.63

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемные  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2009 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
<b>Объемная активность, <math>10^{-5}</math> Бк/м<sup>3</sup></b>															
Нововоронеж	с	17,5	32,1	29,7	23,6	17,6	24,9	22,1	25,4	39,7	20,7	18,4	24,4	24,7	43,2
	м	34,0	67,6	39,5	40,5	26,7	31,8	37,6	33,7	71,6	31,5	37,1	51,6		
<b>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</b>															
Анна	с	1,2	1,0	1,2	0,7	0,9	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0
	м	2,4	2,8	3,5	1,6	2,4	2,1	2,1	1,9	1,6	1,9	2,3	3,0		
Воронеж	с	1,2	1,2	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	1,0	1,2	1,2	1,0	0,9
	м	2,7	2,8	2,5	1,6	2,1	2,2	3,4	2,1	2,0	2,2	2,3	2,8		
Лиски	с	0,9	1,0	0,7	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,9	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9
	м	2,8	2,0	2,3	1,8	2,4	2,8	1,9	1,5	2,2	2,1	3,3	3,0		
Нижнедевицк	с	1,2	1,0	0,6	0,9	1,1	1,0	1,0	0,8	0,6	1,2	1,4	1,0	1,0	1,0
	м	3,4	2,2	1,5	2,6	3,1	2,6	3,6	1,8	2,1	2,7	3,1	2,1		
Нововоронеж	с	0,9	1,2	1,1	0,6	1,1	1,3	1,0	0,9	0,8	1,0	1,2	1,0	1,0	0,9
	м	2,6	2,4	2,6	1,5	2,3	3,1	2,3	1,7	2,7	2,2	3,9	2,2		

Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в 2009 г. в г. Нововоронеже была в 1,7 раза ниже, чем в 2008 г., и составила  $24,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что находится на уровне средне-взвешенной объемной  $\Sigma\beta$  для Центра ЕТР ( $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2009 г. изменялась от  $17,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (январь) до  $39,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (сентябрь). Максимальное суточное значение объемной  $\Sigma\beta$  наблюдалось в сентябре ( $71,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Случаев превышения фона в пять и более раз в 2009 г. не наблюдалось.

Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в г. Нововоронеже в 2009 г., полученные УГМС ЦЧО и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.64. Из табл. 4.64 видно, что в 2009 г. среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в атмосфере на метеостанции г. Нововоронежа изменялась от  $5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (февраль) до  $73 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (сентябрь) при среднегодовом значении  $22 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,6 раза ниже, чем в 2008 г., но в 4 раза выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР объемной активности <sup>137</sup>Cs ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовое содержание <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Нововоронежа находится на уровне других пунктов наблюдения [41], расположенных в ЗН АЭС, и примерно в 1,5 раза ниже, чем в воздухе СЗЗ (см. табл. 4.62 и 4.64).

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере г. Нововоронежа в 2009 г. составляла  $2,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,6 раза ниже значения предыдущего года, но в 3 раза превышает средневзвешенное значение по Центру ЕТР ( $0,72 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальная объемная активность <sup>90</sup>Sr,

так же как и  $^{137}\text{Cs}$ , наблюдалась в третьем квартале. Кроме  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , в приземной атмосфере г. Нововоронежа постоянно регистрировался  $^{60}\text{Co}$ , эпизодически регистрировались и другие продукты деления и нейтронной активации, присутствующие в выбросах НВАЭС:  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  (см. табл. 4.64), а также  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{95}\text{Zr}$  и  $^{95}\text{Nb}$  [45]. Содержание этих радионуклидов практически осталось на уровне 2008 года. В целом наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на семь – восемь порядков) ДОА<sub>НАС</sub>, установленных НРБ-99/2009 [3].

Таблица 4.64

**Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2009 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)**

Месяц	$^{137}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{60}\text{Co}$	$^{58}\text{Co}$	$^{54}\text{Mn}$	$^{59}\text{Fe}$	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$^{228}\text{Ac}$	$^7\text{Be}$	$^{22}\text{Na}$	$^{40}\text{K}$
Январь	7	н	}0,29	6	н	2	н	н	4	12700	2	60
Февраль	5	2		9	4	5	н	1	н	20600	3	80
Март	9	2	}2,4	11	2	5	н	н	6	22500	3	100
Апрель	38	7		21	5	10	н	н	16	52800	7	290
Май	18	н	}4,5	8	3	8	н	н	7	42900	7	120
Июнь	15	н		4	н	2	н	н	12	60700	8	180
Июль	16	3	}1,6	11	н	2	н	н	12	53800	6	220
Август	38	2		9	14	7	10	н	23	49000	6	370
Сентябрь	73	3	}1,6	23	15	17	н	н	43	52400	6	590
Октябрь	25	3		10	2	6	н	н	16	31800	3	270
Ноябрь	6	н	}1,6	2	н	н	н	н	7	20300	2	110
Декабрь	11	1		3	н	1	н	н	10	20100	2	120
Среднее: 2009 г.	22	2	2,2	10	4	6	1	н	13	36633	4	210
2008 г.	58	1	7,9	7	5	5	н	н	27	38642	5	410
ДОА <sub>НАС</sub> , Бк/м <sup>3</sup>	27	19	2,7	11	68	72	30	15	-	2000	72	31

Примечание: н – ниже предела обнаружения.

Из данных, полученных в 2009 г. ЛВРК НВАЭС и УГМС ЦЧО, следует, что объемные активности в воздухе продуктов деления и нейтронной активации, кроме  $^{137}\text{Cs}$ , уменьшаются с увеличением расстояния от источника. Это подтверждается и результатами статистической обработки данных об объемной активности радионуклидов в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Лиски за 2000–2008 гг. (табл. 4.65), выполненных ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» в соответствии с [9–11]. Повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в контрольном пункте, вероятно, связано с чернобыльским загрязнением почвы  $^{137}\text{Cs}$  и ветровым подъемом радиоактивной пыли, особенно в периоды повышенного пылеобразования и проведения сельскохозяйственных работ (с апреля по октябрь) (см. табл. 4.64).

Таблица 4.65

**Результаты статистической обработки данных мониторинга УГМС ЦЧО и ЛВРК НВАЭС приземного слоя атмосферы в районе расположения НВАЭС за период 2000–2008 гг.**

Радионуклид	Место отбора	Объем выборки	Среднее значение, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	Доверительный интервал, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>
$^{137}\text{Cs}$	СЗЗ	9	34,1	31,3 – 37,9
	ЗН	118	15,0	12,2 – 16,1
	Контрольный пункт	9	35,3	31,4 – 38,0
$^{90}\text{Sr}$	ЗН	51	0,86	0,75 – 1,9
$^{60}\text{Co}$	СЗЗ	9	45,2	41,3 – 49,4
	ЗН	117	6,0	4,0 – 7,0
	Контрольный пункт	9	1,0	1,0 – 3,0
$^{58}\text{Co}$	СЗЗ	9	12,8	8,8 – 17,3
	ЗН	51	6,0	4,0 – 7,0
$^{54}\text{Mn}$	СЗЗ	9	18,1	15,0 – 21,4
	ЗН	84	3,5	3,0 – 5,0

Примечание: доверительный интервал с уровнем доверия 95 % содержит 95 % совокупности данных мониторинга.

Данные УГМС ЦЧО [45] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных значениях  $\Sigma\beta$  выпадений в 100-км зоне НВАЭС в 2009 г. приведены в табл. 4.63. Среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. в различных пунктах 100-км зоны фактически не изменились, по сравнению с 2008 г., и были на уровне среднегодового фоновое значения для Центра ЕТР (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальные суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в п. Нововоронеж в ноябре и составляли 3,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб выпадений в 2009 г., полученные УГМС ЦЧО [45], приведены в табл. 4.66. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции г. Нововоронежа и для объединенных квартальных проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Таблица 4.66

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·квартал (данные УГМС ЦЧО)**

Квартал	г. Нововоронеж			Зона 13	
	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co
I	0,48	0,72	0,54	0,12	н
II	0,66	н	н	0,27	н
III	1,23	н	н	0,27	н
IV	0,66	н	н	0,24	н
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:					
<b>2009 г.</b>	<b>3,03</b>	<b>0,72*</b>	<b>0,54*</b>	<b>0,90</b>	<b>н</b>
2008 г.	3,21	н	0,82	0,90	н

Примечание: н – ниже порога обнаружения;

\* – оценка «снизу».

Из радионуклидов техногенного происхождения в квартальных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал <sup>137</sup>Cs. Выпадения остальных радионуклидов носили эпизодический характер. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в 2009 г. в г. Нововоронеже и в зоне 13 оставались на уровне 2008 г. и составляли 3,03 и 0,90 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно, что в 7,4 и 2,2 раза выше средних значений выпадений <sup>137</sup>Cs по Центру ЕТР (0,41 Бк/м<sup>2</sup>·год).

По данным ЛВРК НВАЭС [41], в 2009 г. <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co и <sup>137</sup>Cs продолжали регистрироваться в выпадениях на расстояниях до 50 км от станции: 2,5, 0,7, 4,7 и 5,1 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно. При этом выпадения радионуклидов в 2009 г. как в СЗЗ, так и в контрольном пункте Лиски увеличились по сравнению с предыдущим годом.

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

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2009 г. определялось ЛВРК НВАЭС в местах постоянного контроля: в р. Дон – в шести точках, в пруде-охладителе – в трех точках и в пруде рыбхоза – в одной точке [41].

В табл. 4.67 приведены данные об объемных активностях <sup>137</sup>Cs в поверхностных водах в районе АЭС [41]. Видно, что в 2009 г. объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде р. Дон, пруда-охладителя и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» осталась примерно на уровне 2008 г. или незначительно увеличилась, изменяясь в диапазоне от 18 до 24 мБк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (11 Бк/л). Помимо <sup>137</sup>Cs, в воде р. Дон в месте сброса с блоков №№ 1, 2 и ниже по течению реки от места сброса, а также в воде пруда «Нововоронежский» в 2009 г. наблюдался <sup>60</sup>Co с объемной активностью 20–150 мБк/л, что на два порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 (40 Бк/л).

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в питьевой воде водозабора НВАЭС и водозабора профилактория НВАЭС было ниже предела обнаружения [41].

Таблица 4.67

**Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС  
(данные ЛВРК НВАЭС)**

Место отбора проб	Вода, мБк/л				Донные отложения, Бк/кг в.-с.			
	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
<u>р. Дон</u>								
4 км выше сброса блоков №№ 1, 2	19	14	н	н	15	5	-	-
Старица	23	23	н	н	17	7	н	н
Водозабор блоков №№ 1, 2	18	14	н	н	16	13	н	н
Сбросной канал блоков №№ 1, 2	21	20	150	200	-	-	-	-
100 м ниже сброса блоков №№ 1, 2	18	17	20	70	5	2	22	9
6 км ниже сброса блоков №№ 1, 2	21	19	70	н	7	11	1	2
<u>Пруд-охладитель блока № 5</u>								
Сброс блока № 5	21	19	н	н	-	-	-	-
Пляж	24	17	н	н	3	2	-	-
Водозабор блока № 5	22	18	н	н	1	1	-	-
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	18	13	50	н	2	1	2	1

Примечание: н – ниже предела обнаружения;  
- - данные не поступали.

ЛВРК НВАЭС также проводит контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский» [41]. Наличие  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала блоков №№ 1 и 2 и в рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский», по данным АЭС [44], прослеживается с 1995 года. Удельные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях (см. табл. 4.67) [41] рыбопроизводного пруда в 2009 г. составляли 2 Бк/кг в.-с. В пруде-охладителе удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях составляла 1–3 Бк/кг в.-с. В р. Дон удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях изменялась в диапазоне от 5 до 17 Бк/кг в.-с.;  $^{60}\text{Co}$  – от предела обнаружения до 22 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, 6, 8, 42].

Контроль грунтовых вод на участке радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 в 2009 г. проводился ЛВРК [41] в 18 контрольных скважинах (КС). Загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 по-прежнему практически полностью обусловлено  $^{60}\text{Co}$ . В воде 16 контрольных скважин был обнаружен  $^{60}\text{Co}$ , среднегодовая объемная активность которого изменялась от 0,03 Бк/л (в скважине № 119) до 260 Бк/л (в скважине № 61) (см. рис. 4.15). В шести скважинах (№№ 35, 61, 80, 86, 108, 116) было зафиксировано превышение уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде  $^{60}\text{Co}$  (УВ = 40 Бк/л по НРБ-99/2009 [3]) и, как и ранее, в скважине № 35 – по  $^{137}\text{Cs}$ , объемная активность которого составила 23 Бк/л при допустимом УВ = 11 Бк/л. В других скважинах ХЖО-2 как в зоне загрязнения, так и вне зоны объемная активность данных техногенных радионуклидов в воде была значительно ниже критерия УВ.

Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в 2009 г. [41] в СЗЗ составляла 8 кБк/м<sup>2</sup> при среднем значении за последние пять лет 9 кБк/м<sup>2</sup>, в ЗН – 7 кБк/м<sup>2</sup> при среднем значении за последние пять лет 6 кБк/м<sup>2</sup>, в контрольном пункте Лиски – 7 кБк/м<sup>2</sup> при среднем значении за последние пять лет

6 кБк/м<sup>2</sup>. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs в почве во всех пунктах контроля, по сравнению с уровнем глобального загрязнения, связано с выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

Содержание <sup>137</sup>Cs в местной сельскохозяйственной продукции [41] в 2009 г. было на три – четыре порядка ниже нормативов по СанПиН-01 [14]: в мясе и рыбе – 0,2 Бк/кг, в картофеле – 0,1 Бк/кг, в пшенице – 0,08 Бк/кг, в молоке – 0,04 Бк/кг сырой массы. <sup>131</sup>I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2009 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН, по данным АСКРО НВАЭС [41], составляли 13 и 11 мкР/ч соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 19 мкР/ч, в ЗН – 22 мкР/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2009 г. [41], среднегодовая МЭД в СЗЗ и ЗН составляла, соответственно, 14 и 13 мкР/ч, в контрольном пункте Лиски – 11 мкР/ч при максимальном значении 18 мкР/ч.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [45], в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2009 г. среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения изменялись от 9 до 16 мкР/ч. Максимальное измеренное значение МЭД наблюдалось в п. Алексеевка (18 мкР/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2008 года.

Годовая накопленная доза внешнего облучения, по данным ЛВРК НВАЭС [41], в ЗН варьировала в диапазоне (40,0–47,8)·10<sup>-5</sup> Гр, что находится на уровне значения, полученного в контрольном пункте Лиски (46,1·10<sup>-5</sup> Гр). В СЗЗ годовая доза внешнего облучения варьировала в диапазоне (30,4–58,3)·10<sup>-5</sup> Гр. Наибольшие значения дозы в СЗЗ и ЗН были зарегистрированы в западном и юго-западном направлении.

По результатам расчетов ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», выполненных по данным ЛВРК НВАЭС и УГМС ЦЧО в соответствии с [15–18], среднегодовой суммарный дополнительный риск для населения, проживающего в ЗН НВАЭС, за период 2000–2008 гг. при поступлении «станционных» радионуклидов (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>60</sup>Co, <sup>58</sup>Co, <sup>54</sup>Mn) в организм человека различными путями составил 3,3·10<sup>-8</sup> (табл. 4.68), что не превышает значения пренебрежимо малого риска 10<sup>-6</sup> [3]. Среднегодовой суммарный риск при общем воздействии данных радионуклидов «станционного» и фоновом

Таблица 4.68

**Среднегодовые значения дополнительных радиационных рисков от воздействия НВАЭС на население, проживающее в ЗН, при поступлении радионуклидов в организм человека различными путями за период 2000–2008 гг.**

Пути поступления	Радионуклид					Суммарный риск
	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co	<sup>90</sup> Sr	<sup>58</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	
Ингаляция	3,3·10 <sup>-12</sup> *	2,5·10 <sup>-12</sup>	2,8·10 <sup>-12</sup> *	8,5·10 <sup>-14</sup> *	4,0·10 <sup>-13</sup> *	9,0·10 <sup>-12</sup>
Потребление воды	8,5·10 <sup>-9</sup>	-	2,4·10 <sup>-8</sup>	-	-	3,3·10 <sup>-8</sup>
Потребление продуктов питания**	***	1,4·10 <sup>-10</sup>	-	4,6·10 <sup>-12</sup>	1,7·10 <sup>-11</sup>	1,6·10 <sup>-10</sup>
Внешнее облучение от почвы	***	1,1·10 <sup>-10</sup>	-	1,2·10 <sup>-11</sup>	3,7·10 <sup>-10</sup>	4,9·10 <sup>-10</sup>
Сумма	8,5·10 <sup>-9</sup>	2,5·10 <sup>-10</sup>	2,4·10 <sup>-8</sup>	1,7·10 <sup>-11</sup>	3,9·10 <sup>-10</sup>	3,3·10 <sup>-8</sup>

Примечание: расчет для <sup>90</sup>Sr при потреблении воды проводился по данным за 2000–2002 гг.;

\* – расчет выполнен по общему содержанию радионуклида в воздухе ЗН, т.к. в результате статистического анализа вклада НВАЭС в загрязнение приземной атмосферы данным радионуклидом выявить не удалось;

\*\* – расчет выполнен с использованием модельных оценок в соответствии с [18];

\*\*\* – расчет не выполнен, т.к. воздействие <sup>137</sup>Cs «станционного» происхождения на загрязнение почвы ЗН на фоне глобального чернобыльского загрязнения выявить не удалось;

- – расчет не выполнен из-за отсутствия данных мониторинга.

происхождения для населения ЗН составил  $1,6 \cdot 10^{-6}$ . Таким образом, вклад НВАЭС в суммарный риск для населения ЗН, рассчитанный по имеющимся данным мониторинга, составляет 2,1 %.

Таким образом, в 2009 г. на территории НВАЭС, в СЗЗ, ЗН и в 100-км зоне наблюдения независимо от направления и расстояния до НВАЭС радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды, кроме приземного слоя атмосферы, находилось на уровне предшествующих лет. Приведенные выше результаты наблюдений позволяют сделать вывод, что в штатном режиме работы НВАЭС оказывает влияние на радиационную обстановку в 50-км зоне НВАЭС, которое выражается в повышенной в 3–6 раз, по сравнению с фоновой объемной активностью  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере, а также в присутствии в атмосфере близлежащих населенных пунктов (до 50 км от НВАЭС)  $^{60}\text{Co}$  и других продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых в  $10^5$ – $10^8$  раз ниже установленных нормативов.

#### 4.10. Смоленская АЭС

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируется 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 [46].

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 с площадью зеркала 42,2 км<sup>2</sup>. Створ плотины расположен в междуречье р. Десны и ее притока р. Сельчанка в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс – умеренно-континентальный [46]. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом и со средней температурой от  $-4$  °С до  $-16$  °С. Лето теплое. Самая высокая температура наблюдается в июле. Средняя годовая температура –  $+7$  °С. Ветровой режим района водохранилища в годовом разрезе характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В летний период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в зимний – южных ветров.

СЗЗ САЭС определена площадью радиусом 3 км. Размер ЗН для первой и второй очереди САЭС определен площадью радиусом 30 км с центром по оси вентиляционной трубы главного корпуса первой очереди [46]. Площадь территории – 2797,7 км<sup>2</sup>. В состав территории ЗН входят земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области. Численность населения, проживающего в районе зоны наблюдения САЭС, составляет 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. человек, сельское – 21,9 тыс. человек.

На территории промплощадки второй очереди САЭС находится комплекс зданий, входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят хранилище жидких и твердых отходов (ХЖТО), хранилище жидких отходов (ХЖО и ХЖО-2). Для хранения отработавшего ядерного топлива оборудовано хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ), расположенное на территории промплощадки второй очереди.

Поступление радионуклидов в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами происходит на САЭС через вентиляционные трубы (ВТ-1, ВТ-2). Содержание регламентируемых радионуклидов в газоаэрозольных выбросах САЭС в 2009 г. [4, 46] представлено в табл. 4.69, там же для сравнения приведены данные за 2008 год.

Таблица 4.69

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>60</sup> Co	2,5·10 <sup>9</sup>	8,03·10 <sup>7</sup>	2,57·10 <sup>8</sup>	- 1,77·10 <sup>8</sup>
<sup>131</sup> I	9,3·10 <sup>10</sup>	5,73·10 <sup>7</sup>	2,70·10 <sup>8</sup>	- 2,13·10 <sup>8</sup>
<sup>137</sup> Cs	4,0·10 <sup>9</sup>	9,78·10 <sup>6</sup>	1,64·10 <sup>6</sup>	+ 8,14·10 <sup>6</sup>
Сумма ИРГ	3,7·10 <sup>15</sup>	6,40·10 <sup>13</sup>	1,36·10 <sup>13</sup>	+ 5,04·10 <sup>13</sup>

Из табл. 4.69 видно, что в 2009 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 3,2 % (<sup>60</sup>Co) от допустимых выбросов, установленных для САЭС. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ. Среднесуточные и среднемесячные выбросы регламентируемых радионуклидов не превышали установленных контрольных уровней для САЭС [46]. Кроме радионуклидов, приведенных в табл. 4.69, в газоаэрозольных выбросах присутствовал <sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>59</sup>Fe, <sup>89,90</sup>Sr, <sup>95</sup>Zr+<sup>95</sup>Nb с суммарной активностью 3,07·10<sup>8</sup> Бк за год [4].

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 прямков грунтовых вод машзалов и баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения ПЛК в водоем-охладитель.

Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами САЭС в 2008–2009 гг. приведены в табл. 4.70 [4, 46].

Таблица 4.70

**Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Допустимый сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
		2009 г.	2008 г.	
<sup>3</sup> H	2,3·10 <sup>14</sup>	3,53·10 <sup>11</sup>	3,69·10 <sup>11</sup>	- 1,6·10 <sup>10</sup>
<sup>51</sup> Cr	1,3·10 <sup>12</sup>	1,15·10 <sup>6</sup>	1,78·10 <sup>6</sup>	- 6,3·10 <sup>5</sup>
<sup>54</sup> Mn	8,0·10 <sup>9</sup>	1,26·10 <sup>6</sup>	9,79·10 <sup>5</sup>	+ 2,8·10 <sup>5</sup>
<sup>60</sup> Co	1,6·10 <sup>9</sup>	4,08·10 <sup>6</sup>	3,60·10 <sup>6</sup>	+ 4,8·10 <sup>5</sup>
<sup>137</sup> Cs	5,4·10 <sup>9</sup>	4,20·10 <sup>6</sup>	6,80·10 <sup>6</sup>	- 2,6·10 <sup>6</sup>

Общий объем сброса сточных вод в 2009 г. составил 48597 м<sup>3</sup>. Из приведенных в табл. 4.70 данных видно, что сбросы всех радионуклидов на САЭС в 2009 г. не превышали 0,26 % (<sup>60</sup>Co) от допустимых. Наибольший вклад в активность сброса вносил тритий.

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 2009 г. ЛВРК САЭС [46] 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, экспонируемых в течение 10 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  $\gamma$ -излучения на постах постоянного наблюдения с периодичностью один раз в 10 дней переносными приборами, а также непрерывно с помощью системы АСКРО САЭС;
- годовой поглощенной дозы на местности термомлюминесцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны АЭС.

Радиоизотопный анализ объединенных за квартал проб аэрозолей и атмосферных выпадений проводился [46] с помощью полупроводникового  $\gamma$ -спектрометра.

В 100-км зоне САЭС в 2009 г. Центральным УГМС [33] и УГМС ЦЧО [45] на семи стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и в четырех пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (см. рис. 4.16).

РЦРКМ Республики Беларусь в 2009 г. [47] на юго-западе 100-км зоны САЭС на территории республики (см. рис. 4.16) проводились наблюдения за МЭД с помощью автоматизированных датчиков в трех пунктах (Мстиславль, Звенчатка, Галичи); информация каждые 10 мин передавалась в Национальный Центр Реагирования в Минске. Помимо этого, в Мстиславле ежедневно отбирались пробы радиоактивных аэрозолей с помощью ВФУ и их выпадения на подстилающую поверхность с использованием горизонтального планшета.

### **Приземная атмосфера**

В табл. 4.71 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН САЭС [46]. Техногенные радионуклиды  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона, регистрировались как в СЗЗ, так и в ЗН САЭС, однако содержание этих радионуклидов в СЗЗ было в 1,5–4,9 раза больше, чем в ЗН. Содержание  $^{134}\text{Cs}$  в ЗН было ниже минимально детектируемой активности. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН АЭС в



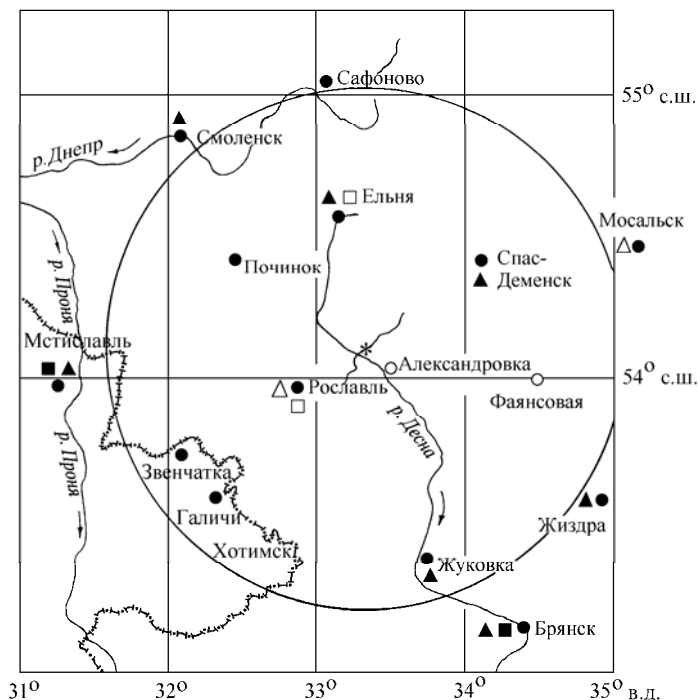


Рис. 4.16. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- \* — АЭС;
- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- △ □ — планируемые наблюдения;
- +— — граница РФ

Таблица 4.71

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		<sup>54</sup> Mn		<sup>51</sup> Cr	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
СЗЗ	12,9	25,3	14,8	< 0,9	75,0	66,4	25,3	32,2	540,0	37,7
ЗН	11,9	13,9	< 1,0	< 0,7	49,0	33,3	9,2	19,0	110,0	< 35,4

2009 г. была выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), в 2,3 и 2,1 раза соответственно. В целом в 2009 г. объемные активности всех радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на семь – восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99/2009 [3].

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [47], среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы г. Мстиславля в 2009 г. колебалась в пределах  $(11,8-29,3) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в Мстиславле составила  $18,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза ниже средневзвешенной объемной  $\Sigma\beta$  по Центру ЕТР ( $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха г. Мстиславля в 2009 г. составила  $85 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, изменяясь в диапазоне от  $15 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в июле) до  $163 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в январе). Содержание <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Мстиславля в 7 раз выше, чем в СЗЗ и ЗН САЭС, и в 15 раз выше средневзвешенного значения, наблюдавшегося в Центре ЕТР. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs в Мстиславле связано с загрязнением территорий Беларуси в результате чернобыльской аварии.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [33] и УГМС ЦЧО [45], представленных в табл. 4.72, среднемесячные суточные значения  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в течение 2009 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (п. Жуковка, ноябрь), а среднегодовые значения были ниже средневзвешенного значения для Центра ЕТР (1,3 Бк/ м<sup>2</sup>·сутки), изменяясь в пределах 0,5–1,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

Таблица 4.72

**Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м)  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2009 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Центрального УГМС и УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Ельня	с	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	1,3	1,0	1,0	0,9	1,3
	м	3,0	1,4	3,3	2,7	3,5	2,9	1,2	2,7	0,7	5,7	4,5	3,5		
Смоленск	с	0,9	0,7	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	1,0	1,1	1,5	0,9	1,0
	м	2,0	1,0	3,3	2,6	2,5	1,6	2,8	0,7	2,8	4,7	4,3	6,4		
Жуковка*	с	0,8	1,1	1,3	0,9	0,9	1,0	0,7	0,7	0,7	1,0	1,7	0,9	1,0	0,9
	м	3,3	3,1	6,7	2,0	2,0	2,4	1,5	1,4	1,5	2,7	6,0	2,9		
Спас-Деменск	с	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4
	м	1,0	1,0	1,2	0,8	2,1	1,3	1,3	1,4	1,2	1,6	1,9	1,5		

Примечание: \* – данные УГМС ЦЧО.

По данным РЦРКМ Республики Беларусь [47], среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в г. Мстиславль в 2009 г. составили 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что несколько выше фоновых выпадений в Центре ЕТР. Среднемесячные значения  $\Sigma\beta$  выпадений изменялись от 0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в июле) до 2,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в декабре).

В выпадениях на территории СЗЗ [46] из техногенных радионуклидов ЛВРК САЭС были зарегистрированы <sup>137</sup>Cs (4,02 Бк/м<sup>2</sup>·год) и <sup>60</sup>Co (10,59 Бк/м<sup>2</sup>·год). Выпадения <sup>134</sup>Cs, <sup>54</sup>Mn и <sup>51</sup>Cr были ниже минимально детектируемой активности.

#### 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 [46] в 2009 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только <sup>137</sup>Cs со среднегодовой объемной активностью 3,2, 2,0 и 2,4 мБк/л соответственно, что в 1,1–1,8 раза ниже средних значений за последние пять лет. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности <sup>137</sup>Cs были на три порядка ниже УВ по НРБ-99/2009 [3], поэтому присутствие <sup>137</sup>Cs с данной концентрацией в воде открытых водоемов не накладывает каких-либо ограничений на водопользование по радиационному признаку.

Пробы донных отложений в водоемах в районе САЭС отбирались ЛВРК [46] один раз в год осенью на глубоких местах дночерпателем. Результаты обследования представлены в табл. 4.73. Как видно из табл. 4.73, удельная активность <sup>137</sup>Cs в донных отложениях в 2009 г. оставалась в среднем на уровне предыдущего года, изменяясь от 7,9 до 160 Бк/кг в.-с. Содержание <sup>137</sup>Cs в пробах донных отложений во всех местах отбора превышало его содержание в пробе из контрольного водоема в 1,4–20,3 раза. Самое высокое содержание <sup>137</sup>Cs в донных отложениях наблюдалось, как и в 2008 г., в р. Соложа (150 Бк/кг в.-с.) и у д. Трояново (160 Бк/кг в.-с.). Кроме <sup>137</sup>Cs, в донных

отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС присутствовал  $^{60}\text{Co}$ , максимальная удельная активность которого не превышала 2,1 Бк/кг в.-с. (район плотины).

Таблица 4.73

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС, Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК САЭС)**

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
р. Соложа	150	210	< 1,7	< 5,0
д. Трояново	160	110	< 2,0	5,9
Очистные сооружения	14	13	< 1,7	< 0,7
Плотина	78	180	< 2,1	12,0
Городской пляж	77	37	< 1,9	< 1,1
р. Десна	11	14	< 1,9	< 0,6
Контрольный водоем	7,9	6,0	< 2,0	< 0,6

Объемные  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  в питьевой водопроводной воде, определяемые ежемесячно [46], не превышали контрольных уровней по НРБ-99/2009: 0,2 Бк/л для  $\Sigma\alpha$  и 1 Бк/л для  $\Sigma\beta$  [3].

Контроль герметичности баков ХЖТО, ХЖО, ХЖО-2 и ХОЯТ [46] проводился ежемесячно методом прямого измерения интенсивности  $\gamma$ -излучения в водяном столбе контрольных скважин прибором СРП-68-02, а также ежеквартальными измерениями проб воды из скважин объемом 1 л в лабораторных условиях. В скважинах ХЖТО, ХЖО, ХЖО-2 и ХОЯТ в 2009 г. радионуклиды техногенного происхождения обнаружены не были. Минимально детектируемая активность метода по  $^{137}\text{Cs}$  составляла примерно 2,8 Бк/л.

**Почва, продукты питания местного производства**

В табл. 4.74 приведены данные [46] за 2008–2009 гг. о содержании радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте Малые Кириллы, расположенном в 35 км от САЭС.

Таблица 4.74

**Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м<sup>2</sup> (данные ЛВРК САЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
$^{137}\text{Cs}$	2,7	2,6	6,7	3,4	8,8	0,1
$^{134}\text{Cs}$	< 0,14	< 0,052	< 0,14	< 0,059	< 0,1	0,067

По данным ЛВРК САЭС (см. табл. 4.74), в 2009 г. содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве в СЗЗ и ЗН было ниже его содержания в контрольном пункте Малые Кириллы. Содержание в почве  $^{134}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН было < 0,14 кБк/м<sup>2</sup>, а в контрольном пункте – < 0,1 кБк/м<sup>2</sup>.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в продуктах питания в окрестностях САЭС [46] в 2009 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-01 [14]: в грибах – 3,1 Бк/кг сырой массы, в рыбе – 2,5 Бк/кг сырой массы, в овощах – < 2,4 Бк/кг сырой массы, в зерне – 0,79 Бк/кг сырой массы.

**Радиационный фон на местности**

Среднегодовая величина мощности дозы  $\gamma$ -излучения по данным АСКРО САЭС, в 2009 г. [46] в СЗЗ составляла 15 мкР/ч, в ЗН – 12 мкР/ч, что находится на уровне значений в контрольном пункте Коски (12 мкР/ч). По данным маршрутных обследований [46], на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 15 и 13 мкР/ч соответственно. Максимальные значения МЭД не превышали 17 мкР/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС [33] и УГМС ЦЧО [45], в 2009 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 10 до 15 мкР/ч, что соответствует природным флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Данные оперативного мониторинга автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) РЦРКМ Республики Беларусь [47] свидетельствуют о том, что в 2009 г. радиационная обстановка на контролируемом участке 100-км зоны вокруг САЭС оставалась стабильной. Среднегодовые значения МЭД в пп. Мстиславль, Звенчатка, Галичи составили 10–11 мкР/ч. Превышения МЭД над установившимися многолетними значениями не обнаружено.

Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности [47], характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от САЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировал в пределах  $(42-85) \cdot 10^{-5}$  Гр, при среднем значении  $67 \cdot 10^{-5}$  Гр, что находится на уровне естественного радиационного фона.

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в зоне наблюдений. В приземной атмосфере ЗН САЭС наблюдаются отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$ , наблюдаемые объемные активности которых в воздухе на семь – восемь порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99/2009.

#### Список литературы к разделу 4

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2004 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2005. – 288 с.
2. СП 2.6.1.27–2000. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99). – М., 2000.
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. Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2009 году. – М.: ОАО «ВНИИХТ», 2010.
5. Юдин В.А., Цветков Н.А, Симикин В.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Балаковской атомной станции по состоянию на 2009 год. – Балаково: Балаковская АЭС, 2010.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 274 с.
7. Бигильдеева Н.Р., Дорофеев В.П. Отчет по выполнению контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды в районе РОО – филиалов ФГУП Концерна «Росэнергоатом» Балаковская АЭС и «ГНЦ РФ НИИАР» в 2009 году. – Самара: Приволжское УГМС, 2010.

8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2008 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – 298 с.
9. ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения.
10. ГОСТ Р ИСО 16269-7-2004. Статистические методы. Статистическое представление данных. Медиана.
11. ГОСТ Р ИСО 50779-22-2005. Статистические методы. Статистическое представление данных. Точечная оценка и доверительный интервал для среднего.
12. ГОСТ Р 50779.23-2005 (ИСО 3301:1975). Статистические методы. Статистическое представление данных. Сравнение двух средних в парных наблюдениях.
13. Guidance for environmental background analysis Volume I: Soil. Naval Facilities Engineering Command. – Washington, DC 20374-5065, April 2002.
14. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М., 2001.
15. Крышев И.И. Некоторые вопросы методологии анализа риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. – Вып. 12. – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2009. – С. 128–150.
16. EPA – Environmental Protection Agency. Soil Screening Guidance for Radionuclides: Technical Background Document. US EPA. Publication 9355.4–16, October 2000.
17. EPA – Environmental Protection Agency. Federal Guidance Report N.13. Cancer Risk Coefficients for Environmental Exposure to Radionuclides. EPA 402-R-99-001. 1999.
18. ДВ-98. Руководство по установлению допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферу. – М.: Госкомэкология России и Минатом России, 1999. – 329 с.
19. Потапов О.А., Рафиков Е.М., Шонохов А.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2009 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2010.
20. Постановление Правительства РФ от 6 октября 2006 г. № 605 О Федеральной целевой программе «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007–2010 гг. и на перспективу до 2015 года».
21. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 90 с.
22. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2009 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2010.
23. Осинцева Т.Н. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2009 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2010.
24. Рафиков Е.М., Шонохов А.В., Баканов М.В. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2008 год. – Заречный: Белоярская АЭС, 2009.

25. Озеров К.И., Пусев В.Ю., Филатов И.М. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Билибинской АЭС за 2009 год. – Билибино: Билибинская АЭС, 2010.
26. Ткаченко Н.В., Сакова Н.Н. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по мониторингу радиоактивного загрязнения КЛМС ГУ «Чукотское УГМС» в 2009 году. – Певек: Чукотское УГМС, 2010.
27. СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000. – 20 с.
28. Лебедев О.В., Банников Г.Н., Симаков Л.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Ростовской АЭС за 2009 год. – Волгодонск: Волгодонская АЭС, 2010.
29. Бураго С.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Северо-Кавказского УГМС по разделу радиационного мониторинга в 2009 году. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское УГМС, 2010.
30. Отчет по экологической безопасности Калининской атомной электростанции за 2008 год. – Удомля: Калининская АЭС, 2009.
31. Мамонтов Ю.Д., Бугаева Л.Г. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2009 год. – Удомля: Калининская АЭС, 2010.
32. Хрисанфов Ю.В. Обзор радиоактивного загрязнения природной среды на территории, обслуживаемой Северо-Западным УГМС. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2010.
33. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2009 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2010.
34. Книжников В.А., Жаков Ю.А., Новикова Н.Я. и др. Радиационная обстановка в районе размещения Калининской АЭС до начала ее работы. Отчет о НИР. Инв. № Б-4507. – М.: Фонды ИБФ МЗ СССР, 1983.
35. Калининская АЭС: Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Проект. – Н. Новгород: ФУКП «НИАЭП», 2005.
36. Никишаев П.И., Смелов А.Ю. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2009 год. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2010.
37. Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Короткова Т.Д. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2009 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2010.
38. Егоров М.И., Батарев С.Г. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2009 год. – Курчатова: Курская АЭС, 2010.
39. Богучарский А.Г., Сопин С.Е., Когай В.М., Пучкова А.Д. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе Курской АЭС за 2009 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2010.
40. Епихин А.И., Козлов Е.П., Сухоруков О.П., Степанов С.В. О радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2009 году. Отчет. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2010.
41. Жбанников В.В., Маматов А.П., Пахомов В.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Нововоронежской АЭС в 2009 году. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2010.

42. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 273 с.
43. Иванов Е.А., Пырков И.В., Серебряков Б.Е., Шандала Н.К., Возженников О.И., Морозько Е.Н. Результаты исследований радиационной обстановки в зоне влияния утечки радиоактивных отходов из ХЖО-2 Нововоронежской АЭС в 2006 году. Отчет. – М.: ВНИИАЭС, 2007.
44. Викин В.А., Бордачев В.В., Зверева Г.Н. Результаты радиационного контроля окружающей среды на Нововоронежской атомной станции за 2004 год. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2005.
45. Черемисов В.А., Богучарский А.Г. Отчет об оперативно-производственной деятельности Центрально-Черноземного УГМС по радиационному мониторингу за 2009 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2010.
46. Абаимов А.Д., Краснов И.М., Барауля С.В. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2009 году. Отчет. – Десногорск: Смоленская АЭС, 2010.
47. Герменчук М.Г., Амбражевич М.Л., Жукова О.М., Бакарикова Ж.В., Самсонов В.Л., Голиков Ю.Н., Коваленко М.К. Радиационный мониторинг в Республике Беларусь: результаты наблюдений 2009 года. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Департамента по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь, 2010.

## 5. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, ТЕРРИТОРИЙ И АКВАТОРИЙ

### 5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области

Радиационный мониторинг на территории г. Москвы и Московской области проводится Московским Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ГУ «Московский ЦГМС-Р») Росгидромета, который входит в состав Центрального УГМС. В 2009 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземной атмосфере проводились непрерывно путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в одни сутки в п. Подмосковная [1]. 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. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения измерялась ежедневно на 17 станциях г. Москвы и области. 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, Звенигород и Южный порт) отбирались пробы воды из р. Москва для определения содержания в них  $^{90}\text{Sr}$ .

Данные об объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое воздуха и  $\Sigma\beta$  выпадений на подстилающую поверхность за 2009 г. представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы г. Москвы и Московской области в 2009 г. (данные Центрального УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2009 г.	2008 г.
Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> -сутки															
Подмосковная	с	0,8	1,1	0,9	0,8	1,1	1,5	1,5	1,7	1,6	1,5	1,3	0,8	1,2	0,8
	м	1,6	2,5	2,3	1,6	4,1	5,5	5,6	9,1	6,4	4,4	2,8	1,6	9,1	
Балчуг	с	0,7	0,9	0,9	0,9	1,7	1,7	1,9	2,4	1,9	1,3	1,2	0,9	1,4	0,8
	м	1,1	1,7	4,6	2,8	4,5	7,3	4,7	8,4	6,6	3,1	7,5	2,3	8,4	
ВДНХ	с	0,7	0,9	0,9	0,8	1,6	2,4	1,9	2,6	1,9	1,1	1,3	1,0	1,4	0,8
	м	1,1	1,6	2,4	1,8	6,6	6,6	7,3	9,3	5,3	4,0	5,6	5,3	9,3	
Тушино	с	0,8	0,8	0,9	1,5	1,7	1,3	1,4	1,2	0,9	1,3	0,9	1,3	1,2	0,7
	м	1,6	2,0	3,7	8,1	6,5	2,9	3,6	7,2	2,9	4,5	1,5	7,4	8,1	
Ново-Иерусалим	с	0,7	0,9	0,9	1,5	0,9	1,6	1,2	1,7	1,9	1,7	1,7	1,1	1,3	0,8
	м	1,2	1,7	3,0	5,5	2,3	4,9	3,2	6,3	5,6	5,1	3,1	3,2	6,3	
Среднее, Бк/м <sup>2</sup> -сутки:															
- по зоне наблюдения		0,7	0,9	0,9	1,1	1,4	1,7	1,6	1,9	1,6	1,4	1,3	1,0	1,3	0,8
- по Центру ЕТР		1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,3	1,1
Объемная активность, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>															
Подмосковная	с	39,7	67,3	39,1	18,7	19,0	12,4	16,6	14,3	10,6	11,5	14,1	23,2	23,9	16,4
	м	142,6	152,6	84,5	41,3	37,8	24,2	39,4	30,5	28,5	33,0	47,8	51,7		

Из табл. 5.1 видно, что в 2009 г. среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная составила  $23,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза выше уровня прошлого года и сравнимо со средневзвешенной объемной  $\Sigma\beta$  по Центру ЕТР ( $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальная среднемесячная объемная  $\Sigma\beta$  ( $67,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалась в феврале. В целом повышенные значения



среднемесячной объемной  $\Sigma\beta$  наблюдались в п. Подмосковная в отопительный сезон, в январе – марте и ноябре – декабре.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Подмосковная за 2005–2009 гг., выполненного в лаборатории ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», приведены в табл. 5.2. Из табл. 5.2 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы в п. Подмосковная в 2009 г. практически не изменилась, по сравнению с 2008 г. ( $5,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), и не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в п. Подмосковная в 2009 г. составляла  $0,45 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза выше, чем в 2008 г., и в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ( $0,72 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 5.2

**Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в п. Подмосковная в 2005–2009 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Подмосковная	2005	8,2	3,2	2,9	7,0	5,3	6,0
	2006	16,0	2,6	4,5	4,9	7,0	5,3
	2007	4,2	4,3	3,6	4,0	4,0	10,5
	2008	4,3	3,4	10,0	3,4	5,3	8,9
	<b>2009</b>	<b>4,6</b>	<b>6,8</b>	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>5,1</b>	<b>5,6</b>
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Подмосковная	2005	0,30	0,38	0,37	0,60	0,41	0,56
	2006	0,59	0,68	0,36	0,18	0,45	0,45
	2007	0,28	1,04	0,51	0,33	0,54	1,20
	2008	0,16	0,74	0,37	0,22	0,37	1,25
	<b>2009</b>	<b>0,21</b>	<b>0,88</b>	<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	<b>0,45</b>	<b>0,72</b>

Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах контроля в 2009 г. (см. табл. 5.1) составляли 1,2–1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные выпадения (9,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) были зарегистрированы в августе на метеостанции ВДНХ в г. Москве. Среднегодовое значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в Московской области, как и в Центре ЕТР, увеличилось и в 1,6 раза превышало выпадения предыдущего года (0,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), что соответствовало региональному уровню (Центр ЕТР).

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в объединенной по пяти пунктам пробе в 2009 г. увеличились в 2,5 раза, по сравнению с предыдущим годом, и составили 0,40 Бк/м<sup>2</sup>·год, что находится на уровне среднего значения для Центра ЕТР (0,41 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг (территория г. Москвы) и на СФМ (Серпуховской район Московской области), по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2009 г. составляла 2,6 и 2,2 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднегодового значения для всей территории России (2,5 Бк/л).

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Москва в течение 2009 г. колебалась в небольших пределах – от 3,6 до 6,7 мБк/л – при среднем значении 5,1 мБк/л, что сравнимо со средним значением для рек ЕТР (4,7 мБк/л).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на территории г. Москвы и области [1] изменялась от 9 мкР/ч (г. Дмитров) до 13 мкР/ч (Балчуг, Тушино, г. Кашира), что

находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически с 1987 г. контролируется ГУП МосНПО «Радон» [2], согласно программам и постановлениям Правительства г. Москвы «О мерах по повышению радиационной безопасности населения г. Москвы». Система радиационно-экологического мониторинга г. Москвы охватывает всю территорию города (1091 км<sup>2</sup>) и состоит из стационарных и мобильных средств контроля, центрального лабораторного комплекса и информационно-аналитического центра [2]. Схема радиационного мониторинга в г. Москве представлена на рис. 5.1.

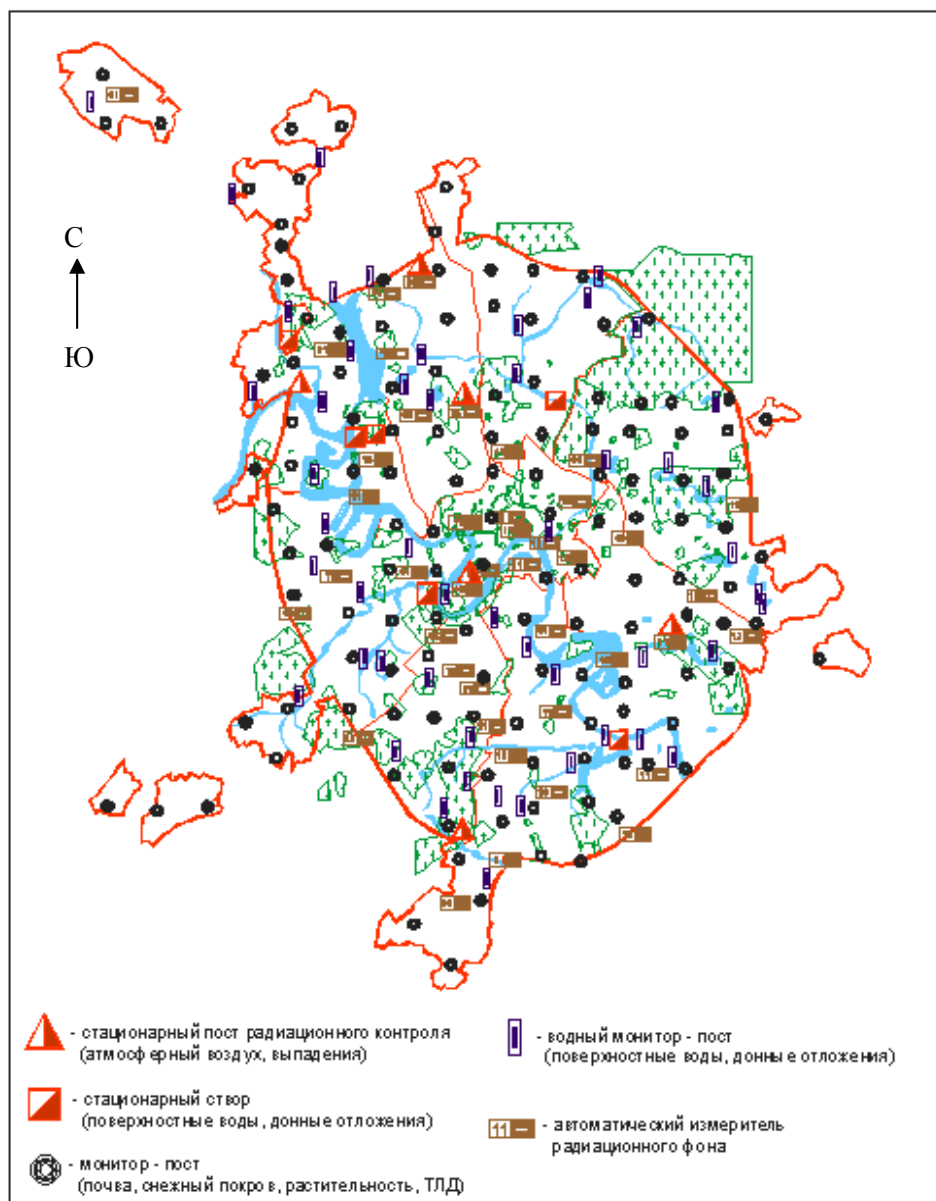


Рис. 5.1. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

Стационарные средства контроля ГУП МосНПО «Радон» включают в себя:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы на шести постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью до 1200 м<sup>3</sup>/ч на фильтр ФПП-15-1,5 с недельной экспозицией проб;

– наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений в шести пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с недельной экспозицией с помощью высокооборотных кювет;

– сеть постов контроля водного бассейна – семь стационарных гидропостов, расположенных на створах рек Москва, Сетунь, Сходня, Яуза и в устье Соболевского ручья (как наиболее вероятного места поступления промышленных загрязнений), на которых проводился отбор проб воды и донных отложений;

– наземную режимную сеть наблюдения (134 пункта) за радиоактивностью почв и грунтов по пробам, отобраным из верхнего поддернового слоя на глубину 5 см с площадок 10x10 м<sup>2</sup> методом «конверта»;

– сеть измерителей радиационного фона, состоящую из 50 автоматизированных датчиков, размещенных на магистралях, крупных предприятиях, в местах массовых миграций населения и с учетом планомерного охвата всех административных округов.

Мобильные средства включают в себя:

– водный комплекс на базе теплохода «Радон», который проводит оценку радиоактивности поверхностных вод и донных отложений основных водных транспортных путей Московского региона;

– автомобильный комплекс для проведения автомобильной  $\gamma$ -съемки по магистралям и улицам города в районах промышленных и жилых застроек города;

– измерение МЭД переносными дозиметрами. Носимыми приборами в 2009 г. выполнено более 3000 измерений МЭД;

– 300 термолюминесцентных дозиметров для определения интегральной поглощенной дозы облучения от внешних источников облучения на местности.

В процессе мониторинга в 2009 г. было отобрано и проанализировано более 2 500 проб объектов окружающей среды.

В табл. 5.3 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2009 г. [2] и для сравнения в 2008 году.

Таблица 5.3

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы  
(данные ГУП МосНПО «Радон»)**

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$		Радионуклид											
			<sup>226</sup> Ra		<sup>232</sup> Th		<sup>40</sup> K		<sup>7</sup> Be		<sup>137</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr	
	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Объемная активность в приземной атмосфере, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>	18,0	7,6	-	0,076	-	-	2,2	1,9	350	310	0,13	0,11	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м <sup>2</sup> ·год	299	172	-	11,0	-	14,6	-	146	380	518	-	0,58	-	-
Объемная активность радионуклидов в р. Москва, мБк/л	150	120	1,9	2	0,4*	0,5*	8	10	-	-	0,9	0,8	8,1*	4,4*
Донные отложения в р. Москва, Бк/кг	280	420	16	32	17	24	260	330	-	-	5	6	-	-
Содержание радионуклидов: почва, грунт, Бк/м <sup>2</sup> Бк/кг	-	-	17	12	22	21	390	420	-	-	480	360	110	110

Примечание: - - данные не поступали;

\* – только растворенная фаза для <sup>90</sup>Sr и только взвесь для <sup>232</sup>Th.

Из табл. 5.3 видно, что, по данным [2], среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2009 г. была в 2,4 раза выше значения предыдущего года и не превышала средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $22,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы г. Москвы в 2009 г. осталась на уровне 2008 г. и составляла  $13 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,3 раза выше средневзвешенного значения по Центру ЕТР ( $5,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в 2,5 раза выше объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в п. Подмосковная. Объемная активность  $^7\text{Be}$  в воздухе менялась в течение года в зависимости от сезона и достигала максимума летом (до  $960$  Бк/м<sup>3</sup>) [2].

Кроме указанных в табл. 5.3 радионуклидов, в приземном слое атмосферы г. Москвы определялись  $^{131}\text{I}$  и  $^{210}\text{Pb}$  [2]. В 2009 г. среднегодовая объемная активность  $^{131}\text{I}$  составляла  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на пять порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>. по НРБ-99/2009 ( $7,3$  Бк/м<sup>3</sup>) [3]. Объемная активность  $^{210}\text{Pb}$  увеличилась в 1,7 раза, по сравнению с 2008 г., и составляла  $4,8 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на три порядка ниже ДОА<sub>НАС</sub>. по НРБ-99/2009 для этого радионуклида ( $0,11$  Бк/м<sup>3</sup>) [3].

Выпадения  $\Sigma\beta$  на территории г. Москвы в 2009 г. (см. табл. 5.2) увеличились в 1,7 раза, по сравнению с предыдущим годом, и составили  $299$  Бк/м<sup>2</sup>·год.

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воде р. Москва очень низкая –  $0,9$  мБк/л, а содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 1,7 раза выше уровня среднего значения для рек ЕТР ( $4,7$  мБк/л).

В донных отложениях р. Москва [2] наблюдались естественные радионуклиды  $^{226}\text{Ra}$  ( $16$  Бк/кг),  $^{232}\text{Th}$  ( $17$  Бк/кг),  $^{40}\text{K}$  ( $260$  Бк/кг) и техногенный  $^{137}\text{Cs}$  ( $5$  Бк/кг) (см. табл. 5.3), удельная активность которых осталась примерно на уровне 2008 г. и не превышала фоновых уровней.

Из техногенных радионуклидов в пробах почвы определялись  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , содержание которых очень низкое и не превышает уровней глобального фона. Содержание естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в почве также не превышало фоновых уровней (см. табл. 5.2).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на территории г. Москвы, по данным МосНПО «Радон», в 2009 г. [2] составила  $11$  мкР/ч при максимальном значении  $20$  мкР/ч (Котельническая набережная, 1/15), что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составила  $0,7$  мГр/год.

С целью определения радиологических условий проживания населения в 2009 г. было проведено обследование на содержание эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона 391 жилое здание, 124 детских образовательных учреждений и 170 школ [2]. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от  $11$  до  $191$  Бк/м<sup>3</sup>, в подвалах – от  $6$  до  $288$  Бк/м<sup>3</sup>. Согласно НРБ-99/2009 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать  $200$  Бк/м<sup>3</sup>.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в 2009 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое атмосферы г. Москвы (по шести пунктам наблюдения), по данным ГУП МосНПО «Радон» [2], была в 2,5 раза выше, чем в п. Подмосковная (в  $30$  км от г. Москвы), по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». В целом же радиационный мониторинг окружающей природной среды на территории г. Москвы и Московской области показал, что в основном в 2009 г. значения

контролируемых параметров объектов природной среды находились на уровне многолетних значений, характерных для радиационного фона столицы и Центра ЕТР.

## 5.2. Южно-Уральский регион

На территории Южно-Уральского региона России, кроме наблюдений за радиационной обстановкой в окрестностях РОО, описанных в разделах 2, 3 и 4, Уральское УГМС проводит регулярный радиационный мониторинг территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) и населенных пунктов, на территории которых расположены предприятия, работающие с радиоактивными веществами, а именно:

- пос. Двуреченск Сысертского района, на территории которого расположен Ключевской завод ферросплавов;
- г. Новоуральск, где находится Уральский электрохимический комбинат (УЭХК);
- г. Лесной с расположенным на его территории комбинатом «Электрохимприбор» (ЭХП).

### 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 высохших берегов оз. Карачай, куда сливались низкоактивные РАО в 1967 г., 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 [4]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  по состоянию на 1997 год.

На территории этого радиоактивного следа Уральское УГМС в 12 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения [5]. Кроме того, Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» проводится многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами вод р. Синары и впадающей в нее р. Караболки, протекающих по территории ВУРС. Пробы воды из системы рек Караболка – Синара Уральским УГМС в 2009 г. отбирались в двух пунктах ежемесячно, в одном – три квартала. ЦЗЛ ПО «Маяк» в 2009 г. проводила отбор проб воды в нижнем бьефе болота Бугай, являющегося истоком р. Караболки (площадь болота составляет 100 км<sup>2</sup>), один раз в год и в р. Караболке (в створе вблизи истока реки в населенном пункте Татарская Караболка) – ежеквартально. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 2.1 и 2.2 в разделе 2.2 и на рис. 4.4 в разделе 4.2.

Выпадения  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2009 г. [5], а также за предыдущие годы приведены в табл. 5.4. Выпадения  $\Sigma\beta$  в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе,  $^{137}\text{Cs}$  – в объединенных за месяц пробах,  $^{90}\text{Sr}$  – в пробах, объединенных за квартал.

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что годовая  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в течение последних лет меняется незначительно и находится на фоновом по Уральскому региону

уровне. Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения в 2009 г. на территории ВУРС не наблюдалось.

Таблица 5.4

**Выпадения радионуклидов в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2007–2009 гг., Бк/м<sup>2</sup>·год (данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			<sup>137</sup> Cs			<sup>90</sup> Sr		
	2009 г.	2008 г.	2007 г.	2009 г.	2008 г.	2007 г.	2009 г.	2008 г.	2007 г.
Аргаяш	316	329	263	5,9	7,0	5,4*	4,8	6,5	9,2
Байны	141	146	117	3,0	3,9	3,4*	2,7	2,9	9,0
Богданович	156	172	132	2,5	4,5	1,9*	2,2	4,0	8,2*
Бродокалмак	325	293	256	4,9	3,0	6,4*	3,8	5,3	7,2
Ирбит-Фомино	145	157	139	5,5	5,9	2,5*	3,1	4,2	5,3
Каменск-Уральский	162	179	143	4,1	3,2	2,1*	2,7	2,7	6,3*
Камышлов	198	165	124	5,5	4,7	2,0*	3,3	3,3	3,4
Муслюмово	321	329	281	6,2	7,4	8,7*	4,7	4,8	4,5*
Новый Завод	149	168	135	4,3	5,6	3,0*	4,5	2,8	9,2*
Рыбниковское	127	183	135	2,5	6,9	2,0*	3,3	4,7	8,4
Тавда	143	117	146	3,2	5,8	1,3*	3,9	3,8	6,1
Талица	155	183	164	3,0	3,6	2,0*	4,4	3,8	7,9
Среднее по территории ВУРС	195	198	172	4,2	5,0	3,2*	3,6	4,1	7,1
Фон для Уральского региона	193	190	175	0,2	0,6	0,8*	1,7	1,1	1,6

Примечание: \* – уточненные данные.

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs, усредненные по территории ВУРС, в 2009 г. [5] уменьшились в 1,2 раза, по сравнению с 2008 г., а фоновые годовые выпадения <sup>137</sup>Cs для Уральского региона – в 3 раза. При этом выпадения <sup>137</sup>Cs по территории ВУРС превышали региональный фоновый уровень в 21 раз. Максимальные месячные выпадения <sup>137</sup>Cs, усредненные по территории ВУРС, наблюдались в мае (0,6 Бк/м<sup>2</sup>·месяц), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,004 Бк/м<sup>2</sup>·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения <sup>137</sup>Cs на территории ВУРС, как и в предыдущие годы, наблюдались в п. Муслюмово (6,2 Бк/м<sup>2</sup>·год).

В 2009 г. усредненные по территории ВУРС выпадения <sup>90</sup>Sr [5] несколько уменьшились, но превышали региональный фоновый уровень в 2 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в IV квартале (1,02 Бк/м<sup>2</sup>·квартал), в то время как региональный фоновый уровень составлял 0,32 Бк/м<sup>2</sup>·квартал. Максимальные годовые выпадения <sup>90</sup>Sr в 2009 г., как и ранее, наблюдались в п. Аргаяш (4,8 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Динамика годовых выпадений <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr на территории ВУРС, а также фоновых выпадений этих радионуклидов по Уральскому региону в период с 1998 по 2009 г. приведена на рис. 5.2. Из рис. 5.2 видно, что фоновые выпадения <sup>137</sup>Cs со временем имеют слабую тенденцию к уменьшению, в то время как в изменениях выпадений <sup>137</sup>Cs по территории ВУРС ярко выраженной тенденции к уменьшению не прослеживается. Выпадения <sup>90</sup>Sr как по территории ВУРС, так и фоновые, колеблются из года в год, изменяясь в диапазоне 2,8–7,1 и 1,1–2,1 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно. Отношение содержания <sup>137</sup>Cs к <sup>90</sup>Sr в выпадениях за данный период изменялось в пределах 0,44–1,22. Отношение этих радионуклидов сразу после образования ВУРС составляло 0,05, а в «цезиевом» следе, частично перекрывшем ВУРС в 1967 г., отношение было равно 3 [4].

Результаты радионуклидного анализа проб воды из рек Караболка и Синара приведены в табл. 5.5. Содержание <sup>90</sup>Sr в воде определялось параллельно в двух лабораториях Уральского УГМС

и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», поэтому в табл. 5.5 приведены данные по результатам измерений трех лабораторий, а также данные ЦЗЛ ПО «Маяк» [6]. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2 в разделе 2.2.

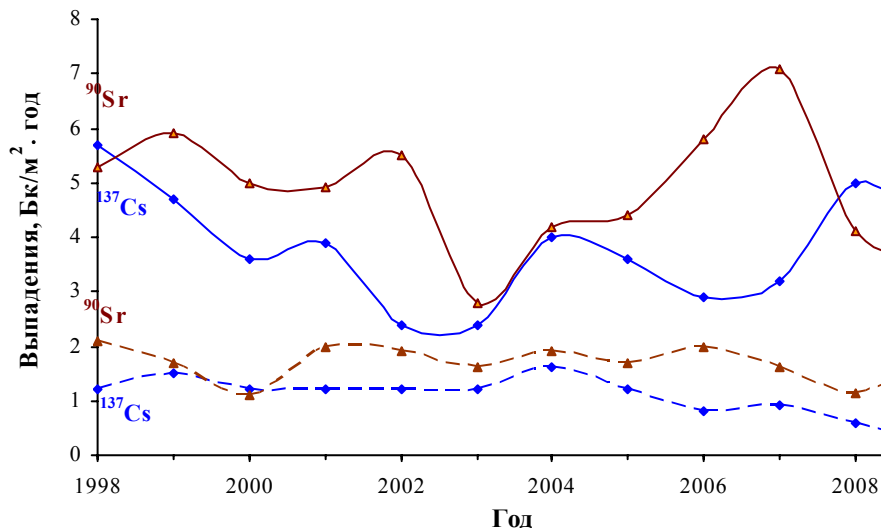


Рис. 5.2. Динамика выпадения радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

- фоновые уровни по Уральскому региону;
- выпадения, усредненные по территории ВУРС

Таблица 5.5

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Карabolки и Синары в 2009 г., Бк/л (данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Нижний бьеф болота Бугай			с. Татарская Карabolка				Усть-Карabolка			Устье р. Синары	
	<sup>90</sup> Sr*	<sup>137</sup> Cs*	<sup>3</sup> H*	<sup>90</sup> Sr*	<sup>137</sup> Cs*	<sup>3</sup> H*	<sup>3</sup> H	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>3</sup> H	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
Январь	-	-	-	-	-	-	8,0	2,36	н	-	0,17	0,022
Февраль	-	-	-	2,4	0,20	300	6,2	1,68	0,02	-	0,14	0,020
Март	-	-	-	-	-	-	5,4	0,97	0,01	-	0,12	0,016
Апрель	-	-	-	-	-	-	9,6	0,91	0,04	-	0,15	0,011
Май	-	-	-	2,2	0,40	50	10,1	1,37	0,05	-	0,19	0,020
Июнь	-	-	-	-	-	-	6,3	0,81	0,01	-	0,54	0,020
Июль	-	-	-	-	-	-	9,5	0,95	0,03	-	0,27	0,004
Август	-	-	-	0,9	<0,40	<70	5,0	0,96	0,05	-	0,28	0,002
Сентябрь	-	-	-	-	-	-	1,9	1,07	0,04	-	0,25	н
Октябрь	-	-	-	-	-	-	-	0,68	н	-	0,19	н
Ноябрь	3,8	<0,40	460	1,0	1,20	150	-	0,91	0,01	-	0,15	0,010
Декабрь	-	-	-	-	-	-	-	1,26	0,03	-	0,24	0,015
Среднее:												
2009 г.	<b>3,8</b>	<b>&lt;0,40</b>	<b>460</b>	<b>0,6</b>	<b>0,55**</b>	<b>143**</b>	<b>6,9</b>	<b>1,16</b>	<b>0,02</b>	-	<b>0,22</b>	<b>0,012</b>
2008 г.	2,7	0,51	<70	2,5	0,26	<70	12,3	1,03	0,02	10,0	0,33	0,019
УВ [3]	4,9	11	7600	4,9	11	7600	7600	4,9	11	7600	4,9	11

Примечание: \* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк»;  
 \*\* – оценка «сверху»;  
 - – измерения не проводились;  
 н – ниже предела обнаружения

По данным Уральского УГМС [5], в 2009 г. в водах системы рек Карabolка – Синара содержание <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs и трития оставалось на уровне 2008 г. или снизилось в 1,5–1,8 раза и не превышало УВ по НРБ-99/2009 [3]: объемная активность <sup>90</sup>Sr была в 4–20 раз ниже УВ, <sup>137</sup>Cs – более чем в 500 раз ниже УВ, трития – на три порядка ниже УВ, но в 3 раза превышала фоновый уровень для рек России (2,4 Бк/л).

Данные ПО «Маяк» [6] о содержании трития и  $^{137}\text{Cs}$  в воде рассматриваемой системы рек не обсуждаются, поскольку предел обнаружения используемых методов анализа и аппаратуры ЦЗЛ ПО «Маяк» на порядок и более превышает минимально детектируемые активности методов анализа и аппаратуры, используемых в системе Росгидромета.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2009 г. [5] колебалась от 10 до 12 мкР/ч и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

### **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. Захоронение шлаков производят траншейным способом с засыпкой землей и с последующим одерновыванием поверхности кургана. Источником возможного загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид  $^{232}\text{Th}$  и его дочерние продукты распада. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3 км от пос. Двуреченск. 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 планшета с суточной экспозицией и измерения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения три раза в сутки. Результаты наблюдений [5] за  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений и результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2009 г., а также для сравнения в 2005–2008 гг. представлены в табл. 5.6.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние пять лет показал, что годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пос. Двуреченск оставались практически на одном уровне и не превышали региональные фоновые значения по Уральскому региону. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. было зарегистрировано 23–24 апреля и составило 3,41 Бк/м<sup>2</sup>·сутки [5]. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в пос. Двуреченск в 2009 г. незначительно снизились, по сравнению с 2008 г., но превышали фоновый уровень в 18 раз. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  уменьшились, по сравнению с 2008 г., в 1,8 раза и находились на уровне регионального фона. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в пос. Двуреченск в 2009 г. [5] составила 9 мкР/ч, что находится на уровне фонового значения по Уральскому региону (11 мкР/ч); максимальное измеренное значение МЭД не превышало 12 мкР/ч [7]. Загрязнение приземной атмосферы пос. Двуреченск  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  не обусловлено производственной деятельностью Ключевского завода ферросплавов и пункта захоронения шлаков. По всей вероятности, оно вызвано ветровым выносом радионуклидов с территории ВУРС.

### **Город Новоуральск**

В г. Новоуральске, входящем в 100-км зону Белоярской АЭС, расположен ОАО «Уральский электрохимический комбинат» (УЭХК) (введен в эксплуатацию в 1949 г.), который производит низкообогащенный уран для ядерных реакторов и ведет переработку оружейного урана



с демонтированных боеголовок в топливо для атомных электростанций. В 2009 г. комбинатом в воздух было выброшено  $2,74 \cdot 10^8$  Бк (на 7 % больше, чем в 2008 г.)  $\alpha$ -активных нуклидов, что составляет 3,7 % от величины допустимого выброса [8].

Радиационный мониторинг окружающей среды в г. Новоуральске проводится Уральским УГМС с 1992 года. В городе организованы наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения три раза в сутки [5]. Результаты наблюдений приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6

**Выпадения из атмосферы  $\Sigma\beta$  (Бк/м<sup>2</sup>·сутки), <sup>137</sup>Cs (Бк/м<sup>2</sup>·месяц) и <sup>90</sup>Sr (Бк/м<sup>2</sup>·квартал) в некоторых городах Свердловской области в 2009 г. (данные Уральского УГМС)**

Месяц	пос. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr
Январь	0,34	н	}	0,22	0,5	}	0,31	0,1	}
Февраль	0,40	0,4	} 0,20	0,45	1,8	} 0,89	0,31	н	} 1,24
Март	0,40	0,5	}	0,41	0,3	}	0,34	н	}
Апрель	0,76	0,3	}	0,49	0,3	}	0,58	н	}
Май	0,43	0,2	} 0,68	0,47	0,3	} 0,82	0,47	н	} 0,95
Июнь	0,31	0,2	}	0,72	н	}	0,30	н	}
Июль	0,41	1,3	}	0,58	0,4	}	0,41	0,7	}
Август	0,64	0,4	} 0,39	0,39	0,6	} 0,44	0,68	0,2	} 0,92
Сентябрь	0,38	0,4	}	0,25	0,4	}	0,32	0,1	}
Октябрь	0,45	н	}	0,60	н	}	0,65	н	}
Ноябрь	0,35	н	} 0,60	0,45	н	} 0,49	0,28	н	} 1,08
Декабрь	0,17	н	}	0,28	н	}	0,77	н	}
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:									
<b>2009 г.</b>	<b>155</b>	<b>3,7</b>	<b>1,9</b>	<b>162</b>	<b>4,6</b>	<b>2,6</b>	<b>165</b>	<b>1,2</b>	<b>4,2</b>
2008 г.	179	4,0	3,5	144	5,0	6,2	147	5,2	3,7
2007 г.	161	1,3*	6,4	139	1,3	5,9	153	3,5	6,1
2006 г.	135	1,6	4,9	168	0,8	5,8	142	1,4	7,2
2005 г.	110	0,7*	3,1	146	1,5*	2,3	146	6,7*	4,2
Фон для Уральского региона, Бк/м <sup>2</sup> ·год:									
<b>2009 г.</b>	<b>193</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>193</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>193</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>
2008 г.	190	0,6	1,1	190	0,6	1,1	190	0,6	1,1
2007 г.	175	0,8*	1,6	175	0,8*	1,6	175	0,8*	1,6
2006 г.	186	0,8	2,0	186	0,8	2,0	186	0,8	2,0
2005 г.	183	1,2	1,7	183	1,2	1,7	183	1,2	1,7

Примечание: н – ниже предела обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup> месяц);  
\* – уточненные данные.

Из табл. 5.6 видно, что годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в г. Новоуральске в течение последних лет не превышают фоновых значений для Уральского региона. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. было зарегистрировано 22–23 июля и составило 6,85 Бк/м<sup>2</sup>·сутки [5]. В 2009 г. суммарные годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в г. Новоуральске остались примерно на уровне предыдущего года и более чем в 20 раз превышали фоновый уровень Уральского региона. Выпадения <sup>90</sup>Sr в г. Новоуральске в 2009 г. уменьшились в 2,4 раза, по сравнению с 2008 г., но в 1,5 раза превышали уровень регионального фона. Среднее за год значение МЭД в Новоуральске [5] составило 10 мкР/ч, что соответствует уровням естественного  $\gamma$ -фона; максимальное измеренное значение – не превышало 15 мкР/ч [7]. Как и в случае с пос. Двуреченск, источником загрязнения приземной атмосферы города <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr не является УЭХК, поскольку в выбросах предприятия присутствуют только изотопы урана. Наблюдаемые выпадения этих радионуклидов, вероятно, вызваны ветровым выносом с территории ВУРС.

### Город Лесной

В г. Лесном расположен ФГУП «Комбинат «Электрохимприбор» (ЭХП) (основан в 1947 г.) – многопрофильное предприятие, выпускающее военную и гражданскую продукцию, в том числе осуществляет утилизацию (демонтаж), сборку ядерных боеприпасов, производство стабильных изотопов. На комбинате происходит обогащение, а также разбавление урана, вследствие чего ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана. По данным [8], в 2009 г. ЭХП в воздух было выброшено  $6,24 \cdot 10^8$  Бк изотопов урана, что находится практически на уровне 2008 г. ( $6,26 \cdot 10^8$  Бк) и составляет 99 % от величины допустимого выброса.

С 1992 г. в г. Лесном Уральское УГМС проводит наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов с помощью горизонтального планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения три раза в сутки. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений [5] приведены в табл. 5.6.

Анализ результатов показывает, что годовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений в г. Лесном остаются на уровне последних лет и не превышают фоновые значения для Уральского региона. Максимальное суточное значение  $\Sigma\beta$  выпадений в 2009 г. было зарегистрировано 10–11 сентября и составило  $3,49$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки [5]. Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в г. Лесной в 2009 г. снизились в 4,7 раза, по сравнению с 2008 г., но примерно в 6 раз превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения <sup>90</sup>Sr незначительно увеличились, по сравнению с 2008 г., и в 2,5 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Среднегодовое значение МЭД в г. Лесном в 2009 г. составляло 10 мкР/ч [5], что не отличается от фоновых уровней; максимальное измеренное значение МЭД не превышало 16 мкР/ч [7]. Поскольку <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr не присутствуют в выбросах ЭХП, загрязнение приземной атмосферы, как и на большей части Уральского региона, происходит за счет ветрового выноса этих радионуклидов с загрязненных территорий.

Таким образом, из приведенных данных радиационного мониторинга  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих радионуклидов на территории Уральского региона следует, что несмотря на то, что в 2009 г. выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы на рассматриваемых территориях несколько снизились, они по-прежнему превышали фоновые значения для Уральского региона: на территории ВУРС – в 21 раз, в пос. Двуреченск – в 18 раз, в г. Новоуральск – в 23 раза, в г. Лесной – в 6 раз. Выпадения <sup>90</sup>Sr на рассматриваемых территориях превышали фоновый уровень примерно в 1,1–2,5 раза. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучающих радионуклидов.

### 5.3. Территории ЕТР, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС

Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. на территории Российской Федерации подверглись загрязнению <sup>137</sup>Cs с уровнями 1 Ки/км<sup>2</sup> ( $37$  кБк/м<sup>2</sup>) 19 субъектов Федерации. В 2009 г. ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» проводил работы по уточнению радиационной обстановки в 140 населенных пунктах, расположенных в зоне радиоактивного загрязнения от аварии на ЧАЭС. Уточнение радиационной обстановки проводилось в населенных пунктах Белгородской (28 пунктов), Брянской (1),

Воронежской (19), Калужской (2), Курской (8), Ленинградской (16), Липецкой (9), Орловской (12), Пензенской (4), Рязанской (11), Тульской (26) областей и Республики Мордовия (4). Обследования включали измерения мощности дозы  $\gamma$ -излучения на территориях населенных пунктов и отбор проб почвы на глубину 30 см для последующего  $\gamma$ -спектрометрического анализа.

В целом полученные в результате проведенных обследований экспериментальные результаты по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в почве населенных пунктов хорошо согласуются с расчетными оценками, учитывающими только распад  $^{137}\text{Cs}$ . Факт хорошего совпадения расчетных и экспериментальных данных о плотности загрязнения природных ландшафтов отражен и в коллективной работе [9].

В табл. 5.7 представлены данные по количеству населенных пунктов в загрязненных районах ЕТР в зависимости от уровней загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  по состоянию на 01.01.2010 год.

Таблица 5.7

**Распределение количества населенных пунктов Российской Федерации на территориях, загрязненных после чернобыльской аварии, по уровню загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  (по состоянию на 01.01.2010 г.)**

Область, республика	Всего	0–1 Ки/км <sup>2</sup>	1–5 Ки/км <sup>2</sup>	5–15 Ки/км <sup>2</sup>	15–40 Ки/км <sup>2</sup>
Белгородская	549	495	55		
Брянская	1989	1329	414	203	46
Волгоградская	5	4	1		
Воронежская	1195	1150	45		
Калужская	576	324	233	19	
Курская	1111	1005	106		
Ленинградская	158	128	30		
Липецкая	215	180	35		
Московская	9	9			
Нижегородская	141	141			
Новгородская	85	85			
Орловская	1548	985	563		
Пензенская	202	182	20		
Ростовская	2	2			
Рязанская	581	422	159		
Саратовская	13	13			
Смоленская	89	89			
Тамбовская	118	118			
Тульская	2380	1347	991	42	
Ульяновская	133	133			
Башкортостан	16	16			
Марий Эл	25	25			
Мордовия	386	374	12		
Чувашская	34	34			
<b>Всего:</b>					
на 01.01.2010 г.*	<b>11560</b>	<b>8590</b>	<b>2664</b>	<b>264</b>	<b>46</b>
на 01.01.2005 г. [10]	11687	8308	3017	306	53
на 01.01.1999 г. [11]	11695	7529	3664	428	74

Примечание: \* – по состоянию на 01.01.2010 в Брянской области находятся три населенных пункта с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  более 40 Ки/км<sup>2</sup>.

#### 5.4. Радиационная обстановка на территории Обь-Иртышского УГМС

На территории Обь-Иртышского УГМС находятся Омская и Тюменская (включая Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО) области. РОО на данной территории отсутствуют. Радиационный мониторинг проводится Обь-Иртышским УГМС. В 2009 г. радиационный мониторинг был организован следующим образом [12]:

- на 46 станциях ежедневно измерялась мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения;

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась ежедневно в трех пунктах (Омск, Ханты-Мансийск, Салехард) путем отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась ежедневно в 12 пунктах путем отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов;
- определялось содержание трития в месячных пробах атмосферных осадков, отобранных в пп. Омск и Салехард;
- определялось содержание трития и  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Обь (п. Салехард) и содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Пур (п. Уренгой).

Для измерения  $\Sigma\beta$  в пробах аэрозолей и выпадений в Обь-Иртышском УГМС использовались радиометры РУБ-01П с датчиком БДЖБ-05П1 и БДЖБ-06П. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения контролировалась с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Г1, ДБГ-01Н и ДКГ-03Д «Грач». Гамма-спектрометрический анализ проб проводился Западно-Сибирским УГМС с помощью полупроводникового  $\gamma$ -спектрометра «Прогресс-310», а также сцинтилляционного  $\gamma$ -спектрометра «Прогресс». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах также определялось в Западно-Сибирском УГМС радиохимическим методом [13]. Содержание трития в осадках определялось в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун».

### Приземная атмосфера

Данные наблюдений за объемной  $\Sigma\beta$  радионуклидов в приземном слое атмосферы за 2008 и 2009 гг. представлены в табл. 5.8.

Таблица 5.8

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе на территории Обь-Иртышского УГМС в 2008–2009 гг.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Обь-Иртышского УГМС)**

Месяц		Омск		Ханты-Мансийск		Салехард*	
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	с	31,3	22,8	11,5	18,5	7,0	11,9
	м	99,9	76,6	27,7	54,7	14,8	27,7
Февраль	с	20,2	32,2	12,3	10,7	7,8	12,2
	м	47,7	111,3	25,8	17,8	25,5	47,2
Март	с	20,4	20,2	13,6	12,9	7,6	8,9
	м	47,2	84,9	45,6	31,3	17,7	17,3
Апрель	с	26,1	30,9	22,1	12,5	7,7	7,5
	м	62,3	79,1	55,3	29,1	16,9	12,0
Май	с	31,9	34	18,4	16,3	6,9	6,3
	м	95,5	88,7	61,4	44,5	15,2	9,8
Июнь	с	30,8	35,3	16,4	11,9	6,5	6,6
	м	86,0	114,8	59,6	24	10,5	10,6
Июль	с	23,3	36,5	14,1	12,7	6,5	6,7
	м	78,9	87,3	47,1	35,1	13,4	14,6
Август	с	24,6	20,2	15,2	9,7	6,5	6,0
	м	87,0	42,8	43,8	20,1	20,0	15,5
Сентябрь	с	30,6	25,6	11,8	9,2	8,5	5,7
	м	78,6	91,4	23,3	18,4	25,5	20,2
Октябрь	с	29,2	28,2	15,6	12,1	8,5	5,0
	м	74,4	107	51,9	24,4	23,6	12,0
Ноябрь	с	30,8	14,7	19,0	12,6	12,6	6,1
	м	95,7	29,2	60,3	16,1	39,3	17,1
Декабрь	с	22,9	24,6	15,1	13,8	16,8	7,0
	м	62,9	65,4	58,5	38	55,8	14,7
Среднее		<b>26,8</b>	<b>27,1</b>	<b>15,4</b>	<b>12,7</b>	<b>8,6</b>	<b>7,5</b>
Среднее по региону		19,0	17,9	19,0	17,9	9,2	8,6

Примечание: \* – п. Салехард относится к Заполярью (см. раздел 1.1, табл. 1.2).

Из табл. 5.8 видно, что среднегодовое значение объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в г. Омске выше, чем в двух других городах. Среднегодовая объемная  $\Sigma\beta$  в 2009 г. в г. Омске была на уровне 2008 г., а в п. Ханты-Мансийск и в п. Салехард возросла в 1,2 раза, по сравнению с 2008 годом [14]. Объемная  $\Sigma\beta$  в Омске была в 1,4 раза выше средневзвешенного значения для территории Западной Сибири, в остальных – не превышала средних значений по региону. В 2009 г. случаев превышения суточных значений объемной  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями в пять и более раз не наблюдалось.

В 2009 г. средняя по зоне наблюдения  $\Sigma\beta$  выпадений на подстилающую поверхность осталась на уровне прошлых лет [14–17] и составляла 1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что в 1,3 раза выше средневзвешенного значения по территории России (табл. 5.9). Случаев превышения фоновых значений  $\Sigma\beta$  выпадений в 10 и более раз в 2009 г. зафиксировано не было.

Таблица 5.9

**Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений на территории  
Обь-Иртышского УГМС в 2005–2009 гг., Бк/м<sup>2</sup>·сутки  
(данные Обь-Иртышского УГМС)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Омск	2,2	2,0	2,0	1,9	1,7
Ханты-Мансийск	1,9	1,7	1,8	2,3	1,9
Салехард	2,0	1,8	1,9	2,0	1,8
Сытомино	1,9	1,6	1,7	1,7	1,7
Ишим	1,8	1,6	1,6	1,9	1,7
Тюмень	1,9	1,6	1,8	1,9	1,7
Тара	2,0	1,7	1,8	2,1	1,7
Тобольск	1,9	1,6	1,8	1,8	1,6
Березово	1,9	1,6	1,8	1,8	1,6
Няксимволь	1,8	1,7	1,7	1,8	1,6
Кондинское	1,9	1,6	1,7	1,9	1,7
Тазовский	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7
Среднее по зоне наблюдения	1,9	1,7	1,8	1,9	1,7
Средневзвешенное по РФ	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы на территории Обь-Иртышского УГМС представлена в табл. 5.10 и 5.11. Как видно из табл. 5.10, в 2009 г. среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в п. Салехард была в 2 раза выше средневзвешенного значения по Заполярному региону, к которому относится этот пункт наблюдения (см. раздел 1.1, табл. 1.2). Среднее значение объемной активности <sup>137</sup>Cs по территории Обь-Иртышского УГМС в 2009 г. составило 2,2·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что не превышает средневзвешенного значения по территории РФ (2,4·10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>). В предыдущие четыре года объемная активность <sup>137</sup>Cs по всем трем пунктам была ниже предела обнаружения.

Таблица 5.10

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в 2009 г., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные Западно-Сибирского УГМС)**

Пункт наблюдения	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по региону
Омск	н	10,5	н	н	<b>3,4*</b>	3,3
Ханты-Мансийск	н	н	н	н	<b>н</b>	3,3
Салехард	н	2,7	4,1	1,0	<b>2,2*</b>	1,1
Среднее по зоне наблюдения					<b>2,2*</b>	

Примечание: н – ниже предела обнаружения;

\* – оценка «сверху».

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  мало менялась от года к году (см. табл. 5.11) [13, 18–21] и в 2009 г. была на уровне или ниже средневзвешенного значения по региону.

Таблица 5.11

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в 2005–2009 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>  
(данные Западно-Сибирского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по региону
Омск	2005	1,3	3,8	1,5	1,4	2,0	2,1
	2006	1,0	3,9	3,6	1,6	2,5	2,4
	2007	1,1	1,5	2,0	0,8	1,4	2,0
	2008	0,6	3,5	1,3	0,5	1,5	1,8
	<b>2009</b>	<b>0,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>2,1</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>
Ханты-Мансийск	2005	0,1	4,9	2,6	1,7	2,3	2,1
	2006	1,3	-	-	-	*	2,4
	2007	-	-	2,7	0,7	1,7**	2,0
	2008	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	1,8
	<b>2009</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>	<b>нд</b>	<b>0,6</b>	<b>2,2</b>
Салехард	2005	0,3	0,6	0,5	0,3	0,4	0,36
	2006	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,27
	2007	1,1	1,5	2,0	0,3	1,2	0,32
	2008	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,27
	<b>2009</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,29</b>

Примечание: - – отбор проб не проводился;  
\* – среднее не определялось;  
\*\* – среднее значение за полгода.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах выпадений по Обь-Иртышскому региону (12 пунктов) в 2005–2009 гг. было ниже предела обнаружения [13, 18–21].

**Вода и другие объекты**

С 2003 г. ведется наблюдение за содержанием трития в пробах воды в р. Обь (в п. Салехард). Объемная активность трития в реке мало изменяется от года к году (см. табл. 5.12) и не превышает среднюю объемную активность данного радионуклида для рек РФ.

Таблица 5.12

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

Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$^3\text{H}$	2,7	2,3	2,7	2,6	2,6	3,2	2,2
Среднее для рек РФ	2,5	2,4	2,8	2,7	2,6	2,6	2,4

Пять – шесть раз в год отбираются пробы воды из рек Обь (п. Салехард) и Пур (п. Уренгой) на измерение объемной активности  $^{90}\text{Sr}$ . Полученные данные за последние пять лет приведены в табл. 5.13. Из табл. 5.13 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  колеблется в небольших пределах и в 2009 г. в р. Обь составляла 6,6 мБк/л, а в р. Пур – 4,6 мБк/л. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Обь вблизи устья (п. Салехард) постоянно в 1,7–1,8 раза выше среднего значения для рек АТР. Это связано с поступлением  $^{90}\text{Sr}$  в р. Течу на ПО «Маяк», влияние которого прослеживается по Обь-Иртышской речной системе вплоть до устья р. Оби [18].

Таблица 5.13

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Обь и р. Пур в 2009 г., мБк/л  
(данные Западно-Сибирского УГМС)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
р. Обь (Салехард)	7,9	7,9	7,3	7,3	6,6
р. Пур (Уренгой)	3,6	5,1	3,7	3,6	4,6
Среднее для рек АТР	4,7	4,4	4,5	4,1	3,9

Среднегодовая объемная активность трития в атмосферных осадках в пп. Омск и Салехард, по данным ИПМ ГУ «НПО «Тайфун», в 2009 г. составляла 3,1 и 2,6 Бк/л соответственно, что находится на уровне среднегодового значения для всей территории России (2,5 Бк/л).

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

Значение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2009 г. на территории Обь-Иртышского УГМС варьировало от 8 до 24 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальное значение МЭД наблюдалось в сентябре 2009 г. в п. Тара Омской области [12].

Таким образом, радиационная обстановка на территории Обь-Иртышского УГМС в 2009 г. практически находилась на уровне фоновых значений, характерных для данного региона.

### **5.5. Содержание радионуклидов в зоне влияния сбросов СХК**

ОАО «Сибирский химический комбинат» (СХК) – предприятие ядерно-топливного цикла, функционирующее с 1953 года. Описание СХК (расположение, основные производства), а также радиационная обстановка в районе размещения комбината по данным наблюдательной сети Росгидромета приведены в разделе 2.4. В данном разделе приводятся результаты дополнительных исследований речной системы в районе расположения СХК, выполненные в рамках проекта МНТЦ № 3547 «Анализ переноса радионуклидов и оценка радиационного риска для населения и объектов природной среды в бассейне речной системы Иртыш – Обь» специалистами ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» и ГУ «Томский ЦГМС».

Основной вклад в содержание радионуклидов в сбросных водах комбината давали ранее выведенные из эксплуатации прямоточные реакторы (последний реактор СХК был остановлен 5 июня 2008 г.). По мере остановки прямоточных реакторов поступление радионуклидов в открытую гидрографическую сеть снижалось, однако сбросы радиоактивных вод, осуществленные в прошлые годы, привели к накоплению радионуклидов в донных отложениях и на прибрежной (затопляемой) части местности [22]. В настоящее время ощущается нехватка данных по современному воздействию радиоактивных сбросов СХК на радиоактивное загрязнение рек Томь и Обь долгоживущими радионуклидами. Росгидрометом проводится регулярный мониторинг на р. Томь вблизи СХК (в Чернильщиковской протоке). На Обском участке ниже СХК в настоящее время регулярный мониторинг не проводится. Однако необходимо отметить, что при дальнем переносе по речной системе роль долгоживущих радионуклидов возрастает вследствие их осаждения со взвесью в донные отложения. Помимо этого, роль ранее накопленных долгоживущих радионуклидов возрастет также и вследствие остановки всех реакторов СХК.

В 2008 г. в рамках проекта МНТЦ были начаты наблюдения за содержанием искусственных радионуклидов в водах рек Томь и Обь на участке от г. Томска до района их слияния. Прежде всего были организованы систематические наблюдения (ежемесячные наблюдения в течение полного гидрологического цикла) за содержанием  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и трития в воде р. Томь выше и ниже СХК. Кроме того, в августе – сентябре 2008 г. было проведено экспедиционное радиоэкологическое обследование речной системы на участке от г. Томска до района слияния рек Томь и Обь. В ходе

экспедиционного обследования были отобраны пробы воды для определения  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и трития, а также пробы донных отложений и пойменных почв для последующего радионуклидного анализа. В данном разделе приводятся данные по содержанию искусственных радионуклидов в речной воде, донных отложениях и пойменных почвах, полученные к началу 2010 года.

Применявшиеся в ходе работ средства и методы отбора проб водной среды, а также методы последующего радионуклидного анализа описаны в работах [23, 24].

Регулярный отбор поверхностных вод вблизи СХК был организован в следующих точках (рис. 5.3):

- т. 1 – р. Томь выше СХК, в черте г. Томска (фоновая точка);

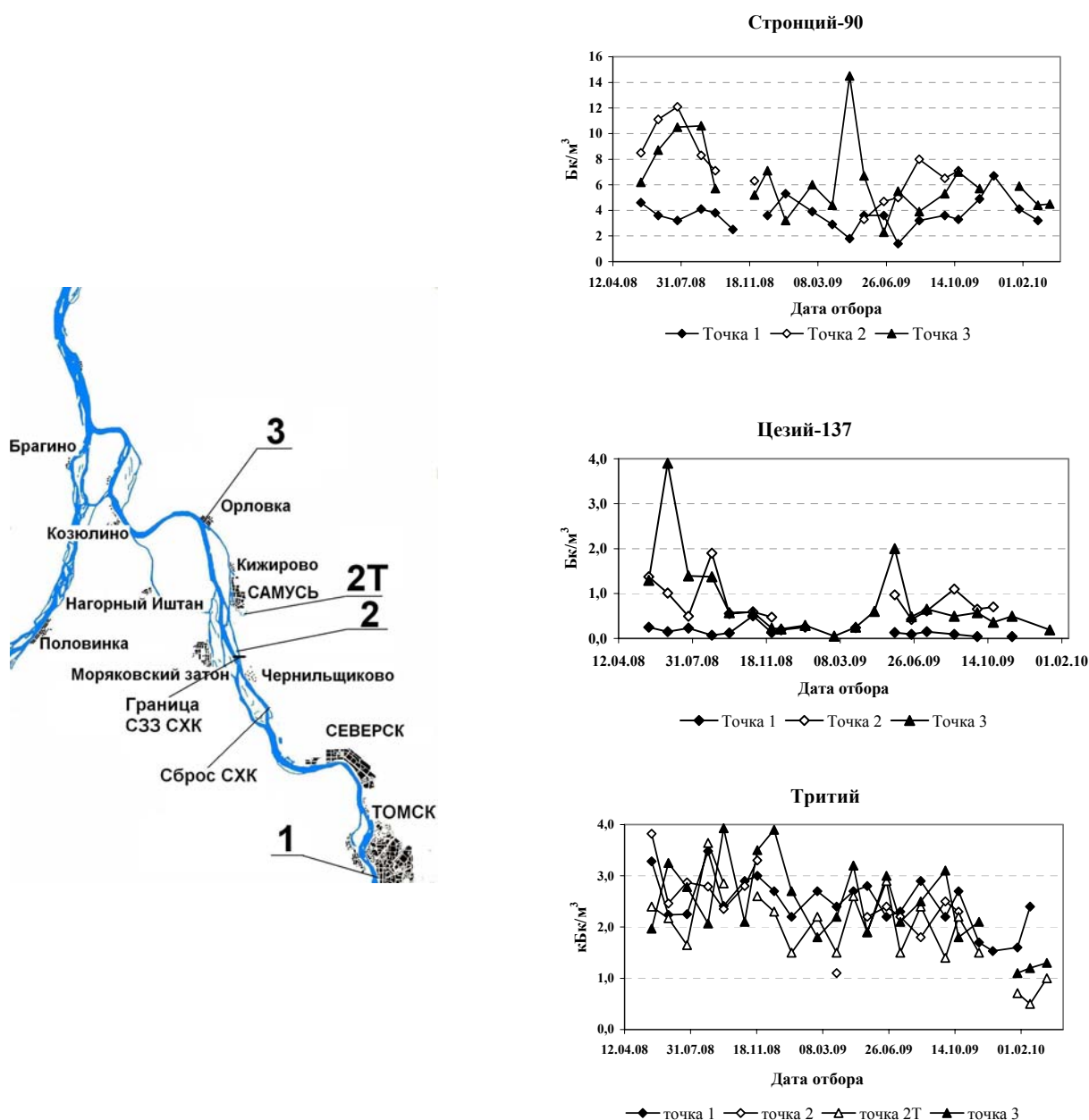


Рис. 5.3. Расположение точек отбора поверхностных вод вблизи СХК (слева) и полученные результаты определения содержания в поверхностных водах  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и трития (справа)



- т. 2 – р. Томь, правый берег, около 8 км ниже точки сброса технологических вод СХК, примерно на 500 м ниже северной границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) СХК по р. Томь;
- т. 2Т – р. Самуська, вблизи устья;
- т. 3 – р. Томь, правый берег, д. Орловка, около 20 км ниже точки сброса технологических вод СХК.

В ходе лабораторного радионуклидного анализа в точках 1–3 в фильтрате речной воды определялось содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и трития, на взвеси определялся  $^{137}\text{Cs}$  и другие  $\gamma$ -излучатели. В р. Самуське (т. 2Т), являющейся водотоком возможной разгрузки пластовых вод полигонов подземного захоронения радиоактивных отходов (РАО) СХК, первоначально планировалось лишь определение трития (тритий, входящий в молекулу воды, является наилучшим индикатором появления в поверхностных водах РАО, закаченных в подземные пласты-коллекторы).

Районы отбора проб водной среды во время радиоэкологического обследования в августе – сентябре 2008 г. приведены на рис. 5.4:

- т. 1 – р. Томь, г. Томск, фоновый район на р. Томь;
- т. 2 – р. Томь, 8 км ниже сброса СХК;
- т. 2Т – р. Самуська вблизи устья;
- т. 3 – р. Томь, 20 км ниже точки сброса технологических вод СХК, д. Орловка;
- т. 4 – р. Томь, 30 км ниже сброса СХК, д. Козюлино;
- т. 5 – р. Обь, 60 км ниже сброса СХК, 16 км ниже устья р. Томь;
- т. 6 – р. Обь, 12 км выше устья р. Томь, фоновый район на р. Обь.

Полученные результаты радионуклидного анализа проб речной воды, отбираемых в ходе систематических наблюдений, приведены в табл. 5.14 и (в целях иллюстрации) графически на рис. 5.3.



Рис. 5.4. Расположение районов отбора проб водной среды (вода, донные отложения, пойменная почва, рыба) во время радиоэкологического обследования рек Томь и Обь в период 24.08–01.09.2008 года

Содержание долгоживущих искусственных радионуклидов в речной воде (р. Томь, р. Самуська) в точках постоянных наблюдений (рис. 5.3)

№	Дата отбора	<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>3</sup>			<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>3</sup> фильтрат	Тритий, кБк/м <sup>3</sup> фильтрат	<sup>239,240</sup> Pu, мБк/м <sup>3</sup> взвесь фильтрат
		взвесь	фильтрат	сумма			
Г. 1, г. Томск (фоновая точка)							
1	27.05.2008	0,15±0,02	0,10±0,02	0,25±0,04	4,6±0,7	3,3±0,2	
2	24.06.2008	0,08±0,01	<0,07	0,15±0,05	3,6±0,7	2,2±0,2	
3	25.07.2008	<0,03	<0,2	<0,23	3,2±0,6	2,3±0,2	
4	01.09.2008	0,06±0,02	<0,01	0,07±0,03	4,1±1,0	3,5±0,3	<u>0,9±0,2</u> 20±10
5	15.09.2008	<0,04	<0,08	<0,12	3,8±1,1	2,4±0,2	
6	22.10.2008	0,25±0,06	0,25±0,07	0,50±0,13	2,5±0,7	2,9±0,3	
7	19.11.2008	<0,03	<0,1	<0,13		3,0±0,2	
8	10.12.2008	<0,06	0,13±0,05	0,19±0,08	3,6±0,4	2,7±0,2	
9	14.01.2009	<0,03	0,22±0,08	0,25±0,09	5,3±0,4	2,2±0,2	
10	19.02.2009	<0,02			3,9±0,6	2,7±0,2	
11	20.03.2009	<0,02	0,22±0,07	0,24±0,08	2,9±0,8	2,4±0,2	
12	29.04.2009				1,8±0,6	2,7±0,2	
13	21.05.2009	0,12±0,05	<0,01	0,13±0,06	3,6±0,7	2,8±0,2	взвесь: 4,8±1,3
14	22.06.2009	<0,05	<0,04	<0,09	3,6±0,7	2,2±0,2	
15	15.07.2009	<0,02	0,13±0,05	0,15±0,06	1,4±0,3	2,3±0,2	
16	18.08.2009	<0,02	<0,07	<0,09	3,2±0,6	2,9±0,2	
17	16.09.2009	<0,02	<0,02	<0,04	3,6±0,3	2,2±0,2	
18	10.10.2009				3,3±0,3	2,7±0,2	
19	19.11.2009	<0,03	<0,01	<0,04	4,9±0,5	1,7±0,2	
20	16.12.2009				6,7±1,3	1,5±0,2	
21	26.01.2010				4,1±0,8	1,6±0,2	
22	25.02.2010				3,2±0,6	2,4±0,1	
Г. 2, р. Томь, правый берег, около 8 км ниже точки сброса технологических вод СХК, примерно на 500 м ниже северной границы СЗЗ СХК по р. Томь							
1	30.05.2008	1,13±0,04	0,24±0,03	1,37±0,07	взвесь: 0,12±0,04 фильтрат: 8,5±1,0	3,8±0,2	<u>130±10</u> 60±13
2	26.06.2008	0,47±0,03	0,54±0,08	1,01±0,11	11,1±1,3	2,5±0,2	
3	01.08.2008	0,34±0,03	0,15±0,08	0,49±0,11	12,1±1,5	2,9±0,2	
4	30.08.2008 31.08.2008	2,43±0,06 0,74±0,04 Среднее: 1,59±0,05	0,29±0,07 - -	Среднее: 1,9±0,1	взвесь: 0,15±0,05 фильтрат: 8,3±2,1	2,8±0,2	<u>69±10</u> 45±11
5	29.09.2008	0,41±0,03	0,14±0,01	0,55±0,13	7,1±1,8	2,4±0,2	
6	29.10.2008	0,34±0,03	0,25±0,09	0,59±0,12		2,8±0,3	
7	26.11.2008	0,26±0,04	0,21±0,06	0,47±0,10	6,3±0,5	3,3±0,3	
8	31.03.2009					1,1±0,1	
9	26.05.2009	0,62±0,06	0,35±0,11	0,97±0,17	3,3±0,7	2,2±0,2	взвесь: 235±24 ( <sup>238</sup> Pu: 3,2±1,1)
10	23.06.2009	0,38±0,09	<0,07	0,42±0,13	4,7±0,9	2,4±0,2	
11	28.07.2009	0,58±0,06	<0,05	0,61±0,09	5,0±1,0	2,2±0,2	
12	31.08.2009	0,58±0,07	0,52±0,07	1,10±0,14	8,0±1,6	1,8±0,2	
13	30.09.2009	0,44±0,11	0,21±0,04	0,65±0,15	6,5±0,4	2,5±0,2	
14	22.10.2009	0,69±0,06	<0,03	0,70±0,07	7,1±0,5	2,3±0,2	
Г. 2Т, р. Самуська (возможное место разгрузки пластовых вод полигонов подземного захоронения РАО СХК), вблизи устья							
1	28.05.2008					2,4±0,2	
2	29.07.2008					1,7±0,2	
3	30.08.2008				32,7±5,0	3,6±0,3	
4	24.09.2008					2,9±0,2	
5	20.11.2008					2,6±0,2	
6	17.12.2008					2,3±0,2	
7	15.01.2009					1,5±0,1	
8	27.02.2009				9,5±0,9	2,2±0,2	
9	31.03.2009				6,8±1,4	1,5±0,1	
10	28.04.2009				5,5±1,4	2,6±0,2	
11	28.05.2009					1,9±0,2	

№	Дата отбора	<sup>137</sup> Cs, Бк/м <sup>3</sup>			<sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>3</sup> фильтрат	Тритий, кБк/м <sup>3</sup> фильтрат	<sup>239,240</sup> Pu, мБк/м <sup>3</sup> взвесь фильтрат
		взвесь	фильтрат	сумма			
12	30.06.2009					2,9±0,2	
13	21.07.2009					1,5±0,2	
14	25.08.2009					2,4±0,2	
15	28.09.2009					1,4±0,2	
16	20.10.2009					2,2±0,1	
17	23.11.2009				14,7±0,6	1,5±0,2	
18	14.01.2010				9,4±1,9	0,7±0,1	
19	16.02.2010				5,8±1,2	0,5±0,1	
20	16.03.2010				6,1±1,2	1,0±0,1	
Г. 3, р. Томь, правый берег, д. Орловка, около 20 км ниже точки сброса технологических вод СХК							
1	29.05.2008	1,14±0,04	0,15±0,06	1,29±0,10	взвесь: 0,21±0,04 фильтрат: 6,2±1,0	2,0±0,22	взвесь: 150±40 ( <sup>238</sup> Pu: 4,0±1,0) фильтрат: 55±12
2	27.06.2008	3,1±0,1	0,80±0,11	3,90±0,21	8,7±1,1	3,3±0,3	
3	29.07.2008	0,61±0,04	0,78±0,07	1,39±0,11	10,5±1,4	2,8±0,2	
4	29.08.2008	0,70±0,06	0,67±0,09	1,37±0,15	взвесь: 0,07±0,02 фильтрат: 10,6±2,4	2,1±0,2	взвесь: 62±20 ( <sup>238</sup> Pu: 0,8±0,7) фильтрат: 41±9
5	24.09.2008	0,47±0,03	0,10±0,02	0,57±0,05	5,7±1,5	3,9±0,3	
6	31.10.2008	0,40±0,02	0,18±0,03	0,58±0,05		2,1±0,2	
7	26.11.2008	0,14±0,03	0,09±0,02	0,23±0,05	5,2±0,5	3,5±0,3	
8	17.12.2008	0,11±0,07	0,10±0,02	0,21±0,09	7,1±0,5	3,9±0,3	
9	15.01.2009	0,13±0,03	0,16±0,03	0,29±0,06	3,2±0,4	2,7±0,2	
10	27.02.2009	<0,03	<0,02	<0,05	6,0±0,9	1,8±0,2	
11	31.03.2009	0,07±0,02	0,18±0,03	0,25±0,05	4,4±1,1	2,2±0,2	
12	28.04.2009	0,50±0,07	0,10±0,03	0,60±0,10	14,5±3,0	3,2±0,2	
13	28.05.2009	1,9±0,2	0,12±0,03	2,0±0,2	6,7±1,3	1,9±0,1	взвесь: 200±20 ( <sup>238</sup> Pu: 2,5±0,8)
14	30.06.2009	0,46±0,08	<0,04	0,48±0,10	2,3±0,5	3,0±0,2	
15	21.07.2009	0,48±0,09	0,17±0,08	0,65±0,17	5,5±1,1	2,1±0,2	
16	25.08.2009	0,31±0,06	0,18±0,04	0,49±0,10	3,9±0,8	2,5±0,2	
17	28.09.2009	0,37±0,05	0,20±0,06	0,57±0,11	5,3±0,6	3,1±0,2	
18	20.10.2009	0,18±0,04	0,18±0,03	0,36±0,07	7,0±0,5	1,8±0,1	
19	23.11.2009	0,23±0,02	0,26±0,08	0,49±0,10	5,7±0,5	2,1±0,2	
20	14.01.2010	<0,03	0,18±0,03	0,19±0,05	5,9±1,2	1,1±0,1	
21	16.02.2010				4,4±0,9	1,2±0,1	
22	16.03.2010				4,5±0,9	1,3±0,1	

Первые данные регулярного мониторинга (май – июнь 2008 г.) выявили некоторое возрастание содержания <sup>90</sup>Sr в воде р. Томь (максимум до 12 Бк/м<sup>3</sup>) и <sup>137</sup>Cs (максимум до 4 Бк/м<sup>3</sup>) после сбросов СХК. После остановки в июне 2008 г. последнего реактора СХК началось снижение объемной активности этих радионуклидов в воде р. Томь ниже точки сброса технологических вод СХК (см. рис. 5.3). Особенно наглядно спад объемной активности искусственных радионуклидов в воде р. Томь после остановки последнего реактора СХК иллюстрируют данные мониторинга содержания радионуклидов на взвешенном веществе (рис. 5.5).

Особый интерес представляют полученные данные по <sup>90</sup>Sr и тритию. Дело в том, что в 2006 г. в печати появилась информация о резком (с ~ 5 Бк/м<sup>3</sup> в 2004 г. до ~ 500 Бк/м<sup>3</sup> в 2006 г.) увеличении содержания <sup>90</sup>Sr в воде р. Обь выше слияния с р. Иртыш. Возможной причиной резкого возрастания объемной активности <sup>90</sup>Sr в воде р. Обь в границах Ханты-Мансийского АО – Югры авторы

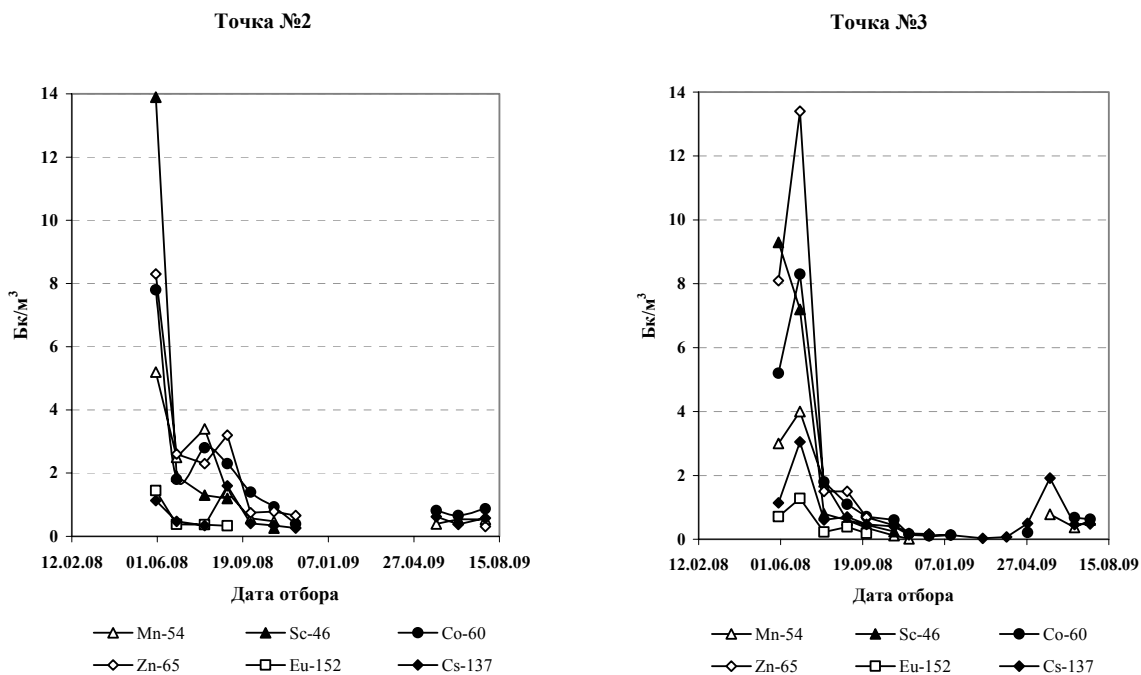


Рис. 5.5. Изменение содержания (Бк/м<sup>3</sup>) <sup>152</sup>Eu, <sup>65</sup>Zn, <sup>46</sup>Sc, <sup>137</sup>Cs, <sup>54</sup>Mn и <sup>60</sup>Co на взвешенном веществе в воде р. Томь в точках систематических наблюдений ниже СХК, начиная с конца мая 2008 года

публикации считали поступление в водную систему Оби долгоживущих радионуклидов, находящихся в подземных хранилищах СХК [25]. Однако полученные данные по содержанию долгоживущих радионуклидов <sup>90</sup>Sr и трития в поверхностных водах вблизи СХК показали, что поступление радионуклидов из подземных пластов-коллекторов ЖРО отсутствует. Содержание <sup>90</sup>Sr в воде р. Томь после сброса СХК оказалось невысоким. Особенно важным результатом явилось то, что уже данные первых измерений показали, что деятельность СХК в настоящее время практически не влияет на содержание трития в воде р. Томь (рис. 5.3) и в особенности на содержание трития в воде р. Самуськи (р. Самуська является водотоком, в который возможна разгрузка пластовых вод полигонов подземной закачки ЖРО СХК). Тритий является наилучшим индикатором продвижения загрязненных РАО пластовых вод, и отсутствие повышенного (по сравнению с региональным фоном) содержания трития в воде р. Самуськи и р. Томь свидетельствует об отсутствии поступления загрязненных пластовых вод в поверхностные воды.

Полученные во время экспедиционного обследования радиоактивного загрязнения рек Томь и Обь (на участке от г. Томска до района их слияния) данные по содержанию в пробах речной воды <sup>90</sup>Sr, трития, <sup>137</sup>Cs и <sup>239,240</sup>Pu приведены (для наглядности – в графическом виде) на рис. 5.6. Результаты γ-спектрометрии проб взвешенного вещества приведены в табл. 5.15.

В ходе радиохимического определения <sup>90</sup>Sr в отобранных во время обследования пробах воды были определены повышенные значения объемной активности этого радионуклида в водах р. Самуськи (около 30 Бк/м<sup>3</sup>, рис. 5.6). Дополнительные измерения содержания <sup>90</sup>Sr в воде р. Самуськи в марте – апреле 2009 г. подтвердили наличие повышенных (диапазон 6–33 Бк/м<sup>3</sup>), по сравнению с фоновыми (1,4–5,3 Бк/м<sup>3</sup> – р. Томь г. Томск), объемных активностей <sup>90</sup>Sr в воде этой речки. Наиболее вероятной причиной этого факта является загрязнение водосборной территории

этой речки после аварии на радиохимическом заводе СХК 6 апреля 1993 года [26]. Не исключено также и влияние радиоактивного загрязнения почв водосбора р. Самуськи в результате многолетнего функционирования СХК. Влияние возможной разгрузки пластовых вод подземных хранилищ радиоактивных отходов СХК, как причину повышения  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Самуськи, можно исключить, поскольку, как уже отмечалось выше, содержание трития в воде р. Самуськи не отличается от содержания этого радионуклида в расположенной выше СХК фоновой точке 1.



а)  $^{137}\text{Cs}$ , Бк/м<sup>3</sup>



б)  $^{90}\text{Sr}$ , Бк/м<sup>3</sup>



в)  $^3\text{H}$ , кБк/м<sup>3</sup>



г)  $^{239,240}\text{Pu}$ , мБк/м<sup>3</sup>

Рис. 5.6. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  (суммарное содержание на взвеси и в фильтрате),  $^{90}\text{Sr}$  (фильтрат),  $^{239,240}\text{Pu}$  (фильтрат) и трития (фильтрат) в пробах речной воды в период радиоэкологического обследования рек Томь и Обь (24.08–01.09.2008 г.)

**Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб взвешенного вещества, отобранных на реках Томь и Обь во время обследования в августе – сентябре 2008 г., на день отбора, Бк/м<sup>3</sup>**

Район (рис. 5.4) и дата отбора	Место отбора	<sup>144</sup> Ce	<sup>152</sup> Eu	<sup>106</sup> Ru	<sup>137</sup> Cs	<sup>54</sup> Mn	<sup>46</sup> Sc	<sup>65</sup> Zn	<sup>60</sup> Co
Район 1 01.09.2008	п.б.				0,06±0,02				
Район 2 30–31.08.2008	п.б. (1)	2,5±0,2	0,33±0,06	1,7±0,3	2,4±0,1	1,4±0,1	1,2±0,1	3,2±0,1	2,3±0,1
	п.б. (2)	1,8±0,1	0,37±0,04	1,7±0,1	0,74±0,04	1,3±0,1	1,2±0,1	2,3±0,1	1,7±0,1
	с.	1,4±0,1	0,10±0,03	1,3±0,2	0,30±0,03	0,73±0,07	0,68±0,16	1,1±0,2	0,93±0,06
Район 3 29.08.2008	п.б.	1,1±0,2	0,39±0,06		0,70±0,06	0,55±0,06	0,60±0,09	1,5±0,2	1,1±0,1
	л.б.				<0,04 0,12±0,05				
Район 4 27–28.08.2008	п.б.		0,17±0,04		0,36±0,03	0,57±0,04		0,46±0,10	0,36±0,05
	с.	1,5±0,2	0,25±0,05		0,44±0,05	0,59±0,09	0,90±0,24	1,1±0,2	0,74±0,09
	л.б.				0,16±0,02				0,05±0,02
Район 5 24–25.08.2008	п.б.				0,34±0,04	0,31±0,06			0,28±0,05
	с.				0,18±0,02				
	л.б.				0,07±0,02				
Район 6 26.08.2008	п.б.				<0,03				

*Примечание:* п.б. – правый берег;  
с. – середина реки;  
л.б. – левый берег.

Содержание изотопов плутония в выборочных пробах речной воды определялось как в ходе регулярных наблюдений, так и во время экспедиционного обследования. Измеренная объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в воде р. Томь ниже точки сброса СХК составила 70–240 мБк/м<sup>3</sup> для взвешенной фракции, 30–60 мБк/м<sup>3</sup> – для растворенной фракции. Таким образом, объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в воде р. Томь ниже сбросов СХК в период измерений была существенно ниже УВ по нормативам НРБ-99/2009 (0,55 Бк/л [3]).

На рис. 5.7 (а, б, в) сопоставлены вертикальные профили содержания искусственных радионуклидов в пойменных почвах вблизи правого берега р. Томь в районах 2, 3 и 4 (8, 20 и 30 км ниже сброса СХК соответственно). Видно, что удельные активности искусственных  $\gamma$ -излучателей в слоях пойменной почвы у правого берега р. Томь в этих трех районах сопоставимы. Более того, по <sup>137</sup>Cs наблюдается даже некоторый рост удельной активности радионуклида в слоях пойменной почвы по мере удаления от точки сброса СХК. По-видимому, это связано с более благоприятными условиями осаждения взвеси из водного потока ввиду возможного уменьшения скорости течения при приближении к более полноводной р. Обь. Видно также, что во всех трех случаях отбор пойменной почвы на глубину 120 см оказался недостаточным для определения полного глубинного профиля содержания радионуклидов, и для изучения вертикальных профилей содержания искусственных радионуклидов в пойменных почвах необходимы дополнительные исследования. В ретроспективном плане, измеренные вертикальные профили содержания долгоживущего <sup>137</sup>Cs в пойменных почвах правого берега р. Томь ниже сброса СХК, для которых характерно значительное увеличение удельной активности радионуклида с глубиной отбора, отражают улучшение радиационной обстановки на водных объектах в ближней зоне СХК по мере вывода из эксплуатации реакторов комбината. Пример вертикального распределения содержания искусственных радионуклидов по профилю донных отложений приведен на рис. 5.7 (г).

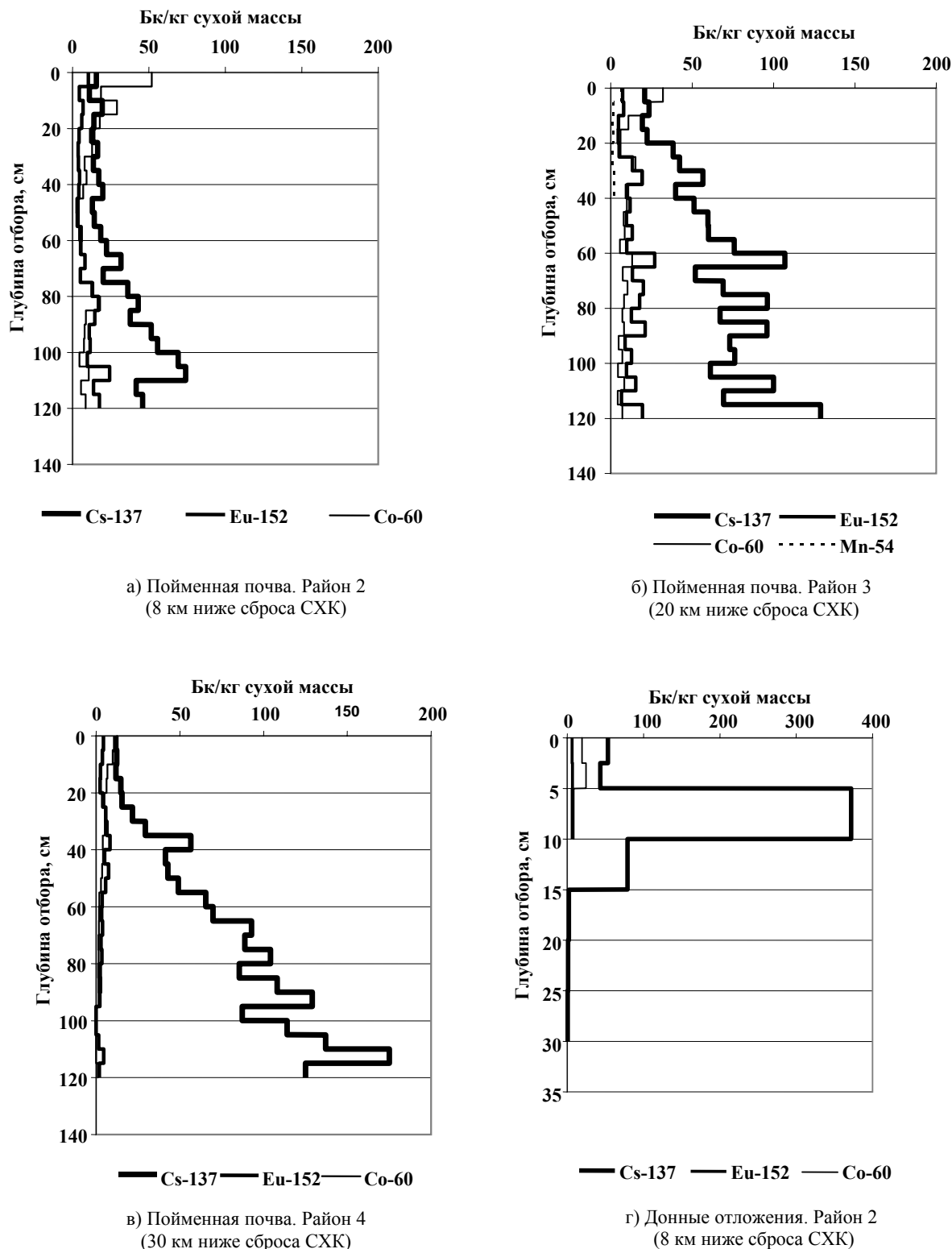


Рис. 5.7. Вертикальные профили содержания искусственных радионуклидов в пойменных почвах (а, б, в) и донных отложениях (г), отобранных вблизи правого берега р. Томь в период 24.08–01.09.2008 года

Содержание  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$  было определено в выборочных пробах донных отложений и пойменных почв. Некоторые результаты приведены в табл. 5.16, в которой в целях сопоставления также приведены и удельные активности искусственных  $\gamma$ -излучателей. Несмотря на довольно высокое содержание  $^{239,240}\text{Pu}$  (2,3–5,7 Бк/кг сухой массы в донных отложениях и 1,4–21,0 Бк/кг сухой массы в пойменной почве), эти измеренные значения существенно (на два порядка величины) ниже

МЗУА по НРБ-99/2009 (1000 Бк/кг для  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{240}\text{Pu}$  [3]). Содержание  $^{90}\text{Sr}$  как в донных отложениях, так и в пойменных почвах оказалось низким – единицы Бк/кг сухой массы и менее.

Таблица 5.16

**Искусственные  $\gamma$ -излучатели, изотопы плутония ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ) и  $^{90}\text{Sr}$  в выборочных слоях донных отложений и пойменных почв, отобранных у правого берега р. Томь, Бк/кг сухой массы**

Слой, см	$^{152}\text{Eu}$	$^{144}\text{Ce}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{54}\text{Mn}$	$^{46}\text{Sc}$	$^{65}\text{Zn}$	$^{60}\text{Co}$	$^{239,240}\text{Pu}$	$^{238}\text{Pu}$	$^{90}\text{Sr}$
Донные отложения, район 2, протока Ветряная, у правого берега (31.08.2008)										
0–2,5	6,3±0,7	13±2	53±1	7,3±0,5	3,8±0,7	19±1	20±1	2,3±0,2	0,07±0,02	2,3±0,7
5–10	6,6±1,0		370±2	3,0±0,3	3,1±0,4	7,9±0,7	8,6±0,4	5,7±0,4	0,20±0,10	2,6±0,6
Донные отложения, район 2, протока Ветряная вблизи о-ва Исаевский (31.08.2008)										
0–2,5	7,4±0,7		21±1	5,4±0,4	7,4±0,6	22±1	23±1	2,5±0,3	0,11±0,04	1,2±0,4
Донные отложения, район 3, протока Кижировская у о-ва Кижировский (29.08.2008)										
0–2,5	14±2		62±2	5,4±1,1		16±3	29±2	3,6±0,6		1,7±0,3
35–40	6,7±0,8		49±1	1,2±0,3			3,6±0,4	4,2±0,9		3,5±0,7
Пойменная почва, район 2, берег о-ва Исаевский со стороны протоки Ветряной (30.08.2008)										
0–5	11±0,1	0,90±0,2	16±1	7,3±0,4		23±1	16±2	52±1	2,1±0,3	0,05±0,02
55–60	5,6±0,5		19±1					4,3±0,3	1,4±0,1	0,02±0,01
105–110	24±1		74±1					11±1	16±1	0,23±0,02
Пойменная почва, район 3, берег о-ва Кижировский со стороны протоки Кижировской (29.08.2008)										
0–5	7,2±0,7		21±1				32±1	2,0±0,4		1,3±0,3
60–65	27±3		110±3				13±2	21±4		3,2±0,6
115–120	20±3		130±4				7,2±1,3	12±2		7,5±1,0

Таким образом, полученные данные о содержании долгоживущих искусственных радионуклидов в воде, пойменных почвах и донных отложениях рек Томь и Обь в период времени после останковки последнего прямооточного реактора СХК свидетельствуют об отсутствии радиационно значимых последствий деятельности СХК.

Современные величины объемной активности долгоживущих искусственных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и трития в речной воде во много раз ниже установленных для этих радионуклидов действующими нормативами НРБ-99/2009 уровней вмешательства.

Накопление искусственных радионуклидов из состава сбросов СХК на пойме и в донных отложениях у правого берега р. Томь не привело к образованию грунтов-радиоактивных отходов на берегах и дне реки. Так, измеренный ниже границы СЗЗ СХК диапазон массовой активности радионуклидов в пойменных почвах правого берега р. Томь составил 11–175 Бк/кг сухой массы для  $^{137}\text{Cs}$ , 0,6–7,5 Бк/кг сухой массы для  $^{90}\text{Sr}$ , 1,4–21 Бк/кг сухой массы для  $^{239,240}\text{Pu}$  при величинах МЗУА 10000, 100000 и 1000 Бк/кг соответственно.

Вместе с тем плотность загрязнения (активность радионуклида на единицу площади) пойменных почв долгоживущим  $^{137}\text{Cs}$  в зоне воздействия жидких сбросов СХК превышает уровень регионального техногенного фона. Так, измеренная плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пойменных почв по правому берегу р. Томь на расстояниях 8, 20 и 30 км от точки сброса СХК составила 60, 125 и 130 кБк/м<sup>2</sup> соответственно при техногенном фоне около 2 кБк/м<sup>2</sup>. Наблюдаются локальные участки загрязнения поймы не только  $^{137}\text{Cs}$ , но и другими  $\gamma$ -излучателями с относительно большими периодами полураспада, такими, как  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ .

Отсутствие повышенного, по сравнению с региональным фоном, содержания трития в воде р. Самуськи и р. Томь свидетельствует об отсутствии поступления загрязненных пластовых вод полигонов подземной закачки ЖРО СХК в поверхностные воды.



Полученные данные о современной радиационной обстановке на реках Томь и Обь в зоне влияния сбросов СХК также важны как исходная информация для будущего мониторинга влияния сбросов и выбросов планируемой к строительству Северной АЭС на радиоактивное загрязнение объектов водной среды.

### 5.6. Радиационный мониторинг водных объектов Балтийского моря

Последние несколько лет ФГУП «НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» проводит радиоэкологическое обследование Балтийского региона. Главной целью работы является осуществление комплекса исследований по выполнению международных обязательств РФ по реализации природоохранных проектов и решений Хельсинкской комиссии по защите морской среды Балтийского моря [27].

Районы проведения экспедиций определяются зоной ответственности РФ в соответствии с Рекомендациями ХЕЛКОМ № 26/3, специфическими интересами предприятий и государственных органов РФ, связанными в основном с расположением энергетических объектов и предприятий Росатома, природоохранными зонами и объектами, проводимыми геологическими исследованиями.

На северо-западе Ленинградской области в районе г. Сосновый Бор источниками поступления радиоактивных веществ в Копорскую губу являются [28]: Ленинградская АЭС; комплекс экспериментальных ядерных реакторов, принадлежащих ФГУП «Научно-исследовательский технологический институт им. А.П. Александрова» (далее – НИТИ); предприятие по переработке и захоронению радиоактивных отходов Северо-Западного региона России – Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО» (бывший Ленинградский СК «Радон»); предприятие по переработке металлических низкоактивных отходов «Экомет-С», расположенное на территории Ленинградской АЭС.

Основным нуклидом, поступающим в прибрежные воды Копорской губы Финского залива с локальных радиационных опасных объектов, является тритий [28]. Сбрасываемая активность трития существенно (на пять – шесть порядков) превышает активность других ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ) нуклидов. Основными источниками сброса трития в природные воды являются НИТИ и Ленинградское отделение филиала «Северо-западный территориальный округ» ФГУП «РосРАО».

В данном разделе представлены данные [27, 28] о радиоактивном загрязнении воды и донных отложений Финского залива, Копорской губы, собственно Балтийского моря, воды в реках Нева, Луга, Нарва и Ладожском озере. Пробы воды анализировались на содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и трития. Для определения трития использовался жидкостной сцинтилляционный спектрометр «Трикарб 3100TR», расположенный в подземной лаборатории.

#### Вода

Систематические наблюдения за содержанием радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водах российских прибалтийских рек Невы, Луги и Нарвы, а также Ладожского озера ведутся, начиная с 1970 года. Анализ воды этих рек позволяет производить контроль огромной дренажной территории, в том числе территории водосбора бассейна Ладожского озера. Отбор проб воды из рек, как правило, выполнялся в мае, августе и октябре. Для определения содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде использовались пробы

воды объемом 50–60 л. Результаты определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды, отобранных из рек Нева, Нарва, Луга и Ладожского озера в 2008 г., представлены в табл. 5.17.

Таблица 5.17

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде рек Нева, Нарва, Луга и Ладожского озера в 2008 году

Место отбора проб	Дата отбора	Объемная активность, мБк/л	
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
р. Нева (г. Санкт-Петербург)	08.04.2008	12,8±2,1	≤1
	02.07.2008	9,9±2,0	≤1
	29.10.2008	10,0±2,0	6,6±1,9
р. Нарва (г. Иван-город)	08.04.2008	10,4±2,1	≤1
	02.07.2008	9,0±1,8	≤1
	29.10.2008	6,1±1,2	2,3±0,7
р. Луга (г. Кингисепп)	08.04.2008	10,4±2,1	10,5±1,6
	02.07.2008	7,0±1,4	2,4±0,6
	29.10.2008	8,9±1,8	16,2±3,2
р. Воронка	02.07.2008	5,5±1,1	3,3±0,9
р. Коваши	02.07.2008	4,2±0,8	≤2
р. Систа	02.07.2008	4,0±0,8	3,2±1,2
Ладожское озеро (61°13,887' с.ш. 30°22,700' в.д.)	02.09.2008	10,1±2,1	<1
Ладожское озеро (61°15,564' с.ш. 30°24,694' в.д.)	02.09.2008	11,6±2,3	<3
Ладожское озеро (о-в Каневец)	07.10.2008	9,2±1,8	<1
Ладожское озеро (о-в Мекерикке)	08.10.2008	9,7±1,9	<2

Анализ результатов, приведенных в табл. 5.17, показывает, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воде р. Луги в период с весны по осень 2008 г., как и в предыдущие годы, было выше, чем в р. Неве и р. Нарве и составляло в среднем 9,7 мБк/л. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в реках Неве, Нарве и Луге составляло в среднем 11,4, 8,5 и 8,8 мБк/л, что в 1,9–2,4 раза выше среднего содержания  $^{90}\text{Sr}$  в реках ЕТР. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде зависит от сезона отбора пробы, наибольшие активности наблюдаются весной в мае.

Сравнение результатов по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водных пробах из Ладожского озера, отобранных в 2008 г., с результатами предыдущих лет позволяет сделать вывод о том, что радиационная обстановка в Ладожском озере не изменилась.

Результаты определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды, отобранных в Балтийском море в 2008–2009 гг., представлены в табл. 5.18.

Таблица 5.18

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах воды Финского залива в 2008–2009 гг.

Место отбора проб (рис. 5.8)	Дата отбора	Объемная активность, мБк/л	
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Ф-10 <sub>поверхность</sub>	28.06.08	12,1±2,4	14±2
Ф-12 <sub>поверхность</sub>	28.06.08	12,3±2,5	22±2
Ф-12 <sub>дно</sub>	02.09.09	13,8±2,8	14±2
Ф-13 <sub>поверхность</sub>	02.09.09	8,7±1,7	32±2
Ф-13 <sub>дно</sub>	02.09.09	11,3±2,3	24±4
Ф-27 <sub>поверхность</sub>	02.09.09	9,5±1,9	15±2
Ф-27 <sub>дно</sub>	02.09.09	9,5±1,9	22±4
Ф-28 <sub>поверхность</sub>	02.09.09	10,8±2,2	15±2
Ф-28 <sub>дно</sub>	02.09.09	10,2±2,0	22±2
Ф-32 <sub>дно</sub>	02.09.09	7,7±1,5	17±2

Источниками поступления трития в Балтийское море могут быть атмосферные осадки, непосредственный обмен влаги воздуха с водной поверхностью и сток поверхностных вод суши. В табл. 5.19–5.20 приведены результаты определения объемной активности трития в водах

Ладожского озера, в водах рек Невы, Луги, Нарвы и в Балтийском море. В реках наблюдалось незначительное сезонное повышение содержания трития в июле по сравнению с апрелем.

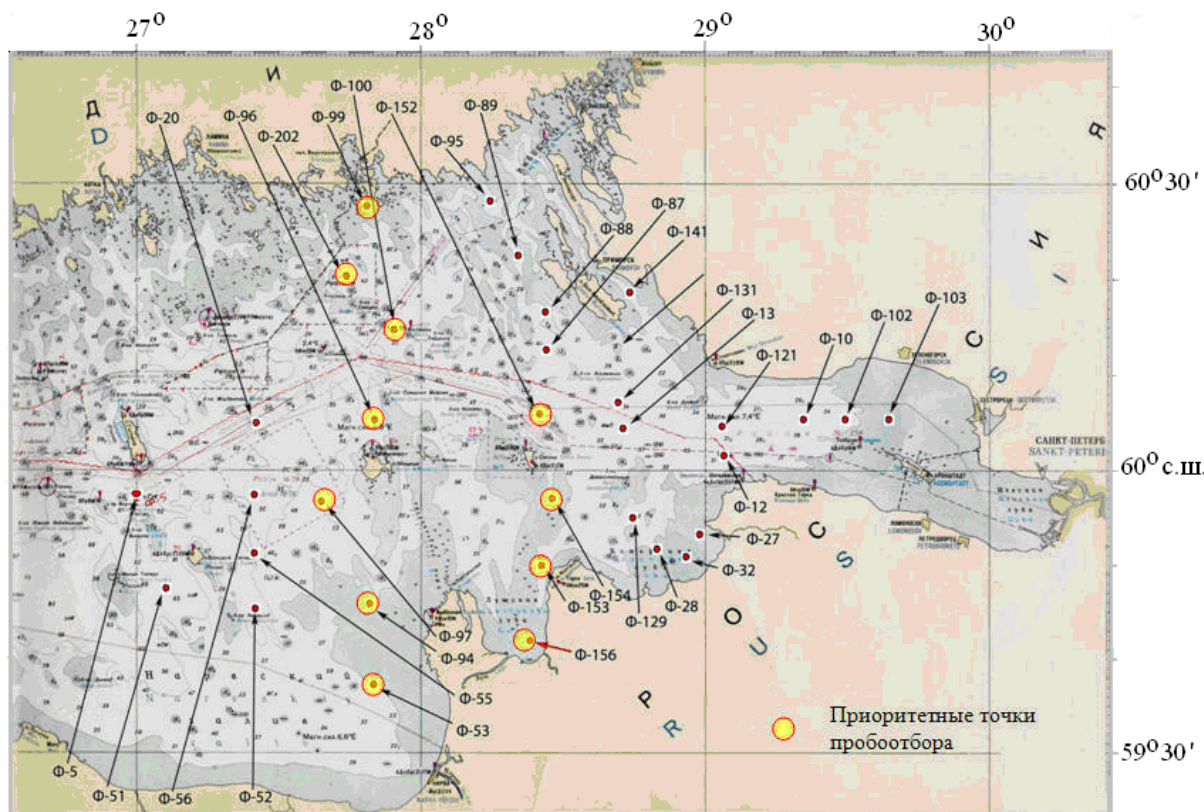


Рис. 5.8. Схема отбора проб в восточной части Финского залива в 2008 году

Таблица 5.19

**Объемная активность трития в воде рек Нева, Нарва, Луга и Ладожского озера в 2008 году**

Место отбора проб	Дата отбора	Объемная активность, Бк/л
р. Нева (г. Санкт-Петербург)	08.04.2008	<0,9
	02.07.2008	2,3±1,2
р. Нарва (г. Иван-город)	08.04.2008	1,9±1,2
	02.07.2008	2,9±1,2
р. Луга (г. Кингисепп)	08.04.2008	<0,9
	02.07.2008	1,5±1,1
Ладожское озеро (61°13,887' с.ш. 30°22,700' в.д.)		1,7±1,1
Ладожское озеро (61°15,564' с.ш. 30°24,694' в.д.)		1,9±1,1
Ладожское озеро (61°15,599' с.ш. 30°24,081' в.д.)		2,1±1,1

Таблица 5.20

**Объемная активность трития в пробах воды Балтийского моря в 2008 году**

Место отбора проб (рис. 5.8, 5.9)	Объемная активность, Бк/л
Ф-321	1,3±1,1
Ф-322	1,9±1,1
Ф-324	3,2±1,2
Ф-325	4,1±1,3
Ф-326	4,7±1,3
Ф-27 глубина отбора 0 м	3,2±1,2
Ф-27 глубина отбора 10 м	3,9±1,3
Ф-28 глубина отбора 0 м	3,0±1,2
Ф-28 глубина отбора 20 м	3,5±1,2
Ф-32 глубина отбора 0 м	3,2±1,2
Ф-32 глубина отбора 10 м	3,3±1,2

Анализ полученных результатов показывает, что содержание трития в Финском заливе Балтийского моря в 2008–2009 гг. находилось в пределах 1,3–4,7 Бк/л, что характерно для морей с пониженным водообменом между поверхностными и глубинными слоями и ограниченным водообменом с океанами, и не отличалось от значений, полученных ранее. Содержание трития в исследуемых реках и Ладожском озере не превышало среднего содержания трития в реках России (см. раздел 1.1).

#### Донные отложения

Карта отбора проб донных отложений в 2008 г. в Финском заливе Балтийского моря приведена на рис. 5.8 и 5.9. Результаты определения содержания радионуклидов в донных отложениях Балтийского моря в 2008 г. представлены в табл. 5.21.

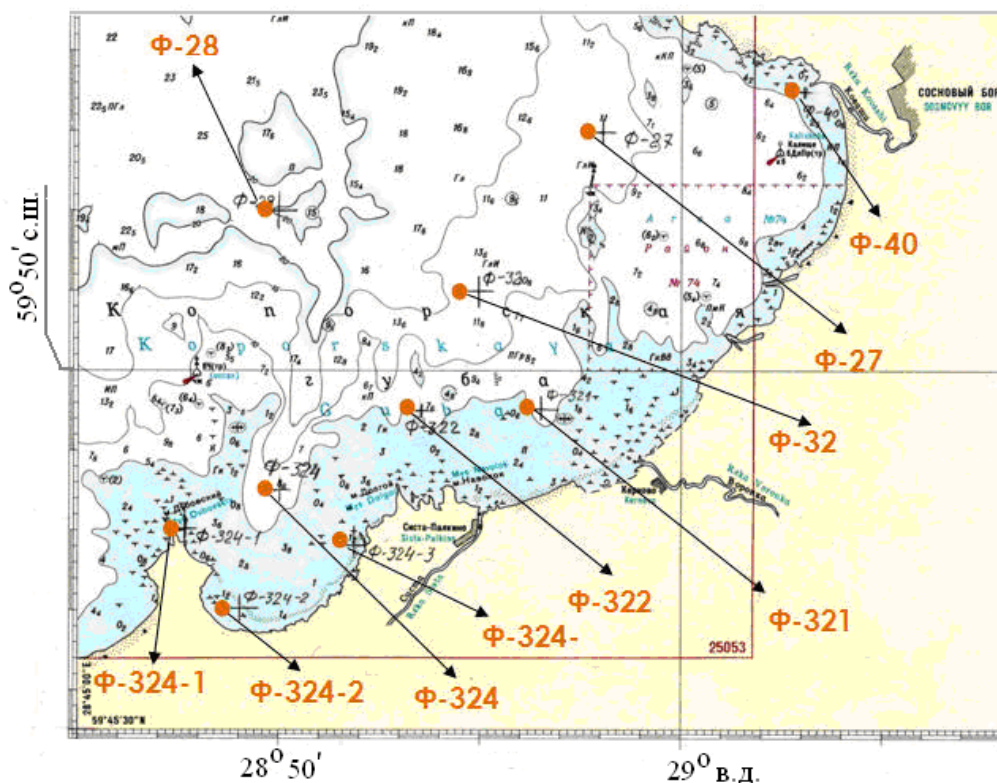


Рис. 5.9. Карта отбора проб в Копорской губе в 2008 году

В 2008 г. было проведено обследование в основном донных отложений Финского залива и Копорской губы. В течение 2008 г. не наблюдалось существенного увеличения уровней радиоактивного загрязнения искусственными радионуклидами донных отложениях Балтийского моря, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и глобальных выпадений в 50–60-е гг. прошлого века. Заводы по переработке ядерного топлива (Селлафилд, Великобритания, и мыс Аг, Франция) оказывают все меньшее воздействие на южную часть Балтийского моря. Наибольшие значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях наблюдались в центральной и западной части Финского залива, наименьшие – в Копорской губе Финского залива (Ф-40, Ф-35, Ф-321, Ф-322, Ф-324-2, Ф-324-3, Ф-326).

В пробах, отобранных в Финском заливе, также определялась удельная активность  $^{90}\text{Sr}$ . Результаты анализов, выполненных в 2008 г., представлены в табл. 5.22. Полученные данные характеризуют глобальный уровень содержания  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях. Удельная активность  $^{90}\text{Sr}$

в основном концентрируется в верхних слоях, а с глубиной имеет тенденцию к уменьшению. Сравнение содержания  $^{90}\text{Sr}$  в пробах донных отложений, отобранных в 2008 г. в Финском заливе, с данными, полученными в 2007 г., показывает, что содержание  $^{90}\text{Sr}$  находится примерно на том же уровне.

Таблица 5.21

**Удельная активность радионуклидов в пробах донных отложений  
Балтийского моря в 2008 г., Бк/кг, в.-с.**

Место отбора проб (рис. 5.8, 5.9)	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$
Ф-321	2±0,3	330±40	9,7±1,5	12±1
Ф-322	4,3±0,5	660±60	24±1,6	25±2
Ф-324	4,6±0,6	460±50	12,7±1,5	17,8±2
Ф-324-2	6,8±0,6	240±40	12±1,3	12,8±1,5
Ф-324-3	2,2±0,4	270±40	7,5±1,9	6,7±3
Ф-326	10,5±0,7	430±50	25±1,5	32±3
Ф-35	5,2±0,5	490±60	14,6±1,4	20±2
Ф-40	4,5±0,5	490±50	19,4±2	24,3±2
<b>Ф 10</b>				
0–2 см	200±15	710±150	31±3	55±10
2–4 см	260±17	880±180	37±3	61±18
4–6 см	190±20	610±110	31±5	50±4
6–8 см	97±6	640±110	30±9	44±8
8–10 см	55±4	690±120	29±4	48±6
15–20 см	1,1±0,9	700±90	20±8	46±9
20–25 см	4,6±1,1	820±120	28±3	52±7
25–30 см	29±3	740±110	27±3	53±8
30–35 см	4,5±1,4	670±100	29±3	50±8
35–40 см	< 2	680±100	25±3	51±8
40–45 см	< 2	780±100	25±2	49±6
45–50 см	< 2	730±100	24±2	49±7
50–55 см	< 1	610±80	19±5	47±4
<b>Ф 103</b>				
0–2 см	71±5	740±100	20±6	45±10
2–4 см	77±5	710±100	24±3	48±8
4–6 см	102±7	680±120	22±5	35±11
6–8 см	124±8	750±130	27±4	50±7
8–10 см	129±8	700±100	23±4	33±6
10–15 см	140±10	730±90	20±3	39±8
15–20 см	180±11	770±80	25±2	43±6
20–25 см	63±4	790±80	25±2	50±4
25–30 см	35±3	810±90	25±2	49±5
30–35 см	59±4	720±80	26±2	49±4
35–40 см	6,1±0,8	740±80	22±2	44±4
<b>Ф 102</b>				
0–2 см	540±30	960±140	31±6	58±18
2–4 см	150±10	850±120	31±7	66±16
4–6 см	69±5	900±140	29±8	67±20
6–8 см	58±5	1040±160	32±10	71±19
8–10 см	51±4	890±140	34±9	70±20
10–15 см	50±4	920±120	34±7	71±19
15–20 см	74±5	900±100	34±6	56±13
20–25 см	52±4	850±130	32±8	63±12
25–30 см	12±2	830±120	31±6	61±12
30–35 см	4±2	840±130	30±9	57±11
35–40 см	7±3	830±130	25±4	65±13
40–45 см	< 3	830±120	27±6	65±12
<b>Ф 16</b>				
0–2 см	160±10	1620±180	21±3	49±11
2–4 см	23±2	830±140	22±2	52±11
4–6 см	6,4±1,7	860±150	22±3	57±12
6–8 см	3,4±1,6	910±150	22±3	56±12
8–10 см	2,2±1,6	740±130	21±3	61±15

Окончание табл. 5.21

Место отбора проб (рис. 5.8, 5.9)	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{228}\text{Ra}$
10–15 см	2,8±1,3	720±100	20±2	47±8
15–20 см	2,9±0,7	640±100	22±2	50±7
20–25 см	1,7±1,2	800±100	22±2	49±6
25–30 см	< 1	850±80	21±2	40±4
30–35 см	< 2	760±90	20±2	49±8
35–40 см	2,5±1,4	680±80	21±2	49±5
40–45 см	< 2	860±100	20±3	53±7
45–50 см	< 1	820±90	21±2	47±5

Таблица 5.22

**Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах донных отложений в Финском заливе Балтийского моря в 2008 году**

Место отбора проб (рис. 5.9)	Удельная активность $\text{Sr}^{90}$ , Бк/кг в.-с.
Ф-321	0,6±0,1
Ф-322	0,5±0,1
Ф-324-1	0,9±0,2
Ф-324-2	0,5±0,1
Ф-324-3	0,5±0,1
Ф-326	0,1±0,04

Результаты определения содержания  $^{239,240}\text{Pu}$  в донных отложениях Финского залива в 2008 г. представлены в табл. 5.23. Керна донных отложений точки отбора проб Ф-103 был разделен по слоям, и в каждом слое была определена удельная активность  $^{239,240}\text{Pu}$ . Сравнение со значениями удельной активности  $^{239,240}\text{Pu}$ , полученными в предыдущие годы, показывает, что содержание данного радионуклида находится на том же уровне.

Таблица 5.23

**Содержание  $^{239,240}\text{Pu}$  в донных отложениях Финского залива в 2008 году**

Место отбора проб (рис. 5.8)	Горизонт, см	Удельная активность, Бк/кг в.-с.
Ф-103	0–2	1,0±0,1
	2–4	0,41±0,08
	4–6	0,69±0,14
	6–8	1,31±0,26
	8–10	0,71±0,15
	10–15	0,35±0,07
	15–20	0,72±0,14
	20–25	1,26±0,25

Из анализа полученных результатов следует, что в 2008 г. радиационная обстановка в Балтийском море продолжала определяться  $^{137}\text{Cs}$ , поступившим как в составе глобальных атмосферных выпадений, так и в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

В снижении уровня загрязнения вод Балтийского моря  $^{137}\text{Cs}$  исключительно велика роль рек, в особенности Невы и питающего ее Ладожского озера. В водах рек Невы, Нарвы, Луги и Ладожского озера концентрации  $^{137}\text{Cs}$  являются незначительными, что способствует снижению загрязнения вод Балтийского моря, в том числе восточной части Финского залива.

Содержание  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и трития во всех обследованных районах не превышало уровней предыдущих лет.

Анализ данных  $\gamma$ -спектрометрического анализа еще раз подтвердил неравномерность загрязнения донных отложений Балтийского моря. Наибольшие значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях наблюдались в центральной части Финского залива, наименьшие – в Копорской губе Финского залива.

### **Радиационная обстановка на территории Республики Саха (Якутия)**

На территории Якутии существует и планируется к строительству достаточное количество радиационно опасных объектов. С 1974 по 1987 г. в Булунском, Верхне-Виллойском, Кобяйском и Мирнинском районах Якутии было проведено 12 подземных ядерных взрывов в мирных целях [29]: глубинное сейсмическое зондирование, интенсификация нефтедобычи, опытные работы по созданию плотин. Радиационная обстановка в местах проведения взрывов требует постоянного радиоэкологического контроля, тем более что в Мирнинском районе на Среднеботуобинском нефтегазовом месторождении, где было проведено семь подземных взрывов мощностью до 20 кт, начаты работы по добыче нефти. В южной части территории Якутии в районе г. Томмот (на расстоянии 30 км), расположенном на р. Алдан, с населением ~ 8 тыс. человек планируется строительство Эльконского горно-металлургического комбината (ГМК) для отработки месторождений Эльконского урановорудного района, являющегося одним из крупнейших в мире (разведанные запасы урана на месторождении оцениваются в 319 тыс. т, что составляет 6 % от извлекаемых мировых запасов; общие ресурсы территории оцениваются в 600 тыс. т урана). В северной части Якутии в соответствии с Соглашением о сотрудничестве между Госкорпорацией «Росатом» и Правительством Республики Саха (Якутия) от 24 февраля 2009 г. планируется строительство четырех плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) особо малой мощности: в п. Тикси (Булунский улус (район)) на берегу губы Буор-Хая моря Лаптевых, п. Черский (Нижнеколымский улус) на р. Колыма, Усть-Куйга (Усть-Янский улус) на р. Кючус, Юрюнг-Хая (Анабарский улус) на р. Анабар со сдачей в эксплуатацию в 2013–2015 гг.

Республика Саха (Якутия) – самый крупный регион России – расположена в северо-восточной части Сибири, граничит на востоке с Чукотским автономным округом, Магаданской областью, на юго-востоке – с Хабаровским краем, на юге – с Амурской областью и Забайкальским краем, на юго-западе – с Иркутской областью, на западе – с Красноярским краем, на севере ее естественные рубежи образуют моря Лаптевых и Восточно-Сибирское. Общая площадь территории Якутии составляет 3103,2 тыс. км<sup>2</sup>, общая протяженность морской береговой линии превышает 4,5 тыс. км. Более 2/5 территории Якутии находится за северным полярным кругом. Якутия – один из наиболее речных (700 тыс. рек и речек) и озерных (свыше 800 тыс. озер) регионов России. Общая протяженность всех ее рек составляет около 2 млн км, а их потенциальные гидроэнергоресурсы оцениваются почти в 700 млрд кВт. Крупнейшие судоходные реки Лена (длина – 4400 км), Вилюй (2650 км), Оленек (2292 км), Алдан (2273 км), Колыма (2129 км), Индигирка (1726 км), Олекма (1436 км), Анабар (939 км) и Яна (872 км). На территории Республики находятся крупные озера – Бустах (площадь – 249 км<sup>2</sup>), Лабынкыр (60 км<sup>2</sup>) и др.

Радиационный мониторинг на территории Якутии осуществляет Якутское УГМС. В 2009 г. Якутским УГМС проводились наблюдения [30]:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ в трех пунктах;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в 27 пунктах;
- за объемной активностью трития (в трех пунктах) и  $^{90}\text{Sr}$  (в пяти пунктах) в воде рек Лена, Оленек, Колыма, Индигирка, Яна;
- за содержанием трития в месячных атмосферных осадках в четырех пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 44 метеостанциях.

Измерения  $\Sigma\beta$  проводились в суточных пробах аэрозолей и выпадений с помощью радиометров РУБ-01П и УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился параллельно в лабораториях Якутского УГМС на сцинтилляционном  $\gamma$ -спектрометрическом комплексе «Прогресс», Приморского УГМС на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре ДГДК-100 и ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре фирмы «ORTEC». Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в Приморском УГМС и в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун». Анализ проб осадков и поверхностных вод на содержание трития выполнялся в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» с использованием жидкостного сцинтилляционного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-06Н, ДБГ-06Т.

### Приземная атмосфера

Данные наблюдений за объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в 2008–2009 гг. на территории Якутии [30] представлены в табл. 5.24.

Таблица 5.24

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной  $\Sigma\beta$  в воздухе на территории Якутии в 2008–2009 гг.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Якутского УГМС)**

Месяц		Алдан		Мирный		Якутск	
		2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.	2008 г.
Январь	с	43	28	43	24	34	10
	м	103	84	95	65	90	37
Февраль	с	51	50	46	31	29	16
	м	147	138	123	76	126	41
Март	с	23	29	49	26	27	16
	м	66	71	108	73	79	45
Апрель	с	29	22	37	27	30	16
	м	78	39	118	64	103	40
Май	с	19	21	18	20	22	22
	м	82	70	38	52	60	76
Июнь	с	23	32	13	25	36	36
	м	78	97	45	71	103	98
Июль	с	18	15	11	16	35	29
	м	55	43	30	39	133	129
Август	с	22	19	14	13	31	25
	м	70	71	39	67	109	126
Сентябрь	с	16	11	18	8	25	14
	м	39	42	65	15	110	66
Октябрь	с	17	21	21	20	18	16
	м	47	50	64	38	76	86
Ноябрь	с	11	24	43	35	22	18
	м	26	68	100	86	53	38
Декабрь	с	21	25	68	33	44	25
	м	68	92	157	71	107	74
Среднее		<b>24</b>	<b>25</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>20</b>
Среднее по Северу Восточной Сибири		22	18	22	18	22	18



Из табл. 5.24 видно, что в пунктах наблюдения на территории Якутии среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в приемном воздухе постоянно в 1,1–1,5 раза выше средневзвешенного значения для территории Севера Восточной Сибири. Среднегодовые значения объемной  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в пп. Якутск и Мирный в 2009 г. увеличились, по сравнению с 2008 г., примерно в 1,5 раза и были в 1,2–1,3 раза выше, чем в п. Алдан. Среднемесячные суточные значения объемной  $\Sigma\beta$  в пунктах наблюдения колебались от  $11 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в ноябре в Алдане и в июле в Мирном) до  $68 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (в декабре в Мирном). Максимальная суточная объемная  $\Sigma\beta$  в 2009 г. наблюдалась в п. Мирный в декабре и составляла  $157 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Случаев превышения суточных значений объемной  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями в пять и более раз в 2009 г. на территории Якутии не наблюдалось.

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое атмосферы на территории Якутии представлена в табл. 5.25. Из табл. 5.25 видно, что объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха в пунктах наблюдения на территории Якутии в течение ряда лет находится примерно на одном уровне и на уровне средневзвешенного значения по Северу Восточной Сибири.

Таблица 5.25

Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном воздухе на территории Якутии в 2005–2009 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Приморского УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по Северу Восточной Сибири
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Алдан	2005	н	1,3	н	н	**	1,6
	2006	3,6	1,6	2,9	3,3	2,9	1,6
	2007	0,6	н	2,2	н	1,2***	1,3
	2008	н	5,6	н	н	**	1,5
	<b>2009</b>	<b>6,0</b>	<b>н</b>	<b>3,6</b>	<b>1,2</b>	<b>3,0***</b>	<b>2,1</b>
Мирный	2005	н	1,2	1,0	н	1,1***	1,6
	2006	2,0	н	2,5	н	1,6***	1,6
	2007	1,1	0,6	2,3	н	1,3***	1,3
	2008	н	н	2,2	н	**	1,5
	<b>2009</b>	<b>н</b>	<b>н</b>	<b>2,5</b>	<b>н</b>	<b>**</b>	<b>2,1</b>
Якутск*	2005	2,1	2,0	1,8	1,2	1,8	1,6
	2006	1,1	2,6	3,7	0,7	2,0	1,6
	2007	0,7	1,8	0,9	0,9	1,1	1,3
	2008	1,8	1,9	2,0	1,1	1,7	1,5
	<b>2009</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>3,2</b>	<b>0,8</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Алдан	2005	0,2	0,2	0,3	0,7	0,4	0,4
	2006	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
	2007	0,6	0,4	0,5	0,2	0,4	0,4
	2008	0,6	1,4	0,9	0,5	0,9	0,6
	<b>2009</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>
Мирный	2005	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
	2006	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4
	2007	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4
	2008	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,6
	<b>2009</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>
Якутск	2005	0,4	0,9	0,7	0,7	0,7	0,4
	2006	0,3	1,2	0,7	0,5	0,7	0,4
	2007	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,4
	2008	0,9	1,3	1,4	0,9	1,1	0,6
	<b>2009</b>	<b>0,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,4</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>

Примечание: \* – данные НПО «Тайфун»;  
 н – ниже предела обнаружения;  
 \*\* – среднее не определялось;  
 \*\*\* – оценка «сверху».

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе (см. табл. 5.25) за рассматриваемый промежуток времени в п. Мирный мало менялась от года к году и не превышала средневзвешенного значения для территории Севера Восточной Сибири, в пп. Якутск и Алдан увеличилась за последние пять лет в 1,6 и 1,8 раза соответственно и превышала средневзвешенное значение по региону в 1,4 и 2,2 раза.

Суммарная  $\beta$ -активность выпадений в пунктах наблюдения на территории Якутии за последние пять лет мало меняется от года к году и находится на уровне средневзвешенного значения по территории России (табл. 5.26). В 2009 г. средняя  $\Sigma\beta$  выпадений по зоне наблюдения на подстилающую поверхность составила 1,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, среднегодовые суточные значения  $\Sigma\beta$  выпадений в пунктах наблюдения изменялись в диапазоне от 0,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в г. Черский) до 2,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в г. Якутск). Случаев превышения фоновых значений  $\Sigma\beta$  выпадений в 10 и более раз в 2009 г. зарегистрировано не было.

Таблица 5.26

**Среднегодовые значения  $\Sigma\beta$  выпадений на территории Якутии в 2005–2009 гг., Бк/м<sup>2</sup> сутки (данные Якутского УГМС и Тиксинского ЦГМС)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Алдан	2,6	2,9	2,5	2,7	2,2
Верхоянск	1,5	1,4	1,6	1,4	1,3
Виллойск	1,7	1,5	1,4	1,3	1,4
Витим	1,6	1,4	1,5	1,4	1,5
Депутатский	2,3	2,0	1,9	1,8	1,7
Жиганск	1,6	1,4	1,1	1,4	1,2
Зырянка	2,1	1,9	1,8	1,9	1,7
Кигилях*	0,8	0,8	1,3	1,3	1,1
Котельный*	1,2	1,5	1,5	1,5	1,8
Ленск	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7
Мирный	3,1	2,5	2,5	3,1	2,4
Нера	1,7	1,2	1,2	1,3	1,4
Нюрба	1,7	1,4	1,1	1,4	1,4
Олекминск	1,6	1,4	1,6	1,6	1,7
Оленек	1,5	1,3	1,2	1,4	1,5
Полярный	1,7	1,3	1,3	1,3	1,6
Сангары	1,7	1,7	1,5	1,4	1,5
Саскылах	1,6	1,3	1,0	1,2	1,2
Среднеколымск	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5
Теплый Ключ	1,6	1,3	1,4	1,3	1,7
Тикси*	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Усть-Мома	1,6	1,4	1,1	1,3	1,2
Учур	1,8	1,3	1,2	1,4	1,5
Черский*	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
Чульман	1,8	1,6	1,6	1,7	1,5
Югоренок	1,8	1,4	1,2	1,5	1,5
Якутск	2,7	2,8	1,9	3,3	2,6
Среднее по зоне наблюдения	1,7	1,5	1,4	1,5	1,5
Средневзвешенное по РФ	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3

Примечание: \* – данные Тиксинского ЦГМС.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пробах выпадений по территории Якутии 2009 г. составляло 0,16 Бк/м<sup>2</sup>·год, в 2008 г. – было ниже предела обнаружения, в 2007 г. – 0,19 Бк/м<sup>2</sup>·год, и не превышало средневзвешенного значения по территории Сибири.

#### **Вода и другие объекты**

С 1970 г. на территории Якутии ведутся наблюдения за содержанием трития в осадках в п. Якутск, с 1979 г. – в пп. Верхоянск и Тикси, с 1991 г. – в п. Оленек. Среднегодовая объемная

активность трития в осадках в среднем по четырем пунктам наблюдения на территории Якутии в 2009 г. составила 3,2 Бк/л (табл. 5.27), что находится на уровне прошлых лет, но превышает среднее значение для территории РФ в 1,3 раза (см. раздел 1.1 табл. 1.10), что обусловлено естественными процессами – закономерностями распределения концентраций трития от глобального источника в атмосферных осадках при движении влаги над континентом («континентальный эффект») [31]. Среднемесячная объемная активность трития в осадках в пунктах наблюдения на территории Якутии колебалась в 2009 г. в диапазоне от 1,3 Бк/л (в п. Тикси в мае) до 6,4 Бк/л (в п. Верхоянск в июне).

Таблица 5.27

**Объемная активность трития в осадках на территории Якутии, Бк/л  
(данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Верхоянск	3,4	3,6	3,2	3,3	3,9
Оленек	3,2	2,9	2,7	3,7	3,1
Тикси	3,7	3,4	2,9	3,0	3,0
Якутск	3,3	3,5	2,8	3,4	2,9
Среднее по зоне наблюдения	3,4	3,4	2,9	3,4	3,2

С 1975 г. ведутся наблюдения за содержанием трития в воде р. Лена (устье) и с 1978 г. – в реках Индигирка (п. Индигирский) и Колыма (п. Черский). Отбор проб производится 4–6 раз в год. Объемная активность трития в наблюдаемых реках мало изменяется от года к году (см. табл. 5.28) и незначительно превышает среднюю объемную активность данного радионуклида для рек РФ.

Таблица 5.28

**Объемная активность трития в реках на территории Якутии, Бк/л  
(данные НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
р. Индигирка (п. Индигирский)	3,0	3,5	2,8	3,0	2,7
р. Колыма (п. Черский)	3,1	2,7	2,5	2,4	2,7
р. Лена (п. Хабарова)	3,2	3,0	2,6	2,7	2,9
Среднее для рек РФ	2,8	2,7	2,6	2,6	2,4

Наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек Якутии ведутся: с 1962 г. – в реках Индигирка (п. Индигирский), Колыма (п. Среднеколымск), Лена (п. Кюсюр), Тюмети (п. Оленек) и с 1973 г. – в р. Яна (верховье). Данные наблюдений за последние пять лет приведены в табл. 5.29. Из табл. 5.29 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек Индигирка, Колыма, Лена, Яна колеблется в небольших пределах (1,9–3,2 МБк/л) и не превышает среднего значения для рек АТР. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Тюмети постоянно выше, чем в других исследуемых реках Якутии и выше среднего значения для рек АТР, но на два – три порядка ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л [3]).

Таблица 5.29

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек на территории Якутии, МБк/л  
(данные Дальневосточного УГМС и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
р. Индигирка (п. Индигирский)	3,2	2,9	2,5	3,1	2,2
р. Колыма (п. Среднеколымск)	2,2	1,9	2,5	2,1	2,2
р. Лена (п. Кюсюр)*	2,8	3,0	2,5	2,8	3,8
р. Тюмети (п. Оленек)*	12,0	9,5	10,2	7,5	5,1
р. Яна (п. Верхоянск)	2,4	2,4	2,1	2,9	2,4
Среднее для рек АТР	4,7	4,4	4,5	4,1	3,9

Примечание: \* – данные НПО «Тайфун».

### **Радиационный фон на местности**

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2009 г. в пунктах наблюдения на территории Якутии [30] варьировали от 8 до 15 мкР/ч, среднемесячные – от 8 до 18 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные измеренные значения МЭД в 2009 г. наблюдались в п. Томмот в марте (25 мкР/ч) и в п. Учур в июле и августе (24 и 26 мкР/ч соответственно).

Таким образом, радиационная обстановка на территории Якутии в 2009 г. практически находится на уровне фоновых значений, характерных для данного региона.

### **Список литературы к разделу 5**

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2009 году. – М.: Московский ЦГМС-Р, 2010.
2. Польский О.Г., Вербов В.В., Гордеев С.К., Лакаев В.С. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2009 году. – М.: ГУП МосНПО «Радон», 2010.
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. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 252 с.
5. Банникова О.А., Осинцева Т.Н., Бычкова Е.Н., Стось О.Ю. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2009 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2010.
6. Мокров Ю.Г., Иванов И.А., Стукалов П.М., Бакуров А.С., Коновалов А.В., Антонова Т.А. Радиационная обстановка в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» в 2009 году. Отчет. – Озерск: ФГУП «ПО «Маяк», 2010.
7. Осинцева Т.Н., Голубцова И.В. Годовой отчет по оперативно-производственной работе лаборатории наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды в 2009 году. – Екатеринбург: Свердловский ЦГМС-Р, 2010.
8. Серебряков И.С., Брыкин С.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Государственной корпорации по атомной энергии Росатом в 2009 году. – М.: ОАО «ВНИИХТ», 2010.
9. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси / Под редакцией Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – М.-Минск, 2009. – 138 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 1998 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 255 с.

12. Воротников А.Ф., Низовская Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы радиационного мониторинга Обь-Иртышского УГМС в 2009 году. – Омск: Обь-Иртышское УГМС, 2010.
13. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2009 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2010.
14. Воротников А.Ф., Низовская Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы радиационного мониторинга Обь-Иртышского УГМС в 2008 году. – Омск: Обь-Иртышское УГМС, 2009.
15. Воротников А.Ф., Низовская Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы радиационного мониторинга Обь-Иртышского УГМС в 2007 году. – Омск: Обь-Иртышское УГМС, 2008.
16. Воротников А.Ф., Низовская Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы радиационного мониторинга Обь-Иртышского УГМС в 2006 году. – Омск: Обь-Иртышское УГМС, 2007.
17. Воротников А.Ф., Низовская Н.А. Годовой отчет по оперативно-производственной работе группы радиационного мониторинга Обь-Иртышского УГМС в 2005 году. – Омск: Обь-Иртышское УГМС, 2006.
18. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2008 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2009.
19. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2007 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2008.
20. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2006 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2007.
21. Чирков В.А., Котова О.П., Крутовский А.О., Башкиров Н.И. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2005 году. Ежегодник. – Новосибирск: Западно-Сибирское УГМС, 2006.
22. Зубков Ю.Г. Радиационная обстановка на территории Томской области в 2006 году. // Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году. // Под ред. А.М. Адам. – Томск: Графика Пресс, 2007. – С. 80–95.
23. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01.-7/96) / Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
24. Методические рекомендации по определению радиоактивного загрязнения водных объектов / Под ред. С.М. Вакуловского. – М.: Гидрометеиздат, 1986.
25. Трапезников А.В., Николкин В.Н., Коржавин А.В., Трапезникова В.Н., Мигунов В.И. Результаты трехлетнего радиоэкологического исследования рек Обь и Иртыш в границах Ханты-Мансийского автономного округа (2004–2006) // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин / Под ред. В.И. Мигунова и А.В. Трапезникова. Вып. 9. – Екатеринбург, 2006. – С. 77–111.

26. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник / Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1994. – 398 с.
27. Степанов А.В., Осокина А.А., Тишков В.П. Радиоактивность Балтийского моря. Отчет. – Санкт-Петербург: ФГУП «НПО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», 2008.
28. Степанов А.В., Осокина А.А., Тишков В.П. Радиоактивность Балтийского моря. Доклад на Одиннадцатом Международном экологическом форуме «День Балтийского моря», Санкт-Петербург, 22–24 марта 2010 года.
29. Цырков Г.А. Справка о ядерных взрывах, проведенных на территории РСФСР для нужд народного хозяйства. – М.: Пятое ГУ Минатомэнергопрома СССР, 1991.
30. Тевс Н.П., Юшкова Л.С. Годовой отчет о результатах оперативно-производственной деятельности ФГУ «Якутское УГМС» в 2009 году по осуществлению радиационного мониторинга. – Якутск: Якутское УГМС, 2010.
31. Сойфер В.Н., Горячев В.А., Вакуловский С.М., Катрич И.Ю. Тритиевые исследования природных вод в России. – М.: ГЕОС, 2008. – 286 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 2009 году

В 2009 г. на территории России и за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Средневзвешенные по территории РФ объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе, характеризующие уровни их содержания в приземном слое атмосферы, за пределами загрязненных зон составляли: для суммарной  $\beta$ -активности ( $\Sigma\beta$ ) долгоживущих (более суток) техногенных и природных радионуклидов –  $17,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{137}\text{Cs}$  –  $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{90}\text{Sr}$  –  $0,95 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. По сравнению с 2008 г., объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  практически не изменились, а объемная  $\Sigma\beta$  незначительно увеличилась (примерно на 16 %). Наблюдаемые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере в 2009 г. были на шесть – семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009 для этих радионуклидов. Средневзвешенные по территории РФ выпадения  $\Sigma\beta$  (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и  $^{137}\text{Cs}$  (менее 0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год) из атмосферы на подстилающую поверхность также практически не изменились, по сравнению с 2008 годом. Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа (менее 0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год).

В атмосфере населенных пунктов, расположенных в окрестностях РОО, имеющих работающие реакторные установки (АЭС, предприятия ЯТЦ, НИИ и др.), в 2009 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации с объемными активностями на пять и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2009 г. повсюду было незначительным, по сравнению с их суммарным запасом в почве, сложившимся к началу года.

Загрязнение поверхностных вод суши техногенными радионуклидами практически полностью было обусловлено смывом  $^{90}\text{Sr}$ , накопившегося на почве в процессе глобальных выпадений, атмосферными осадками и паводковыми водами. В реках ЕТР и АТР (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  медленно уменьшаются. В 2009 г. они составляли в среднем по рекам ЕТР 4,7 мБк/л, а по рекам АТР – 3,9 мБк/л и были ниже уровней 2008 года (5,0 и 4,1 мБк/л соответственно). В целом объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках была на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л) по НРБ-99/2009.

Среднегодовая объемная активность трития ( $^3\text{H}$ ) в осадках (по данным ежемесячных наблюдений на 33 пунктах) осталась на уровне предыдущих лет 1,7–3,0 Бк/л при среднем значении 2,5 Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2008 г. составили  $20,7 \cdot 10^{15}$  Бк.

Объемные активности трития в реках обусловлены в основном выпадениями трития с атмосферными осадками. Среднегодовая объемная активность трития в основных реках РФ в 2009 г. незначительно уменьшилась, по сравнению с 2008 г., изменяясь в диапазоне от 1,6 до 3,1 Бк/л при среднем значении 2,4 Бк/л. Наибольшая объемная активность трития в воде вне загрязненных зон наблюдалась в р. Амур (г. Благовещенск), но она была более чем на три порядка ниже уровня

вмешательства по содержанию трития в питьевой воде по НРБ-99/2009 ( $7,6 \cdot 10^3$  Бк/л). Объемная активность трития в реках, так же как и в осадках, медленно уменьшается со временем.

В 2009 г. объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в морях РФ мало изменилась, по сравнению с 2008 годом. Максимальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в исследуемых морях наблюдалась в Каспийском море – 7,4 мБк/л, а минимальная – в прибрежных водах Восточной Камчатки – 1,4 мБк/л.

На ЕТР вследствие чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными  $^{137}\text{Cs}$  оставались некоторые районы Брянской, Тульской, Орловской, Калужской и других областей (в тринадцати областях есть территории с плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>). На АТР был, как и ранее, загрязнен район южного Урала, на территории которого находятся: «стронциевый» Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) с отношением  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 0,05$  – следствие аварии на ПО «Маяк» в 1957 г., а также частично перекрывающий ВУРС «цезиевый след» с отношением  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr} \approx 3$ , образовавшийся в 1967 г. вследствие ветрового выноса загрязненной радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в СЗЗ ПО «Маяк».

Загрязненная долгоживущими радионуклидами почва в указанных районах ЕТР и АТР продолжает оставаться источником радиоактивного загрязнения воздуха за счет вторичного ветрового подъема радиоактивной пыли и водоемов за счет смыва радионуклидов осадками. Поэтому там наблюдалось повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе, существенно превышающее фоновые уровни по стране.

На территориях ЕТР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  незначительно увеличились, по сравнению с 2008 г., и составляли 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 7 раз выше, чем выпадения вне загрязненных территорий ЕТР. Наибольшие выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , наблюдавшиеся, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора, были ниже, чем в 2008 г. (13,8 Бк/м<sup>2</sup>·год), и составляли 9,6 Бк/м<sup>2</sup>·год. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2009 г. составляла  $10,6 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,2 раза выше фонового уровня для ЕТР ( $3,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), но на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99/2009.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на территории ВУРС в 2009 г. в среднем составляли 3,6 и 4,2 Бк/м<sup>2</sup>·год соответственно и превышали средние фоновые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  для Уральского региона в 2 раза,  $^{137}\text{Cs}$  – в 21 раз.

В 2009 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  (4,2 Бк/м<sup>2</sup>·год) в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2009 г. уменьшились, по сравнению с 2008 г., в 1,4 раза и превышали региональный фоновый уровень в 2,5 раза, выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (6,8 Бк/м<sup>2</sup>·год) остались на уровне предыдущего года и превышали региональный фоновый уровень в 34 раза. Максимальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (14,5 Бк/м<sup>2</sup>·год) и  $^{90}\text{Sr}$  (10,2 Бк/м<sup>2</sup>·год) из атмосферы, как и ранее, наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, расположенном в 7 км от источника. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный по данным за полгода составляла 35 Бк/л, что в 14 раз выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  (11,4 Бк/л) в воде р. Течь (п. Муслюмово) осталась на уровне 2008 г. и в 2 раза превышала



уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99/2009. Средняя объемная активность трития в воде р. Течь за девять месяцев 2009 г. составляла 125 Бк/л и в 50 раз превышала уровни загрязнения тритием рек РФ, но была на порядок ниже уровня вмешательства по НРБ-99/2009.

В целом в 2009 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне 2008 г., а уровни содержания техногенных радионуклидов в окружающей среде не представляли 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.

**Схема соотношения географических регионов и отдельных УГМС (ЦГМС)  
с субъектами РФ и федеральными округами**

<b>Европейская территория России</b>	
<b><u>Заполярье*</u></b>	
УГМС: Мурманское – (Мурманская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северное – (Ненецкий АО: 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 – (север Чукотского АО: о. Шмидта, б. Провидения, Певек)	Дальневосточный федеральный округ
<b><u>Север</u></b>	
УГМС: Северное – (Республика Коми, Ненецкий АО, Архангельская и Вологодская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
УГМС: Северо-Западное – (Республика Карелия, г. Санкт - Петербург, Ленинградская, Новгородская и Псковская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
ЦГМС: Калининградский (Калининградская обл.)	Северо-Западный федеральный округ
<b><u>Центр</u></b>	
УГМС: Верхне-Волжское – (Республики: Марий Эл, Мордовия, Удмуртская и Чувашская, Кировская и Нижегородская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Приволжское – (Республика Татарстан, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская и Ульяновская обл.)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Центральное – (г. Москва, Владимирская, Ивановская, Калужская, Костромская, Московская, Рязанская, Смоленская, Тверская, Тульская и Ярославская обл.)	Центральный федеральный округ
УГМС: Центрально-Черноземных областей – (ЦЧО) (Белгородская, Брянская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская обл.) (кроме загрязненной зоны)	Центральный федеральный округ
Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС – УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО): Волово, Ефремов, Тула, Узловая (Тульская обл.); Брянск (Брянская обл.); Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.); Фатеж (Курская обл.); Жиздра (Калужская обл.) и п. Плавск (Тульская обл.) и п. Красная Гора (Брянская обл.) (расположены на территориях с плотностью загрязнения почвы <sup>137</sup> Cs 5–15 Ки/км <sup>2</sup> )	Центральный федеральный округ
<b><u>Юг</u></b>	
УГМС: Северо-Кавказское УГМС – (Республики: Адыгея, Дагестан, Ингушетия, Кабардино-Балкарская, Калмыкия, Северная Осетия – Алания, Карачаево-Черкесская, Чеченская; Краснодарский и Ставропольский края; Астраханская, Волгоградская и Ростовская обл.)	Южный федеральный округ
<b>Азиатская территория России</b>	
<b><u>Западная Сибирь</u></b>	
УГМС: Башкирское – (Республика Башкортостан)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское – (Пермский край)	Приволжский федеральный округ
УГМС: Уральское – (Курганская, Свердловская и Челябинская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское – (Ханты-Мансийский АО, Ямало-Ненецкий АО, Тюменская обл.)	Уральский федеральный округ
УГМС: Обь-Иртышское – (Омская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Западно-Сибирское – (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская обл.)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Среднесибирское – (Республики Хакасия, Тыва; Красноярский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Иркутское – (Иркутская обл.)	Сибирский федеральный округ
<b><u>Север Восточной Сибири</u></b>	
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
<b><u>Юг Восточной Сибири</u></b>	
УГМС: Забайкальское – (Республика Бурятия, Забайкальский край)	Сибирский федеральный округ
УГМС: Дальневосточное – (Хабаровский край, Еврейская АО, 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.

Объемные активности  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы субъектов РФ в 2009 году

Код	Субъект РФ	$^{137}\text{Cs}$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.	$^{90}\text{Sr}$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.	$\Sigma\beta$ , $10^{-6}$ Бк/м <sup>3</sup> среднее/макс.
01	Республика Адыгея	0,5**	0,09**	151,7**
02	Республика Алтай	0,2**	0,22**	190,4**
03	Республика Башкортостан	0,3**	0,22**	190,4**
04	Республика Бурятия	0,2**	0,15**	175,0**
05	Республика Дагестан	0,5**	0,09**	151,7**
06	Республика Ингушетия	0,5**	0,09**	151,7**
07	Кабардино-Балкарская Республика	0,5**	0,09**	151,7**
08	Республика Калмыкия	0,5**	0,09**	151,7**
09	Карачаево-Черкесская Республика	0,5**	0,09**	151,7**
10	Республика Карелия (Петрозаводск)	0,3/0,9*	0,19/0,22*	135,4/910*
11	Республика Коми (Ухта, Сыктывкар)	0,2/0,3*	0,04/0,07*	64,3/530*
12	Республика Марий Эл	0,6**	0,07**	222,5**
13	Республика Мордовия	0,6**	0,07**	222,5**
14	Республика Саха (Якутия) (Алдан, Мирный, Якутск)	0,2/0,6*	0,07/0,17*	283,9/1570*
15	Республика Северная Осетия	0,5**	0,09**	151,7**
16	Республика Татарстан	0,6**	0,07**	222,5**
17	Республика Тыва (Кызыл)	<0,1/0,1*	0,08/0,12*	93,5/900*
18	Удмуртская Республика	0,6**	0,07**	222,5**
19	Республика Хакасия	0,2**	0,22**	190,4**
20	Чеченская Республика	0,5**	0,09**	151,7**
21	Чувашская Республика	0,6**	0,07**	222,5**
22	Алтайский край (Барнаул)	0,2/0,4*	0,07/0,08*	232,2/2960*
23	Краснодарский край	0,5**	0,09**	151,7**
24	Красноярский край (Красноярск) ГХК 100-км зона (три пункта наблюдения)	<0,1/0,1* /0,4*	0,20/0,3* /0,34*	112,6/600* /2920*
25	Приморский край (Владивосток)	<0,1/0,1*	0,12/0,16*	358,3/1640*
26	Ставропольский край	0,5**	0,09**	151,7**
27	Хабаровский край (Хабаровск)	0,2/0,4*	0,05/0,1*	121,1/1290*
28	Амурская область (Благовещенск)	0,2/0,4*	0,10/0,19*	239,3/2460*
29	Архангельская область (Архангельск, Северодвинск)	0,2/0,4*	0,15/0,26*	61,6/390*
30	Астраханская область (Астрахань)	0,6/0,8*	0,10/0,16*	191,7/1140*
31	Белгородская область	0,6**	0,07**	222,5**
32	Брянская область (Брянск)	1,1/1,8*	0,06/0,13*	97,6/470*
33	Владимирская область	0,6**	0,07**	222,5**
34	Волгоградская область (Волгоград)	0,6/0,9*	0,13/0,22*	172,1/1440*
35	Вологодская область (Вологда)	0,1/0,2*	0,04/0,07*	61,5/320*
36	Воронежская область НВАЭС 100-км зона (Нововоронеж)	0,6** 2,2/7,3*	0,07** 0,22/0,45*	222,5** 246,8/720*
37	Ивановская область	0,6**	0,07**	222,5**
38	Иркутская область (Иркутск)	0,2/0,5*	0,39/0,54*	199,3/990*
39	Калининградская область	0,2**	0,09**	139,2**
40	Калужская область (Обнинск)	0,7/1,2*	0,10/0,18*	226,6/860*
41	Камчатский край	0,2**	0,15**	224,2**
42	Кемеровская область	0,3**	0,22**	190,4**
43	Кировская область (Киров)	0,3/0,3*	0,09/0,10*	413,2/2320*
44	Костромская область	0,6**	0,07**	222,5**
45	Курганская область	0,3**	0,22**	190,4**
46	Курская область (Курск)	1,0/1,7*	0,08/0,18*	231,4/970*
47	Ленинградская область	0,2**	0,09**	139,2**
48	Санкт-Петербург	0,3/1,0*	0,09/0,14*	119,1/390*
49	Липецкая область	0,6**	0,07**	222,5**
50	Магаданская область (Магадан)	0,3/0,4*	0,04/0,06*	125,3/840*
51	Московская область (Подмосковная)	0,5/0,7*	0,05/0,09*	238,8/1530*
52	Москва	0,6**	0,07**	222,5**
53	Мурманская область (Мурманск, Кандалакша)	0,1/0,5*	<0,01/0,01*	55,4/390*
54	Нижегородская область (Нижний Новгород)	0,2/0,2*	0,04/0,05*	218,7/2690*
55	Новгородская область	0,2**	0,09**	139,2**
56	Новосибирская область (Огурцово)	0,3/0,3*	0,27/0,45*	170,3/3780*

Код	Субъект РФ	$^{137}\text{Cs}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$^{90}\text{Sr}, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.	$\Sigma\beta, 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ среднее/макс.
57	Омская область (Омск)	<0,1/0,1*	0,13/0,21*	267,6/1000*
58	Оренбургская область	0,6**	0,07**	222,5**
59	Орловская область	0,6**	0,07**	222,5**
60	Пензенская область (Пенза)	0,6/1,0*	0,08/0,12*	93,4/400*
61	Пермский край	0,3**	0,22**	190,4**
62	Псковская область	0,2**	0,09**	139,2**
63	Ростовская область (Цимлянск)	0,3/0,7*	0,03/0,05*	75,4/690*
64	Рязанская область	0,6**	0,07**	222,5**
65	Самарская область (Самара)	0,2/0,4*	0,05/0,08*	251,8/1450*
66	Саратовская область	0,6**	0,07**	222,5**
67	Сахалинская область (Южно-Сахалинск)	0,2/0,2*	0,04/0,05*	147,5/540*
68	Свердловская область (Верхнее Дуброво)	0,9/1,6*	0,58/1,0*	275,7/930*
69	Смоленская область	0,6**	0,07**	222,5**
70	Тамбовская область	0,6**	0,07**	222,5**
71	Тверская область	0,6**	0,07**	222,5**
72	Томская область (Колпашево)	0,2/0,4*	0,04/0,06*	42,5/370*
73	Тульская область	0,6**	0,07**	222,5**
74	Тюменская область	0,3**	0,22**	190,4**
75	Ульяновская область	0,6**	0,07**	222,5**
76	Челябинская область ПО «Маяк» 100-км зона (Кыштым)	0,9/1,5*	0,22**	158,2/870*
77	Забайкальский край (Чита)	0,2/0,4*	0,09/0,18*	151,3/1010*
78	Ярославская область	0,6**	0,07**	222,5**
79	Еврейский АО (Биробиджан)	0,2**	0,15**	175,0**
80	Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,2/0,3*	0,02/0,03*	60,7/490*
81	Ханты-Мансийский АО (Ханты-Мансийск)	<0,1/0,1*	0,05/0,07*	154,3/610*
82	Чукотский АО	0,2**	0,15**	224,2**
83	Ямало-Ненецкий АО (Салехард)	0,2/0,4*	0,03/0,03*	85,8/560*

Примечание: среднее/макс. – среднее значение/максимальное значение;

\* – значение, полученное экспериментальным (измеренным) путем при наличии воздухофильтрующих установок (ВФУ) в данном субъекте РФ. Если на территории субъекта РФ расположено несколько ВФУ, то берется их среднее значение;

\*\* – значение, полученное расчетным путем, методом усреднения данных (средневзвешенные величины) по географическим районам РФ: Заполярье, Север, Центр, Юг, Западная Сибирь, Север Восточной Сибири, Юг Восточной Сибири.

**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2009 ГОДУ**

Таблица П 2.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2009 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
ФОСФОР-32	ФГУП ГХК	$5,60 \cdot 10^{11}$	$3,75 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$+ 2,70 \cdot 10^{10}$
ХРОМ-51	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$8,89 \cdot 10^6$	$1,85 \cdot 10^7$	$- 9,61 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$4,30 \cdot 10^{10}$	$1,46 \cdot 10^8$	$1,69 \cdot 10^8$	$- 2,30 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$2,44 \cdot 10^8$	$1,69 \cdot 10^8$	$+ 7,50 \cdot 10^7$
МАРГАНЕЦ-54	ФГУП ГХК	$3,00 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^7$	$1,92 \cdot 10^6$	$+ 8,98 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$4,06 \cdot 10^7$	$4,41 \cdot 10^7$	$- 3,50 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,11 \cdot 10^8$	$4,13 \cdot 10^7$	$7,73 \cdot 10^7$	$- 3,60 \cdot 10^7$
ЖЕЛЕЗО-59	ФГУП ГХК	$1,00 \cdot 10^8$	$3,91 \cdot 10^6$	$4,00 \cdot 10^6$	$- 9,00 \cdot 10^4$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,21 \cdot 10^7$	$5,29 \cdot 10^7$	$- 4,08 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$8,25 \cdot 10^7$	$3,39 \cdot 10^6$	$2,02 \cdot 10^7$	$- 1,68 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-57	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$1,66 \cdot 10^9$	$4,50 \cdot 10^7$	$2,60 \cdot 10^7$	$+ 1,90 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-58	ФГУП ГХК	$3,06 \cdot 10^9$	$1,35 \cdot 10^8$	$2,40 \cdot 10^7$	$+ 1,11 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$5,27 \cdot 10^6$	$7,92 \cdot 10^6$	$- 2,65 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,23 \cdot 10^8$	$1,27 \cdot 10^7$	$1,17 \cdot 10^7$	$+ 1,00 \cdot 10^6$
КОБАЛЬТ-60	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	-
	ФГУП ГХК	$3,08 \cdot 10^9$	$9,06 \cdot 10^7$	$2,81 \cdot 10^7$	$+ 6,25 \cdot 10^7$
	ФГУП ИРМ	$2,40 \cdot 10^{10}$	$3,25 \cdot 10^7$	$3,28 \cdot 10^7$	$- 3,00 \cdot 10^5$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,72 \cdot 10^6$	$2,42 \cdot 10^6$	$+ 3,00 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^5$	$+ 6,00 \cdot 10^4$
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$3,07 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^5$	$+ 2,84 \cdot 10^6$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,76 \cdot 10^6$	$2,89 \cdot 10^6$	$- 1,30 \cdot 10^5$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$2,41 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$+ 1,35 \cdot 10^7$
	КУРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$3,33 \cdot 10^8$	$3,95 \cdot 10^8$	$- 6,20 \cdot 10^7$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$8,38 \cdot 10^7$	$1,62 \cdot 10^8$	$- 7,82 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$8,03 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^8$	$- 1,77 \cdot 10^8$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^9$	$4,10 \cdot 10^8$	$+ 8,90 \cdot 10^8$
ЦИНК-65	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{11}$	$8,89 \cdot 10^6$	$8,89 \cdot 10^6$	-
	ФГУП ГХК	$5,00 \cdot 10^8$	$3,37 \cdot 10^6$	$8,33 \cdot 10^6$	$- 4,96 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	-	$5,10 \cdot 10^7$	$- 5,10 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,33 \cdot 10^8$	$5,42 \cdot 10^7$	$6,90 \cdot 10^7$	$- 1,48 \cdot 10^7$
СТРОНЦИЙ-89,90	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,20 \cdot 10^8$	$7,20 \cdot 10^8$	-
	ФГУП СХК	$5,18 \cdot 10^9$	$4,34 \cdot 10^8$	$2,19 \cdot 10^8$	$+ 2,15 \cdot 10^8$
	ФГУП ГХК	$2,67 \cdot 10^{10}$	$3,87 \cdot 10^8$	$3,28 \cdot 10^8$	$+ 5,90 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$3,01 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^6$	$5,80 \cdot 10^5$	$+ 9,20 \cdot 10^5$
	ФГУП НИИП	$5,83 \cdot 10^6$	$2,14 \cdot 10^6$	$4,53 \cdot 10^5$	$+ 1,69 \cdot 10^6$
	ФГУП НИТИ	$5,92 \cdot 10^7$	-	$5,00 \cdot 10^2$	$- 5,00 \cdot 10^2$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$2,63 \cdot 10^6$	$1,85 \cdot 10^7$	$- 1,59 \cdot 10^7$
	ФГУП ИРМ	$1,92 \cdot 10^9$	$9,58 \cdot 10^5$	$3,28 \cdot 10^6$	$- 2,32 \cdot 10^6$
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$1,90 \cdot 10^9$	$6,80 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^7$	$+ 5,55 \cdot 10^7$
ЦИРКОНИЙ-95 + НИОБИЙ-95	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$8,72 \cdot 10^9$	$4,86 \cdot 10^7$	$1,03 \cdot 10^8$	$- 5,40 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$2,20 \cdot 10^9$	$5,53 \cdot 10^8$	$9,36 \cdot 10^7$	$+ 4,59 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$2,13 \cdot 10^6$	$1,94 \cdot 10^7$	$- 1,73 \cdot 10^7$
	ФГУП ПО «МАЯК»	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,80 \cdot 10^7$	$1,78 \cdot 10^7$	$+ 2,00 \cdot 10^5$
РУТЕНИЙ-103,106	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$4,06 \cdot 10^6$	$1,68 \cdot 10^7$	$1,63 \cdot 10^7$	$+ 5,00 \cdot 10^5$
	ФГУП ПО «МАЯК»	$6,66 \cdot 10^{10}$	$8,32 \cdot 10^7$	$5,16 \cdot 10^7$	$+ 3,16 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$8,28 \cdot 10^{10}$	$4,99 \cdot 10^8$	$4,17 \cdot 10^8$	$+ 8,20 \cdot 10^7$
СУРЬМА-125	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,22 \cdot 10^7$	$4,11 \cdot 10^7$	$2,41 \cdot 10^6$	$+ 3,87 \cdot 10^7$
	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$7,16 \cdot 10^6$	-	$+ 7,16 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,96 \cdot 10^8$	$9,31 \cdot 10^7$	$1,24 \cdot 10^8$	$- 3,10 \cdot 10^7$
ЦЕЗИЙ-134	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,52 \cdot 10^7$	$2,64 \cdot 10^7$	$- 1,12 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$7,20 \cdot 10^7$	$1,06 \cdot 10^7$	$5,24 \cdot 10^6$	$+ 5,40 \cdot 10^6$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$3,36 \cdot 10^5$	$5,39 \cdot 10^5$	$- 2,03 \cdot 10^5$
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$7,20 \cdot 10^5$	$4,92 \cdot 10^6$	$- 4,20 \cdot 10^6$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$1,12 \cdot 10^6$	$1,10 \cdot 10^5$	$+ 1,01 \cdot 10^6$

Продолжение табл. П 2.1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
	КУРСКАЯ АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	7,84·10 <sup>6</sup>	3,95·10 <sup>8</sup>	- 3,87·10 <sup>8</sup>
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	3,50·10 <sup>7</sup>	5,67·10 <sup>6</sup>	+ 2,93·10 <sup>7</sup>
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	2,80·10 <sup>8</sup>	1,10·10 <sup>8</sup>	+ 1,70·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,37·10 <sup>7</sup>	2,15·10 <sup>7</sup>	7,72·10 <sup>6</sup>	+ 1,38·10 <sup>7</sup>
ЦЕЗИЙ-137	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	1,03·10 <sup>8</sup>	9,30·10 <sup>5</sup>	9,30·10 <sup>5</sup>	-
	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 <sup>10</sup>	1,39·10 <sup>9</sup>	1,19·10 <sup>9</sup>	+ 2,00·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ГХК	6,21·10 <sup>9</sup>	2,83·10 <sup>8</sup>	1,77·10 <sup>8</sup>	+ 1,06·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	4,23·10 <sup>8</sup>	5,00·10 <sup>7</sup>	2,50·10 <sup>7</sup>	+ 2,50·10 <sup>7</sup>
	ФГУП НИИП	1,80·10 <sup>4</sup>	1,70·10 <sup>4</sup>	1,70·10 <sup>4</sup>	-
	ФГУП НИТИ	1,74·10 <sup>8</sup>	1,50·10 <sup>3</sup>	2,20·10 <sup>3</sup>	- 7,00·10 <sup>2</sup>
	ФГУП ИРМ	1,92·10 <sup>8</sup>	2,48·10 <sup>7</sup>	3,94·10 <sup>7</sup>	- 1,46·10 <sup>7</sup>
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	2,50·10 <sup>6</sup>	1,86·10 <sup>6</sup>	+ 6,40·10 <sup>5</sup>
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	7,30·10 <sup>6</sup>	9,20·10 <sup>6</sup>	- 1,90·10 <sup>6</sup>
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	1,82·10 <sup>6</sup>	1,79·10 <sup>6</sup>	+ 3,00·10 <sup>4</sup>
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	3,38·10 <sup>6</sup>	9,50·10 <sup>5</sup>	+ 2,43·10 <sup>6</sup>
	КОЛЬСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	4,17·10 <sup>6</sup>	4,96·10 <sup>6</sup>	- 7,90·10 <sup>5</sup>
	КУРСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	5,07·10 <sup>7</sup>	8,47·10 <sup>7</sup>	- 3,40·10 <sup>7</sup>
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	1,32·10 <sup>8</sup>	7,85·10 <sup>7</sup>	+ 5,35·10 <sup>7</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	5,86·10 <sup>9</sup>	2,46·10 <sup>8</sup>	2,48·10 <sup>8</sup>	- 2,00·10 <sup>6</sup>
«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	2,37·10 <sup>9</sup>	8,50·10 <sup>7</sup>	1,00·10 <sup>7</sup>	+ 7,50·10 <sup>7</sup>	
ЦЕРИЙ-141,144	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	9,78·10 <sup>6</sup>	1,64·10 <sup>6</sup>	+ 8,14·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГХК	7,12·10 <sup>10</sup>	1,35·10 <sup>9</sup>	1,00·10 <sup>9</sup>	+ 3,50·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ПО «МАЯК»	2,96·10 <sup>11</sup>	8,73·10 <sup>7</sup>	7,71·10 <sup>6</sup>	+ 7,96·10 <sup>7</sup>
СУММА НУКЛИДОВ ЕВРОПИЯ	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,09·10 <sup>6</sup>	2,66·10 <sup>6</sup>	1,29·10 <sup>7</sup>	- 1,02·10 <sup>7</sup>
	ФГУП ГХК	3,00·10 <sup>8</sup>	2,00·10 <sup>6</sup>	2,00·10 <sup>6</sup>	-
СВИНЕЦ-214	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	3,75·10 <sup>8</sup>	1,90·10 <sup>7</sup>	3,37·10 <sup>7</sup>	- 1,47·10 <sup>7</sup>
ВИСМУТ-214	ОАО ППГХО	2,79·10 <sup>14</sup>	9,36·10 <sup>13</sup>	8,89·10 <sup>13</sup>	+ 4,70·10 <sup>12</sup>
ПОЛОНИЙ-210	ОАО ППГХО	7,20·10 <sup>13</sup>	6,84·10 <sup>13</sup>	6,49·10 <sup>12</sup>	+ 6,19·10 <sup>13</sup>
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	4,00·10 <sup>6</sup>	6,62·10 <sup>3</sup>	3,57·10 <sup>3</sup>	+ 3,05·10 <sup>3</sup>
РАДОН-222	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	3,17·10 <sup>7</sup>	1,15·10 <sup>7</sup>	3,55·10 <sup>6</sup>	+ 7,95·10 <sup>6</sup>
	ОАО ППГХО	8,51·10 <sup>14</sup>	3,17·10 <sup>14</sup>	3,92·10 <sup>14</sup>	- 7,50·10 <sup>13</sup>
РАДИЙ-226	ОАО ЧМЗ	2,81·10 <sup>8</sup>	9,37·10 <sup>7</sup>	2,69·10 <sup>7</sup>	+ 6,68·10 <sup>7</sup>
СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ	ОАО ЧМЗ	7,66·10 <sup>8</sup>	6,76·10 <sup>7</sup>	6,76·10 <sup>7</sup>	-
	ОАО ППГХО	1,92·10 <sup>9</sup>	6,16·10 <sup>8</sup>	6,16·10 <sup>8</sup>	-
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	9,13·10 <sup>7</sup>	9,13·10 <sup>7</sup>	-
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА	ПО ЭХЗ	3,70·10 <sup>9</sup>	2,22·10 <sup>8</sup>	1,22·10 <sup>8</sup>	+ 1,00·10 <sup>8</sup>
	ОАО ХМЗ	3,34·10 <sup>7</sup>	-	1,02·10 <sup>7</sup>	- 1,02·10 <sup>7</sup>
	ОАО ЧМЗ	4,83·10 <sup>9</sup>	1,87·10 <sup>9</sup>	9,71·10 <sup>8</sup>	+ 9,00·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ВНИИТФА СФ	1,58·10 <sup>6</sup>	1,44·10 <sup>6</sup>	1,44·10 <sup>6</sup>	-
	ФГУП НИИП	3,40·10 <sup>6</sup>	4,43·10 <sup>4</sup>	2,48·10 <sup>5</sup>	- 2,04·10 <sup>5</sup>
	ФГУП ЭХП	6,32·10 <sup>8</sup>	6,24·10 <sup>8</sup>	6,26·10 <sup>8</sup>	- 2,00·10 <sup>6</sup>
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	4,20·10 <sup>10</sup>	8,15·10 <sup>9</sup>	9,43·10 <sup>9</sup>	- 1,28·10 <sup>9</sup>
	ПСЗ	3,70·10 <sup>8</sup>	9,67·10 <sup>4</sup>	1,10·10 <sup>5</sup>	- 1,33·10 <sup>4</sup>
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	2,96·10 <sup>10</sup>	2,31·10 <sup>9</sup>	2,72·10 <sup>9</sup>	- 4,10·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ВНИИХТ	1,07·10 <sup>7</sup>	1,53·10 <sup>6</sup>	3,02·10 <sup>6</sup>	- 1,49·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	4,09·10 <sup>5</sup>	3,67·10 <sup>4</sup>	+ 3,72·10 <sup>5</sup>
	ФГУП ВНИИНМ	4,18·10 <sup>7</sup>	3,94·10 <sup>5</sup>	1,63·10 <sup>6</sup>	- 1,24·10 <sup>6</sup>
СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	7,40·10 <sup>5</sup>	2,08·10 <sup>5</sup>	1,46·10 <sup>5</sup>	+ 6,20·10 <sup>4</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	4,95·10 <sup>8</sup>	4,47·10 <sup>6</sup>	9,88·10 <sup>6</sup>	- 5,41·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГХК	1,39·10 <sup>9</sup>	3,33·10 <sup>7</sup>	1,25·10 <sup>7</sup>	+ 2,08·10 <sup>7</sup>
	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	3,17·10 <sup>7</sup>	1,15·10 <sup>7</sup>	3,55·10 <sup>6</sup>	+ 7,95·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ВНИИНМ	6,20·10 <sup>7</sup>	5,02·10 <sup>5</sup>	2,44·10 <sup>6</sup>	- 1,94·10 <sup>6</sup>
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	ФГУП СХК	6,88·10 <sup>11</sup>	6,81·10 <sup>9</sup>	2,35·10 <sup>10</sup>	- 1,67·10 <sup>10</sup>
	ФГУП ВНИИНМ	8,10·10 <sup>7</sup>	2,19·10 <sup>6</sup>	5,00·10 <sup>6</sup>	- 2,81·10 <sup>6</sup>
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	1,04·10 <sup>9</sup>	1,08·10 <sup>7</sup>	7,25·10 <sup>6</sup>	+ 3,55·10 <sup>6</sup>
БАРИЙ-140+ЛАНТАН-140	ФГУП ГХК	5,00·10 <sup>8</sup>	1,42·10 <sup>8</sup>	1,19·10 <sup>7</sup>	+ 1,30·10 <sup>8</sup>
ДЖН	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	7,40·10 <sup>9</sup>	1,46·10 <sup>7</sup>	1,46·10 <sup>7</sup>	-
	ОАО ППГХО	1,75·10 <sup>11</sup>	9,47·10 <sup>9</sup>	9,79·10 <sup>9</sup>	- 3,20·10 <sup>8</sup>
КАЛИЙ-40	ОАО ППГХО	8,90·10 <sup>9</sup>	2,78·10 <sup>9</sup>	2,82·10 <sup>9</sup>	- 4,00·10 <sup>7</sup>
	ОАО ЧМЗ	2,80·10 <sup>9</sup>	2,14·10 <sup>8</sup>	1,72·10 <sup>8</sup>	+ 4,20·10 <sup>7</sup>

Окончание табл. П 2.1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
КЖН*	ГНЦ РФ ИФВЭ	$3,00 \cdot 10^{15}$	$1,00 \cdot 10^{14}$	$1,00 \cdot 10^{14}$	-
	ФГУП НИИП	$1,90 \cdot 10^7$	$7,44 \cdot 10^4$	$1,68 \cdot 10^6$	$- 1,61 \cdot 10^6$
СКАНДИЙ-46	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	-	$2,80 \cdot 10^7$	$- 2,80 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$1,00 \cdot 10^7$	$3,50 \cdot 10^6$	$1,34 \cdot 10^6$	$+ 2,16 \cdot 10^6$
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	ФГУП ПО «МАЯК»	$7,40 \cdot 10^9$	$5,42 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^8$	$+ 1,20 \cdot 10^7$
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	$1,36 \cdot 10^8$	$7,99 \cdot 10^5$	$6,22 \cdot 10^5$	$+ 1,77 \cdot 10^5$
	ФГУП СХК	$6,81 \cdot 10^9$	$2,57 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^9$	$+ 2,10 \cdot 10^8$
	ФГУП МСЗ	$6,75 \cdot 10^8$	$5,73 \cdot 10^8$	$1,14 \cdot 10^8$	$+ 4,59 \cdot 10^8$
	ОАО НЗХК	$2,95 \cdot 10^9$	$2,95 \cdot 10^9$	$2,95 \cdot 10^9$	-
	УЭХК	$7,40 \cdot 10^9$	$2,74 \cdot 10^8$	$2,56 \cdot 10^8$	$+ 1,80 \cdot 10^7$
	НИИ НПО «ЛУЧ»	$9,41 \cdot 10^7$	$5,10 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^6$	-
	АЭХК	$1,65 \cdot 10^{14}$	$3,29 \cdot 10^8$	$5,06 \cdot 10^8$	$- 1,77 \cdot 10^8$
СУММА ИРГ	ФГУП СХК	$6,29 \cdot 10^{15}$	-	$5,70 \cdot 10^{14}$	$- 5,70 \cdot 10^{14}$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$3,83 \cdot 10^{16}$	$9,59 \cdot 10^{14}$	$9,53 \cdot 10^{14}$	$+ 6,00 \cdot 10^{12}$
	ФГУП НИИП	$1,10 \cdot 10^{14}$	$1,11 \cdot 10^{12}$	$1,14 \cdot 10^{12}$	$- 3,00 \cdot 10^{10}$
	ФГУП НИТИ	$1,20 \cdot 10^{13}$	$5,03 \cdot 10^{11}$	$1,29 \cdot 10^{11}$	$+ 3,74 \cdot 10^{11}$
	ФГУП ИРМ	$2,52 \cdot 10^{14}$	$3,14 \cdot 10^{14}$	$1,68 \cdot 10^{14}$	$+ 1,46 \cdot 10^{14}$
	ФГУП ГХК	$7,53 \cdot 10^{15}$	$1,57 \cdot 10^{15}$	$2,00 \cdot 10^{15}$	$- 4,30 \cdot 10^{14}$
	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,52 \cdot 10^{15}$	$5,42 \cdot 10^{13}$	$2,14 \cdot 10^{13}$	$+ 3,28 \cdot 10^{13}$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	-	$1,82 \cdot 10^{11}$	$- 1,82 \cdot 10^{11}$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$4,40 \cdot 10^{12}$	$2,22 \cdot 10^{12}$	$+ 2,18 \cdot 10^{12}$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$2,00 \cdot 10^{15}$	$3,61 \cdot 10^{14}$	$3,38 \cdot 10^{14}$	$+ 2,30 \cdot 10^{13}$
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,00 \cdot 10^4$	$7,00 \cdot 10^4$	-
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$3,61 \cdot 10^{13}$	$2,93 \cdot 10^{13}$	$+ 6,80 \cdot 10^{12}$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	-	$2,40 \cdot 10^{11}$	$- 2,40 \cdot 10^{11}$
	КУРСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$2,97 \cdot 10^{14}$	$2,10 \cdot 10^{14}$	$+ 8,70 \cdot 10^{13}$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$2,52 \cdot 10^{14}$	$1,23 \cdot 10^{14}$	$+ 1,29 \cdot 10^{14}$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$6,40 \cdot 10^{13}$	$1,36 \cdot 10^{13}$	$+ 5,04 \cdot 10^{13}$
НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$9,50 \cdot 10^{13}$	$1,10 \cdot 10^{14}$	$- 1,50 \cdot 10^{13}$	
СУММА НУКЛИДОВ ИОДА*	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$2,76 \cdot 10^8$	$1,79 \cdot 10^8$	$+ 9,70 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$1,56 \cdot 10^{10}$	$4,62 \cdot 10^8$	$5,04 \cdot 10^8$	$- 4,20 \cdot 10^7$
	ФГУП СХК	$3,64 \cdot 10^{11}$	$2,18 \cdot 10^8$	$2,46 \cdot 10^9$	$- 2,24 \cdot 10^9$
	ФГУП ИРМ	$1,01 \cdot 10^9$	$1,46 \cdot 10^8$	$1,90 \cdot 10^8$	$- 4,40 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,26 \cdot 10^{12}$	$3,64 \cdot 10^9$	$7,51 \cdot 10^9$	$- 3,87 \cdot 10^9$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	$4,57 \cdot 10^5$	$4,70 \cdot 10^7$	$- 4,65 \cdot 10^7$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	$8,66 \cdot 10^8$	$2,97 \cdot 10^8$	$+ 5,69 \cdot 10^8$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	$8,98 \cdot 10^6$	-	$+ 8,98 \cdot 10^6$
	КУРСКАЯ АЭС	$9,30 \cdot 10^{10}$	$1,32 \cdot 10^9$	$9,53 \cdot 10^8$	$+ 3,67 \cdot 10^8$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$9,30 \cdot 10^{10}$	$8,19 \cdot 10^8$	$1,70 \cdot 10^8$	$+ 6,49 \cdot 10^8$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	$2,00 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^9$	$- 5,00 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$9,30 \cdot 10^{10}$	$5,73 \cdot 10^7$	$2,70 \cdot 10^8$	$- 2,13 \cdot 10^8$
	СУРЬМА-124	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	-	$8,51 \cdot 10^6$
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		$1,27 \cdot 10^8$	$8,04 \cdot 10^7$	$7,63 \cdot 10^7$	$+ 4,10 \cdot 10^6$
УГЛЕРОД-14	ФГУП ИРМ	$2,41 \cdot 10^{11}$	$7,72 \cdot 10^{11}$	$2,52 \cdot 10^{11}$	$+ 5,20 \cdot 10^{11}$
КЮРИЙ-244	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$2,84 \cdot 10^7$	$1,56 \cdot 10^6$	$7,15 \cdot 10^6$	$- 5,59 \cdot 10^6$
СЕЛЕН-75	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$7,00 \cdot 10^8$	$1,31 \cdot 10^8$	$1,05 \cdot 10^8$	$+ 2,60 \cdot 10^7$
МЫШЬЯК-76	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$4,07 \cdot 10^7$	$7,35 \cdot 10^6$	$9,31 \cdot 10^6$	$- 1,96 \cdot 10^6$
РУБИДИЙ-88	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$1,88 \cdot 10^{10}$	$6,18 \cdot 10^9$	$+ 1,26 \cdot 10^{10}$
РУБИДИЙ-89	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$1,25 \cdot 10^8$	$2,22 \cdot 10^7$	$+ 1,03 \cdot 10^8$
СЕРЕБРО-110М	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$5,88 \cdot 10^6$	$1,59 \cdot 10^5$	$3,54 \cdot 10^5$	$- 1,95 \cdot 10^5$
МОЛИБДЕН-99+ТЕХНЕЦИЙ-99М	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,38 \cdot 10^8$	$1,11 \cdot 10^8$	$3,18 \cdot 10^8$	$- 2,07 \cdot 10^8$
ЦЕЗИЙ-138	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$4,11 \cdot 10^9$	$9,77 \cdot 10^9$	$2,06 \cdot 10^{10}$	$- 1,08 \cdot 10^{10}$
БАРИЙ-139	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$1,44 \cdot 10^8$	$4,81 \cdot 10^8$	$- 3,37 \cdot 10^8$
РУТЬ-203	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$2,08 \cdot 10^6$	$4,62 \cdot 10^5$	$4,19 \cdot 10^5$	$+ 4,30 \cdot 10^4$
СВИНЕЦ-210	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	$4,74 \cdot 10^8$	$1,70 \cdot 10^7$	$2,50 \cdot 10^6$	$+ 1,45 \cdot 10^7$
ОЛОВО-113	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$9,07 \cdot 10^4$	-	$+ 9,07 \cdot 10^4$
ТЕЛЛУР-132	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$9,73 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^6$	$2,75 \cdot 10^6$	$- 1,52 \cdot 10^8$
ПОЛОНИЙ-218	ОАО ППГХО	$8,44 \cdot 10^{14}$	$1,80 \cdot 10^{13}$	$1,71 \cdot 10^{13}$	$+ 9,00 \cdot 10^{11}$

Примечание: \* – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

## Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2009 г., Бк

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
Натрий-24	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{14}$	$4,58 \cdot 10^{13}$	$6,62 \cdot 10^{13}$	$- 2,04 \cdot 10^{13}$
	ФГУП СХК	$7,77 \cdot 10^{14}$	-	$6,01 \cdot 10^{13}$	$- 6,01 \cdot 10^{13}$
Фосфор-32	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{13}$	$7,35 \cdot 10^{12}$	$8,21 \cdot 10^{12}$	$- 8,60 \cdot 10^{11}$
	ФГУП СХК	$4,07 \cdot 10^{13}$	-	$5,39 \cdot 10^{12}$	$- 5,39 \cdot 10^{12}$
Скандий-46	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$3,50 \cdot 10^{10}$	$4,58 \cdot 10^{10}$	$- 1,08 \cdot 10^{10}$
Хром-51	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	$5,58 \cdot 10^{11}$	$9,03 \cdot 10^{11}$	$- 3,45 \cdot 10^{11}$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$3,10 \cdot 10^{12}$	$2,70 \cdot 10^8$	$8,02 \cdot 10^8$	$- 5,32 \cdot 10^8$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$5,60 \cdot 10^{13}$	-	$2,90 \cdot 10^6$	$- 2,90 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,30 \cdot 10^{12}$	$1,15 \cdot 10^6$	$1,78 \cdot 10^6$	$- 6,30 \cdot 10^5$
Марганец-54	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{11}$	$2,17 \cdot 10^9$	$2,22 \cdot 10^9$	$- 5,00 \cdot 10^7$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^{10}$	$2,10 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^6$	$- 2,00 \cdot 10^5$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,20 \cdot 10^{11}$	$2,10 \cdot 10^8$	$1,55 \cdot 10^8$	$+ 5,50 \cdot 10^7$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$3,80 \cdot 10^9$	$7,72 \cdot 10^4$	$3,40 \cdot 10^5$	$- 2,63 \cdot 10^5$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$8,00 \cdot 10^9$	$1,26 \cdot 10^6$	$9,79 \cdot 10^5$	$+ 2,81 \cdot 10^5$
Железо-59	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$2,60 \cdot 10^{10}$	$3,63 \cdot 10^{10}$	$- 1,03 \cdot 10^{10}$
Кобальт-58	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$5,53 \cdot 10^9$	$6,39 \cdot 10^9$	$- 8,60 \cdot 10^8$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$1,10 \cdot 10^{10}$	-	$8,66 \cdot 10^4$	$- 8,66 \cdot 10^4$
	ФГУП НИТИ	$1,50 \cdot 10^7$	$6,25 \cdot 10^6$	$6,25 \cdot 10^6$	-
Кобальт-60	ФГУП ГХК	$3,74 \cdot 10^{11}$	$3,16 \cdot 10^{10}$	$4,03 \cdot 10^{10}$	$- 8,70 \cdot 10^9$
	ФГУП «Атомфлот»	$6,80 \cdot 10^5$	$7,83 \cdot 10^3$	-	$+ 7,83 \cdot 10^3$
	ФГУП НИТИ	$6,10 \cdot 10^6$	$2,57 \cdot 10^4$	$2,23 \cdot 10^4$	$+ 3,40 \cdot 10^3$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$5,00 \cdot 10^{10}$	$5,53 \cdot 10^8$	$5,74 \cdot 10^8$	$- 2,10 \cdot 10^7$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$9,00 \cdot 10^8$	$4,50 \cdot 10^6$	$4,90 \cdot 10^6$	$- 4,00 \cdot 10^5$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$8,10 \cdot 10^8$	$3,08 \cdot 10^6$	$4,30 \cdot 10^6$	$- 1,22 \cdot 10^6$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$8,80 \cdot 10^{10}$	$5,30 \cdot 10^5$	$2,77 \cdot 10^7$	$- 2,72 \cdot 10^7$
	КУРСКАЯ АЭС	$1,83 \cdot 10^{10}$	$2,04 \cdot 10^8$	$2,73 \cdot 10^7$	$+ 1,77 \cdot 10^8$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,10 \cdot 10^{11}$	$5,00 \cdot 10^{10}$	$5,50 \cdot 10^{10}$	$- 5,00 \cdot 10^9$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,60 \cdot 10^9$	$4,08 \cdot 10^6$	$3,60 \cdot 10^6$	$+ 4,80 \cdot 10^5$
	ФГУП «ДальРАО»	$2,00 \cdot 10^8$	$1,69 \cdot 10^6$	$1,25 \cdot 10^7$	$- 1,08 \cdot 10^7$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,90 \cdot 10^9$	$3,06 \cdot 10^6$	-	$+ 3,06 \cdot 10^6$
Медь-64	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	$2,67 \cdot 10^{12}$	$3,43 \cdot 10^{12}$	$- 7,60 \cdot 10^{11}$
Цинк-65	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,78 \cdot 10^{10}$	$2,17 \cdot 10^{10}$	$- 3,90 \cdot 10^9$
Мышьяк-76	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	$6,59 \cdot 10^{11}$	$6,00 \cdot 10^{11}$	$+ 5,90 \cdot 10^{10}$
Стронций-89,90	ФГУП ГХК	$8,14 \cdot 10^{10}$	$1,31 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{10}$	$+ 2,60 \cdot 10^9$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	$8,46 \cdot 10^{11}$	$9,33 \cdot 10^{11}$	$- 8,70 \cdot 10^{10}$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$1,85 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^6$	$6,59 \cdot 10^6$	$- 4,63 \cdot 10^6$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$3,20 \cdot 10^{10}$	$7,40 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^8$	$- 3,10 \cdot 10^7$
	ФГУП НИТИ	$1,30 \cdot 10^6$	$2,88 \cdot 10^5$	$5,00 \cdot 10^5$	$- 2,12 \cdot 10^5$
	ФГУП «ДальРАО»	$1,00 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^7$	$4,30 \cdot 10^7$	$- 3,29 \cdot 10^7$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$9,30 \cdot 10^{10}$	$1,30 \cdot 10^8$	$1,20 \cdot 10^8$	$+ 1,00 \cdot 10^7$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$5,90 \cdot 10^9$	-	$2,90 \cdot 10^5$	$- 2,90 \cdot 10^5$
	КУРСКАЯ АЭС	$6,71 \cdot 10^{10}$	$7,09 \cdot 10^4$	$7,09 \cdot 10^4$	-
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,62 \cdot 10^{12}$	$1,14 \cdot 10^5$	$5,55 \cdot 10^7$	$- 5,54 \cdot 10^7$
	ФГУП «Атомфлот»	$8,40 \cdot 10^4$	$1,75 \cdot 10^4$	-	$+ 1,75 \cdot 10^4$
	Цирконий-95+Ниобий-95	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{11}$	$9,64 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^{10}$
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		$1,70 \cdot 10^{10}$	-	$6,53 \cdot 10^4$	$- 6,53 \cdot 10^4$
БЕЛОЯРСКАЯ АЭС		$1,10 \cdot 10^{10}$	-	$7,40 \cdot 10^4$	$- 7,40 \cdot 10^4$
ФГУП «Атомфлот»		$6,50 \cdot 10^6$	$2,32 \cdot 10^2$	-	$+ 2,32 \cdot 10^2$
Рутений-103,106	ФГУП ГХК	$5,74 \cdot 10^{11}$	$6,41 \cdot 10^9$	$1,09 \cdot 10^{10}$	$- 4,49 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,20 \cdot 10^{12}$	$9,60 \cdot 10^5$	$1,10 \cdot 10^6$	$- 1,40 \cdot 10^5$
Сурьма-124	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,42 \cdot 10^8$	$7,42 \cdot 10^8$	-
Свинец-210	ОАО ППГХО	-	$2,85 \cdot 10^9$	$2,08 \cdot 10^9$	$+ 7,70 \cdot 10^8$
Цезий-134	ФГУП ГХК	$2,96 \cdot 10^{10}$	$4,86 \cdot 10^8$	$8,02 \cdot 10^8$	$- 3,16 \cdot 10^8$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$8,70 \cdot 10^9$	$5,15 \cdot 10^5$	$8,40 \cdot 10^5$	$- 3,25 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$4,10 \cdot 10^{12}$	$2,40 \cdot 10^5$	$1,70 \cdot 10^5$	$+ 7,00 \cdot 10^4$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,90 \cdot 10^{11}$	$2,30 \cdot 10^5$	$4,41 \cdot 10^6$	$- 4,18 \cdot 10^6$
	ФГУП «Атомфлот»	$1,23 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^2$	-	$+ 1,25 \cdot 10^2$



Окончание табл. П 2.2

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увел. (+), сниж. (-) сброса радионуклида в 2009 г., по сравнению с 2008 г.
			2009 г.	2008 г.	
Цезий-137	ФГУП ГХК	$1,15 \cdot 10^{11}$	$7,91 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$- 6,49 \cdot 10^9$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	$4,02 \cdot 10^{10}$	$4,18 \cdot 10^{10}$	$- 1,60 \cdot 10^9$
	ФГУП НИТИ	$8,00 \cdot 10^5$	$5,95 \cdot 10^5$	$7,45 \cdot 10^5$	$- 1,50 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,30 \cdot 10^7$	$1,70 \cdot 10^8$	$- 9,70 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$7,60 \cdot 10^9$	$2,80 \cdot 10^9$	$2,90 \cdot 10^8$	$+ 2,51 \cdot 10^9$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,80 \cdot 10^9$	$9,76 \cdot 10^6$	$3,41 \cdot 10^7$	$- 2,43 \cdot 10^7$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$9,90 \cdot 10^{10}$	$1,08 \cdot 10^7$	$1,01 \cdot 10^7$	$+ 7,00 \cdot 10^5$
	КУРСКАЯ АЭС	$2,58 \cdot 10^9$	$2,66 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^7$	$+ 9,00 \cdot 10^5$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$1,10 \cdot 10^9$	$3,21 \cdot 10^6$	-	$+ 3,21 \cdot 10^6$
	ФГУП «ДальРАО»	$6,00 \cdot 10^7$	$1,73 \cdot 10^6$	$1,61 \cdot 10^7$	$- 1,44 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$5,40 \cdot 10^9$	$4,20 \cdot 10^6$	$6,80 \cdot 10^6$	$- 2,60 \cdot 10^6$
ФГУП «Атомфлот»	$1,88 \cdot 10^5$	$5,24 \cdot 10^4$	-	$+ 5,24 \cdot 10^4$	
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$4,10 \cdot 10^{10}$	$1,50 \cdot 10^8$	$4,12 \cdot 10^7$	$+ 1,09 \cdot 10^8$	
Барий-140+Лантан-140	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,92 \cdot 10^{10}$	$2,47 \cdot 10^{10}$	$- 5,50 \cdot 10^9$
Церий-141,144	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	$1,62 \cdot 10^{10}$	$1,31 \cdot 10^{10}$	$+ 3,10 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,61 \cdot 10^{13}$	$3,22 \cdot 10^6$	$6,48 \cdot 10^6$	$- 3,26 \cdot 10^6$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^{11}$	-	$1,80 \cdot 10^5$	$- 1,80 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов урана	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$3,33 \cdot 10^7$	$2,31 \cdot 10^5$	$9,06 \cdot 10^5$	$- 6,75 \cdot 10^5$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$6,10 \cdot 10^9$	$3,52 \cdot 10^7$	$2,18 \cdot 10^7$	$+ 1,34 \cdot 10^7$
	ОАО ППГХО	$6,35 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^{10}$	$2,28 \cdot 10^{10}$	$- 2,80 \cdot 10^9$
	ОАО ПСЗ	$1,30 \cdot 10^6$	$1,76 \cdot 10^5$	$2,59 \cdot 10^5$	$- 8,30 \cdot 10^4$
Нептуний-239	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{12}$	$2,02 \cdot 10^{12}$	$2,02 \cdot 10^{12}$	-
	ФГУП СХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	-	$7,15 \cdot 10^{12}$	$- 7,15 \cdot 10^{12}$
Плутоний-239	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^6$	$9,78 \cdot 10^4$	$4,12 \cdot 10^5$	$- 3,14 \cdot 10^5$
Торий-230	ОАО ППГХО	-	$3,61 \cdot 10^9$	$2,60 \cdot 10^9$	$+ 1,01 \cdot 10^9$
Сумма нуклидов йода*	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	$2,03 \cdot 10^{10}$	$2,89 \cdot 10^{10}$	$- 8,60 \cdot 10^9$
Сумма бета-активных радионуклидов*	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$3,00 \cdot 10^8$	$2,13 \cdot 10^8$	$1,62 \cdot 10^8$	$+ 5,10 \cdot 10^7$
Сумма альфа-активных радионуклидов*	ФГУП МСЗ	$2,70 \cdot 10^{10}$	$9,00 \cdot 10^8$	$5,14 \cdot 10^8$	$+ 3,86 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,32 \cdot 10^8$	$1,43 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$	$+ 3,40 \cdot 10^7$
Полоний-210	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$5,00 \cdot 10^7$	-	$1,48 \cdot 10^5$	$- 1,48 \cdot 10^5$
	ОАО ППГХО	-	$1,46 \cdot 10^9$	$1,80 \cdot 10^9$	$- 3,40 \cdot 10^8$
Радий-226	ОАО ППГХО	-	$3,90 \cdot 10^8$	$1,06 \cdot 10^9$	$- 6,70 \cdot 10^8$
Тритий	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$2,50 \cdot 10^{13}$	$9,08 \cdot 10^{10}$	$6,70 \cdot 10^{10}$	$+ 2,38 \cdot 10^{10}$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	$1,73 \cdot 10^{13}$	$1,85 \cdot 10^{13}$	$- 1,20 \cdot 10^{12}$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$4,44 \cdot 10^{11}$	$3,66 \cdot 10^8$	$1,18 \cdot 10^9$	$- 8,14 \cdot 10^8$
	ФГУП НИТИ	$2,40 \cdot 10^{12}$	$1,29 \cdot 10^{11}$	$1,73 \cdot 10^{11}$	$- 4,40 \cdot 10^{10}$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,70 \cdot 10^{13}$	$8,80 \cdot 10^{11}$	$1,40 \cdot 10^{12}$	$- 5,20 \cdot 10^{11}$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,00 \cdot 10^{14}$	$1,12 \cdot 10^{11}$	$3,98 \cdot 10^{11}$	$- 2,86 \cdot 10^{11}$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$1,00 \cdot 10^{15}$	$9,50 \cdot 10^{12}$	$2,10 \cdot 10^{12}$	$+ 7,40 \cdot 10^{12}$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,30 \cdot 10^{14}$	$3,53 \cdot 10^{11}$	$3,69 \cdot 10^{11}$	$- 1,60 \cdot 10^{10}$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,70 \cdot 10^{14}$	$9,80 \cdot 10^{12}$	$2,10 \cdot 10^{12}$	$+ 7,70 \cdot 10^{12}$
Сумма нуклидов европия	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{11}$	$4,96 \cdot 10^9$	$4,83 \cdot 10^9$	$+ 1,30 \cdot 10^8$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^6$	$6,90 \cdot 10^5$	$+ 6,10 \cdot 10^5$
	ФГУП «Атомфлот»	$2,86 \cdot 10^6$	$7,88 \cdot 10^2$	-	$+ 7,88 \cdot 10^2$

Примечание: \* – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

**Площадь загрязненных радионуклидами земель в 2009 г., км<sup>2</sup>**

№	Наименование организации	Площадь загрязненных территорий			
		всего	на промпло- щадке	в санитарно- защитной зоне	в зоне наблюдения
1	ФГУП ПО «Маяк»	446,780	38,465	212,355	195,960
2	ФГУП СХК	10,393	10,093	0,300	-
3	ФГУП ГХК	4,191	3,359	0,617	0,215
4	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	0,120	0,120	-	-
5	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	0,099	0,099	-	-
6	ПО «Старт»	0,015	0,015	-	-
7	ЭХП	0,013	0,013	-	-
8	НОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	0,161	0,009	0,152	0,00015
9	ФГУП ВНИИХТ	0,002	0,002	-	-
10	ИТЭФ	0,00001	0,00001	-	-
11	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	0,003	0,003	-	-
12	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	0,042	0,037	-	0,005
13	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	0,386	0,150	0,236	-
14	СевРАО ЗФ	0,011	0,011	-	-
15	СевРАО ОФ № 2	0,002	0,002	-	-
16	ФГУП «ДальРАО»	0,006	0,0058	0,0002	-
17	ОАО МСЗ	0,405	0,027	0,258	0,120
18	ОАО НЗХК	0,318	0,065	0,253	-
19	ОАО ЧМЗ	1,987	1,987	-	-
20	ОАО ПШХО	8,275	7,102	0,755	0,418
21	ДАЛУР	0,005	0,005	-	-
22	ГМЗ	0,846	0,846	-	-
23	ОАО МЗП	0,009	-	0,009	-
24	НИИ НПО «ЛУЧ»	0,0003	0,0003	-	-
25	«Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0022	0,0022	-	-
26	«Ленинградский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,003	0,003	-	-
27	«Хабаровский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,020	0,020	-	-
28	«Новосибирский филиал» ФГУП «РосРАО»	0,0007	0,0007	-	-
29	Приволжский центр Кирово-Чепец. отделение	0,638	0,134	0,111	0,393
<b>ИТОГО</b>		<b>474,735</b>	<b>62,582</b>	<b>215,039</b>	<b>197,111</b>

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

<sup>3</sup> H	тритий	12,35 (лет)	<sup>131</sup> I	иод-131	8,04 (сут)
<sup>7</sup> Be	бериллий-7	53,3 (сут)	<sup>132</sup> I	иод-132	2,30 (час)
<sup>14</sup> C	углерод-14	5,73·10 <sup>3</sup> (лет)	<sup>132</sup> Te	теллур-132	78,2 (час)
<sup>22</sup> Na	натрий-22	2,60 (лет)	<sup>133</sup> I	иод-133	20,8 (час)
<sup>24</sup> Na	натрий-24	15,0 (час)	<sup>135</sup> I	иод-135	6,61 (час)
<sup>32</sup> P	фосфор-32	14,3 (сут)	<sup>133</sup> Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
<sup>40</sup> K	калий-40	1,28·10 <sup>9</sup> (лет)	<sup>135</sup> Xe	ксенон-135	9,083 (час)
<sup>41</sup> Ar	аргон-41	1,83 (час)	<sup>135m</sup> Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
<sup>44</sup> Ti	титан-44	47,3 (лет)	<sup>138</sup> Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
<sup>46</sup> Sc	скандий-46	83,8 (сут)	<sup>134</sup> Cs	цезий-134	2,062 (лет)
<sup>51</sup> Cr	хром-51	27,7 (сут)	<sup>137</sup> Cs	цезий-137	30,174 (лет)
<sup>54</sup> Mn	марганец-54	312,5 (сут)	<sup>133</sup> Ba	барий-133	10,5 (лет)
<sup>56</sup> Mn	марганец-56	2,6 (час)	<sup>140</sup> Ba	барий-140	12,74 (сут)
<sup>55</sup> Fe	железо-55	2,72 (лет)	<sup>140</sup> La	лантан-140	1,68 (сут)
<sup>59</sup> Fe	железо-59	45 (сут)	<sup>139</sup> Ce	церий-139	139,3 (сут)
<sup>57</sup> Co	кобальт-57	270,9 (сут)	<sup>141</sup> Ce	церий-141	32,5 (сут)
<sup>58</sup> Co	кобальт-58	70,8 (сут)	<sup>144</sup> Ce	церий-144	284,3 (сут)
<sup>60</sup> Co	кобальт-60	5,27 (лет)	<sup>144</sup> Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
<sup>59</sup> Ni	никель-59	7,50·10 <sup>4</sup> (лет)	<sup>145</sup> Sm	самарий-145	340 (сут)
<sup>63</sup> Ni	никель-63	100,1 (лет)	<sup>147</sup> Pm	прометий-147	2,62 (лет)
<sup>64</sup> Cu	медь-64	12,7 (час)	<sup>152</sup> Eu	европий-152	13,33 (лет)
<sup>65</sup> Zn	цинк-65	243,9 (сут)	<sup>154</sup> Eu	европий-154	8,80 (лет)
<sup>68</sup> Ge	германий-68	288 (сут)	<sup>153</sup> Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
<sup>68</sup> Ga	галлий-68	68,0 (мин)	<sup>169</sup> Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
<sup>75</sup> Se	селен-75	118,45 (сут)	<sup>170</sup> Tm	тулий-170	128,6 (сут)
<sup>76</sup> As	мышьяк-76	26,32 (час)	<sup>182</sup> Ta	тантал-182	115,0 (сут)
<sup>85</sup> Kr	криптон-85	10,71 (лет)	<sup>192</sup> Ir	иридий-192	74,02 (сут)
<sup>85m</sup> Kr	криптон-85m	4,48 (час)	<sup>203</sup> Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
<sup>87</sup> Kr	криптон-87	76,31 (мин)	<sup>204</sup> Tl	таллий-204	3,78 (лет)
<sup>88</sup> Kr	криптон-88	2,84 (час)	<sup>209</sup> Po	полоний-209	102 (лет)
<sup>89</sup> Sr	стронций-89	50,5 (сут)	<sup>210</sup> Pb	свинец-210	22,3 (лет)
<sup>90</sup> Sr	стронций-90	29,12 (лет)	<sup>210</sup> Po	полоний-210	138,4 (сут)
<sup>88</sup> Y	иттрий-88	107,15 (сут)	<sup>212</sup> Pb	свинец-212	10,64 (час)
<sup>90</sup> Y	иттрий-90	2,67 (сут)	<sup>220</sup> Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
<sup>91</sup> Y	иттрий-91	58,5 (сут)	<sup>222</sup> Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
<sup>91m</sup> Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	<sup>226</sup> Ra	радий-226	1,6·10 <sup>3</sup> (лет)
<sup>95</sup> Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	<sup>228</sup> Ra	радий-228	5,75 (лет)
<sup>95</sup> Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	<sup>228</sup> Ac	актиний-228	6,13 (час)
<sup>99</sup> Mo	молибден-99	2,75 (сут)	<sup>232</sup> Th	торий-232	1,405·10 <sup>10</sup> (лет)
<sup>99m</sup> Te	технеций-99m	6,006 (час)	<sup>234</sup> U	уран-234	2,445·10 <sup>5</sup> (лет)
<sup>103</sup> Ru	рутений-103	39,28 (сут)	<sup>235</sup> U	уран-235	7,04·10 <sup>8</sup> (лет)
<sup>106</sup> Ru	рутений-106	368,2 (сут)	<sup>238</sup> U	уран-238	4,47·10 <sup>9</sup> (лет)
<sup>106</sup> Rh	родий-106	29,9 (с)	<sup>239</sup> U	уран-239	23,40 (мин)
<sup>110m</sup> Ag	серебро-110m	250 (сут)	<sup>239</sup> Np	нептуний-239	2,355 (сут)
<sup>109</sup> Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	<sup>238</sup> Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
<sup>115</sup> Cd	кадмий-115	53,46 (час)	<sup>239</sup> Pu	плутоний-239	2,41·10 <sup>4</sup> (лет)
<sup>113</sup> Sn	олово-113	115,2 (сут)	<sup>240</sup> Pu	плутоний-240	6,54·10 <sup>3</sup> (лет)
<sup>119m</sup> Sn	олово-119m	250 (сут)	<sup>241</sup> Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
<sup>122</sup> Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	<sup>241</sup> Am	америций-241	432 (лет)
<sup>124</sup> Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	<sup>243</sup> Am	америций-243	7380 (лет)
<sup>125</sup> Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	<sup>252</sup> Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

**Радиационная обстановка на территории России  
и сопредельных государств в 2009 году  
Ежегодник**

***Научный редактор* Вакуловский Сергей Мстиславович  
*Составитель* Ким Вера Михайловна**

ЛР №020228 от 10.11.1996

Технический редактор Ким В.М., Прописнова М.В.

Художник Виноградова Л.А.

Компьютерная верстка Прописнова М.В.

Утверждено и подписано к печати 20.10.2010. Формат издания 60x84/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 36,7. Тираж 379 экз. Заказ № 28

---

Оригинал-макет подготовлен ГУ «НПО «Тайфун»,  
249038, г. Обнинск, Калужская область, ул. Победы, 4.  
Отпечатано в ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 249035, г. Обнинск, ул. Королева, д. 6