

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
(РОСГИДРОМЕТ)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ТАЙФУН»

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА  
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ  
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ  
ГОСУДАРСТВ  
в 2004 году**

**ЕЖЕГОДНИК**

Москва  
Метеоагентство Росгидромета  
**2005**

**Утверждено:**

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

**Согласовано:**

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

с Генеральным директором государственного учреждения научно-производственного объединения «Тайфун» А.Д. Орлянским

*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 запрещаются.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

## АВТОРЫ

### Раздел 1.

НПО «Тайфун»	Ким В.М., Чумичев В.Б., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Катрич И.Ю.
РЦРКМ Республики Беларуси	Герменчук М.Г., Жукова О.М., Пивовар П.А., Голиков Ю.Н.
ЦГО Украины	Косолец О.О., Гирий В.А., Закорчевний В.О., Лукьянова Ж.В., Жолуденко О.О.
ГУ Кыргызгидромет	Юдаков В.А., Баканов М.Т., Титова Л.И.
Гидромет Армении	Варданян Л.Р.
Гидрометцентр России	Кузнецова И.Н.

### Раздел 2.

НПО «Тайфун»	Ким В.М., Никитин А.И., Чумичев В.Б., Волокитин А.А., Катрич И.Ю., Прописнова М.В., Мурсагулова О.А.
УГМС	Казанцева Г.А., Широкова Н.В., Банникова О.А., Белозеров В.Б., Славская Л.А., Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Кузнецова И.И., Башкиров Н.И., Осипова Т.П., Гладкая Е.А., Полежаева Л.В., Макарьевская Т.М., Никифорова Г.И., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П.
ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н.
ГХК	Савицкий Ю.В., Шишлов А.Е.
ППГХО	Галинов В.Ю.

### Раздел 3.

НПО «Тайфун»	Ким В.М., Никитин А.И., Чумичев В.Б., Катрич И.Ю., Волокитин А.А., Прописнова М.В., Мурсагулова О.А., Валетова Н.К.
УГМС	Соболевская А.П., Мокротоварова О.И., Сафонов Ю.В., Михайлова Г.И., Дворникова Н.Я., Семенов А.В., Ишонин М.И., Шевченко Н.А., Коваль Г.В., Жданова Л.В., Шахов Д.Б., Бигильдеева Н.Р., Захарова С.Д., Вертлиб М.Г., Самойлова В.В., Попова Е.И., Максимова В.А., Рябин Д.В., Савина В.А., Белозеров В.Б., Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В., Чирков В.А., Башкиров Н.И., Котова О.П., Чагина Н.Д., Осипова Т.П., Гладкая Е.А., Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П.
ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н.
ФЭИ	Вайзер В.И.
Филиал НИФХИ	Курович В.Н.

### Раздел 4.

НПО «Тайфун»	Ким В.М., Никитин А.И., Прописнова М.В., Волокитин А.А., Чумичев В.Б., Катрич И.Ю., Мурсагулова О.А.
УГМС	Бигильдеева Н.Р., Шахов Д.Б., Казанцева Г.А., Широкова Н.В., Банникова О.А., Белозеров А.Б., Ткаченко Н.В., Бураго С.Г., Хрисанфов Ю.В., Попова Е.И., Семенов А.В., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Демьянова Г.Н., Когай В.М., Сопин С.Е.
АЭС	Максимов В.Я., Рафиков Е.М., Колтик И.И., Астапов А.А., Филатов И.М., Галиев Р.С., Банников Г.Н., Сорока А.А., Бугаева Л.Г., Носарева Ю.А., Отченашева Л.Н., Белев В.Я., Пыткин Ю.Н., Евполов И.В., Полянских С.А., Стасенко В.В., Епихин А.И., Степанов С.В., Козлов Е.П., Зверева Г.Н., Викин В.А., Бордачев В.В., Жбанников В.В., Скворода Г.А., Краснов И.М., Паршин А.М.
ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н.
Росэнергоатом	Долженков И.В.

### Раздел 5.

НПО «Тайфун»	Ким В.М., Прописнова М.В., Мурсагулова О.А., Волокитин А.А., Катрич И.Ю.
УГМС	Попова Е.И., Банникова О.А., Белозеров А.Б., Казанцева Г.А., Широкова Н.В., Кобзев И.П., Черемисов В.А., Рошупкин Г.Т., Чайковская Э.Л., Сысолятина Е.В., Бакшин И.А.
ВНИИХТ	Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н.
МосНПО «Радон»	Польский О.Г., Шмонов М.Г., Лакаев В.С., Вербов В.В.



## СОДЕРЖАНИЕ

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.....	13
1.2. Содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории сопредельных государств .....	27
Список литературы к разделу 1.....	42
2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла .....	44
2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома..	44
2.2. Производственное объединение «Маяк» .....	46
2.3. Горно-химический комбинат .....	64
2.4. Сибирский химический комбинат .....	82
2.5. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» .....	90
2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение .....	98
2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат.....	104
Список литературы к разделу 2 .....	109
3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно-опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов .....	111
3.1. ПО «Севмашпредприятие» .....	111
3.2. РОО на территории Мурманской области .....	117
3.3. РОО на территории Камчатской области .....	121
3.4. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград .....	124
3.5. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска .....	128
3.6. Пункты захоронения радиоактивных отходов и другие РОО.....	137
Список литературы к разделу 3 .....	151
4. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС .....	153
4.1. Балаковская АЭС .....	155
4.2. Белоярская АЭС .....	162
4.3. Билибинская АЭС .....	175
4.4. Волгодонская АЭС .....	181
4.5. Калининская АЭС .....	187
4.6. Кольская АЭС .....	196
4.7. Курская АЭС .....	205
4.8. Ленинградская АЭС.....	217
4.9. Нововоронежская АЭС .....	224
4.10. Смоленская АЭС.....	236
Список литературы к разделу 4 .....	242
5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов, территорий и акваторий.....	244
5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	244
5.2. Южно-Уральский регион .....	249
5.3. Территории, загрязненные после аварии на Чернобыльской АЭС.....	253
5.4. Радиационный мониторинг водных объектов Дальневосточного региона.....	255
5.5. Загрязнение территорий техногенными радионуклидами в регионе озера Байкал.....	261
Список литературы к разделу 5 .....	271
Основные выводы о загрязнении техногенными радионуклидами природной среды на территории РФ в 2004 г. ....	274
Приложение 1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Росатома в 2004 г.....	277
Приложение 2. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада .....	287

## Список сокращений

АМСГ	– авиационная метеорологическая станция
АО	– акционерное общество
АООТ	– акционерное общество открытого типа
АОЗТ	– акционерное общество закрытого типа
АПЛ	– атомная подводная лодка
АСКРО	– автоматизированная система контроля радиационной обстановки
АСТ	– атомная станция теплоснабжения
АТР	– Азиатская территория России
АЭС	– атомная электростанция
АЭХК	– Ангарский электролизно-химический комбинат
БАЭС	– Белоярская АЭС
БиАЭС	– Билибинская АЭС
БН	– ядерный реактор на быстрых нейтронах
Бк/кг в.-с.	– Бк/кг воздушно-сухой массы
ВАЭС	– Волгодонская АЭС
ВЗ	– высокое загрязнение
ВНИИ	– Всероссийский НИИ
ВВЭР	– водо-водяной энергетический ядерный реактор
ВМБ	– военно-морская база
ВМФ	– Военно-морской флот
ВТ	– вентиляционная труба
ВО	– водоем-охладитель; Всерегиональное объединение («Изотоп»)
ВУРС	– Восточно-Уральский радиоактивный след
ВФУ	– воздухофильтрующая установка
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИХТ	– ВНИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВХТРО	– временное хранилище твердых радиоактивных отходов
ГВРК	– группа внешнего радиационного контроля
ГИС	– геоинформационная система
ГМЗ	– Гидрометаллургический завод
ГМО	– гидрометобсерватория
ГМС	– гидрометеорологическая станция
ГНЦ	– государственный научный центр
ГС	– гидрологическая станция
ГосНИИ	– Государственный НИИ
ГП	– гидрологический пост; Государственное предприятие
ГУП	– Государственное унитарное предприятие
ГХК	– Горно-химический комбинат
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
ДО <sub>НАС.</sub>	– допустимая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96 и НРБ-99
ДУ <sub>НАС.</sub>	– допустимая удельная активность радионуклидов в воде для населения по НРБ-96 (см. УВ)
ЕГАСКРО	– единая государственная автоматизированная система контроля радиационной обстановки
ЕТР	– Европейская территория России
ЖРО	– жидкие радиоактивные отходы
ЗабГОК	– Забайкальский горно-обогатительный комбинат
ЗАО	– закрытое акционерное общество
ЗАТО	– закрытое административно-территориальное образование
ЗН	– зона наблюдения
ЗСР	– зона строгого режима

ИГКЭ	– Институт глобального климата и экологии
ИИИ	– источники ионизирующего излучения
ИРГ	– инертные радиоактивные газы
ИРМ	– Институт радиационных материалов
ИТЭФ	– Институт теоретической и экспериментальной физики
ИЭМ	– Институт экспериментальной метеорологии
КАЭС	– Калининская АЭС
КЖН	– короткоживущие радионуклиды с периодом полураспада менее 24 часов
КоАЭС	– Кольская АЭС
КС	– контрольные скважины
КуАЭС	– Курская АЭС
КЧХК	– Кирово-Чепецкий химкомбинат
ЛАЭС	– Ленинградская АЭС
ЛВД	– лаборатория внешней дозиметрии
ЛВДК	– лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК	– лаборатория внешнего радиометрического контроля
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
ЛООС	– лаборатория охраны окружающей среды
МВК	– межведомственный комитет
МДА	– минимально-детектируемая активность
МС	– метеостанция
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность экспозиционной дозы $\gamma$ -излучения
НВАЭС	– Нововоронежская АЭС
НЗХК	– Новосибирский завод химконцентратов
НИИ	– научно-исследовательский институт
НИИАР	– НИИ атомных реакторов
НИИП	– НИИ приборов
НИКИ	– научно-исследовательский и конструкторский институт
НИКИЭТ	– НИКИ энерготехники
НИТИ	– научно-исследовательский технологический институт
НИФХИ	– научно-исследовательский физико-химический институт
НПО	– научно-производственное объединение
НРБ	– нормы радиационной безопасности
НС	– наблюдательная скважина (подъемная)
ОАО	– открытое акционерное общество
ОГМС	– объединенная гидрометеорологическая станция
ОИЯИ	– объединенный институт ядерных исследований
ОСПОРБ	– основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
ОРБ	– отдел радиационной безопасности
ОЯТ	– отработавшее ядерное топливо
ПЗРО	– пункт захоронения радиоактивных отходов
ПЛК	– промливневая канализация
ПО	– производственное объединение
ППГХО	– Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ППД	– полупроводниковый детектор
ПС	– пьезометрическая скважина (подземная)
ПСЗ	– Приборостроительный завод
ПСЛ	– промсанлаборатория
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
РАО	– радиоактивные отходы
РБМК	– реактор большой мощности кипящий
РИ	– Радиевый институт
РоАЭС	– Ростовская АЭС
РОО	– радиационно опасные объекты
РТП	– ремонтно-технологическое предприятие («Атомфлот»)
РФЯЦ	– Российский федеральный ядерный центр
РФ	– Российская Федерация

СанПиН	– санитарные правила и нормы
САЭС	– Смоленская АЭС
СГНИИ	– Сосновоборский Государственный НИИ (ВНИПИЭТ)
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
СК «Радон»	– спецкомбинат «Радон»
СРМ	– система радиационного мониторинга
СП АС-99	– санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций
СФНИКИЭТ	– Свердловский филиал НИКИЭТ
СХК	– Сибирский химический комбинат
СФМ	– Станция фонового мониторинга
ТЛД	– термолюминесцентный дозиметр
ТОО	– товарищество с ограниченной ответственностью
ТРО	– твердые радиоактивные отходы
ТЭЦ	– теплоэлектроцентраль
УВ	– уровень вмешательства при поступлении радионуклидов с водой (по НРБ-99 для населения)
УГМС	– Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
УЭХК	– Уральский электрохимический комбинат
ФГУ	– Федеральное государственное учреждение
ФГУП	– Федеральное государственное унитарное предприятие
ФГУП	– ФГУП Машиностроительное производство («Звездочка»)
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
ХТО	– хранилище твердых отходов
ХТРО	– хранилище твердых радиоактивных отходов
ХФК	– хозфекальная канализация
ЦМС	– Центр мониторинга загрязнения окружающей среды
ЦГСЭН	– Центр госсанэпиднадзора
ЦЧО	– Центральные черноземные области
ЦГМС	– Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЦГМС-Р	– Региональный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭГП	– электродуговой плазменный генератор
ЭМЗ	– электромеханический завод
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность радона
ЭХЗ	– электролизно-химический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

## ВВЕДЕНИЕ

В Ежегоднике представлены обобщенные за 2004 г. данные об уровнях загрязнения техногенными радионуклидами приземной атмосферы, атмосферных выпадений, почвы, растительности, снежного покрова, атмосферных осадков, пресных и морских вод на территории Российской Федерации и отдельных сопредельных государств. Основное внимание уделено регионам, где расположены радиационно опасные объекты (РОО). Это предприятия ядерно-топливного цикла (ЯТЦ), добывающей и перерабатывающей промышленности, пункты захоронения радиоактивных отходов, 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. В Ежегоднике использованы результаты радиационных обследований территорий суши или акваторий, проводившихся в 2004 г. или ранее, обработка материалов которых была завершена только в 2004 г. 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 2004 г. представлены данные из четырех сопредельных государств: Республик Беларусь, Армения, Украина и Кыргызской Республики.

В разделе 1 Ежегодника приводятся обобщенные данные об уровнях загрязнения радионуклидами объектов 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 и акваториях по данным СРМ Росгидромета, а также результаты обследования уровней загрязнения радионуклидами объектов окружающей среды организациями других министерств и ведомств.

В 1999 г. на территории РФ введены в действие новые нормы радиационной безопасности НРБ-99 [1]. В 2002 г. все действующие предприятия уже перешли к работе по НРБ-99. В Ежегоднике для оценки радиационной ситуации используются, в основном, новые нормативные документы: НРБ-99 и СанПиН-96 [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] ДК <sub>Б</sub>	НРБ-96 [4] ДОА <sub>НАС.</sub>	НРБ-99 ДОА <sub>НАС.</sub>	НРБ-76/87 ДК <sub>Б</sub>	НРБ-96 ДУА <sub>НАС.</sub>	СанПиН	НРБ-99 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>
<sup>90</sup> Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	8	5,0
<sup>131</sup> I	5,6	18	7,3	37	57	-	6,3
<sup>137</sup> Cs	18	29	27	560	96	8	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

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

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

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

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

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

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

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

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

При пересчёте 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 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 радиоактивных продуктов 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. Вкладом глобальных выпадений радиоактивных продуктов проведенных ядерных взрывов в загрязнение окружающей среды из-за постепенного истощения стратосферного резервуара в настоящее время можно пренебречь. На Европейской территории России (ЕТР) существенный вклад в загрязнение воздуха техногенными радионуклидами 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 г. и 1967 г. в результате аварийных ситуаций на ПО «Маяк» Челябинской области. Все остальные источники поступления в атмосферу техногенных радионуклидов на территории РФ носят локальный характер (например, предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области, Горно-химический комбинат в Красноярском крае и некоторые другие).

Содержание радиоактивных веществ в объектах природной среды на территории РФ регистрируется стационарными пунктами радиационного контроля (гидрометеостанциями и постами), входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета. На рис. 1.1 показано расположение пунктов радиационного мониторинга приземной атмосферы на территории РФ и указаны АЭС и основные РОО Минатома РФ. Научно-методическое руководство работой СРМ, сбор, анализ, обобщение и архивацию информации, получаемой на территориальном и региональном уровнях, осуществляет Институт экспериментальной метеорологии, входящий в состав НПО «Тайфун» (ИЭМ НПО «Тайфун», г. Обнинск). Руководство работой СРМ на федеральном уровне осуществляется Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных, морских работ и кадров Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УМЗА Росгидромета) через территориальные Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и подчиняющиеся им региональные радиометрические лаборатории.

В 2004 г. в составе СРМ фактически работали: 407 пунктов по отбору проб радиоактивных выпадений, 51 пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 30 пунктов по отбору проб осадков и 15 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 43 пункта по отбору проб пресной воды и 8 пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание  $^{90}\text{Sr}$ , 1 305 пунктов по измерению мощности экспозиционной дозы (МЭД)  $\gamma$ -излучения на местности [5]. В 30-км зонах некоторых радиационно опасных объектов проводились маршрутные обследования с

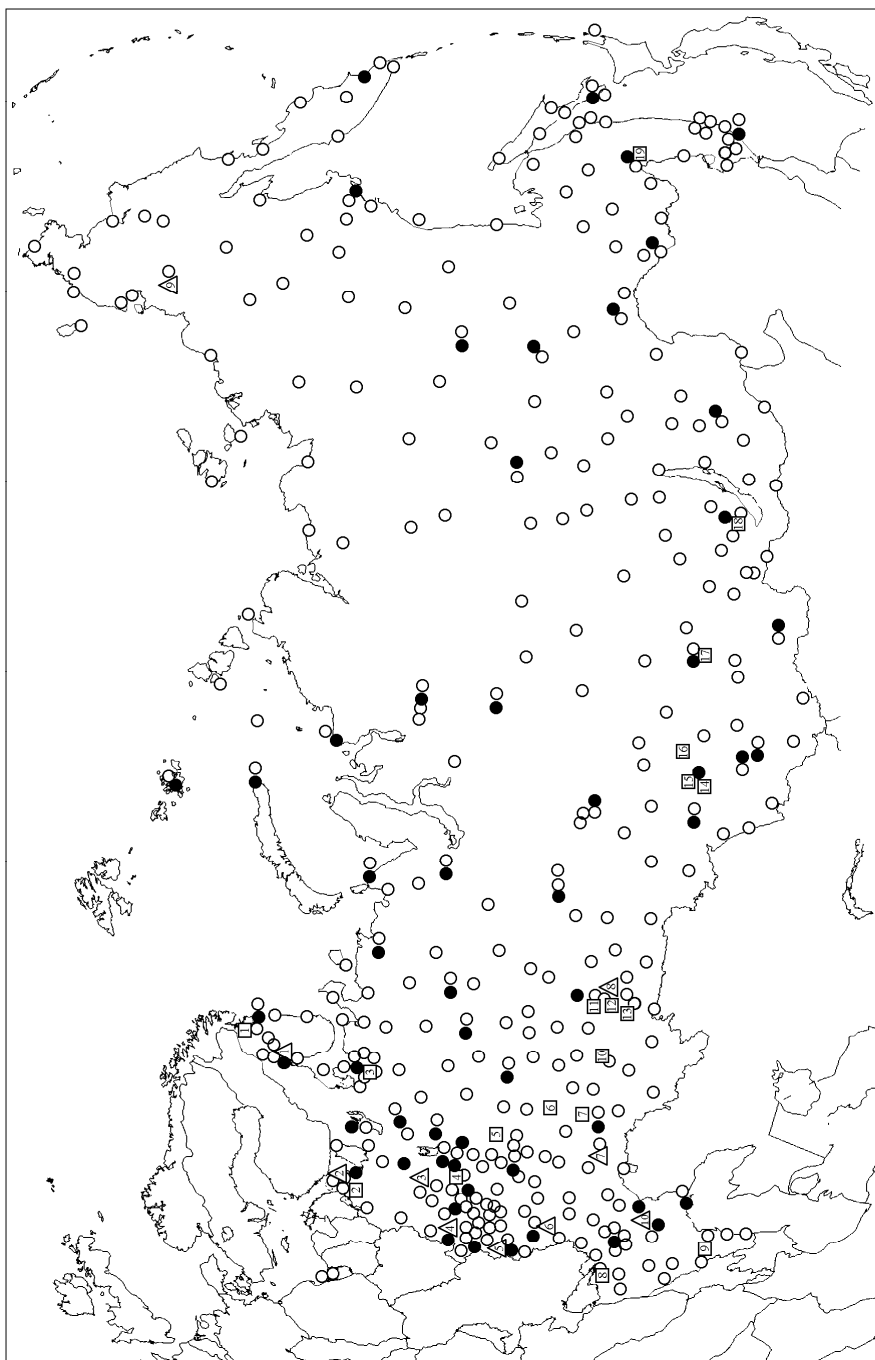


Рис. 1.1. Схема расположения радиационно опасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета

● - отбор радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок;

○ - отбор радиоактивных выпадений с помощью планшета;

△ - АЭС;

□ - радиационные объекты

- |                    |                                    |                                  |
|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Кольская        | 9. ПЭРО Грозненского СК «Радон»    | 17. Горно-химический комбинат    |
| 2. Ленинградская   | 10. ПЭРО Уфимского СК «Радон»      | 18. ПЭРО Иркутского СК «Радон»   |
| 3. Калининская     | 11. ПЭРО Свердловского СК «Радон»  | 19. ПЭРО Хабаровского СК «Радон» |
| 4. Смоленская      | 12. ПО «Маяк»                      |                                  |
| 5. Курская         | 13. ПЭРО Челябинского ПО «Радон»   |                                  |
| 6. Нововоронежская | 14. ПЭРО Новосибирского ПО «Радон» |                                  |
| 7. Балаковская     | 15. Новосибирское ПО «Химконцентр» |                                  |
| 8. Белоярская      | 16. Сибирский химкомбинат          |                                  |
| 9. Бийбинская      |                                    |                                  |
| 10. Волгодонская   |                                    |                                  |



отбором проб воды из поверхностных водоемов, растительности, снега, почвы и гамма-съемкой местности (см. разделы 2 – 5).

Полученные в 2004 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 приземной атмосфере на территории РФ в 2004 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5. Суммарная  $\beta$ -активность суточных проб аэрозолей там, где это было возможно, определялась дважды, через сутки и через 4 суток после окончания отбора пробы с помощью тонкоплёночного сцинтилляционного детектора или торцевого гейгеровского счетчика с эталонировкой по  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . По результатам измерений суммарной  $\beta$ -активности проб аэрозолей определялась объемная активность суммы  $\beta$ -активных радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводятся результаты только вторых измерений, т.е. объемная активность суммы долгоживущих  $\beta$ -активных радионуклидов. Если среднесуточная объемная активность  $\Sigma\beta$  по первому измерению превышает  $3,75 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup> или по второму измерению в 5 и более раз превышает фоновый уровень за предыдущий месяц, определяется радиоизотопный состав суточной пробы с помощью гамма-спектрометрического анализа. Если объемные активности  $\Sigma\beta$  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 гамма-спектрометрический анализ объединенных проб для определения техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, а затем радиохимический анализ этих проб для определения  $^{90}\text{Sr}$ . Кроме того, проводится радиохимический анализ объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, с целью определения в них изотопов плутония:  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ . Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [6 – 14].

В табл. 1.1 приведены среднemesячные, взвешенные по отдельным регионам РФ, объемные активности  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в 2004 г. Там же показаны среднemesячные и среднегодовые значения объемных активностей, взвешенные по Европейской и Азиатской территориям России (ЕТР и АТР соответственно) и по РФ в целом. Данные по п.п. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных активностей по АТР и РФ в целом не учитывались.

Схема деления территории РФ на регионы приведена в табл. 1.2. Пункты Брянск и Курск в табл. 1.1 выделены в связи с тем, что они расположены вблизи районов, загрязненных в 1986 г. в результате Чернобыльской аварии. В табл. 1.1 отсутствуют данные по территории Крайнего Севера, поскольку из-за проблем с энергозатратами для воздухофильтрующих установок с августа 1998 г. наблюдения здесь не проводятся.

Таблица 1.1

**Объемные активности  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере на территории РФ в 2004 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>**

<b>Европейская территория России</b>							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное
Январь	–	16,27	9,16	15,72	7,36	18,81	14,5
Февраль	–	14,42	12,59	18,51	5,75	12,65	14,2
Март	–	8,89	6,97	12,55	5,79	7,53	8,8
Апрель	–	9,31	6,72	18,55	10,43	10,08	10,2
Май	–	6,88	8,34	21,29	8,82	9,24	9,8
Июнь	–	6,06	9,27	18,98	8,20	19,05	10,3
Июль	–	5,40	12,28	19,72	7,96	13,61	10,3
Август	–	3,56	9,47	23,43	11,60	14,73	9,5
Сентябрь	–	4,29	7,44	20,06	9,93	11,01	8,5
Октябрь	–	5,73	7,36	17,48	7,70	6,64	8,1
Ноябрь	–	6,14	6,04	16,01	8,32	11,13	8,2
Декабрь	–	13,21	11,76	14,11	6,91	10,65	12,6
Среднее:							
2004 г.	–	8,4	9,0	18,0	8,2	12,2*	10,4
2003 г.	–	8,4	7,4	18,1	8,9	12,8	10,1
<b>Азиатская территория России</b>							
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное	Средневзвешенное по РФ		
Январь	50,36	23,11	16,92	29,2	23,7		
Февраль	38,49	26,45	13,42	27,1	22,3		
Март	22,58	19,27	12,44	18,8	15,1		
Апрель	20,99	21,78	19,42	21,1	17,0		
Май	27,83	13,30	13,33	17,2	14,4		
Июнь	20,69	10,54	14,18	14,0	12,6		
Июль	22,77	14,76	15,19	17,0	14,5		
Август	20,78	13,18	17,22	16,0	13,6		
Сентябрь	17,85	11,93	15,40	14,2	12,1		
Октябрь	19,03	9,59	19,21	14,0	11,8		
Ноябрь	19,59	14,04	19,27	16,6	13,4		
Декабрь	47,08	22,33	24,21	29,3	23,1		
Среднее:							
2004 г.	27,3	14,1	19,2	19,5	16,1		
2003 г.	29,5	16,2	17,6	19,6	15,9		

– – нет данных;

\* – неполные данные (см. табл.1.2).

Средневзвешенное по территории РФ значение объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе в 2004 г. ( $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) осталось примерно на уровне 2003 г. ( $15,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовые объемные активности в регионах (см. табл. 1.1) также, в основном, остались на уровне 2003 г. На территории Западной Сибири среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в 2003–2004 гг. была на 30–50 % выше, чем в остальных регионах АТР.

Объемная активность  $\Sigma\beta$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (г.г. Курск, Брянск) вышла на уровни, наблюдающиеся на незагрязненной территории ЕТР. Средние за 2004 г. значения объемных активностей  $\Sigma\beta$  в воздухе Курска ( $12,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и Брянска ( $6,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) были ниже средневзвешенного значения в Центре ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и мало отличались от среднего значения по всей территории ЕТР ( $10,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере регионов страны в 2004 г. изменялась в пределах  $(3,6–50,4) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Минимальные среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  наблюдались в августе в Заполярье, а максимальные – в январе в Западной Сибири.

**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)	5. Салехард	9. Амдерма (н/р)
2. Диксон	6. Нарьян-Мар	10. Зашеек
3. Ханты-Мансийск	7. Мурманск	
4. Туруханск	8. Кандалякша	
<b>Север</b>		
1. Архангельск	4. Петрозаводск ( н/р 2 мес.)	7. С.-Петербург
2. Ухта	5. Вологда	8. Северодвинск
3. Сыктывкар	6. Киров	9. Охоны (н/р)
<b>Центр</b>		
1. Нижний Новгород	4. Ельня (н/р)	7. Москва-ЦВС
2. Самара	5. Обнинск	8. Нововоронеж
3. Пенза	6. Подмосковная	9. Курчатова (н/р 7 мес.)
<b>Юг</b>		
1. Астрахань (н/р 5 мес.)	3. Ростов-на-Дону (н/р 7 мес.)	
2. Волгоград (н/р 4 мес.)	4. Цимлянск	
<b>Азиатская территория России</b>		
<b>Западная Сибирь</b>		
1. Кызыл	5. Уяр	9. Омск
2. Огурцово	6. Большая Мурта	10. Колпашево
3. Красноярск	7. Верхнее Дуброво	11. Бийск (закрыты наблюдения)
4. Сухобузимское	8. Барнаул	
<b>Север Восточной Сибири</b>		
1. Якутск	3. Магадан	5. Мирный
2. Петропавловск-Камчат. (н/р)	4. Алдан (н/р 2 мес.)	
<b>Юг Восточной Сибири</b>		
1. Владивосток (Сад-город)	4. Благовещенск	7. Хабаровск
2. Сковородино (н/р)	5. Чита	
3. Иркутск	6. Южно-Сахалинск	

н/р – не работает;

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

На территории ЕТР максимальные среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  наблюдались в феврале в г. Кирове ( $50 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), а на территории АТР – в декабре в п. Б. Мурта ( $136 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и п. Сухобузимское ( $141 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в январе в п. Уяр ( $125 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и п. Сухобузимское ( $129 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В течение года наблюдалось повышенное содержание долгоживущих  $\beta$ -активных радионуклидов в приземной атмосфере некоторых пунктов наблюдения. В 2004 г. в г. Омске (за 2–3 сентября) был зарегистрирован 1 случай превышения критерия по объемной активности  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере. По измерениям 04.09 (через сутки после окончания отбора пробы) объемная активность  $\Sigma\beta$  составила  $5,38 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>, по данным вторых измерений объемная активность  $\Sigma\beta$  уменьшилась до  $0,06 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>. Изотопный анализ пробы показал отсутствие в ней техногенных радионуклидов. Кроме того, в 2004 г. на территории РФ было зарегистрировано 152 случая (в 2003 г. – 136 случаев) пятикратного и более превышения объемных активностей  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере над фоновыми уровнями при измерении на 5-е сутки после отбора пробы. Во всех случаях повышенные уровни объемных активностей  $\Sigma\beta$  наблюдались не более одних суток и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория.

Наиболее высокие значения среднесуточных объемных активностей  $\Sigma\beta$  отмечались в Красноярском крае в 100-км зоне Горно-химического комбината (ГХК): в п. Сухобузимское –  $536 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в п. Уяр –  $414 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в п. Б Мурта –  $371 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное превышение объемной активности  $\Sigma\beta$  над фоновыми значениями в 2004 г наблюдалось в г. Ухта (в 24 раза).

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе в 2004 г., взвешенные по площадям территорий, каждая из которых обслуживается одной фильтрующей установкой (в тех же, что и в табл. 1.1, регионах РФ). Там же даются среднегодовые значения, взвешенные по ЕТР и АТР и по РФ в целом, и для сравнения данные за 2003 г. Результаты наблюдений на Крайнем Севере в табл. 1.3 не приводятся по причине, указанной выше. В таблице также приведены объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в п. Новогорный, расположенном в 100-км зоне ПО «Маяк» (в 7 км от источника). Данные по п.п. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных активностей по АТР и РФ не учитывались.

Таблица 1.3

**Среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере на территории РФ в 2004 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное
Январь	-	1,0	4,0	4,3	7,3	2,1	2,5
Февраль	-	1,0	5,3	4,0	5,3	2,1	2,7
Март	-	1,0	3,6	4,6	5,8	2,1	2,4
Апрель	-	0,8	4,0	7,8	11,3	6,9	3,5
Май	-	1,3	4,6	8,0	12,4	6,9	4,0
Июнь	-	1,3	4,1	7,6	11,3	10,3	4,1
Июль	-	1,0	3,6	5,1	6,3	7,8	3,1
Август	-	1,2	3,8	6,8	9,8	9,2	3,8
Сентябрь	-	1,2	3,3	9,6	14,8	9,2	4,2
Октябрь	-	0,9	3,2	6,4	10,0	4,2	2,9
Ноябрь	-	0,9	3,0	6,2	12,0	4,4	2,8
Декабрь	-	0,9	3,1	5,4	9,1	3,6	2,6
Среднее: 2004 г.	-	1,0	3,8	6,3	9,6	5,7*	3,2
2003 г.	-	0,9	4,5	9,7	12,0	8,5	4,2
Азиатская территория России							
Месяц	Новогорный	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное	Средневзвешенное по РФ	
Январь	40	2,3	1,4	1,2	1,6	1,9	
Февраль	94	3,7	1,4	1,2	1,9	2,2	
Март	220	2,0	1,4	1,2	1,5	1,8	
Апрель	82	6,2	1,5	2,2	2,9	3,1	
Май	98	6,2	1,5	2,2	2,9	3,3	
Июнь	182	6,2	1,5	2,2	2,9	3,3	
Июль	226	5,2	2,0	2,7	3,0	3,1	
Август	181	5,2	1,9	2,7	3,0	3,3	
Сентябрь	79	5,2	1,9	3,9	3,2	3,6	
Октябрь	212	3,3	1,9	3,5	2,6	2,7	
Ноябрь	243	3,3	1,9	3,5	2,6	2,7	
Декабрь	75	3,3	1,9	3,5	2,6	2,6	
Среднее: 2004 г.	144	4,3	1,7	2,5	2,5	2,8	
2003 г.	531	6,5	1,9	4,9	3,7	4,1	

- – нет данных;

\* – не полные данные (см. табл. 1.2).

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе в среднем по РФ уменьшилась по сравнению с 2003 г. ( $4,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) примерно в 1,5 раза и составила  $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

На загрязненных территориях максимальная среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе ( $243 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюдалась в ноябре в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк». Это в 87 раз выше, чем средневзвешенная объемная активность на территории РФ, но на шесть порядков ниже допустимой объемной активности (ДОО<sub>НАС.</sub>)  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе для населения ( $27$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99 [1]. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в п. Новогорный ( $144 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 2004 г. была самой низкой за последние 5 лет, хотя все еще в 51,4 раза превышала средневзвешенную по РФ (см. п. 2.2). С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе уменьшаются. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в п.п. Аргаяш и Бродокалмак в 2004 г. составляли  $11,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались и вблизи загрязненной в результате Чернобыльской аварии зоны России (в сентябре в Брянске –  $13 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовое значение объемной активности этого радионуклида в Брянске ( $8,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) примерно на 30 % выше, чем в Центре ЕТР и в 2,7 раза больше фонового уровня для всей ЕТР.

За пределами загрязненных территорий повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе наблюдались в следующих населенных пунктах: Обнинске (Физико-энергетический институт – ФЭИ) в сентябре –  $26 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) в сентябре –  $25 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Петрозаводске в феврале –  $23 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, Курске (Курская АЭС) в мае –  $22,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях. Приведенные выше объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  превышали среднее по РФ в 8–9 раз, однако были на шесть порядков ниже допустимых объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе для населения (ДОО<sub>НАС.</sub>) по НРБ-99 [1].

Объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2004 г. представлены в табл. 1.4. В обобщении отсутствуют данные по территории Крайнего Севера.

Таблица 1.4

**Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2004 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	0,44	1,06	0,98	0,42	0,73
Заполярье	0,23	0,39	0,66	0,38	0,42
Север	1,02	1,70	0,94	0,81	1,12
Центр	2,40	1,04	1,28	0,55	1,32
Юг	0,33	1,22	1,40	0,32	0,82
<b>Азиатская территория России</b>					
Западная Сибирь	1,04	4,7	1,8	1,8	2,4
Север Восточной Сибири	0,22	0,3	0,9	0,2	0,4
Юг Восточной Сибири	0,65	5,3	2,9	3,1	3,0

Из приведенных данных видно, что наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  наблюдалась на территориях Западной Сибири ( $4,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и Юга Восточной Сибири ( $5,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) во втором квартале. Самые высокие среднеквартальные объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  были зарегистрированы в следующих пунктах контроля: в Иркутске –  $22,0 \cdot 10^{-7}$  и  $10,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; в п. Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС) –  $13,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; в п. Сухобузимское (Красноярский ГХК) –  $5,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В Обнинске (ФЭИ) также были зарегистрированы высокие среднемесячные объемные активности  $^{90}\text{Sr}$ : в марте и мае –  $7,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>; в сентябре –  $17,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Указанные выше объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  были в 4–17 раз выше, чем средневзвешенная объемная активность по территории РФ, но на шесть порядков ниже допустимой объемной активности (ДОНАС)  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе для населения ( $2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99 [1].

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (г.г. Брянск, Курск) вышла на уровни, наблюдающиеся на незагрязненной территории ЕТР.

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в п. Новогорный ( $85 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», была в 1,6 раз ниже значения предыдущего года ( $138 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), но по-прежнему оставалась в 70 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ (подробнее см. п. 2.2). В июле в п. Новогорный была зарегистрирована наибольшая среднемесячная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  ( $160 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Однако это значение было на пять порядков ниже ДОНАС по НРБ-99 [1]. С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  уменьшается. Среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в п.п. Аргаяш и Бродокалмак в 2004 г. составляли  $12,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $9,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

В табл. 1.5 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе в 1994–2004 гг. С 1996 г. она практически сохранялась на одном уровне и в 2004 г. составила  $1,19 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это значение на семь порядков ниже ДОНАС по НРБ-99 [1] и близко к фоновым объемным активностям, наблюдавшимся перед аварией на ЧАЭС. Следует отметить, что объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы имеют сезонный ход: наибольшие значения наблюдаются, в основном, во 2-ом квартале (за последние 12 лет 9 раз) с началом сельхозработ на полях, связанных с пылением почвы.

Таблица 1.5

Средневзвешенные по территории страны объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в 1994–2004 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>

Квартал	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
I	1,00	1,30	1,10	1,10	1,00	0,85	0,77	0,90	0,96	1,16	0,61
II	2,40	1,90	2,00	1,60	1,80	1,39	1,76	1,74	1,52	1,91	1,90
III	1,70	2,00	1,20	1,70	2,00	1,27	1,30	1,43	1,34	1,35	1,30
IV	1,40	1,60	0,84	1,10	0,70	1,11	0,94	1,26	0,93	1,00	0,96
Среднее	1,63	1,70	1,29	1,38	1,40	1,20	1,20	1,33	1,19	1,36	1,19

В 2004 г. в НПО «Тайфун» продолжался радиохимический анализ месячных проб аэрозолей, отобранных из приземного слоя атмосферы в г. Обнинске, и квартальных проб – в г. Курске для оп-

ределения содержания в приземном слое атмосферы этих городов  $^{239,240}\text{Pu}$ . Измерение  $\alpha$ -излучения образцов проводилось на спектрометре 570А-450 фирмы «ORTEC» [14].

Объемные активности  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$  в приземном слое атмосферы г.г. Обнинска и Курска приведены в табл. 1.6. Видно, что среднемесячные объемные активности  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{238}\text{Pu}$  в г. Обнинске в 2004 г. изменялись соответственно от  $2,1 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $20 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> и от  $<1,0 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> до  $18 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>. В целом, среднегодовые значения объемной активности этих изотопов в воздухе г. Обнинска в 2004 г. составляли соответственно  $8,0 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $5,4 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>, были в 1,3 и 1,7 раза ниже, чем в 2003 г., и на пять порядков ниже допустимой объемной активности в воздухе для населения  $\text{ДОА}_{\text{НАС.}}(^{239,240}\text{Pu}) = 2,5 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $\text{ДОА}_{\text{НАС.}}(^{238}\text{Pu}) = 2,7 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup> по НРБ-99 [1]. Присутствие в приземном слое воздуха указанных изотопов плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ.

Таблица 1.6

**Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в г.г. Обнинск и Курск в 2004 г.,  $10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Месяц	г. Обнинск		г. Курск
	$^{239,240}\text{Pu}$	$^{238}\text{Pu}$	$^{239,240}\text{Pu}$
Январь	3,6±0,4	1,4±0,2	0,5
Февраль	2,1±0,3	1,0±0,2	
Март	10,7±1,4	9,0±1,2	
Апрель	14,0±1,3	18±1,9	2,9
Май	10,0±1,0	3,6±0,6	
Июнь	3,1±0,7	3,3±0,3	
Июль	4,4±1,2	< 1,0	2,7
Август	3,2±0,6	5,5±0,8	
Сентябрь	20,0±3,0	7,1±1,0	
Октябрь	2,5±0,3	2,0±0,5	1,0
Ноябрь	17,0±1,0	7,6±0,5	
Декабрь	5,4±0,6	4,7±0,6	
Среднее:			
2004 г.	8,0	5,4	1,8
2003 г.	10,6	9,1	2,4

Среднегодовая объемная активность  $^{239,240}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха г. Курска, измеряемая поквартально, была в 1,3 раза ниже уровня 2003 г. и составляла  $1,8 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Максимальные среднегодовые объемные активности  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{238}\text{Pu}$ , как и ранее, наблюдались в п. Новогорный (ПО «Маяк»), где в 2004 г. они составляли  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно и были более чем в 2 раза ниже уровней 2003 г. (подробнее см. п. 2.2). Эти значения были на четыре порядка ниже  $\text{ДОА}_{\text{НАС.}}$ .

В 2003 г. заметных изменений в уровнях радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы в окрестностях АЭС и других радиационно опасных объектов, за исключением ПО «Маяк», не наблюдалось.

В г.г. Обнинске, Курске и Курчатове в 2004 г., как и в предыдущие годы, наблюдались случаи регистрации в суточных пробах аэрозолей изотопов радиоактивного йода. Максимальное значение объемной активности  $^{131}\text{I}$  ( $22 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) было зарегистрировано 28.02–03.03 в г. Обнинске (это на четыре порядка ниже допустимого уровня по НРБ-99 [1]).

Кроме того, как и в предшествующие годы, отмечен ряд случаев появления в атмосфере г.г. Курск, Курчатов, Нововоронеж и Обнинск продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых были на пять – семь порядков ниже допустимых по НРБ-99 (подробнее см. п.п. 3.5, 4.7, 4.9).

Основное загрязнение воздуха техногенными радионуклидами по РФ в 2004 г. было обусловлено  $^{137}\text{Cs}$ .

### Атмосферные выпадения

Как и в предыдущие годы, отбор проб радиоактивных выпадений на территории РФ в 2004 г. производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. Методики подготовки проб к измерениям, определения их  $\Sigma\beta$  и радиоизотопного состава 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 величины выпадений  $\Sigma\beta$  для этих районов – в табл. 1.8.

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 УГМС Центрально-Черноземных областей (ЦЧО):                      Волово, Ефремов, Плавск, Тула, Узловая (Тульская обл.);                      Брянск, Кр. Гора (Брянская обл.);                      Болхов, Дмитровск-Орловский, Орел (Орловская обл.);                      Фатеж (Курская обл.)                      Жиздра (Калужская обл.)</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 (с Челябинским ЦГМС), 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>

Как видно из табл. 1.8, по сравнению с предыдущим годом выпадения  $\Sigma\beta$  практически не изменились.

Однако в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание долгоживущих  $\beta$ -активных радионуклидов в приземной атмосфере. По данным оперативного мониторинга радиационного загрязнения атмосферы в 2004 г. было зарегистрировано 46 случаев десятикратного и более превышения выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми уровнями (в 2003 г. – 63 случая). Во всех случаях повышенные уровни наблюдались не более одних суток и в большинстве проб были обнаружены



только продукты распада природных радия и тория.

Таблица 1.8

**Выпадения суммы β-активных радионуклидов на территории РФ в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки**

<b>Европейская территория России</b>						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное
Январь	1,08	0,70	1,18	1,13	1,58	1,05
Февраль	0,99	0,63	1,20	1,02	1,22	0,96
Март	1,13	0,50	1,14	1,03	1,10	0,93
Апрель	1,02	0,48	1,40	0,86	1,28	0,98
Май	1,52	0,42	1,65	0,88	0,96	1,13
Июнь	1,09	0,44	1,47	0,81	1,13	0,99
Июль	1,13	0,60	1,32	0,79	1,13	1,01
Август	1,31	0,53	1,47	0,66	1,08	1,07
Сентябрь	1,01	0,56	1,50	0,83	1,06	1,01
Октябрь	0,91	0,77	1,48	1,34	1,16	1,06
Ноябрь	0,95	0,95	1,25	1,44	1,33	1,09
Декабрь	0,85	0,74	0,98	1,33	1,20	0,90
Среднее: 2004 г.	1,1	0,6	1,3	1,0	1,2	1,0
2003 г.	1,1	0,6	1,0	0,9	1,5	0,9
<b>Азиатская территория России</b>						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средне-взвешенное	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,55	2,09	1,19	1,68	1,51	
Февраль	1,62	2,00	1,23	1,69	1,49	
Март	1,47	1,90	1,23	1,58	1,41	
Апрель	1,61	1,80	1,30	1,62	1,45	
Май	1,85	1,73	1,40	1,73	1,57	
Июнь	1,63	1,79	1,27	1,62	1,45	
Июль	1,68	1,81	1,31	1,66	1,49	
Август	1,50	1,82	1,39	1,69	1,45	
Сентябрь	1,64	1,77	1,21	1,61	1,45	
Октябрь	1,49	1,69	1,24	1,52	1,40	
Ноябрь	1,39	1,76	1,22	1,49	1,38	
Декабрь	1,24	1,72	1,22	1,41	1,27	
Среднее: 2004 г.	1,6	1,8	1,3	1,6	1,4	
2003 г.	1,6	1,7	1,6	1,6	1,4	

Наибольшая плотность выпадений суммы бета-активных радионуклидов зафиксирована в пунктах, расположенных на севере Западной Сибири и в восточных районах ЕТР: в п.п. Ханты-Мансийск – 90,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, Пугачев (Саратовская обл.) – 27,8 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, Бузулук (Оренбургская обл.) – 26,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Максимальные превышения выпадений суммарной бета-активности над фоновыми значениями в 2004 г. наблюдались в Ханты-Мансийске (в 35 раз). В п.п. Янаул (Республика Башкортостан), Лешуконское (Архангельская обл.) и Лесной (Свердловская обл.) фон был превышен в 25–26 раз.

Наибольшее количество случаев превышения объемных активностей и выпадений Σβ над фоновыми значениями имело место на территориях Севера ЕТР – 53 случая (в том числе в г. Ухте (Республика Коми) – 18 случаев), Республики Тывы (в г. Кызыле – 16 случаев) и Красноярского края – 23 случая. Наибольшее число случаев превышения объемных активностей и выпадений Σβ над фоновыми значениями на территории России отмечалось в декабре и январе (73 и 44 случаев соответственно). При этом подавляющее большинство эпизодов в декабре наблюдалось на терри-

тории Республики Тывы и Красноярского края (31) и на территориях Севера ЕТР (22); в январе – на территориях Севера ЕТР (17).

Атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ЕТР приведены в табл. 1.9. Атмосферные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в Центре ЕТР практически не изменились по сравнению с 2003 г., а во всех остальных регионах ЕТР они уменьшились.

Таблица 1.9

**Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·квартал**

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год	
					2004 г.	2003 г.
Заполярье	0,09	0,09	0,10	0,09	<0,4	0,47
Север	0,15	0,12	0,18	0,11	0,56	0,64
Центр ЕТР	0,11	0,22	0,26	0,16	0,75	0,73
Юг	0,15	0,19	0,16	0,12	0,62	0,76
Загрязненная зона	0,40	0,76	0,91	0,63	2,7	3,17

Величина квартальных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по АТР, в основном, была ниже предела обнаружения (< 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·год), что требует дальнейшего совершенствования методики радиоизотопного анализа. Однако в отдельных пробах наблюдались повышенные уровни выпадений  $^{137}\text{Cs}$ : в 1-м квартале в Колымском УГМС (Юг Восточной Сибири) – 0,29 Бк/м<sup>2</sup>·квартал; и в течение всего года в Уральском УГМС (Западная Сибирь) – 1,57 Бк/м<sup>2</sup>·год.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  вне загрязненных зон, средневзвешенные по территории РФ, в 2004 г. составили менее 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·год.

По данным табл. 1.9 в 2004 г. в загрязненной после Чернобыльской аварии зоне выпадения  $^{137}\text{Cs}$  за год уменьшились по сравнению с 2003 г. в 1,2 раза, но были, как минимум, в 6 раз выше средневзвешенного значения по территории РФ и составляли 2,7 Бк/м<sup>2</sup>·год. В некоторых населенных пунктах загрязненной после Чернобыльской аварии зоны выпадения  $^{137}\text{Cs}$  были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли в 2004 г. 16,4 Бк/м<sup>2</sup>·год (в 2003 г. – 19,8 Бк/м<sup>2</sup>·год), уменьшившись за последние 5 лет в 4 раза (подробнее см. п. 5.3).

На АТР наибольшие годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (33,1 Бк/м<sup>2</sup>·год) наблюдались, как и ранее, в 100-км зоне ПО «Маяк» Челябинской области в п. Новогорный. По сравнению с 2003 г. (26,4 Бк/м<sup>2</sup>·год) они увеличились в 1,3 раза. Средняя по 100-км зоне ПО «Маяк» сумма выпадений  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы в 2004 г. (8,0 Бк/м<sup>2</sup>·год) увеличилась по сравнению с предыдущим годом (6,0 Бк/м<sup>2</sup>·год) в 1,3 раза и была в 5 раз выше фоновой для Уральского региона (подробнее см. п. 2.2).

Величина выпадений  $^{90}\text{Sr}$  в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,3 Бк/м<sup>2</sup>·год), что требует дальнейшего совершенствования методики отбора проб и радиохимического анализа. Однако, в 100-км зоне ПО «Маяк» выпадения  $^{90}\text{Sr}$  были значительными. Максимальные выпадения  $^{90}\text{Sr}$  наблюдались в п. Новогорный – 13,2 Бк/м<sup>2</sup>·год (в 2003 г. наблюдались там же – 10,6 Бк/м<sup>2</sup>·год). Среднегодовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зоне ПО «Маяк» (7,0 Бк/м<sup>2</sup>·год) уве-

личились по сравнению с 2003 г. (5,4 Бк/м<sup>2</sup>·год) в 1,3 раза и были в 3,5 раза выше фоновых по Уральскому региону (подробнее см. п. 2.2).

В 2004 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (<sup>3</sup>H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 30 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками за 2004 г. в сравнении с 2003 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 2004 г. изменялись в диапазоне (1,5–3,5) Бк/л и (40–229) Бк/м<sup>2</sup>·месяц соответственно. Из приведенных данных (см. табл. 1.10) видно, что среднегодовое значение объемной активности трития в осадках на всей территории РФ в 2004 г. в пределах ошибок определения осталось на уровне 2003 г. и составляло 2,4 Бк/л.

Количество осадков в 2004 г. было на 9 % ниже, чем в 2003 г., поэтому годовые выпадения трития с осадками в 2004 г. также уменьшились примерно на 9 % и составляли 1,12 кБк/м<sup>2</sup>·год.

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 территории России по 30 пунктам в 2003–2004 гг.**

Месяц	2003 г.		2004 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	1,9	60	1,7	43
Февраль	1,7	27	1,5	40
Март	2,0	34	2,1	56
Апрель	2,3	49	2,4	57
Май	2,5	75	2,6	106
Июнь	3,5	187	3,0	221
Июль	3,6	265	3,5	229
Август	5,1	423	3,1	156
Сентябрь	2,2	121	2,6	146
Октябрь	1,8	89	1,9	78
Ноябрь	1,6	59	1,8	61
Декабрь	1,7	70	2,6	70
Среднее	2,5	121,6	2,4	105,3
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год	–	1458	–	1123
Выпадения на территории РФ, Бк	24,9·10 <sup>15</sup>		21,6·10 <sup>15</sup>	

Среднемесячные объемные активности трития в атмосферных осадках, отобранных вблизи ПО «Маяк» (п. Новогорный), до 55 раз превышали фоновые уровни для осадков, выпадающих на территории России. Среднегодовое содержание трития в осадках в 2004 г. в п. Новогорный составляло 60,4 Бк/л, что в 25 раз выше фонового уровня по территории РФ. На расстоянии 22 км от ПО «Маяк» содержание трития в осадках уменьшалось в 3 раза, но еще значительно превышало фоновый уровень (подробнее см. п. 2.2).

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2004 г. составили 21,6·10<sup>15</sup> Бк. При этом выпадения на всю территорию, как и раньше, оценивались в виде произведения величины годовых выпадений трития, осредненных по территории России, на площадь территории РФ (17,075·10<sup>6</sup> км<sup>2</sup>).

Сравнение приведенных данных о содержании  $^3\text{H}$  в атмосферных осадках на рассматриваемой территории с данными за предыдущие годы [15, 16] 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.

#### **Мощность экспозиционной дозы $\gamma$ -излучения на местности**

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2004 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 2004 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1300 пунктах в течение 2004 г. мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности (МЭД), кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была в пределах колебаний естественного радиационного фона (6–20 мкР/ч).

После Чернобыльской аварии некоторые территории Европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами (подробнее см. п. 5.3). Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущих продуктов аварии:  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Наибольшие площади загрязнения находятся в Брянской и Тульской областях. В этих районах после аварии регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, которые мало меняются от года к году:

- в населенных пунктах Гордеевского, Злынковского, Клинцовского, Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  15–40 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД в 2004 г. колебались от 31 мкР/ч до 68 мкР/ч (с. Ущерпье Клинцовского района);
- на территориях 18 районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  5–15 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД изменялись от 12 мкР/ч до 42 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района и п. Красная Гора Красногорского района);
- на территориях с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  1–5 Ки/км<sup>2</sup> значения МЭД мало отличались от естественного фона (12–22 мкР/ч, с. Мартьяновка Клинцовского района).

На загрязненных территориях АТР (Восточно-Уральский радиоактивный след) значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения не превышали фоновых уровней (подробнее см. п. 5.2).

#### **Поверхностные воды суши и морей**

Радиационный мониторинг загрязнения поверхностных вод суши в 2004 г. продолжался по программе предыдущих лет, т.е. определялось содержание в воде  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$ . Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на  $^{90}\text{Sr}$  осуществлялись по методике [17] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в НПО «Гайфун» и в региональных радиометрических лабораториях Владивостока, Новосибирска и Екатеринбурга. Отбор проб и их анализ на содержание  $^3\text{H}$  прово-

дился по методике [18]. Анализ проб воды на содержание  $^3\text{H}$ , отобранных на станциях и постах на всей территории РФ, выполнялся в НПО «Тайфун».

В табл. 1.11 приведены среднегодовые объёмные активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках и озерах РФ отдельно для ЕТР и АТР в 1994–2004 гг., мБк/л:

Таблица 1.11

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

Год	реки ЕТР	реки АТР	оз. Онежское, оз. Имандра (ЕТР)	оз. Ханка (АТР)
1994 г.	9,4	6,3	13,6	30,0
1995 г.	9,6	7,4	9,0	26,8
1996 г.	10,5	5,5	10,4	24,8
1997 г.	6,7	6,7	9,6	25,5
1998 г.	7,6	7,8	3,7*	19,4
1999 г.	6,2	6,1	-	27,3
2000 г.	6,2	5,6	-	22,6
2001 г.	7,2	5,9	9,8*	18,3
2002 г.	5,9	3,6	8,1*	15,6
2003 г.	6,4	4,5	7,0*	22,0
2004 г.	7,6	4,7	6,2	25,6

- – пробы не отбирались;

\* – данные только по оз. Онежскому.

Данные для озера ЕТР в 2004 г. представлены результатами определения  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Имандра и Онежское, а для озера АТР – в оз. Ханка. По последним двум озерам имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большому числу водоемов, проводившихся с 1962 г., содержатся в соответствующих Ежегодниках.

Средние объёмные активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек ЕТР в 2004 г. (7,6 мБк/л), по сравнению с предыдущим годом, увеличились на 16 %, а в воде рек АТР (4,7 мБк/л) – практически сохранилась на уровне прошлого года. В целом, среднегодовая объёмная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках РФ в течение ряда последних лет сохраняется примерно на одном уровне и составляла в 2004 г. 6,2 мБк/л, что на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения ( $\text{УВ} = 5 \text{ Бк/л}$ ) по НРБ-99 [1].

В табл. 1.12 приведены среднегодовые (осредненные по 4–6-ти пробам) объёмные активности  $^3\text{H}$  в 1994–2004 гг. в основных реках РФ (в основном, в их устьевых участках). Как видно из табл. 1.12, в 2004 г. среднегодовая объёмная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения оставалась на уровне 2003 г., изменяясь в пределах (1,7–3,0) Бк/л при среднем значении за год 2,4 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Дон (п. Аксай), а большее – к р. Амур (г. Хабаровск). Анализ данных за период 1994–2004 гг. показывает, что содержание трития в водах основных рек России со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках.

Таблица 1.12

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

Регион стока	Река (пункт)	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Север ЕТР	р. Сев. Двина (Соломба-ла)	3,1	1,8	2,8	2,7	3,9	2,4	1,9	2,4	2,0	2,4	2,0
	р. Печора (Городецкий Шар)	5,7	3,1	3,4	3,5	2,7	3,1	2,4	2,7	2,6	2,0	2,2
Юг ЕТР	р. Волга (Балаково)	3,9	1,9	3,3	2,5	2,0	2,3	2,2	2,9	3,3	2,1	2,3
	р. Волга (В. Лебяжье)	4,1	2,2	3,0	3,3	2,2	3,2	2,2	2,4	2,1	1,8	1,9
Центр ЕТР	р. Дон (Аксай)	3,4*	1,7*	-	2,2	2,2	3,1	1,7	2,3	2,0	2,2	1,7
Сибирь	р. Енисей (Игарка)	-	-	4,2	4,7	3,8	3,9	3,2	3,7	3,3	2,7	-
	р. Лена (Тикси)	6,9	2,8	4,0	4,0	3,7	3,7	3,5	3,75	3,1	2,0	2,8
	р. Колыма (Черский)	2,0	-	-	-	-	-	2,7	2,56	2,6	2,1	2,7
	р. Н.Тунгуска (Тура)	4,4	2,4	4,2	-	3,4	3,7	2,5	3,6	2,6	3,1	2,2
	р. Индигирка (Индигир-ский)	4,6	3,1	3,6	3,3	5,7	4,4	3,2	3,5	3,0	2,5	2,8
	р. Обь (Салехард)	8,2	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7
Дальний Восток	р. Амур (Благовещенск)	5,9	3,0	6,1	5,2	4,7	3,9	3,5	3,53	2,9	3,0	2,8
	р. Амур (Хабаровск)	-	-	-	-	5,4	3,3	3,2	4,11	2,6	3,6	3,0
	р. Амур (Комсомольск)	4,7	2,4	3,2	4,2	3,4	4,3	3,0	4,14	3,0	2,5	2,5

- - пробы не отбирались;

\* - пробы отбирались в п. Атырау.

На АТР наиболее загрязнённой остается р. Теча, куда попадают сбросы технологических вод ПО «Маяк». Среднегодовая объёмная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (п. Муслюмово) в 2004 г. была в 2,4 раза выше, чем в 2003 г., и составляла 26 Бк/л. Это значение в 5,2 раза выше уровня вмешательства для населения [1] и примерно в 4000 раз выше фонового уровня для рек России. В р. Тече наблюдалось и повышенное содержание трития по сравнению с фоновым. Среднегодовая объёмная активность трития в 2004 г. в р. Тече (п.п. Муслюмово и Новый мост) также увеличилась в 2,3–2,9 раза и составляла 283 и 317 Бк/л соответственно, что превышает фоновые уровни для рек России (1,7–3,0 Бк/л) в 120–130 раз.

При мониторинге загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  вод ряда морей, омывающих территорию РФ, пробы в Белом море отбирались на четырех гидрологических станциях, в Черном море – на двух. В остальных морях работало по одной гидрологической 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 НПО «Гайфун».

В табл. 1.13 приведены среднегодовые значения объёмной активности  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах морей в 1994–2004 гг. Из табл. 1.13 видно, что, в основном, содержание этого радионуклида в водах морей в течение этого периода имеет слабую тенденцию к уменьшению. Среднегодовые значения объёмной активности  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах морей АТР в 1994–2004 гг. сохраняются примерно на одном уровне. Те незначительные изменения, которые имели место в некоторых морях, лежат в пределах ошибок измерения среднего значения из-за малой статистики и большой погрешности измерений каждого отдельного значения.

Таблица 1.13

**Средняя объёмная активность  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах морей РФ, мБк/л**

Море	Кол-во проб в 2004 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Азовское	–	25,0	24,0	21,4	–	28,0	18,7	16,0	–	15,8	–	–
Черное	2	–	–	–	16,1	13,5	–	15,5	13,0	–	–	10,7
Баренцево	5	4,0	3,5	3,6	2,9	3,9	2,9	3,4	3,4	3,1	3,6	2,8
Белое	5	6,7	4,6	4,3	4,3	5,2	6,0	4,0	4,1	3,5	3,4	3,8
Охотское	4	1,7	1,8	2,1	2,0	2,5	2,2	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8
Японское	4	2,4	2,6	2,3	3,6	1,7	1,6	2,4	2,1	2,1	2,2	2,1
Тихий океан*	12	2,2	1,9	1,5	2,0	2,0	1,9	1,7	1,9	2,0	2,1	1,8

– – пробы не отбирались;

\* – прибрежные воды Восточной Камчатки.

Среднегодовые объёмные активности  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Охотского, Японского и Черного морей, а также в водах Тихого океана у берегов Камчатки находились в пределах от 1,8 мБк/л в Охотском море и прибрежных водах Камчатки до 10,7 мБк/л в прибрежных водах Черного моря.

Таким образом, в 2004 г. содержание радионуклидов в объектах природной среды на территории РФ, в основном, сохранилось на уровне предыдущих лет или незначительно уменьшилось.

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

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

**Республика Армения**

На территории Армении в 2004 г. проводились наблюдения только за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности (в г. Ереване – дозиметром ДРГ-01 и на 33 станциях – ДП-5) [19]. Отбор проб радиоактивных аэрозолей и выпадений  $\Sigma\beta$  для радиационного мониторинга приземной атмосферы, а также проб воды и других объектов природной среды на территории Армении в 2004 г. не производился.

В течение 2004 г. значения МЭД в г. Ереване колебались в пределах фоновых уровней – от 12,8 до 17,4 мкР/ч. На остальной территории республики приборами ДП-5 не было зафиксировано превышение порогового значения для этих приборов – 50 мкР/ч.

## Республика Беларусь

Радиационный мониторинг по территории Республики Беларусь осуществляется Республиканским Центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды (РЦРКМ) государственного комитета по гидрометеорологии Минприроды Республики Беларусь.

В 2004 г. на территории Беларуси функционировало 57 постов по измерению мощности экспозиционной дозы гамма-излучения [20]. В зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской и Смоленской АЭС измерения МЭД проводились круглосуточно с интервалом три часа, включая выходные и праздничные дни.

Оперативная информация об уровнях МЭД в зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровенской, Смоленской, Калининской, Ленинградской АЭС, поступавшая в течение 2004 г., свидетельствует о том, что радиационная обстановка в зонах влияния 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 2004 г. были зарегистрированы повышенные уровни МЭД: в г.г. Брагине – 87 мкР/ч в марте, в Наровле – 70 мкР/ч в апреле и августе, в Хойниках – 45 мкР/ч в феврале, в Чечерске – 30 мкР/ч в апреле и в сентябре, в Славгороде – 28 мкР/ч в апреле. На остальной территории среднегодовые значения МЭД не превышали уровней естественного гамма-фона. В областных городах Беларуси среднегодовое значение МЭД находилось в пределах от 10 до 12 мкР/ч.

Радиационный мониторинг приземной атмосферы на территории Беларуси включает в себя:

- непрерывный ежесуточный отбор проб радиоактивных аэрозолей в шести пунктах: Минск, Могилев, Гомель, Мстиславль, Браслав и Пинск;
- непрерывный ежесуточный отбор проб радиоактивных выпадений в 30 пунктах.

В табл. 1.13 приведены среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере в 2004 г.

Максимальные среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  в воздухе наблюдались в 2004 г. в апреле в г. Могилеве –  $28,67 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  – в апреле в г. Пинске,  $384 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Наибольшие среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в г.г. Пинске, Гомеле и Могилеве.

По результатам гамма-спектрометрического анализа в приземной атмосфере регистрировались естественные радионуклиды:  $^{40}\text{K}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{226,228}\text{Ra}$  и  $^{210}\text{Pb}$ .

Ниже приведены уровни среднегодовых и в скобках максимальных среднемесячных радиоактивных выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы в некоторых городах Беларуси в 2004 г. (в Бк/м<sup>2</sup>·сутки): Гомель – 0,73 (1,11), Минск – 0,7 (1,24), Могилев – 1,65 (2,29), Славгород – 1,6 (2,83).

Среднегодовые значения радиоактивных выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы в районных городах Гомельской области (Наровля, Брагин, Хойники, Василевичи, Мозырь, Чечерск) составили от 0,7 до 0,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Выпадения  $\Sigma\beta$  в этих пунктах не превышают фонового значения для незагрязненных территорий Беларуси.



**Среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере  
на территории Беларуси в 2004 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>**

Месяц	ОА	Браслав	Гомель	Минск	Могилев	Мстиславль	Пинск
Январь	$\Sigma\beta$	30,06	15,03	20,81	25,50	32,52	36,35
	$^{137}\text{Cs}$	0,2	0,64	0,86	1,31	0,96	1,99
Февраль	$\Sigma\beta$	27,03	13,22	13,97	19,50	32,04	23,00
	$^{137}\text{Cs}$	0,37	1,07	2,01	2,89	1,99	2,30
Март	$\Sigma\beta$	18,13	9,71	10,52	15,33	21,04	33,00
	$^{137}\text{Cs}$	0,26	0,94	0,92	2,25	1,19	2,71
Апрель	$\Sigma\beta$	29,63	17,00	16,80	28,67	41,39	39,38
	$^{137}\text{Cs}$	0,56	1,92	1,05	2,21	1,26	3,84
Май	$\Sigma\beta$	26,19	14,03	13,68	21,67	35,55	25,68
	$^{137}\text{Cs}$	0,57	2,72	0,67	2,99	0,90	3,26
Июнь	$\Sigma\beta$	14,97	9,81	9,00	16,00	23,38	23,37
	$^{137}\text{Cs}$	0,22	1,46	0,50	1,88	1,29	1,86
Июль	$\Sigma\beta$	20,19	16,00	11,87	19,00	28,42	25,23
	$^{137}\text{Cs}$	0,17	0,74	0,33	0,63	0,49	1,44
Август	$\Sigma\beta$	25,71	20,16	14,45	14,00	42,90	36,03
	$^{137}\text{Cs}$	0,17	1,19	0,38	0,41	0,55	1,16
Сентябрь	$\Sigma\beta$	19,90	-	11,03	23,00	31,13	-
	$^{137}\text{Cs}$	0,34	1,13	0,33	2,01	1,09	1,24
Октябрь	$\Sigma\beta$	21,10	13,63	13,39	-	-	35,00
	$^{137}\text{Cs}$	0,39	1,22	0,46	2,07	1,06	1,36
Ноябрь	$\Sigma\beta$	18,43	10,93	11,13	16,00	28,54	26,03
	$^{137}\text{Cs}$	0,27	0,98	1,05	2,05	1,15	2,09
Декабрь	$\Sigma\beta$	22,48	5,39	12,90	27,50	26,05	-
	$^{137}\text{Cs}$	-	-	-	-	-	-
Среднее:	$\Sigma\beta$	22,8	14,3	13,3	20,6	31,2	28,3
	$^{137}\text{Cs}$	0,32	1,27	0,78	1,88	1,08	2,11

- - нет данных.

Радиационный мониторинг поверхностных вод, как и в прошлые годы, ведется на пяти основных реках Беларуси, протекающих по загрязненным территориям: Припять (г. Мозырь), Днепр (г. Речица), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи).

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. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  за период 1999–2004 гг. во всех створах были значительно ниже гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99) для питьевой воды, 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).

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в контролируемых створах рек Гомельской области в 2004 г. находились в пределах (в мБк/л): р. Припять – от 10 до 20, р. Днепр – от 14 до 40, р. Сож – от 17 до 76, р. Ипуть – от 40 до 80, р. Беседь – от 10 до 60. 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 2004 г. находились в пределах (в мБк/л): р. Припять – от 10 до 20, р. Днепр – от 10 до 38, р. Сож – от 13 до 32, р. Ипуть – от 23 до 39, р. Беседь – от 24 до 46.

Для территорий водосборов контролируемых рек характерны дерново-подзолистые, дерново-подзолистые глеевые и глееватые почвы, где в течение первых лет после аварии на ЧАЭС произош-

ло закрепление  $^{137}\text{Cs}$  в кристаллической решетке глинистых минералов. В настоящее время  $^{137}\text{Cs}$  находится в основном в необменной форме и смыв его с водосбора главным образом происходит не в растворенном состоянии, а с твердым материалом, что и объясняет незначительный (по сравнению с запасом на водосборе) вынос этого радионуклида поверхностными водами рек. Количество выносимого поверхностными водами рек Днепр, Припять, Сож, Ипать, Беседь  $^{137}\text{Cs}$  в растворенном состоянии составляет немногим более 1 % от общего запаса этого радионуклида на водосборах. Наблюдения за состоянием поверхностных вод показали, что в настоящее время загрязнение поверхностных вод радионуклидами в реках и озерах, в основном, определяется вторичными процессами: смывом с загрязненных водосборов, поступлением с грунтовыми водами, взаимодействием с донными отложениями. Процессы смыва радиоактивного загрязнения дождевыми и тальными водами в речные системы оцениваются как наиболее динамичные, долговременные и опасные.

Особое внимание следует уделить поверхностным водам р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится в 30-км зоне Чернобыльской АЭС. Диапазон изменения объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) в 2004 г. составил – (1400–4000) мБк/л; объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  – (1400–3700) мБк/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 3–10 раз).

Увеличение активности  $^{90}\text{Sr}$  в растворенном состоянии в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка наблюдается в период весенне-осенних половодий, когда происходит затопление загрязненных участков пойм с последующим выносом радиоизотопа в составе речного стока. Смыв  $^{90}\text{Sr}$  с водосборов происходит преимущественно в растворенном состоянии. Высокое содержание  $^{90}\text{Sr}$  (с превышением по РДУ-99) во время паводков наблюдается в водах рек, водосборы которых полностью или частично находятся в 30-км зоне ЧАЭС.

После Чернобыльской аварии Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга 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, проводятся измерения МЭД по сетке, отбираются пробы почвы для дальнейшего анализа на содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , изучаются процессы миграции радионуклидов.

Скорость вертикальной миграции  $^{90}\text{Sr}$  в почве несколько выше, чем  $^{137}\text{Cs}$ , и зависит от степени увлажнения почвы и содержания в них гумуса. Степень увлажнения почв оказывает определяющее влияние на процессы миграции радионуклидов по вертикальному профилю почв. С увеличением степени увлажнения увеличивается линейная скорость вертикальной миграции радионуклидов. Так, если на дерново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава глубина проникновения  $^{137}\text{Cs}$  к 2004 г. не превышала 6–7 см, то на дерново-подзолисто-глеевых и дерново-глеевых она составляла 12–16 см, а на торфяно-болотных – 11 см.

Анализ данных по вертикальному распределению радионуклидов на задернованных участ-

ках почвы показал, что основная доля запаса радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  находится в верхнем пятисантиметровом слое почвы.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2004 г. оставалась стабильной. По данным сети мониторинга уровни МЭД, уровни загрязнения атмосферы радионуклидами соответствовали установившимся многолетним значениям.

Анализ результатов радиационного мониторинга окружающей среды, полученных на сети, показал, что:

- как и в предыдущие годы, наличие повышенных уровней МЭД фиксируется на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. На остальной территории уровни МЭД сравнимы с доаварийными;
- в 2004 г. в зонах влияния АЭС, расположенных на территориях сопредельных государств, короткоживущих изотопов (в том числе  $^{131}\text{I}$ ) обнаружено не было;
- объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствуют средним многолетним значениям;
- радиационная обстановка в контролируемых створах рек Гомельской области стабилизировалась, среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г., по сравнению с 1987 г., уменьшились: в р. Днепр (г. Речица) – в 12 раз; в р.р. Припять (г. Мозырь), Беседь (д. Светиловичи) – в 20 раз; в р.р. Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш) – в 33 раза;
- среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. в тех же реках были значительно ниже гигиенических нормативов, предусмотренных Республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99);
- данные мониторинга поверхностных вод р. Нижняя Брагинка свидетельствуют о значительном превышении содержания  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностных водах этой реки по сравнению с другими контролируемыми реками, хотя превышений санитарно-гигиенических нормативов по этому радионуклиду не наблюдается. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка превышает в 3–10 раз гигиенические нормативы Республики Беларусь;
- анализ данных по вертикальному распределению радионуклидов на задернованных участках почвы показал, что основная доля запаса радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  находится в верхнем пятисантиметровом слое почвы;
- в почвах земель сельскохозяйственного назначения практически весь запас радионуклидов находится в 20–25 см обрабатываемом слое почвы.

### **Кыргызская Республика**

В 2004 г. по данным [21] на территории Кыргызской Республики контроль за радиационной обстановкой осуществлялся на гидрометеостанциях и постах в следующем объеме:

- измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности – в 18 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений – в двух пунктах (п.п. Бишкек и Кара-Балта).

В период курортного сезона на оз. Иссык-Куль проводились ежедневные наблюдения за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (п. Чолпон-Ата).

Остальные виды наблюдений не проводились, радиоизотопный анализ проб выпадений также не производился.

Результаты измерений в воздухе атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$  в 2003–2004 гг., приведены в табл. 1.14.

Таблица 1.14

**Среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения ( $P$ , Бк/м<sup>2</sup>-сутки)  $\Sigma\beta$  на территории Кыргызской Республики в 2003–2004 гг.**

Месяц		г. Бишкек		г. Кара-Балта	
		2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	с	0,6	0,7	1,5	1,9
	м	1,8	1,9	3,7	12,2
Февраль	с	0,5	0,7	1,8	1,7
	м	1,5	3,1	3,2	7,3
Март	с	0,6	0,9	2,3	2,1
	м	2,8	2,5	6,2	6,0
Апрель	с	0,4	1,1	1,8	1,9
	м	1,7	2,6	4,4	5,0
Май	с	0,6	1,0	-	2,2
	м	4,0	2,4	-	6,7
Июнь	с	0,5	0,8	1,4	3,5
	м	1,9	2,4	3,9	11,9
Июль	с	0,8	0,7	1,9	1,6
	м	3,0	2,3	3,9	6,4
Август	с	0,4	0,6	-	1,5
	м	1,9	1,7	-	6,4
Сентябрь	с	0,5	0,6	-	1,5
	м	1,6	1,5	-	5,2
Октябрь	с	0,7	0,9	-	2,2
	м	2,0	2,2	-	5,3
Ноябрь	с	0,7	0,6	1,3	1,2
	м	3,5	2,6	4,4	4,4
Декабрь	с	0,4	0,5	1,5	2,0
	м	1,7	2,6	3,7	5,1
Среднее		0,6	0,8	1,7	1,9

- - данные не поступили.

Среднемесячная величина атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$  в 2004 г. по данным наблюдений в двух пунктах республики колебалась от 0,4 (в п. Бишкек) до 2,3 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (в марте в п. Кара-Балта) и составила в среднем за год 0,6 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (п. Бишкек) и 1,7 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (п. Кара-Балта), что не отличается от данных 2003 г. Максимальная величина суточных выпадений наблюдалась в марте в п. Кара-Балта и составила 6,2 Бк/м<sup>2</sup>-сутки.

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на территории республики изменялась в пределах 14–32 мкР/ч, что соответствует значениям естественного  $\gamma$ -фона для данного региона. Значения выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы также лежат в пределах колебаний глобального радиоактивного фона.

Таким образом, по имеющимся неполным данным можно заключить, что в 2004 г. радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню.

### Украина

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Украины в 2004 г. осуществлялся подразделениями Гидрометслужбы Украины [22]. В 2004 г. проводились следующие виды наблюдений:

- измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности в 179 пунктах;
- отбор проб радиоактивных аэрозолей в 8 пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений в 58 пунктах;
- отбор проб поверхностных вод в 9 пунктах (кроме того, в створе п. Чернобыль проводились наблюдения ДСНВП «Экоцентр»);
- отбор проб поверхностных вод (в зонах влияния АЭС) в 10 пунктах;
- отбор проб грунта (в зонах влияния АЭС) в 29 точках.

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

Пункты отбора проб аэрозолей расположены по территории Украины крайне неравномерно. Большая часть ВФУ расположена в северо-западной части, поскольку они устанавливались после аварии на Чернобыльской АЭС для контроля за выбросами аварийного реактора и за ветровым переносом радиоактивной пыли с загрязненных территорий. В восточной части Украины, на границе с Россией (зоны влияния Курской и Нововоронежской АЭС) и в зоне влияния Южно-Украинской и Запорожской АЭС наблюдения за радиоактивными атмосферными аэрозолями не ведутся.

Результаты мониторинга загрязнения природной атмосферы техногенными радионуклидами за 1997–2004 гг. на территории Украины приведены в табл. 1.15–1.17.

Как и в предыдущие годы, основной вклад в загрязнение воздуха техногенными радионуклидами на территории Украины в 2004 г. вносил ветровой подъем и перенос пыли с загрязненной после Чернобыльской аварии поверхности земли, особенно в районах близких к Чернобылю, а также вторичная ветровая миграция радиоактивных элементов с земной поверхности. Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  по всей территории Украины в 2004 г. изменялась в различных населенных пунктах в пределах от  $7,5 \cdot 10^{-5}$  (п. Чернобыль) до  $23,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (п. Щорс) и составляла  $14,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимумы среднесуточной и среднемесячной объемных активностей  $\Sigma\beta$  ( $383 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $64,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 2004 г. наблюдались в июне в п. Щорс. На большинстве станций наблюдения как средние, так и максимальные значения объемной активности  $\Sigma\beta$  были ниже уровней, наблюдавшихся в 2003 г.

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  ( $0,63 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и  $^{90}\text{Sr}$  ( $6,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) на территории Украины в 2004 г. были несколько ниже значений 2003 г. и последние 4 года находятся примерно на одном уровне.

Как и в прошлые годы, повышенные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере в 2004 г. наблюдались на загрязненной после Чернобыльской аварии территории. В п. Чернобыль среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. изменялись от  $0,69 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в январе до  $4,69 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> в мае при среднегодовой величине  $1,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Повышенные по сравнению со среднегодовым значением объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе были зафиксированы в Чернобыле в третьей декаде апреля ( $5,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и во второй и третьей декаде мая ( $5,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $7,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно). Повышенные уровни  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе также наблюдались в октябре в Чернобыле и в Киеве –  $2,67 \cdot 10^{-5}$  и  $2,23 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

Таблица 1.15

**Объемные активности и выпадения радионуклидов в приземной атмосфере на территории Украины в 1997–2004 гг.**

Радио-нуклид	Единицы измерений	Среднегодовые по территории Украины							
		1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
объемная активность									
$\Sigma\beta$	$10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>	14,9	11,4	13,5	12,6	12,9	14,4	17,1	14,8
<sup>90</sup> Sr*	$10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	14	12	-	10,8 (4,6)	7,6 (4,9)	7,9 (4,7)	7,3 (4,8)	6,4 (4,3)
атмосферные выпадения									
$\Sigma\beta$	Бк/м <sup>2</sup> ·год	682–1168	619–1069	653–914	498–968	576–906	656–921	646–922	731–914
<sup>137</sup> Cs	Бк/м <sup>2</sup> ·год	9,78	7,95	6,2	6,04	5,48	5,91	5,87	5,49
<sup>90</sup> Sr	Бк/м <sup>2</sup> ·год	3,2–71	1,3–42	1,1–27	2,94	2,50	2,48	2,15	2,39
За пределами загрязненной зоны Украины									
объемная активность									
<sup>137</sup> Cs	$10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	10–140	8–68	8–64	8–57	8–76	9–77	10–100	20–69
<sup>90</sup> Sr	$10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	4–27	2–13	4–11	3–7	4–13	3–7	3–6	3–5
атмосферные выпадения									
<sup>137</sup> Cs	Бк/м <sup>2</sup> ·год	2–28	2–13,5	2–12,5	2–11	3–9,3 <sup>1</sup>	2–9,7 <sup>1</sup>	2–11,9 <sup>1</sup>	2–11,7 <sup>1</sup>
<sup>90</sup> Sr	Бк/м <sup>2</sup> ·год	3,2–8,4	1,3–6,2	1–6	1–4 <sup>1</sup>	1–8,7 <sup>1</sup>	1–4 <sup>1</sup>	1–2,8 <sup>1</sup>	1–2 <sup>1</sup>
Загрязненная зона (п. Чернобыль)									
объемная активность									
<sup>137</sup> Cs**	$10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	710 (33–2096)	330 (10–1120)	294 -	306 (41–1270)	178 (64–490)	242 (42–688)	169 (49–392)	166 (69–469)
<sup>90</sup> Sr	$10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	101	59	40	54	21	30	24	21
атмосферные выпадения									
<sup>137</sup> Cs	Бк/м <sup>2</sup> ·год	102	84,7	69,6	49,9	32,7	30,3	19,6	23,8
<sup>90</sup> Sr	Бк/м <sup>2</sup> ·год	71	42,4	26,8	22,6	18,6	23,1	22,6	20,1

- - нет данных;

<sup>1</sup> - без учета данных по Киеву;

\* - в скобках даны значения без учета данных по Чернобылю;

\*\* - в скобках дан разброс среднемесячных значений.

Среднемесячная объемная активность <sup>90</sup>Sr в воздухе в течение 2004 г. на большей части территории Украины (кроме п. Чернобыль) изменялась в пределах  $(0,01-0,12) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что, в основном, соответствует доаварийному уровню  $(0,08 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В зоне загрязнения (п. Чернобыль) среднемесячная объемная активность <sup>90</sup>Sr в воздухе колебалась в диапазоне  $(0,10-0,31) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднем значении  $0,21 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

На загрязненной территории среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере за 8 лет (см. табл. 1.15) в среднем уменьшились примерно в четыре раза, но пока еще среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs превышает доаварийные значения более чем в 20 раз, а среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr – почти в 3 раза.

Выпадения β-активных продуктов на территории Украины в 2004 г. колебались в пределах  $(731-914)$  Бк/м<sup>2</sup>·год (в среднем  $2,1$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и были близки к данным 2003 г. или чуть выше (см. табл. 1.17). В настоящее время выпадения  $\Sigma\beta$ , в основном, формируются за счет радионукли-

Таблица 1.16

Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере Украины в 2004 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Среднее	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2004 г.	2003 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	10,5	10,8	11,2	16,2	16,3	19,4	11,9	17,3	12,1	11,4	15,5	7,9	13,4	15,6
	$^{137}\text{Cs}$	0,24	0,68	0,26	0,56	0,82	0,79	1,30	0,44	2,00	0,44	0,38	0,41	0,69	0,69
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,02			II кв. – 0,05			III кв. – 0,04			IV кв. – 0,03			0,04	0,04
Киев	$\Sigma\beta$	5,6	8,3	13,0	19,7	13,7	13,9	13,0	17,1	12,9	9,0	8,7	6,4	11,8	14,6
	$^{137}\text{Cs}$	0,31	0,35	0,34	0,72	0,64	0,60	0,42	0,38	0,81	2,23	0,27	0,27	0,61	0,63
	$^{90}\text{Sr}$	0,01	0,02	0,03	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05
Одесса	$\Sigma\beta$	15,4	17,8	19,4	21,3	19,3	17,3	20,3	18,2	14,5	18,6	15,1	17,3	17,9	19,9
	$^{137}\text{Cs}$	0,23	0,36	0,23	1,60	0,30	0,59	0,21	0,11	0,31	0,57	0,21	0,20	0,41	0,44
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,04			II кв. – 0,04			III кв. – 0,05			IV кв. – 0,04			0,04	0,06
Рахов	$\Sigma\beta$	7,5	7,6	10,2	19,2	14,7	20,0	13,1	15,2	10,8	11,6	9,9	12,5	12,7	10,7
	$^{137}\text{Cs}$	0,09	0,28	0,13	0,12	0,11	0,23	0,28	0,06	0,07	0,19	0,67	0,21	0,20	0,10
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,01			II кв. – 0,03			III кв. – 0,05			IV кв. – 0,03			0,03	0,03
Севастополь	$\Sigma\beta$	11,0	17,0	14,7	26,1	16,3	17,1	16,5	16,5	17,6	15,8	15,9	13,2	16,5	18,4
	$^{137}\text{Cs}$	0,31	0,21	0,17	0,51	0,18	1,10	0,11	0,22	0,32	0,29	0,43	0,26	0,34	0,31
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,04			II кв. – 0,07			III кв. – 0,05			IV кв. – 0,05			0,05	0,06
Чернобыль	$\Sigma\beta$	4,0	5,5	6,4	11,9	12,2	7,0	5,8	10,1	5,2	9,0	7,4	5,6	7,5	8,0
	$^{137}\text{Cs}$	0,69	1,03	1,03	2,77	4,69	1,94	1,10	1,30	0,92	2,67	1,03	0,76	1,66	1,69
	$^{90}\text{Sr}$	0,27	0,25	0,18	0,24	0,31	0,27	0,10	0,19	0,22	0,12	0,13	0,18	0,21	0,24
Шепетовка	$\Sigma\beta$	10,2	10,6	14,2	19,2	16,5	16,5	15,8	19,6	17,0	16,3	13,7	9,5	14,9	18,0
	$^{137}\text{Cs}$	0,09	0,07	0,06	0,14	0,30	0,42	0,22	0,28	0,11	0,13	0,16	0,12	0,18	0,34
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,02			II кв. – 0,05			III кв. – 0,05			IV кв. – 0,03			0,04	0,05
Щорс	$\Sigma\beta$	8,2	12,0	12,2	*	19,5	64,9	*	*	*	*	*	*	23,4 <sup>1</sup>	31,9 <sup>1</sup>
	$^{137}\text{Cs}$	0,27	0,47	0,51	*	2,20	1,10	*	*	*	*	*	*	0,91 <sup>1</sup>	1,00 <sup>1</sup>
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – *			0,12			0,12	III кв. – *			IV кв. – *			0,06 <sup>1</sup>

\* – не работала ВФУ;

<sup>1</sup> – неполный ряд наблюдений.

Таблица 1.17

Атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  на территории Украины в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2004 г.	2003 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	61,5	67,2	73,9	81,0	66,8	79,5	72,0	65,0	63,3	59,6	64,3	70,3	824,4	910,3
	<sup>137</sup> Cs	0,51	1,70	0,60	0,38	1,20	1,20	0,84	1,10	0,84	0,45	0,48	10,50	10,36	
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,80		II кв. - 0,50			III кв. - 0,66			IV кв. - 1,14			3,10	2,74	
Владимир-Вольнский	$\Sigma\beta$	74,2	56,7	65,9	70,2	70,9	63,1	80,9	68,8	75,6	71,3	64,0	65,7	827,3	808,7
	<sup>137</sup> Cs	0,33	0,57	0,50	0,42	0,54	0,52	0,48	0,79	0,49	0,45	0,50	1,00	6,59	6,48
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,62		II кв. - 0,63			III кв. - 0,55			IV кв. - 0,83			2,63	2,43	
Измаил	$\Sigma\beta$	61,4	61,0	58,7	63,8	72,7	67,2	62,7	57,5	62,1	56,6	60,2	63,1	747,0	788,3
	<sup>137</sup> Cs	0,46	0,49	1,20	0,61	0,57	0,44	1,40	0,62	0,68	0,48	0,50	1,20	8,65	6,42
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,56		II кв. - 0,71			III кв. - 0,66			IV кв. - 0,97			2,90	2,81	
Киев	$\Sigma\beta$	68,1	56,3	62,8	64,6	75,0	63,4	60,7	71,2	65,3	63,7	68,0	64,6	783,7	806,2
	<sup>137</sup> Cs	0,44	0,60	0,70	0,50	0,90	0,54	0,47	1,90	4,40	1,30	0,50	0,93	13,18	15,79
	<sup>90</sup> Sr	0,92	0,81	0,77	0,59	0,56	0,65	0,64	0,72	0,70	1,25	0,98	1,43	10,02	8,34
Коростень	$\Sigma\beta$	54,7	66,8	62,4	61,2	76,3	70,4	66,7	68,3	53,3	58,9	65,5	66,5	771,0	774,5
	<sup>137</sup> Cs	0,95	1,40	1,10	1,20	2,30	2,50	4,40	2,70	2,30	2,30	1,90	1,60	24,65	16,42
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,76		II кв. - 0,65			III кв. - 0,69			IV кв. - 1,17			3,27	2,97	
Овруч	$\Sigma\beta$	57,8	61,5	66,0	66,0	78,2	70,0	61,6	64,7	65,2	57,0	58,3	63,6	769,9	798,4
	<sup>137</sup> Cs	0,74	1,60	1,00	0,66	0,51	0,89	1,60	0,86	1,50	0,66	0,96	0,73	11,71	11,90
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,66		II кв. - 0,72			III кв. - 0,59			IV кв. - 1,01			2,98	2,61	
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	59,5	59,4	66,3	60,8	70,3	63,1	73,0	68,8	73,0	69,9	71,9	66,7	802,7	820,8
	<sup>137</sup> Cs	0,45	0,61	0,40	0,49	0,52	0,46	0,46	0,67	1,10	0,51	0,51	0,56	6,74	7,05
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,63		II кв. - 0,66			III кв. - 0,62			IV кв. - 0,98			2,89	3,24	
Рахов	$\Sigma\beta$	58,5	57,6	69,6	71,6	66,3	71,3	61,4	71,2	61,3	55,2	61,1	60,5	765,6	747,4
	<sup>137</sup> Cs	0,55	0,84	0,60	0,68	0,91	0,52	0,52	0,60	0,54	0,84	1,30	0,54	8,34	6,02
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,72		II кв. - 0,72			III кв. - 0,66			IV кв. - 1,01			3,11	3,63	
Свитязь	$\Sigma\beta$	65,9	63,3	72,9	70,0	72,0	72,4	75,2	77,2	75,2	68,3	71,8	73,0	857,2	826,8
	<sup>137</sup> Cs	0,43	1,10	0,60	0,39	0,48	0,58	0,46	0,97	1,00	1,29	0,85	0,82	8,97	7,31
	<sup>90</sup> Sr	I кв. - 0,62		II кв. - 0,65			III кв. - 0,72			IV кв. - 0,74			2,73	2,59	



Продолжение табл. 1.17

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2004 г.	2003 г.
Ужгород	$\Sigma\beta$	68,0	59,8	63,0	64,4	72,2	65,3	72,9	66,0	66,6	71,4	65,8	68,2	803,6	815,1
	$^{137}\text{Cs}$	0,32	0,44	0,50	0,86	0,55	0,45	0,47	0,65	0,54	0,24	0,52	0,46	6,00	5,30
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,65			II кв. – 0,88			III кв. – 0,62			IV кв. – 1,04			3,19	3,00
Харьков	$\Sigma\beta$	59,3	71,7	77,5	77,1	79,1	76,3	74,8	65,0	64,2	58,8	78,1	76,6	858,5	856,3
	$^{137}\text{Cs}$	0,38	0,40	0,60	0,46	1,20	1,00	0,54	0,50	0,60	0,54	0,53	0,45	7,20	8,67
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,69			II кв. – 0,65			III кв. – 0,69			IV кв. – 1,05			3,08	3,37
Черновцы	$\Sigma\beta$	68,7	61,1	69,7	70,9	68,6	68,4	64,8	64,1	72,1	66,9	71,3	67,6	814,2	800,8
	$^{137}\text{Cs}$	0,47	0,57	0,70	0,54	0,53	0,56	0,43	0,97	0,54	0,60	0,55	0,51	6,97	7,17
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,66			II кв. – 0,68			III кв. – 0,64			IV кв. – 1,09			3,07	3,02
Чернобыль	$\Sigma\beta$	75,5	71,9	82,1	82,1	91,6	71,9	69,7	78,5	64,8	76,5	77,7	72,1	914,4	922,4
	$^{137}\text{Cs}$	1,40	1,30	1,60	2,30	5,00	2,00	2,20	1,60	2,10	2,20	1,50	0,57	23,77	19,61
	$^{90}\text{Sr}$	2,01	1,61	1,54	1,23	1,73	1,69	1,67	1,90	1,07	2,24	2,15	1,26	20,10	22,60
Щорс	$\Sigma\beta$	67,3	68,8	64,4	64,0	55,6	69,5	64,3	53,5	54,8	60,7	61,9	62,3	747,1	741,2
	$^{137}\text{Cs}$	0,62	0,61	0,50	0,47	1,20	0,81	0,52	0,50	0,55	0,84	0,52	0,57	7,71	10,92
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,74			II кв. – 0,68			III кв. – 0,67			IV кв. – 1,06			3,15	4,08
Зона 1	$\Sigma\beta$	64,0	60,2	65,3	66,3	68,9	71,2	61,4	61,0	54,7	59,1	67,8	64,2	764,1	775,5
	$^{137}\text{Cs}$	0,39	0,51	0,50	0,73	0,48	0,28	0,45	0,27	0,25	0,92	0,91	0,26	5,95	4,74
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,36			II кв. – 0,38			III кв. – 0,34			IV кв. – 0,70			1,78	2,08
Зона 2	$\Sigma\beta$	64,2	62,2	66,3	66,2	69,1	65,2	66,2	67,5	54,5	58,4	60,6	62,3	762,7	787,7
	$^{137}\text{Cs}$	0,28	0,28	0,50	0,27	0,83	0,36	0,48	0,26	0,29	0,52	0,27	0,52	4,86	6,37
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,27			II кв. – 0,35			III кв. – 0,30			IV кв. – 0,61			1,53	1,53
Зона 3	$\Sigma\beta$	66,5	65,4	70,9	74,5	72,9	72,7	66,3	65,7	58,6	58,8	66,9	69,6	808,8	826,3
	$^{137}\text{Cs}$	0,26	0,22	0,30	0,67	0,37	0,24	0,32	0,40	0,47	0,36	0,54	0,31	4,46	4,83
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,46			II кв. – 0,56			III кв. – 0,39			IV кв. – 0,62			2,03	1,38
Зона 4	$\Sigma\beta$	61,7	66,9	66,2	72,0	71,5	68,6	68,0	63,8	57,9	56,4	63,2	67,5	783,7	804,4
	$^{137}\text{Cs}$	0,26	0,40	0,20	0,67	0,33	0,32	0,51	0,19	0,37	0,35	1,00	0,43	5,03	4,09
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,39			II кв. – 0,38			III кв. – 0,41			IV кв. – 0,78			1,96	1,80
Зона 5	$\Sigma\beta$	64,4	60,3	60,9	58,7	64,4	60,1	57,3	58,3	64,1	62,2	60,0	60,0	730,7	647,5
	$^{137}\text{Cs}$	0,39	0,17	0,60	0,61	0,45	0,54	0,27	0,23	0,47	0,51	0,53	0,45	5,22	4,19
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,30			II кв. – 0,70			III кв. – 0,68			IV кв. – 0,52			2,20	1,61

Продолжение табл. 1.17

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2004 г.	2003 г.
Зона 6	$\Sigma\beta$	65,8	61,9	65,9	62,2	72,2	72,6	70,0	67,1	69,1	67,5	67,4	69,0	810,7	816,4
	$^{137}\text{Cs}$	0,19	0,22	0,22	0,15	0,30	0,14	0,24	0,25	0,24	0,46	0,35	0,24	3,00	3,62
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,17			II кв. – 0,22			III кв. – 0,34			IV кв. – 0,61			1,34	1,45
Зона 7	$\Sigma\beta$	64,2	61,4	68,4	66,8	71,9	69,3	69,5	68,6	67,8	71,3	65,9	68,7	813,8	806,0
	$^{137}\text{Cs}$	0,26	0,29	0,27	0,37	0,38	0,70	0,32	0,50	0,44	0,34	0,38	1,10	5,35	7,87
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,30			II кв. – 0,21			III кв. – 0,26			IV кв. – 0,35			1,12	1,00
Зона 8	$\Sigma\beta$	65,1	60,4	60,4	58,7	64,8	59,5	58,9	59,6	61,4	59,7	60,3	61,7	730,5	645,8
	$^{137}\text{Cs}$	0,11	0,14	0,20	0,14	0,13	0,12	0,22	0,10	0,10	0,08	0,24	0,21	1,79	2,43
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,23			II кв. – 0,35			III кв. – 0,25			IV кв. – 0,29			1,12	1,77
Зона 9	$\Sigma\beta$	67,9	62,8	68,9	65,9	68,8	61,9	69,2	62,7	58,2	59,7	59,9	61,5	767,4	752,0
	$^{137}\text{Cs}$	0,16	0,26	0,30	0,29	0,29	0,28	0,41	0,33	0,21	0,44	0,28	0,41	3,66	3,78
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,40			II кв. – 0,53			III кв. – 0,57			IV кв. – 1,05			2,55	1,72
Зона 10	$\Sigma\beta$	67,7	60,4	68,4	67,8	70,2	71,8	67,6	71,5	69,7	69,0	71,1	68,4	823,6	796,7
	$^{137}\text{Cs}$	0,23	0,09	0,25	0,35	0,15	0,37	0,14	0,19	0,47	0,30	0,28	0,30	3,12	4,25
	$^{90}\text{Sr}$	I кв. – 0,22			II кв. – 0,21			III кв. – 0,38			IV кв. – 0,56			1,37	1,05

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).

дов естественного происхождения, чем и объясняется относительная равномерность их распределения по территории Украины.

В среднем по территории Украины годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  составляли в 2004 г. 5,5 Бк/м<sup>2</sup>·год, незначительно уменьшившись по сравнению с 2003 г., а с 1997 г. уменьшились примерно в 1,8 раза. На загрязненной территории годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  превышали среднее значение более чем в 4 раза и составляли 23,8 Бк/м<sup>2</sup>·год в п. Чернобыль и 24,65 Бк/м<sup>2</sup>·год в г. Коростень, а на незагрязненной территории находились в пределах от 1,8 до 13,7 Бк/м<sup>2</sup>·год. В России в загрязненной после Чернобыльской аварии зоне в 2004 г. максимальные годовые выпадения наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли 16,4 Бк/м<sup>2</sup>·год.

На большей части территории Украины годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. были в 1–9 раз выше доаварийного уровня 1985 г., (в г. Киеве – в 9 раз), а на загрязненной территории с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup> – в 17 раз.

Высокие значения среднемесячных атмосферных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. отмечались, как и ранее, в п. Чернобыль в мае – 5 Бк/м<sup>2</sup>·месяц и в г. Коростене в июне – 4,4 Бк/м<sup>2</sup>·месяц. В Киеве, по-прежнему, наблюдались повышенные значения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  (0,4–4,4 Бк/м<sup>2</sup>·месяц) с суммарным значением за год – 13,2 Бк/м<sup>2</sup>·год (15,8 – 2003 г., 40,6 – 2002 г., 15,0 – 2001 г., 10,2 – 2000 г.). В Киеве отмечались и высокие годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  – 10 Бк/м<sup>2</sup>·год.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. практически на всей территории Украины были несколько выше, чем в 2003 г., но сравнимы с уровнями 2001–2002 гг. и находились в пределах (1,1–3,2) Бк/м<sup>2</sup>·год. Среднегодовое значение выпадений  $^{90}\text{Sr}$  за 2004 г. (2,39 Бк/м<sup>2</sup>·год) также было выше, чем в 2003 г., но сравнимо с уровнями 2001–2002 гг. (см. табл. 1.15). Максимальные значения выпадений  $^{90}\text{Sr}$ , зарегистрированные, как и ранее, на загрязненной территории в п. Чернобыль (20,1 Бк/м<sup>2</sup>·год), превышали среднее значение выпадений  $^{90}\text{Sr}$  за 2004 г. по Украине в 8 раз.

На загрязненной территории (п. Чернобыль) среднегодовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в за 8 лет уменьшились примерно в 4 и 3,5 раза соответственно. Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  последние 5 лет находятся примерно на одном уровне.

Последние 6 лет выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в Киеве практически не менялись и оставались на уровне (10–15) Бк/м<sup>2</sup>·год: 10,02 – в 2004 г.; 8,34 – в 2003 г.; 10,6 – в 2002 г.; 9,8 – в 2001 г.; 12,3 – в 2000 г. Очевидно причиной этого является высокая запыленность, обусловленная большим числом транспортных потоков, промышленных предприятий и т.п., что усиливает вторичную ветровую миграцию радионуклидов с загрязненной земной поверхности.

В пробах атмосферных аэрозолей и выпадений короткоживущих техногенных радионуклидов обнаружено не было.

Значительный вклад в загрязнение радионуклидами поверхностных вод Украины принадлежит водотокам, протекающим по территории 30-км зоны отчуждения вокруг Чернобыльской АЭС. Наибольшим водотоком в зоне является р. Припять (ее длина в зоне отчуждения составляет 50 км, а площадь водосбора – 2000 км<sup>2</sup>). Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах р. Припять за весь послеаварийный период представлены в табл. 1.18.

Таблица 1.18

**Объемная активность и годовой вынос  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986–2004 гг.**

Год	Среднегодовой расход воды, м <sup>3</sup> /с	Объемная активность, Бк/м <sup>3</sup>				Вынос, 10 <sup>12</sup> Бк	
		$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
		максим.	среднее	максим.	среднее		
1986	302	-	-	-	-	66,2	27,6
1987	246	18100	1630	-	1330	12,8	10,4
1988	411	9620	740	10400	1440	9,48	18,7
1989	392	560	520	1330	740	6,44	8,97
1990	409	740	360	2370	780	4,63	10,1
1991	442	1040	207	12200	1040	2,89	14,4
1992	295	1150	207	1670	445	1,92	4,14
1993	537	480	207	1630	850	3,48	14,2
1994	476	445	196	5920	925	2,96	14,2
1995	330	340	111	815	326	1,15	3,40
1996	319	392	126	670	337	1,30	3,42
1997	340	480	159	1330	248	1,70	2,68
1998	681	680	133	1000	325	2,95	6,37
1999	656	620	150	1600	510	3,05	10,2
2000	470	380	106	520	225	1,71	3,36
2001	437	380	111	530	230	1,54	3,14
2002	360	190	73	360	173	0,87	1,65
2003	330	121	47	340	146	0,50	1,40
2004	419	95	54	350	182	0,69	2,23
Суммарный вынос за послеаварийный период						126,3	160,62

Как видно из табл. 1.18, объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Припять в течение 2004 г. колебалась в пределах от 100 до 350 мБк/л при среднем значении 182 мБк/л, а  $^{137}\text{Cs}$  – от 27 до 95 мБк/л при среднем значении 54 мБк/л, что выше значений 2003 г.

Годовой вынос  $^{137}\text{Cs}$  (в створе Чернобыля) в 2004 г. составлял  $0,69 \cdot 10^{12}$  Бк (18,6 Ки), а  $^{90}\text{Sr}$  –  $2,23 \cdot 10^{12}$  Бк, что выше выноса этих радионуклидов по сравнению с 2003 г. в 1,4 раза и 1,6 раза соответственно. По данным ДСНВП «Экоцентр» годовой вынос  $^{90}\text{Sr}$  водами р. Припяти вместе с р.р. Уж и Брагинка в Киевское водохранилище в 2004 г. составлял  $2,64 \cdot 10^{12}$  Бк (71,1 Ки), что приблизительно в 1,8 раза больше выноса в 2003 г. ( $1,5 \cdot 10^{12}$  Бк или 40,51 Ки).

В общем, за послеаварийный период (1986–2004 гг.) водами р. Припять (створ п. Чернобыля) в каскад днепровских водохранилищ было вынесено  $160,6 \cdot 10^{12}$  Бк (4337 Ки)  $^{90}\text{Sr}$  и  $126,3 \cdot 10^{12}$  Бк (34910 Ки)  $^{137}\text{Cs}$ .

Вклад р. Десны и верховьев р. Днепра в радиоактивное загрязнение днепровских водохранилищ намного меньший, чем р. Припять. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Днепр (в створе с. Неданчичи, расположенного выше по течению от места впадения в него р. Припяти) в течение года колебалась в пределах от 7 до 29 мБк/л при среднегодовом значении 16 мБк/л, в р. Десна (в створе г. Чернигов) – от 7 до 22 мБк/л при среднем значении 12,3 мБк/л. Годовой вынос  $^{90}\text{Sr}$  верховьями Днепра (в створе с. Неданчичи) составлял в 2004 г.  $0,31 \cdot 10^{12}$  Бк (8,39 Ки), что составляет 12 % от выноса этого радионуклида р. Припять. Годовой вынос  $^{90}\text{Sr}$  р. Десна (в створе с. Литки) составлял в 2004 г.  $0,147 \cdot 10^{12}$  Бк (3,97 Ки), что составляет лишь 5 % от выноса этого радионуклида р. Припять

Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2004 г. представлены в табл. 1.19.

Таблица 1.19

**Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2004 г., мБк/л**

Пункт отбора проб воды	<sup>137</sup> Cs		<sup>90</sup> Sr	
	среднее	максимум	среднее	максимум
р. Припять, п. Чернобыль	54,0	95	182	350
р. Днепр, с. Неданчичи	-	-	16	29
Киевское вдхр., г. Вышгород	-	-	99	137
Каневское вдхр., г. Киев	-	-	76	100
Каневское вдхр., г. Канев	9,75	17,0	63	110
Каховское вдхр., г. Новая Каховка	-	-	43	83
р. Десна, г. Чернигов	-	-	12,3	22,0
Днепро-Бугский лиман, г. Очаков	-	-	15,0	21,0
р. Южный Буг, г. Николаев	-	-	14,4	18,0
р. Дунай, г. Измаил	-	-	15,0	22,0

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в водах Днепровских водохранилищ, как и в предыдущие годы, уменьшались вниз по течению Днепра. Это объясняется процессом седиментационного самоочищения загрязненных вод, разбавлением днепровских вод более чистыми водами притоков, а также перераспределением радионуклидов между компонентами водной экосистемы. В результате интенсивных седиментационных процессов при прохождении загрязненных припятских вод по каскаду водохранилищ от п. Чернобыль до Каховской ГЭС концентрации <sup>137</sup>Cs уменьшаются на два порядка и приближаются к доаварийным значениям.

Объемная активность <sup>90</sup>Sr при прохождении по каскаду водохранилищ уменьшается лишь в 2–4 раза, изменяясь от 182 мБк/л (п. Чернобыль) до 43 мБк/л (г. Новая Каховка, Каховское водохранилище). В каскаде водохранилищ отбор проб воды для определения содержания <sup>137</sup>Cs в 2004 г. проводился только на Каневском водохранилище (г. Канев). Объемная активность <sup>137</sup>Cs от Чернобыля до Канева уменьшалась в 5,5 раза, а <sup>90</sup>Sr – в 2,9 раза.

В целом, в 2004 г. практически во всем каскаде днепровских водохранилищ объемные активности <sup>90</sup>Sr в воде были на уровне 2003 г. или ниже.

На остальных пунктах наблюдения (р. Ю. Буг – г. Николаев, р. Дунай – г. Измаил, Днепро-Бугский лиман – г. Очаков) в 2004 г. уровни загрязнения воды <sup>90</sup>Sr приближаются к значениям природного фона. Объемная активность <sup>90</sup>Sr в этих пунктах наблюдения колебалась в 2004 г. от 7,7 до 22 мБк/л при среднем значении 14–15 мБк/л.

Радиационный фон на территории Украины в 2004 г. был стабильным. Повышенные значения МЭД наблюдались в пунктах контроля, расположенных на загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории: в п.п. Коростень и Чернобыль – до 33 мкР/час. В районах расположения действующих АЭС уровень МЭД колебался: Запорожская АЭС 5 – 18 мкР/час, Южно-Украинская АЭС – 7–22 мкР/час, Ровненская АЭС – 7 – 17 мкР/час, Хмельницкая АЭС – 7 – 19 мкР/час. На остальной территории Украины значения МЭД изменялись от 5 до 22 мкР/час, что близко к естественному фону. В Киеве величина МЭД колебалась от 7 до 17 мкР/ч.

Содержание техногенных радионуклидов в пробах грунта и воды, отобранных вокруг АЭС (в 100-км зонах), в 2004 г. было на уровне прошлых лет. Превышения уровней содержания радионуклидов, допустимых по действующим нормативным документам [23] для воздуха и воды, не наблюдалось.

По результатам радиационного мониторинга можно сделать следующие выводы:

- объемные активности и выпадения долгоживущих  $\beta$ -активных 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, объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , регистрируемые в отдельных пробах, были на 4–5 порядков ниже допустимых объемных активностей в воздухе для населения (ДОО<sub>НАС</sub>) по НРБУ-97 [23];
- 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;
- в целом, объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в контрольных водных объектах Украины были меньше допустимых объемных активностей для воды по НРБУ-97 [23].

Таким образом, радиационная обстановка на территории Украины в 2004 г. была стабильной и на большей части достигла доаварийного уровня.

### Список литературы к разделу 1

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99 – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
2. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560-96). – М.: 1997.
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., Кузнецова И.Н. и др. Обзор результатов оперативно-производственной деятельности УГМС в 2003 г. по осуществлению радиационного мониторинга на территории Российской Федерации. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2004.
6. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 264 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением природной среды. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 60 с.
8. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 136 с.
9. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязнённой территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
10. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населённых 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.: Гидрометеоздат, 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. Варданян Л.Р. Ежегодник фоновой гамма-радиации за 2004 г. – Ереван: Государственная служба Армении по Гидрометеорологии и мониторингу, 2005.
20. Герменчук М.Г., Жукова О.М., Пивовар П.А., Голиков Ю.Н. Радиоактивное загрязнение природной среды на территории Республики Беларусь в 2004 году. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга природной среды, 2005.
21. Баканов М.Т., Юдаков В.А., Титова Л.И. Ежегодник состояния радиоактивного загрязнения Кыргызской Республики за 2004 г. – Бишкек: Управление наблюдений и информации о радиоактивности и загрязнении природной среды, 2005.
22. Косовец О.О., Жолуденко О.О., Закорчевний В.О., Лукьянова Ж.В., Гирий В.А и др. Отчет о радиоактивном загрязнении территории Украины в 2004 году. Ежегодник. Под ред. О.О. Косовца.– Киев: ЦГО Украины, 2005.
23. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев, 1998.

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

Большое количество радиационно опасных объектов (РОО) принадлежит Росатому. Это предприятия ядерно-топливного цикла, предприятия по производству ядерного топлива, по добыче и переработке урановых руд, научно-исследовательские институты. В процессе работы РОО производятся выбросы в атмосферу радиоактивных и химических веществ и их сбросы в поверхностные воды открытой гидрографической сети, что приводит к загрязнению окружающей среды. Поэтому в 100-км зонах многих РОО 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 38 предприятий Росатома и о загрязненных радионуклидами территориях. Подробные данные о сбросах и выбросах радионуклидов этими предприятиями приводятся в Приложении 1.

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

В 2004 г. годовые выбросы техногенных радионуклидов предприятиями Росатома в атмосферу не превышали установленных нормативов предельно-допустимых и допустимых (разрешенных) выбросов. В целом по отрасли, фактический выброс  $\alpha$ -активных радионуклидов предприятиями Росатома в 2004 г. ( $3,34 \cdot 10^{14}$  Бк) был ниже чем в 2003 г. на  $8,7 \cdot 10^{12}$  Бк [1] и составил 18 % от разрешенного. В основном, это обусловлено снижением выброса  $^{222}\text{Rn}$  (на  $9,0 \cdot 10^{12}$  Бк) на ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение». Выбросы  $^{222}\text{Rn}$  составляют 96 % от суммарного выброса  $\alpha$ -активных радионуклидов отрасли.

В 2004 г. предприятиями Росатома выброшено в атмосферу около  $7,2 \cdot 10^{15}$  Бк  $\beta$ -,  $\gamma$ -активных нуклидов. Из них доля инертных газов ( $^{41}\text{Ar}$ ,  $^{85\text{m}}\text{Kr}$ ,  $^{88}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ) от общей  $\beta$ -,  $\gamma$ -активности составляет 90,5 %, трития – 5,6 %, смеси короткоживущих нуклидов – 2,1 %. Основной вклад в выбросы ИРГ вносят атомные станции, ФГУП ГХК, ФГУП ГНЦ РФ НИИАР, ФГУП СХК.

В атмосферный воздух в 2004 г. было выброшено ИРГ:

- ГХК – 29,3 %;
- десятью атомными станциями – 27,5 %;
- ГНЦ РФ НИИАР – 20,3 %;
- СХК – 19,0 %;
- ИРМ – 1,9 %;
- ПО «Маяк» – 1,1 %;
- ГНЦ РФ ФЭИ – 0,89 %;



- НИИП – 0,0045 %;
- НИТИ им. Александрова – 0,002 %.

Наибольший вклад в выбросы ИРГ в 2004 г. внес ГХК. Помимо этого, достаточно большой вклад в выбросы ИРГ, как и в предыдущие годы, вносит научно-исследовательский институт ГНЦ РФ НИИАР – 74 % от суммарного выброса ИРГ десятью атомными станциями России.

Суммарные выбросы  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. увеличились в 1,14 раза по сравнению с 2003 г., нуклидов радиойода – в 1,4 раза, а выбросы  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились в 2,9 раза. Количество выбрасываемых радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  составляло соответственно 2,9 %, 1,4 % и 2,7 % от установленных нормативов. Доля  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  составляет менее 0,01 % от общего выброса  $\beta$ -,  $\gamma$ -активных нуклидов.

По сравнению с предыдущим годом, в целом, выброс  $\beta$ -,  $\gamma$ -активных радионуклидов в 2004 г. увеличился в 1,4 раза и составил 9,6 % от разрешенного. Радиационных инцидентов, связанных с аварийным поступлением радионуклидов в атмосферный воздух не зарегистрировано.

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Росатома в 2004 г. приведены в Приложении 1.

Суммарная  $\alpha$ -активность сбросов предприятий отрасли, поступивших за отчетный год в водные объекты открытой гидрографической сети, по составу на 70 % обусловлена нуклидами урана и продуктами их распада. По сравнению с 2003 г.  $\alpha$ -активность сбросов снижена на  $1,75 \cdot 10^{10}$  Бк (54 %).

Суммарная активность  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучающих радионуклидов, поступивших за отчетный год от 21 предприятия Росатома в водные объекты открытой гидрографической сети [1], составила  $2,31 \cdot 10^{14}$  Бк (в 2003 г. –  $2,26 \cdot 10^{14}$  Бк), при этом доля  $^{24}\text{Na}$  составляла 62,8 %, трития – 19,9 %,  $^{32}\text{P}$  – 9,7 %,  $^{239}\text{Np}$  – 4,8 %, доля наиболее опасных нуклидов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ) составляла менее 1 %. В 2004 г. поступление  $\beta$ -,  $\gamma$ -активных радионуклидов в бассейн Арктических морей в основном формировали два предприятия: СХК – 49,8 % и ГХК – 49,1 %. Сбросы указанных радионуклидов в 2004 г. на данных предприятиях остались примерно на прежнем уровне.

Установленные нормативы разрешенных сбросов радионуклидов в водоемы открытой гидрографической сети предприятиями Росатома в 2004 г. не превышались. Однако некоторые предприятия производили сбросы радионуклидов без утвержденных нормативов, например: на ПО «Маяк» не утверждены нормативы разрешенных сбросов для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , на ОАО ППГХО – для  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , на Смоленской АЭС – для  $^{95}\text{Nb}$  (см. Приложение 1).

Более подробные данные о величине сбросов основных радионуклидов в поверхностные водные объекты отдельными организациями Росатома за 2004 г. выделены в Приложение 1.

По состоянию на конец 2004 г. загрязненные радионуклидами территории имелись в 25 организациях Росатома, которые находятся в 20 регионах (7 Федеральных округах) Российской Федерации. Наибольшее количество загрязненных территорий – на ПО «Маяк» ( $452,16 \text{ км}^2$ ). Значительные территории загрязнены также на ОАО ППГХО ( $8,275 \text{ км}^2$ ), СХК ( $10,393 \text{ км}^2$ ), ГХК ( $4,704 \text{ км}^2$ ), ОАО ЧМЗ ( $1,987 \text{ км}^2$ ) [1]. Загрязненные участки территории в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения имеют 12 организаций, общая площадь которых составляет  $417 \text{ км}^2$ . Наибольшие площади загрязненных участков территории в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения, кроме ПО

«Маяк», имеются в следующих организациях: ОАО ППГХО, ОАО КЧХК, ГХК, ОАО МСЗ, СХК, НИИАР, ОАО НЗХК.

Площади, загрязненные  $^{90}\text{Sr}$  более  $100 \text{ кБк/м}^2$ , составляют 79 % загрязненных территорий ( $378,24 \text{ км}^2$ ), загрязненные  $^{137}\text{Cs}$  более  $500 \text{ кБк/м}^2$  – 15 % загрязненных территорий ( $69,96 \text{ км}^2$ ), загрязненные  $\alpha$ -активными нуклидами – 63 % территории ( $305,2 \text{ км}^2$ ).

Существенных изменений в наличии загрязненных радионуклидами территорий за последние годы не отмечено. На ряде предприятий произошли уточнения в результате инвентаризации, а также выявления загрязненных участков при детальном обследовании, благодаря осуществлению реабилитационных мероприятий.

Данные о загрязненных территориях на предприятиях Росатома с распределением их по зонам – промышленная площадка, санитарно-защитная зона (СЗЗ), зона наблюдения (ЗН) – приведены в Приложении 1.

Радиационная обстановка в 2004 г. в районах расположения организаций отрасли по данным [1] была, в основном, удовлетворительная, кроме ПО «Маяк». Дозовые нагрузки населения практически не превышали нормативов, установленных НРБ-99 [2].

## **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 Росатома. Предприятие работает уже более 55 лет и до 90-х годов было ориентировано на производство оружейного плутония [3]. 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 истории развития ПО «Маяк» приведены в [4 – 6].

На начальном этапе работы предприятия 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].

В середине 50-х годов для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части реки был сооружен Теченский каскад водоемов: В-10, В-11. Плотина № 10 сооружена в 1956 г., но из-за высоких темпов заполнения водоема В-10 в 1964 г. сооружена плотина № 11, которая образовала новый водоем – В-11. Заполнение водоема В-11 жидкими РАО начато в 1966 г. В Теченском каскаде водоемов накоплено около  $3,1 \cdot 10^5$  Ки долгоживущих бета-активных нуклидов [3]. Водоемы являются источником поступления радионуклидов в приземный слой воздуха, подземные и поверхностные воды. Распространение радионуклидов в окружающую природную среду происходит в результате выноса радиоактивных аэрозолей в атмосферу и за счет фильтрации за-

грязненных вод через борта водоемов и тело плотины № 11, большая часть которых разгружается в открытую гидрографическую систему р. Теча.

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 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  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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.

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 [3].

На 01.01.2005 общая площадь, загрязненная радионуклидами, составляла  $452,16 \text{ км}^2$  [1]. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

В штатном режиме работы предприятия незначительное поступление радионуклидов в окружающую природную среду дают удаление в атмосферу технологических газоаэрозольных вентиляционных выбросов, загрязненных радионуклидами и химическими веществами, сбросы жидких радиоактивных отходов, нетехнологических и хозяйственно-бытовых вод, загрязненных альфа- и бета-нуклидами, и захоронения жидких и твердых отходов всех уровней активности.

Основными источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей природной среды в районе ПО «Маяк» в настоящее время являются территории, загрязненные в результате аварии 1957 г. и 1967 г., и пойма р. Течи.

В соответствии с требованиями НРБ-99 [2] и ОСПОРБ-99 [8] вокруг промышленной зоны предприятия существуют санитарно-защитная зона (СЗЗ) и зона наблюдения (ЗН). Размеры этих зон согласованы с органами Госсанэпиднадзора. Площадь СЗЗ, включая территорию промышленной зоны, составляет  $256 \text{ км}^2$  [9]. В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, отдельные жилые дома и объекты соцкультбыта. Площадь зоны наблюдения составляет около  $1800 \text{ км}^2$ .

Данные о выбросах радионуклидов в атмосферу из всех высоких источников на ПО «Маяк» в 2004 г. приведены в табл. 2.1 [1, 9]. Как видно из табл. 2.1, в 2004 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 4,6 % от величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2003 г., выбросы радионуклидов, в основном, уменьшились. Исключение составляют  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{125}\text{Sb}$  и  $^{60}\text{Co}$ , выбросы которых увеличились в 1,4–2,5 раза.

В 2004 г. сбросы  $^{90}\text{Sr}$  со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на предприятии составили  $1,86 \cdot 10^{12}$  Бк, практически остались на уровне 2003 г. и не превышали установленных значений предельно допустимого сброса [9]. Сброс  $^{90}\text{Sr}$  по левобережному (ЛБК), правобережному (ПБК) каналам и по фильтрационному выпуску плотины № 11 также остался на уровне 2003 г. [9].

Таблица 2.1

**Готовые выбросы радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк», Бк**

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>51</sup> Cr	3,70·10 <sup>10</sup>	1,58·10 <sup>8</sup>	5,58·10 <sup>8</sup>	- 4,00·10 <sup>8</sup>
<sup>60</sup> Co	1,85·10 <sup>10</sup>	1,36·10 <sup>7</sup>	8,90·10 <sup>6</sup>	+ 4,7·10 <sup>6</sup>
<sup>65</sup> Zn	3,70·10 <sup>11</sup>	1,04·10 <sup>7</sup>	1,22·10 <sup>7</sup>	- 1,80·10 <sup>-6</sup>
<sup>90</sup> Sr	1,85·10 <sup>10</sup>	7,23·10 <sup>8</sup>	8,03·10 <sup>8</sup>	- 8,00·10 <sup>7</sup>
<sup>95</sup> Zr+ <sup>95</sup> Nb	2,96·10 <sup>10</sup>	1,78·10 <sup>7</sup>	1,89·10 <sup>7</sup>	- 1,10·10 <sup>6</sup>
<sup>106</sup> Ru	6,66·10 <sup>10</sup>	5,24·10 <sup>7</sup>	7,09·10 <sup>7</sup>	- 1,85·10 <sup>7</sup>
<sup>125</sup> Sb	3,70·10 <sup>10</sup>	3,17·10 <sup>7</sup>	1,25·10 <sup>7</sup>	+ 1,92·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	3,70·10 <sup>10</sup>	5,75·10 <sup>8</sup>	1,60·10 <sup>9</sup>	- 1,03·10 <sup>9</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,85·10 <sup>10</sup>	1,97·10 <sup>7</sup>	1,43·10 <sup>7</sup>	+ 5,40·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,85·10 <sup>10</sup>	5,80·10 <sup>8</sup>	7,24·10 <sup>8</sup>	- 1,44·10 <sup>8</sup>
<sup>144</sup> Ce	2,96·10 <sup>11</sup>	1,35·10 <sup>7</sup>	3,05·10 <sup>7</sup>	- 1,70·10 <sup>7</sup>
Σα-активных радионуклидов	7,40·10 <sup>9</sup>	3,39·10 <sup>8</sup>	4,45·10 <sup>8</sup>	- 1,06·10 <sup>8</sup>
Сумма ИРГ	3,65·10 <sup>15</sup>	7,30·10 <sup>13</sup>	1,19·10 <sup>14</sup>	- 4,60·10 <sup>13</sup>

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 ЦГСЭН-71 и областным управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды. 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 приземной атмосфере на 12 стационарных пунктах наблюдения в СЗЗ и 29 – в ЗН с помощью отбора проб атмосферных аэрозолей с экспозицией в один месяц воздухофильтрующими установками на фильтр ФПП-15 площадью 0,07 м<sup>2</sup>. Кроме того, в ЗН объемная активность периодически определяется еще с помощью трех передвижных воздухофильтрующих установок, на которых пробы отбираются с экспозицией 3–5 дней на фильтр ФПП-15 площадью 1 м<sup>2</sup>;
- определение радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность в 16 пунктах СЗЗ и 27 – в ЗН с помощью отбора проб с месячной экспозицией планшетами с площадью 0,0625 м<sup>2</sup> и 0,33 м<sup>2</sup>. Кроме того, в ЗН радиоактивные выпадения определяются еще на двух пунктах с экспозицией 3–5 дней;
- измерение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на 5 пунктах в СЗЗ и 12 – в ЗН;
- измерение один раз в год удельной активности радионуклидов в почве, растительности и пищевых продуктах в 25 пунктах ЗН, в донных отложениях – в 20 пунктах, в гидробионтах – в двух пунктах;
- ежемесячное определение объемной активности гамма-излучающих радионуклидов и <sup>90</sup>Sr в воде в 22 пунктах открытой гидрографической сети, трития – в 5 пунктах и активности альфа-излучающих радионуклидов в воде в одном пункте ежеквартально;

- ежемесячный мониторинг подземных вод с определением радиоизотопного состава и содержания радионуклидов в 114 скважинах и 1–3 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 изотопов плутония, тритий, а также ряд других техногенных и природных гамма- и альфа-излучающих радионуклидов. Для измерения мощности дозы использовались дозиметр-радиометр ДКГ-01 «Сталкер», ДРБП-03, МКС-01Р-01, радиометр-спектрометр МКС-А02, поглощенной дозы гамма-излучения на местности – термолюминесцентный дозиметр типа ТЛД. Гамма-спектрометрический анализ проб проводился с помощью сцинтилляционного и полупроводникового гамма-спектрометров. Измерение альфа- и бета-активности проб объектов окружающей среды, состава и активности альфа-излучающих радионуклидов в пробах объектов окружающей среды проводилось на автоматических альфа- и бета-радиометрах NRR-610, МФ-60, СЕБ-01, АРС и низкофоновых спектрометрах альфа-излучения типа СЭАМ, СЕА и др. Удельная активность трития определялась с помощью жидкостного бета-радиометра трития типа ЖУ-2 (м).

Контроль загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС [10]. В 2004 г. Уральским УГМС проводились систематические наблюдения:

- за объемной активностью  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{238,239}\text{Pu}$  в приземной атмосфере в трех пунктах наблюдения (ежесуточно, с помощью ВФУ);
- за атмосферными выпадениями суммы бета-излучающих радионуклидов с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 21 пункте, из них выпадения  $^{137}\text{Cs}$  определялись в 15 пунктах,  $^{90}\text{Sr}$  – в 14 пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения в 31 пункте;
- за радиоактивным загрязнением воды рек  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в семи пунктах, тритием – в трех пунктах ежемесячно. Кроме того, еще в трех пунктах содержание трития в воде определялось периодически – 2 раза в год;
- за загрязнением растительности и снежного покрова в 10 пунктах;
- за загрязнением месячных атмосферных осадков тритием в трех пунктах.

Контроль содержания радионуклидов в пробах проводился Уральским УГМС с помощью следующих аттестованных средств контроля: полупроводникового гамма-спектрометра, низкофоновый  $\alpha$ - $\beta$ -радиометра УМФ-2000, радиометра РУБ-01П. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом параллельно в региональных лабораториях Уральского УГМС и НПО «Тайфун». Радиохимический анализ проб на содержание изотопов плутония, а также анализ проб воды и осадков на содержание трития выполнялся в лаборатории радиационного мониторинга НПО «Тайфун» с использованием  $\alpha$ -спектрометра фирмы ORTEC и жидкостного спектрометра «Quantulus-1220». Для измерения МЭД использовались дозиметры ДРГ-01Т, ДБГ-01Н, ДКГ-03Д «Грач».

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



Рис. 2.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» и ПЗРО Челябинского СК «Радон»:

- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- ★ – отбор проб атмосферных выпадений с недельной экспозицией;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО «Радон».

Ниже изложены результаты радиационного мониторинга в зоне влияния ПО «Маяк» ЦЗЛ ПО «Маяк» и Уральского УГМС.

### Приземная атмосфера

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» в течение последних лет по данным ПО «Маяк» [9] находились примерно на одном уровне. Результаты контроля приземной атмосферы ЦЗЛ ПО «Маяк» за 2004 г. представлены в табл. 2.2.

Из табл. 2.2 видно, что в СЗЗ значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и плутония на 2–3 порядка меньше величины ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [2]. В ЗН значения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на 4–5 порядков, а плутония – на 2–3 порядка меньше величины ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [2].

В 2004 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился Уральским УГМС в п.п. Новогорный, Бродокалмак и Аргаяш. Среднемесячные и среднегодовые объемные активности  $\Sigma\beta$  в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.3.

По данным табл. 2.3 видно, что среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе 100-км зоны ПО «Маяк» в 2004 г. уменьшилась по сравнению с 2003 г. [11] в 1,3 раза и не превышала средневзвешенного значения на территории АТР  $19,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

В 2004 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» наблюдалось 6 случаев, когда суточная объемная активность  $\Sigma\beta$  в одном из пунктов превышала фоновый уровень в 5 и более раз, три из которых были зарегистрированы в п. Новогорный. Максимальная объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась 6–7 ноября и составляла  $110 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. В пробе присутствовал  $^{137}\text{Cs}$ , объемная активность которого 6–7 ноября составляла  $3,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при фоновом значении  $2,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 2.2

**Объемные активности радионуклидов в приземном слое атмосферы  
в районе расположения ПО «Маяк» в 2004 г., 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Место отбора пробы, расстояние и направление от центра промплощадки	Σβ	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	Pu*
санитарно-защитная зона				
В-17, 5 км на ЮВ	16400	1820	13230	2,5
П-16-3, 4 км на ВЮВ	270	310	190	0,5
В-3, 5 км на СВ	3110	417	2330	2,2
Плотина 10, 11 км на ВЮВ	450	75	40	0,5
Скважина 2/57	160	26	100	1,3
Скважина 65, 5 км на ЮЮВ	600	35	80	1,3
АЭС (ЛБК), 8 км на СВ	70	9	20	0,3
АЭС (БСИ), 11 км на СВ	60	11	10	0,3
оз. Татыш, 8 км на ЮЗ	40	2,7	20	0,1
зона наблюдения				
п. Худайбердинск, 13 км на ЮЮВ	40	1,4	20	0,4
п. Новогорный, 7 км на Ю	30	1,0	20	0,6
г. Озерск, пос. №2, 7 км на ЗЮЗ	30	4,0	20	0,4
г. Озерск	40	6,2	30	1,2
ОНИС (Метлино), 15 км на СВ	50	2,0	30	1,1
п. Б. Куяш	40	2,0	20	0,9
п. Башакуль, 26 км на В	50	2,0	20	0,4
г. Касли, 22 км на С	30	2,0	20	2,1
п. Аргаяш, 25 км на Ю	50	1,0	20	0,9
с. Муслумово, 56 км на ВЮВ	30	1,6	20	0,4
г. Кыштым, 13 км на З	40	0,5	10	0,6
с. Калининское	30	1,0	20	0,3
с. Щелкун	20	0,7	40	0,5
д. Сарыкульмяк	30	9,0	30	0,6
п. Слодордник	30	0,5	10	0,3
п. Кунашак	40	5,4	40	0,6
п. Красный партизан	30	4,0	20	0,8
д. Т. Караболка	40	11,0	20	0,5
с. Багаряк	40	0,5	10	0,3
г. В. Уфалей, 56 км на СЗ	20	2,0	20	0,2
Среднее по зоне наблюдения	36	2,9	22	0,7
ДОНАС.	-	2,7·10 <sup>5</sup>	27·10 <sup>5</sup>	2,5·10 <sup>2</sup>

\* – сумма изотопов плутония.

Таблица 2.3

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения объемной активности Σβ  
в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2004 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	2004 г.	2003 г.
Аргаяш	с	11,8	14,7	7,9	6,9	10,1	9,1	11,8	-	12,2	9,4	11,2	24,6	11,8	16,6
	м	98,5	47,8	14,0	17,2	26,5	25,4	18,9	-	33,9	32,0	31,0	73,9		
Бродокалмак	с	10,3	13,5	7,6	10,1	12,2	8,9	12,7	12,9	17,0	11,5	13,5	42,6	14,4	13,3
	м	33,0	31,5	16,2	32,4	25,6	20,4	34,9	54,4	54,4	32,0	39,8	100,7		
Новогорный	с	8,9	11,9	10,4	11,9	12,9	11,3	16,8	11,5	11,7	14,1	18,6	22,5	13,5	23,8
	м	22,4	44,1	49,2	44,8	29,5	41,9	58,5	42,1	26,6	67,8	110,0	73,2		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
2004 г.		10,3	13,4	8,6	9,6	11,7	9,8	13,8	12,2	13,6	11,7	14,4	29,9	13,3	17,9
2003 г.		18,8*	19,9*	21,3*	17,9*	16,5	13,7	35,3	19,1	11,4	21,6	9,9	9,5		

- – наблюдения не проводились;

\* – рассчитано с учетом значений объемной активности в п. Бродокалмак, равных среднегодовому значению.

В табл. 2.4 приведены средние объемные активности отдельных радионуклидов в воздухе в этих же пунктах контроля. Данные по <sup>137</sup>Cs в Новогорном и все данные по <sup>90</sup>Sr и изотопам плутония приведены по результатам анализа проб, выполненного в НПО «Тайфун». Анализ проб из п.п. Аргаяш и Бродокалмак по определению содержания <sup>137</sup>Cs выполнялся в лаборатории Уральского УГМС (Челябинский ЦГМС).

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{238}\text{Pu}$  в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2004 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Уральского УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяц	Пункт наблюдения							
	Новогорный				Аргаяш		Бродокалмак	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{239,240}\text{Pu}$	$^{238}\text{Pu}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$
Январь	40	0,47	0,50	22	2		2	
Февраль	94	2,0	2,8	50	5	3,4	2	11
Март	220	0,86	1,6	110	6		10	
Апрель	82	1,3	0,90	45	3		6	
Май	98	1,7	0,90	60	21	11	6	11,5
Июнь	182	1,3	1,0	130	13		13	
Июль	226	2,4	4,4	160	25		6	
Август	181	1,6	2,6	120	-	22	18	6,0
Сентябрь	79	0,9	1,2	37	21		7	
Октябрь	212	0,95	2,8	110	18		14	
Ноябрь	243	0,77	1,3	120	6	-	6	-
Декабрь	75	0,63	1,3	52	6		6	
Среднее: 2004 г.	144	1,2	1,8	85	11,5	12,1	8	9,5
2003 г.	531	2,5	4,2	138	14,0	13	12,0	10
ДОО <sub>НАС.</sub>	$27 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^7$	$27 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^7$	$27 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^7$

- - пробы в НПО «Тайфун» не поступили.

В 2004 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  (см. табл. 2.4) в п.п. Новогорный, Аргаяш и Бродокалмак была в 1,2–3,7 раза ниже, чем в 2003 г., но превышала средневзвешенную по территории РФ объемную активность ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), соответственно, в 51,4, 4,1 и 2,9 раза. Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в Новогорном изменялась от  $40 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в январе до  $243 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> в ноябре. Максимальное из зарегистрированных значений объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зоне влияния ПО «Маяк» было на шесть порядков ниже ДОО<sub>НАС.</sub> для  $^{137}\text{Cs}$  (27 Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99 [2].

Среднегодовые объемные активности изотопов плутония  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{238}\text{Pu}$  в приземной слое атмосферы в п. Новогорный в 2004 г. составляли  $1,2 \cdot 10^{-7}$  и  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, соответственно, и были в 2,1–2,3 раза ниже, чем в 2003 г. Указанные значения более чем на четыре порядка ниже допустимой среднегодовой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения ДОО<sub>НАС.</sub> для этих радионуклидов по НРБ-99 [2]. Среднемесячная объемная активность  $^{239}\text{Pu}$  в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в течении года изменялась в пределах от  $0,47 \cdot 10^{-7}$  до  $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $^{238}\text{Pu}$  – от  $0,50 \cdot 10^{-7}$  до  $4,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднее за год отношение изотопов  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в воздухе этого пункта в 2004 г. составляло 1,5, в то время как характерные отношения объемных активностей этих изотопов от глобального радиоактивного источника составляют: для северного полушария – 0,03, для южного полушария – 0,18 [12].

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2004 г. составляла  $85 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,6 раза ниже, чем в 2003 г. [11] и более чем на пять порядков ниже допустимой объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  во вдыхаемом воздухе по НРБ-99. Наибольшая среднемесячная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в п. Новогорный была зарегистрирована в июле –  $160 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  уменьшаются практически на порядок величины. В п. Аргаяш, расположенном в 25 км от источника в южном направлении, среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  были, соответственно, в 12 и 7 раз ниже, чем в п. Новогорный, расположенном в 7 км от источника в том же направлении.

Необходимо отметить, что значения объемных активностей  $^{137}\text{Cs}$  и изотопов плутония в при-



земной атмосфере ЗН ПО «Маяк», полученные в лабораториях Уральского УГМС и НПО «Тай-фун», значительно ниже (более, чем на порядок величины) данных, полученных ЦЗЛ ПО «Маяк». Этот вопрос требует дополнительного изучения.

**Радиоактивные выпадения**

Результаты измерения выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС представлены в табл. 2.5. Там же для сравнения приведены выпадения  $\Sigma\beta$ , характеризующие

Таблица 2.5

**Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки**

Пункт наблюдений		Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> -год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	с	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,3	1,2	0,8	0,6	0,8	329
	м	1,9	1,5	2,0	2,4	2,2	2,2	2,6	2,4	3,9	3,5	1,9	3,1		
Бродокалмак	с	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	1,0	0,8	0,9	0,6	0,7	329
	м	2,6	2,3	2,3	1,4	1,3	2,0	2,0	2,0	2,4	2,6	2,4	2,0		
Верхний Уфалей	с	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6	1,0	0,9	0,8	1,2	0,9	0,7	0,7	0,8	292
	м	1,9	1,9	1,9	1,6	1,7	2,4	2,8	3,5	3,6	2,4	2,8	2,4		
Златоуст	с	0,9	0,6	0,7	0,7	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,5	0,8	0,8	0,9	292
	м	1,9	2,1	2,8	2,6	2,1	2,8	4,2	3,0	2,7	4,9	1,5	2,8		
Ибрагимово	с	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,4	0,4	0,9	1,0	0,7	0,4	0,6	256
	м	1,4	1,8	2,2	1,7	2,9	1,3	1,1	1,8	3,5	3,5	2,1	1,4		
Калининский	с	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0	0,8	0,7	0,6	0,7	329
	м	1,4	2,0	2,6	2,0	1,8	2,8	3,3	2,9	2,8	2,2	1,9	1,7		
Караболка	с	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	1,2	1,1	0,7	0,5	0,7	292
	м	2,4	2,9	1,6	1,2	2,3	2,3	2,8	2,1	3,1	4,4	2,4	1,6		
Касли	с	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,7	0,9	0,7	1,0	1,2	0,6	1,3	0,8	256
	м	2,1	1,9	2,0	1,7	2,6	1,9	3,4	2,1	3,1	4,4	1,2	2,4		
Кыштым	с	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	1,4	1,0	0,9	0,6	0,8	292
	м	2,3	1,3	2,1	3,6	2,9	2,2	2,2	2,7	3,1	3,5	2,5	2,5		
Малый Куяш	с	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	0,8	0,6	0,6	1,1	1,0	0,6	0,6	0,7	256
	м	1,4	2,1	2,3	3,0	1,4	1,7	2,3	2,6	3,1	3,7	2,1	2,0		
Метлино	с	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	1,2	0,8	0,8	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	292
	м	2,1	2,4	2,8	2,2	2,0	3,5	1,8	3,5	3,5	4,3	2,8	4,9		
Миасс	с	0,7	0,6	0,7	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	1,0	1,0	0,7	0,9	0,8	329
	м	1,7	1,5	1,8	2,7	2,4	2,0	2,7	3,7	3,1	3,9	2,3	2,7		
Муслюмово	с	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	1,1	1,3	0,7	0,9	0,8	292
	м	2,6	2,0	1,9	1,6	1,7	2,2	2,4	3,0	3,3	4,6	2,9	1,8		
Новогорный	с	0,7	0,8	0,7	1,0	0,7	1,3	1,3	1,0	1,3	1,5	0,9	0,7	1,0	365
	м	1,7	2,1	2,7	2,8	2,0	3,5	4,0	3,9	3,2	6,0	2,3	5,9		
Нязепетровск	с	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	1,3	0,9	0,8	1,0	0,8	329
	м	2,1	1,8	4,9	1,7	1,6	2,1	2,6	2,4	4,3	4,0	2,6	2,2		
Рыбниковское	с	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	183
	м	4,3	2,8	1,8	1,8	1,5	1,8	1,6	1,0	1,7	1,5	1,1	2,6		
Сысерть	с	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,6	0,7	0,3	0,5	0,4	146
	м	1,6	1,0	1,9	1,2	1,7	1,2	1,6	1,6	2,4	5,0	0,9	2,8		
Тюбук	с	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8	1,0	0,6	0,6	0,6	256
	м	1,6	2,1	1,3	2,2	1,8	2,2	2,4	2,1	2,4	2,1	1,8	2,2		
Усть-Караболка	с	0,7	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,4	0,7	256
	м	1,9	2,7	3,4	1,7	2,1	2,1	1,9	2,3	1,4	2,2	2,5	1,6		
Худайбер-дийский	с	0,6	0,5	0,7	1,4	0,7	0,9	0,9	0,7	1,2	1,1	0,7	0,9	0,9	292
	м	1,5	1,9	2,4	16,9	2,2	2,7	4,4	2,5	3,3	3,2	3,1	3,1		
Челябинск - город	с	0,6	0,9	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9	1,0	0,5	0,6	0,7	256
	м	1,4	1,8	1,0	1,7	1,9	1,6	1,9	2,7	2,9	4,6	1,6	2,0		
Среднее:															
2004 г.		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	256
2003 г.		0,6	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9	0,7	1,0	0,9	0,8	0,6	0,6	0,8	292
Фон для Ураль-ского региона:															
2004 г.		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	183
2003 г.		0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5	183

фоновое загрязнение на территории Уральского региона. Видно, что среднегодовая величина суточных выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ПО «Маяк» была несколько ниже уровня 2003 г. и составляла 0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Это в 1,4 раза выше фонового значения для Уральского региона.

В 2004 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» в п. Худайбердинский был зарегистрирован случай превышения суточных атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$  над фоновыми более чем в 10 раз. Суточные выпадения  $\Sigma\beta$  29–30 апреля составили 16,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что в 24 раза выше фонового уровня по данному пункту и в 34 раза выше фона по Уральскому региону. В пробе присутствовал <sup>137</sup>Cs, выпадения которого 29–30 апреля составили 5,79 Бк/м<sup>2</sup>·сутки при фоновом значении 0,08 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

В табл. 2.6 приведены данные об атмосферных выпадениях <sup>90</sup>Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2004 г.

Таблица 2.6

**Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2004 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	0,20			0,22			0,52			0,21			0,29	3,48			
Бродокалмак	0,70			0,29			0,47			0,30			0,44	5,28			
Ибрагимово	0,66			0,59			0,57			0,48			0,58	6,96			
Караболка	0,16			0,69			0,70			0,32			0,47	5,64			
Касли	1,03			0,38			1,02			0,87			0,83	9,96			
Кыштым	0,51			0,56			0,44			0,11			0,41	4,92			
Малый Куяш	0,46			0,39			0,24			0,37			0,37	4,44			
Метлино (новое)	0,48			1,07			0,77			0,83			0,79	9,48			
Муслюмово	1,31			1,01			0,17			0,56			0,76	9,12			
Новогорный	0,43			0,78			2,21			0,97			1,10	13,2			
Рыбниковское	0,29			0,57			0,53			0,64			0,51	6,12			
Тюбук	0,25			0,21			0,16			0,59			0,30	3,60			
Усть-Караболка	0,25			0,25			0,17			0,20			0,22	2,64			
Худайбердинский	0,60			0,72			1,64			0,94			0,98	11,76			
Среднее:	2004 г.			0,52			0,55			0,69			0,53	6,96			
	2003 г.			0,33			0,60			0,27			0,59	5,40			
Фон для Уральского региона:	2004 г.			0,12	0,13	0,13	0,15	0,13	0,11	0,32	0,16	0,20	0,15	0,09	0,23	0,16	1,92
	2003 г.			0,17	0,13	0,13	0,09	0,10	0,15	0,14	0,16	0,19	0,14	0,11	0,05	0,13	1,60

Сумма годовых выпадений <sup>90</sup>Sr из атмосферы в среднем по 100-км зоне ПО «Маяк» (6,96 Бк/м<sup>2</sup>·год) в 2004 г. была в 3,6 раза выше, чем региональный фон (1,92 Бк/м<sup>2</sup>·год) и по сравнению с 2003 г. [11] увеличилась в 1,3 раза. Фоновые выпадения <sup>90</sup>Sr по Уральскому региону в 2004 г. также увеличились в 1,2 раза. Наибольшие выпадения <sup>90</sup>Sr отмечались в п.п. Новогорный (13,2 Бк/м<sup>2</sup>·год) и Худайбердинский (11,8 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Годовые выпадения <sup>137</sup>Cs в 2004 г. в разных пунктах 100-км зоны наблюдения ПО «Маяк» представлены в табл. 2.7. Они изменялись в диапазоне от 0,8 Бк/м<sup>2</sup>·год до 33,1 Бк/м<sup>2</sup>·год и в среднем по зоне наблюдения увеличились в 1,3 раза. Фоновые выпадения <sup>137</sup>Cs по Уральскому региону в 2004 г. также увеличились в 1,3 раза. Максимальные выпадения <sup>137</sup>Cs в 2004 г. (33,1 Бк/м<sup>2</sup>·год), как и ранее, относятся к п. Новогорный (см. табл. 2.7). Выпадения <sup>137</sup>Cs в п. Новогорный увеличились в 1,2 раза по сравнению с 2003 г. и в 21 раз превышали среднерегиональный фон. Максимальные месячные выпадения <sup>137</sup>Cs в п. Новогорный – 5,4 Бк/м<sup>2</sup>·месяц – наблюдались в октябре, когда региональный фон составлял 0,2 Бк/м<sup>2</sup>·месяц. Средняя сумма выпадений <sup>137</sup>Cs за год в зоне наблюдения составляла 8,0 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 5 раз превышает региональные фоновые выпадения (1,6 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Таблица 2.7

**Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2004 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	0,3	0,4	н	0,2	0,7	0,7	0,9	н	0,5	1,2	1,0	н	0,5	5,9
Бродокалмак	н	н	н	0,8	0,5	0,8	0,9	1,1	н	0,4	0,9	н	0,5	5,4
Ибрагимово	0,2	н	0,6	1,0	н	1,0	0,7	н	0,5	н	0,3	н	0,4	4,3
Калининский	н	0,2	0,8	0,7	0,4	1,3	1,7	1,9	1,0	0,8	0,6	н	0,8	9,4
Караболка	0,5	0,5	н	н	0,4	0,3	н	н	0,5	н	н	н	0,2	2,2
Касли	0,9	0,9	0,8	0,4	0,5	0,8	0,6	0,7	0,8	1,7	0,7	-	0,8	8,8
Кыштым	1,0	0,2	1,0	0,5	н	1,0	0,5	н	0,6	0,8	1,4	н	0,6	7,0
Малый Куяш	0,3	н	0,4	н	н	н	н	0,7	1,7	0,3	0,8	н	0,4	4,2
Метлино (нов.)	0,8	0,5	0,5	1,5	0,4	0,9	0,7	1,4	0,9	0,6	0,6	0,5	0,8	9,3
Муслимово	н	н	0,7	0,5	0,5	2,3	1,0	н	1,0	1,0	0,6	н	0,6	7,6
Новогорный	н	2,2	1,7	1,9	2,0	3,0	5,2	4,6	4,8	5,4	1,1	1,2	2,8	33,1
Рыбниковское	н	0,2	0,1	н	0,1	н	н	н	н	н	0,4	н	0,1	0,8
Тюбук	н	0,6	н	н	0,5	0,5	1,4	н	1,4	0,5	0,3	0,5	0,5	5,7
Усть-Караболка	н	н	н	н	н	0,8	н	0,7	0,4	0,4	0,3	н	0,2	2,6
Худайбер- динский	0,6	0,6	2,6	1,2	0,3	2,4	2,0	1,2	1,9	0,8	0,6	0,7	1,2	14,9
Среднее:														
2004 г.	0,3	0,4	0,6	0,6	0,4	1,1	1,0	0,8	1,1	0,9	0,6	0,2	0,7	8,0
2003 г.	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	6,0
Фон для Ураль- ского региона:														
2004 г.	0,10	0,10	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,20	0,20	0,13	0,20	0,13	1,6
2003 г.	0,21	н	0,05	0,04	н	0,18	0,12	0,03	0,24	0,03	0,15	0,10	0,10	1,2

н – ниже порога обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup>·месяц);  
-- измерения не проводились.

В табл. 2.8 приведены данные ПО «Маяк» о выпадениях радионуклидов в СЗЗ и ЗН ПО «Маяк» в 2004 г. Максимальные выпадения  $\Sigma\beta$  в ЗН ПО «Маяк» в 2004 г., согласно этим данным, наблюдались в п.п. Калининское и Худайбердинский – 922 и 875 Бк/м<sup>2</sup>·год, соответственно. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в разных пунктах ЗН составляли от 97 до 174 Бк/м<sup>2</sup>·год (п. Метлино) и, в среднем, не изменились по сравнению с предыдущими годами. Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  за этот же период составляли от 6,4 до 35,2 Бк/м<sup>2</sup>·год (п. Татарская Караболка), а выпадения суммы изотопов плутония – от 1 до 10,9 Бк/м<sup>2</sup> (п. Красный Партизан).

Таблица 2.8

**Годовые выпадения радионуклидов в районе расположения ПО «Маяк» в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·год  
(данные ПО «Маяк»)**

Место отбора пробы, расстояние и направление от центра промплощадки	$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	Pu
санитарно-защитная зона				
В-17, 5 км на ЮВ	31180	2520	49970	12,3
П-16-3, 4 км на ВЮВ	5190	1160	1580	2,6
В-3, 5 км на СВ	9340	600	17500	12,0
Плотина 10, 11 км на ВЮВ	1982	150	263	1,1
Скважина 2/57	914	26,2	170	2,7
Скважина 65, 5 км на ЮЮВ	1137	46,4	234	3,2
Скважина 96, 6 км на ВЮВ	662	26,0	279	1,4
Домна, 6 км на ЮВ	1229	52,8	285	1,6
Лежневка, 7 км на ССВ	530	7,7	124	8,0
ЮУАЭС	849	34,0	200	4,4
оз. Татыш, 8 км на ЮЗ	502	9,0	137	3,0

Продолжение табл. 2.8

Место отбора пробы, расстояние и направление от центра промплощадки	$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	Pu
	зона наблюдения			
п. Худайбердинский, 13 км на ЮЮВ	875	22,6	134	2,7
п. Новогорный, 7 км на Ю	583	7,7	104	2,1
г. Озерск, пос. №2, 7 км на ЗЮЗ	567	20,3	140	1,7
г. Озерск	790	10,4	137	2,6
ОНИС (Метлино), 15 км на СВ	402	23,5	174	6,4
п. Б. Куяш	616	12,8	120	2,1
п. Башакуль, 26 км на В	677	16,8	137	1,8
г. Касли, 22 км на С	708	15,2	136	3,7
с. Муслумово, 56 км на ВЮВ	606	22,6	133	5,4
г. Кыштым, 13 км на З	701	6,4	97	3,4
с. Калининское	922	6,4	125	2,9
с. Щелкун	720	6,4	136	1,3
д. Сарыкульмяк	694	12,8	126	2,4
п. Слюдордник	621	18,7	108	1,0
п. Кунашак	802	6,4	148	2,2
п. Красный партизан	643	31,4	147	10,9
д. Т. Караболка	593	35,2	154	3,5
с. Булзи	581	12,2	136	3,0
с. Багаряк	527	6,4	142	2,1
Среднее по зоне наблюдения	665	15,5	133	3,2
Фоновый уровень по Уральскому региону*	183	1,9	1,6	-

\* – данные Уральского УГМС;

Pu – сумма нуклидов плутония.

### Поверхностные воды

На территории России наиболее загрязненными, в основном  $^{90}\text{Sr}$ , 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  $^{90}\text{Sr}$  прослеживается на всем протяжении р. Течи и р. Исети (после впадения в нее р. Течи) вплоть до впадения р. Исети в р. Тобол [7]. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом.

В 2004 г. Уральским УГМС и ЦЗЛ ПО «Маяк» продолжался многолетний мониторинг загрязнения радионуклидами вод рек Течи, Исети и Караболки. Точки отбора проб воды из рек представлены на рис. 2.2.



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

Пробы воды из р. Течи в 2004 г. отбирались Уральским УГМС (Екатеринбургская и Челябинская лаборатории) ежемесячно в четырех пунктах и периодически – в одном пункте, а ЦЗЛ ПО «Маяк» – в двух пунктах, в одном из них – периодически. Результаты радионуклидного анализа проб воды из р. Течи приведены в табл. 2.9. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде определялось параллельно в лабораториях Уральского УГМС и НПО «Тайфун». Поэтому в табл. 2.9 – 2.11 приведены данные по результатам измерений двух лабораторий.

Таблица 2.9

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Течи в 2004 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	-	278,9	30,7	29	4,10	0,81	460	332	-	16	0,064	-	-	-
февраль	-	135,2	19,4	15	1,20	0,56	70	123	-	17	0,057	-	-	-
март	-	352,8	15,5	25	0,70	0,43	970	292	-	12	0,056	-	-	-
апрель	-	9,8	16,8	7,89	0,56	1,04	120	71	-	3	0,039	-	-	-
май	310,6	188,5	5,1	11	0,24	0,24	≤ 60	151	110,5	5,5	0,069	-	-	-
июнь	-	260,0	6,4	23	1,40	0,17	220	228	-	8,2	0,077	2,8	0,22	100
июль	481,2	454,5	26,0	39	0,50	0,25	500	412	171,2	9,3	0,056	-	-	-
август	-	507,1	32,3	47	0,66	1,56	490	428	-	16	0,036	-	-	-
сентябрь	-	588,2	42,0	43	0,78	0,16	390	495	-	17	0,050	13,5	0,95	80
октябрь	-	325,5	30,7	20	1,20	0,25	660	232	-	15	0,052	-	-	-
ноябрь	-	327,2	13,4	27	0,58	0,30	270	289	-	14	0,032	-	-	-
декабрь	-	385,9	17,6	33	0,76	0,58	390	350	-	17	0,030	-	-	-
Среднее:														
2004 г.	395,9	317,8	21,3	26,0	1,06	0,53	383	284	140,9	13,0	0,05	8,2	0,59	90
2003 г.	-	123,0	-	11,0	-	0,41	-	109	-	7,7	0,09	-	-	-
УВ(НРБ-99)	7700	7700	5	5	11	11	7700	7700	7700	5	11	5	11	7700

\* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Из анализа приведенных в табл. 2.9 данных видно, что среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи у д. Муслюмово в 78 км от источника в 2004 г. увеличилась в 2,4 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла 26 Бк/л. Это значение в 5,2 раза выше уровня вмешательства для  $^{90}\text{Sr}$  в питьевой воде по НРБ-99 [2] и в 4 200 раз выше фонового уровня для рек России (6,1 мБк/л). Такие же высокие объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи в период с 1994 г. по настоящее время в п. Муслюмово наблюдались в 1995 г. – 25,9 Бк/л, в 1997 г. – 32,2 Бк/л, в 1998 г. – 26,7 Бк/л. В 1994 г. и в 1999–2003 гг. активность  $^{90}\text{Sr}$  в р. Тече сохранялась на уровне (9,3–13,3) Бк/л. Главной причиной повышения объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Теча в 2004 г. явился аномально низкий (за последние пять лет) водный сток реки вследствие сложившихся погодных условий и полного отсутствия сброса в р. Течу избыточных чистых вод из Иртышско-Каслинской системы озер [9]. Вниз по течению р. Течи среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  уменьшалась. В д. Першинское она уже составляла 13 Бк/л, а в п. Затеченское (237 км от источника) – 8,2 Бк/л.

Вниз по течению р. Исети после впадения в нее р. Течи в п.п. Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  также уменьшалась (см. табл. 2.10) от 3,1 до 1,6 Бк/л. В п. Долматово, расположенном выше места впадения р. Течи в р. Исеть, объемная актив-

ность  $^{90}\text{Sr}$  не превышала 0,03 Бк/л. В целом, в воде р. Исеть объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. была в 1,6–3,1 раза ниже УВ.

Таблица 2.10

**Объемная активность радионуклидов в воде р. Исети в 2004 г., Бк/л  
(данные Уральского УГМС, НПО «Тайфун» и ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Месяц	Долматово	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	-	-	4,8	0,011	2,9	0,020	2,9	0,023
февраль	-	-	6,3	0,049	4,3	0,014	2,4	0,023
март	-	-	4,1	0,045	2,3	0,027	2,4	0,018
апрель	-	-	1,2	0,065	0,43	0,016	0,38	0,010
май	0,04	2,1	2,3	0,031	1,2	0,012	0,80	0,010
июнь	-	-	2,2	0,045	2,1	0,030	1,0	0,010
июль	-	-	1,8	0,073	1,4	0,093	1,2	0,073
август	-	-	2,8	0,015	2,3	0,016	1,5	н
сентябрь	≤ 0,03	2,5	2,5	0,015	2,5	0,010	2,3	0,036
октябрь	-	-	3,5	0,011	1,8	0,015	1,5	0,011
ноябрь	-	-	3,0	0,018	2,3	0,017	1,9	0,011
декабрь	-	-	3,0	0,017	1,6	0,031	0,74	0,023
Среднее:								
2004 г.	≤0,03	2,3	3,1	0,033	2,1	0,025	1,6	0,021
2003 г.	-	-	4,1	0,042	2,0	0,022	1,9	0,033

н – ниже предела обнаружения;

\* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

В водах системы рек Карabolка – Синара в п.п. Татарская Карabolка, Усть-Карabolка и в устье р. Синары среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. (см. табл. 2.11) уменьшилась по сравнению с 2003 г. и не превышала УВ по НРБ-99. Исключение составляет болото Бугай, откуда берет начало р. Карabolка, в котором активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде в мае составляла 6,2 Бк/л, что на 25 % выше УВ.

Таблица 2.11

**Объемная активность радионуклидов в воде рек Карabolки и Синары в 2004 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	
	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}^*$	$^3\text{H}^*$	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^3\text{H}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
январь	-	-	-	-	-	-	4,6	1,2	0,05	-	0,28	0,047
февраль	-	-	-	1,2	0,22	≤ 60	3,8	1,5	0,05	-	0,31	0,006
март	-	-	-	-	-	-	4,7	1,4	0,04	-	0,27	0,021
апрель	-	-	-	-	-	-	9,5	1,7	0,01	-	0,31	0,012
май	6,2	3,5	≤ 60	5,1	2,60	≤ 60	17,2	1,8	0,05	12,9	0,49	0,005
июнь	-	-	-	-	-	-	13,2	2,2	0,05	-	0,42	0,011
июль	-	-	-	-	-	-	6,6	1,6	0,06	14,1	0,28	0,011
август	-	-	-	2,6	≤ 0,18	≤ 60	11,1	1,6	0,12	-	0,19	0,023
сентябрь	-	-	-	-	-	-	6,6	1,9	0,07	-	0,15	0,006
октябрь	-	-	-	-	-	-	11,1	1,4	0,07	-	0,11	0,008
ноябрь	-	-	-	2,1	0,40	≤ 60	8,5	1,8	0,01	-	0,23	н
декабрь	-	-	-	-	-	-	6,4	1,7	0,13	-	0,11	0,062
Среднее:												
2004 г.				2,8	0,27	≤ 60	8,6	1,6	0,059	13,5	0,26	0,018
2003 г.				-	-	-	15,1	2,0	0,054	-	0,40	0,025

\* – данные ЦЗЛ ПО «Маяк».

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в рассматриваемой системе рек не высока. Из табл. 2.9 видно, что наибольшая среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в воде р. Течи в п. Муслюмово – (0,53–1,06) Бк/л. По мере удаления от ПО «Маяк» вниз по течению р. Течи и далее р. Исети концентрации этого радионуклида уменьшались в 10 и более раз. Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. в воде р. Течи д. Муслюмово колебалась в течение года от 0,16 Бк/л до 1,56 Бк/л (по

данным Уральского УГМС) при среднегодовом значении 0,53 Бк/л, которое в 1,3 раза выше средней объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в 2003 г., однако, в 21 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [2].

Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в системе рек Карabolка – Синара тоже низкая (см. табл. 2.11) – в 200–600 раз ниже УВ по  $^{137}\text{Cs}$  для питьевой воды [2].

Исследования отобранных проб воды в реках ЗН ПО «Маяк» на содержание в них трития, выполненные НПО «Тайфун» и ПО «Маяк» показали, что в реках наблюдалось повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем в реках России. Из приведенных в табл. 2.9 данных видно, что объемная активность трития в воде р. Теча превышает фоновый уровень в реках России (1,8–3,0 Бк/л) примерно на один – два порядка величины. По мере удаления от ПО «Маяк» концентрация трития уменьшается от 396 Бк/л у Асановского моста вблизи ПО «Маяк» (см. рис. 2.2) до 90 Бк/л в п. Затеченское в 237 км от источника. По сравнению с 2003 г. объемная активность трития в р. Тече увеличилась в 2,6 раза. Объемная активность трития в р. Карabolке (см. табл. 2.11) в 2004 г., как минимум, в 3–5 раз превышала фоновый уровень для рек России.

Результаты мониторинга радионуклидного состава воды озер, расположенных в зоне влияния ПО «Маяк», приведены в табл. 2.12. Озера Иртяш и Б.Акуля являются источниками питьевого водоснабжения г. Озерска. Из табл. 2.12 видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водах озер колеблется от  $\leq 0,03$  Бк/л до 0,24 Бк/л, а  $^{137}\text{Cs}$  – от  $\leq 0,18$  Бк/л до 0,41 Бк/л.

Таблица 2.12

**Объемная активность радионуклидов в озерах в зоне влияния ПО «Маяк» в 2004 г., Бк/л  
(данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Озеро	Объемная активность	
	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Синара	0,13	$\leq 0,18$
Силач	0,05	0,19
Сунгуль	0,04	0,20
Киреты	$\leq 0,03$	$\leq 0,18$
Б. Касли	0,03	$\leq 0,18$
М. Касли	0,23	0,33
Куташи	0,10	0,20
Иртяш	$\leq 0,03$	0,19
Б. Наного	0,04	0,25
М. Наного	0,07	0,27
Б. Акуля	0,24	0,19
Акакуль	$\leq 0,03$	$\leq 0,18$
Увильды	0,16	0,34
Карпинка	0,06	0,32
Улагач	0,20	0,41
УВ по НРБ-99 [2]	5	11

Максимальные из полученных значений объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде озер в 21 и 27 раз ниже УВ для указанных радионуклидов в питьевой воде соответственно. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Б. Акуля почти на порядок выше, чем в оз. Ханка, расположенном на территории АТР и примерно в 40 раз выше, чем в оз. Онежское на территории ЕТР (см. раздел 1).

В 2004 г. ПО «Маяк» продолжало наблюдения за миграцией радиоактивных веществ в подземных водах в районе расположения водоемов 9, 17 и 11. В табл. 2.13 представлены данные по радиохимическому контролю скважин. Как и в предыдущие годы, в подземных водах было зафиксировано повышенное, по сравнению с уровнем вмешательства [2], содержание  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ , трития, что

связано с поступлением в подземные водоносные горизонты техногенных растворов из водоемов 9, 17 и 11.

Таблица 2.13

**Содержание радионуклидов в подземных водах в СЗЗ ПО «Маяк» и водах р. Мишеляк в 2004 г. (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Дата отбора проб	Номер скважины	Интервал опробования, м	Нитрат-ион, г/л	Объемная активность, кБк/л		
				<sup>90</sup> Sr	<sup>60</sup> Co	<sup>3</sup> H
Скважины у водоема 9						
09.03.04	3/68	верх	7,64	4,1	0,26	12,0
09.03.04	3/68	100	28,9	56,0	2,6	28,0
04.03.04	10/68	верх	9,21	6,8	0,35	6,2
04.03.04	10/68	20	32,02	14,0	1,9	38,0
04.03.04	10/68	100	48,8	93,0	5,5	94,0
19.03.04	217/70	65	1,14	0,48	0,009	250,0
19.03.04	227/70	40	0,616	0,001	0,005	18,3
02.03.04	36/70	60	58,36	700,0	4,4	410,0
04.03.04	63/68	100	52,9	140,0	6,7	120,0
05.03.04	9/68	верх	10,5	2,4	0,27	7,0
05.03.04	9/68	100	36,16	63,0	2,6	48,0
Точки наблюдения на р. Мишеляк						
10.03.04	г/с 1	-	0,013	0,0003	<0,005	0,06
10.03.04	г/с 2	-	<0,001	0,0015	<0,005	<0,075
10.03.04	г/с 3	-	0,0038	0,0004	<0,005	0,15
10.03.04	г/с 4	-	0,044	0,0006	<0,005	0,15
12.07.04	г/с 1	-	<0,001	0,0006	<0,005	0,06
12.07.04	г/с 2	-	<0,001	0,0003	<0,005	0,076
12.07.04	г/с 3	-	0,018	0,0005	<0,005	0,19
12.07.04	г/с 4	-	0,0016	0,0007	<0,005	0,14
02.09.04	г/с 1	-	<0,001	0,0004	<0,005	<0,06
02.09.04	г/с 2	-	0,012	0,0003	<0,005	<0,06
02.09.04	г/с 3	-	0,013	0,0003	<0,005	<0,06
02.09.04	г/с 4	-	<0,001	0,0004	<0,005	0,081
УВ по НРБ-99 [2]				0,005	0,041	7,7

Содержание нитрат-иона и радионуклидов в воде р. Мишеляк, долины которой уже достигла линза загрязненных радионуклидами подземных вод из района оз. Карачай, также представлены в табл. 2.13. Объемные активности радионуклидов в воде р. Мишеляк пока ниже УВ по НРБ-99 [2]. Максимальное зарегистрированное значение по содержанию <sup>90</sup>Sr в 3 раза ниже УВ, по <sup>60</sup>Co – более чем в 8 раз ниже УВ.

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 НПО «Гайфун». Результаты определения среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках приведены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

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

Год	Объемная активность трития					
	Челябинск	Аргаяш	Новогорный	Касли	В.Уфалей	Бродокалмак
2000	5,0	17,8	75,5	19,5	-	9,6
2001	4,7	13,2	71,9	18,1	5,7	5,1
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	-	-



Согласно данным табл. 2.14, объемная активность трития в районе влияния ПО «Маяк» в 2004 г. уменьшилась по сравнению с 2003 г. [11] в 1,3–1,5 раза. Из приведенных в табл. 2.14 данных видно, что источником поступления трития в атмосферу является район расположения ПО «Маяк». Наибольшие значения объемных активностей трития в осадках имеют место в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный. С увеличением расстояния от источника объемная активность трития в осадках быстро уменьшается: на расстояниях 22–25 км от источника – в 3–5 раз. В 2004 г. содержание трития в п. Новогорный составило 60,4 Бк/л, что в 25 раз выше среднего значения по территории РФ (2,4 Бк/л) (см. раздел 1).

Динамика сезонного изменения содержания трития в осадках в 2004 г. приведена в табл. 2.15. Из таблицы видно, что содержание трития в осадках, также как и в воде рек, во втором полугодии было выше, чем в первом.

Таблица 2.15

**Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2004 г., Бк/л**

Месяц	Аргаяш, 25 км на Ю	Новогорный, 7 км на Ю	Касли, 22 км на С
Январь	16,0±1,0	73,5±2,3	29,1±1,3
Февраль	4,5±0,7	66,8±2,2	35,9±1,5
Март	1,1±0,6	6,9±0,8	7,2±0,7
Апрель	2,4±0,5	7,2±0,7	5,8±0,8
Май	2,5±0,6	36,9±1,5	11,6±0,9
Июнь	17,6±0,9	41,5±1,7	9,8±0,9
Июль	12,9±1,0	133,3±3,9	17,3±1,1
Август	7,0±0,8	18,1±1,1	44,3±1,8
Сентябрь	24,1±1,3	105,7±3,2	30,8±1,5
Октябрь	33,3±1,0	104,6±3,2	4,9±0,8
Ноябрь	4,9±0,7	59,0±2,2	27,8±1,4
Декабрь	17,0±1,2	71,8±2,5	33,2±1,6
Среднее за год	11,94±0,9	60,4±2,3	21,5±1,2

### Снежный покров, растительность, почва

В марте в ЗН ПО «Маяк» Уральским УГМС в 10 пунктах были отобраны пробы снега, а в августе в тех же пунктах – пробы растительности (трава). Результаты анализа этих проб на содержание  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  приведены в табл. 2.16 и 2.17 [10].

Таблица 2.16

**Плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в зоне наблюдения ПО «Маяк», Бк/м<sup>2</sup>**

Пункт отбора проб (01.03.2004)	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Ибрагимово	10,8	10,6	1,5	2,2
Касли	17,3	39,1	0,9	2,9
Кыштым	18,0	40,8	0,9	2,9
ЛЭП-60	16,7	29,2	0,7	1,5
Малый Куяш	10,2	19,0	1,5	1,4
Метлино (новое)	16,1	19,2	1,7	2,0
Новая Теча	14,4	12,9	1,4	1,7
Новогорный	39,8	94,6	2,9	2,5
Татыш	15,4	10,0	2,7	2,3
Худайбердинский	22,9	19,5	1,8	3,0
Среднее по зоне наблюдения	18,2	29,5	1,6	2,2

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова суммой  $\beta$ -активных радионуклидов уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,6 раза, а  $^{137}\text{Cs}$  – в 1,4 раза. Наибольшее загрязнение снега  $^{137}\text{Cs}$  (2,9 Бк/м<sup>2</sup>) и  $\Sigma\beta$  (39,8 Бк/м<sup>2</sup>) наблюдалось в п. Новогорный и было соответственно в 1,8 и 2,2 раза выше среднего значения по зоне наблюдения.

Таблица 2.17

**Удельная активность радионуклидов в пробах растительности (травы) в зоне наблюдения ПО «Маяк», Бк/кг**

Пункт отбора проб (23.08.2004)	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Ибрагимово	217,3	271,8	5,6	8,1
Касли	287,1	288,5	28,3	18,2
Кыштым	361,5	371,6	2,5	3,3
ЛЭП-60	577,3	462,4	1,9	4,0
Малый Куяш	305,1	510,7	4,0	14,6
Метлино (новое)	968,8	382,7	33,9	10,0
Новая Теча	346,6	300,9	8,4	13,6
Новогорный	519,2	732,3	70,1	62,4
Татыш	748,0	637,0	7,2	19,5
Худайбердинский	292,0	372,4	8,1	14,2
Среднее по зоне наблюдения	462,3	433,0	17,0	16,8

Наибольшая удельная  $\Sigma\beta$  в растительности наблюдалась в п. Метлино (968,8 Бк/кг), а самое большое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности, в 4,2 раза превышающее среднее по зоне наблюдения наблюдалось в п. Новогорный. Усредненное по зоне наблюдения содержание  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в растительности осталось практически на уровне 2003 г.

Результаты мониторинга содержания радионуклидов в почве в СЗЗ и ЗН по данным ЦЗЛ ПО «Маяк» представлены в табл. 2.18.

Из табл. 2.18 видно, что уровни загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и изотопами плутония изменяются в широком диапазоне. Величина плотности загрязнения почвы в населенных пунктах зоны наблюдения не превышала: по  $^{90}\text{Sr}$  – 22 кБк/м<sup>2</sup>, по  $^{137}\text{Cs}$  – 40 кБк/м<sup>2</sup>, по плутонию – 1,5 кБк/м<sup>2</sup>. 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 наблюдения 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.

Содержание радионуклидов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) в основных продуктах питания местного производства (частный сектор) не превышают допустимых уровней удельной активности, установленных Санитарными правилами и нормами [13].

Таблица 2.18

**Плотность загрязнения почвы основными дозообразующими радионуклидами в зоне влияния ПО «Маяк» в 2004 г., кБк/м<sup>2</sup> (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	Pu
по границам санитарно-защитной зоны			
В пределах городской черты	8,0	45	1,8
	3,7	13	1,0
	3,8	19	2,6
	8,8	40	2,4
По южной границе	20	80	2,5
	110	157	3,0
	10	16,6	2,0
	29	164	2,0
	20	140	1,6
У водоема 11 – ПБК	3,5	10	1,8
	20	61	1,0
У водоема 11 - ЛБК	96	152	1,2
	11	10	0,6
По восточной границе	20	30	1,8
	44	144	1,8
По северной границе	29	65	3,0
	40	250	2,0
След 1957 года	200	700	3,5
зона наблюдения			
г. Озерск	9,0	22,0	1,0
г. Касли	4,4	12,0	0,4
ОНИС (Метлино)	11,0	20,0	0,4
п. Башакуль	19,0	38,0	0,6
с. Муслюмово	22,0	13,8	0,1
д. Т. Караболка	22,0	11,0	0,6
п. Худайбердинский	18,0	33,0	0,4
п. Новогорный	20,0	40,0	0,5
с. Калининское	15,0	24,0	0,5
г. Озерск, пос. №2	10,8	30,0	1,5
г. Кыштым	2,6	8,6	0,3
п. Слюдорудник	2,4	1,1	0,1
п. Аргаяш	11,0	14,0	0,1
с. Багаряк	12,0	5,5	0,5
г. В. Уфалей	2,1	3,0	0,2
Среднее по зоне наблюдения	12,1	18,4	0,48
Глобальный уровень	1,3	2,2	0,11

Таблица 2.19

**Удельная активность радионуклидов в продуктах питания, произведенных в зоне наблюдения (частный сектор) ПО «Маяк» в 2004 г., Бк/кг (данные ЦЗЛ ПО «Маяк»)**

Пункт контроля	Молоко		Картофель	
	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
ОНИС (Метлино)	1,0	1,1	0,7	0,8
п. Башакуль	0,6	0,6	1,0	0,3
п. Новогорный	2,3	2,7	1,6	0,7
п. Худайбердинский	1,8	1,0	0,7	0,9
разъезд Татыш	2,1	2,2	0,8	0,2
г. Касли	1,2	0,9	0,7	0,9
п. Аргаяш	0,4	0,7	0,6	0,5
с. Муслюмово	0,8	0,4	1,2	0,5
г. Кыштым	0,4	0,3	1,5	0,5
с. Татарская Караболка	5,7	2,0	0,7	2,0
СанПиН [13]	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>40</b>	<b>120</b>

### **Радиационный фон на местности**

Среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне ПО «Маяк» по данным Уральского УГМС [10] находились в пределах 10–13 мкР/ч (при среднем значении 11 мкР/ч) и не отличались от данных за 2003 г. и естественного  $\gamma$ -фона для Уральского региона. По данным ПО «Маяк» [9] индивидуальная эффективная доза, обусловленная сложившейся радиационной обстановкой в районе расположения ПО «Маяк» составляет от 0,1 до 0,48 мЗв/год.

Подводя итоги, можно сказать, что в 2004 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжает оставаться сложной. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в воде р. Течи (п. Муслумово) по сравнению с 2003 г. увеличилась, на три порядка превышала региональный фоновый уровень и была в 5,2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99.

Загрязнение приземной атмосферы техногенными радионуклидами в этом районе в 2004 г. несколько улучшились. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк» (7 км), уменьшилась в 3,7 раза,  $^{90}\text{Sr}$  – в 1,6 раза,  $^{239,240}\text{Pu}$  – в 2,1 раза,  $^{238}\text{Pu}$  – в 2,3 раза, однако, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в п. Новогорный в 51,4 раза превышала средневзвешенную объемную активность по РФ, а объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  – в 71 раз.

Годовые выпадения техногенных радионуклидов в зоне наблюдения вокруг ПО «Маяк» заметно превышали фоновые для Уральского региона: по  $^{90}\text{Sr}$  – в 3,6 раза, по  $^{137}\text{Cs}$  – в 5 раз. Содержание трития в осадках несколько уменьшилось по сравнению с 2003 г. Наибольшее загрязнение осадков наблюдалось в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный.

### **2.3. Горно-химический комбинат**

На территории Красноярского края основным источником радиоактивного загрязнения природной среды является 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. ГХК занимает площадь около 360 км<sup>2</sup> вдоль берега реки [14]. Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56 км<sup>2</sup>. Размеры и границы СЗЗ комбината учитывают преобладание западных и юго-западных ветров. Санитарно-защитная зона вытянута с юго-запада на северо-восток в виде овала протяженностью 17 км.

В 30-км зоне наблюдения комбината проживает около 150 тыс. человек. Основная часть населения (примерно 130 тыс. человек) проживает в промышленных городах Железногорске и Сосновоборске. Остальные населенные пункты 30-км зоны расположены, в основном, на левом берегу р. Енисей и представляют в большинстве случаев сельскохозяйственные отделения совхозов Сухобузимского, Березовского и Емельяновского районов Красноярского края. Ближайшими к комбинату населенными пунктами являются: с. Атаманово с населением ~ 240 человек (расположено на границе СЗЗ (рис. 2.3, 2.4) на левом берегу р. Енисей в 6 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод комбината) и д. Большой Балчуг с населением 200 человек (расположена на правом берегу р. Енисей в 16 км ниже по течению реки от места выпуска сбросных вод) [14].

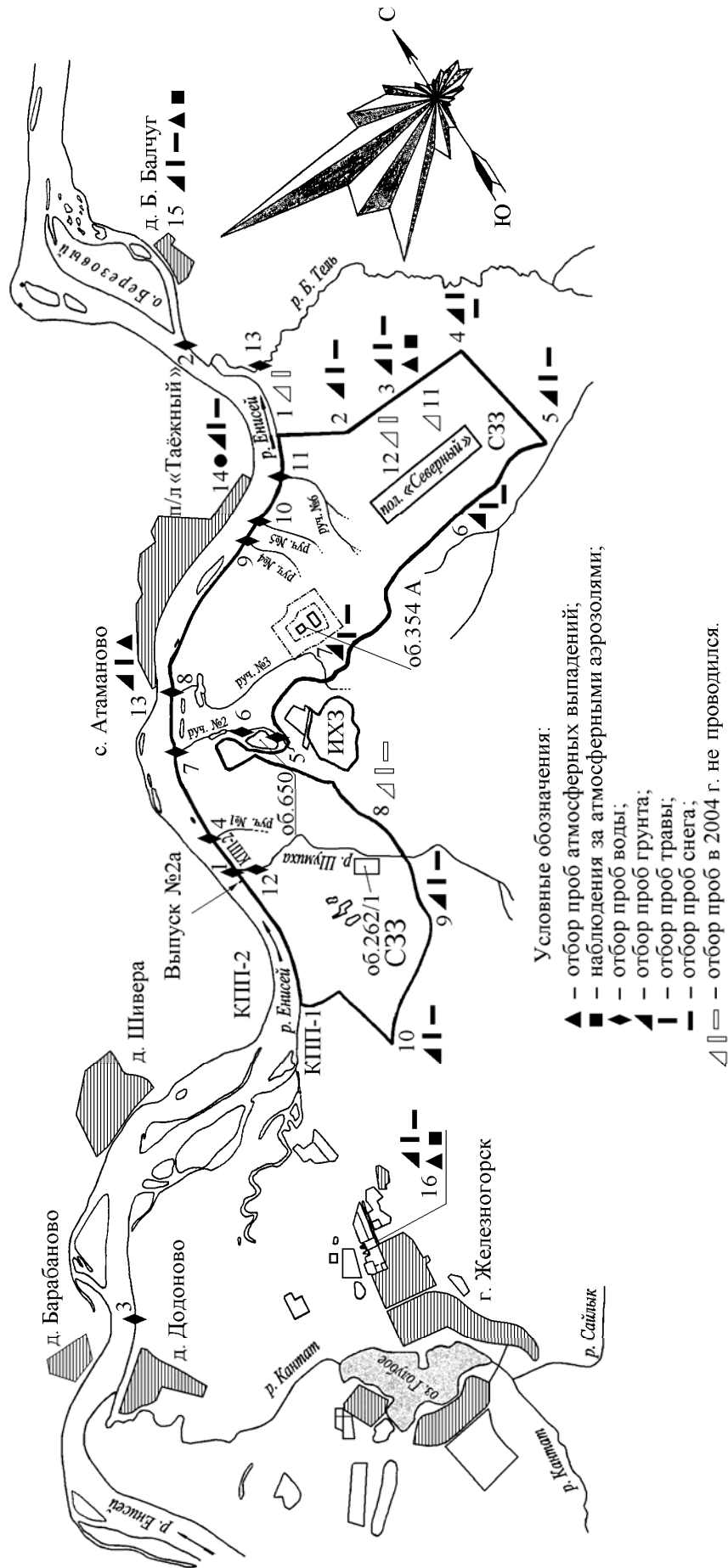


Рис. 2.3. Карта-схема расположения пунктов радиометрического контроля в районе ГХК



Рис. 2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Горно-химического комбината:

- \* — АЭС;
- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- □ — планируемые наблюдения.

Комбинат создавался исключительно для наработки оружейного плутония [14]. В 1994 г. оборонный заказ был снят, началась конверсия предприятия. Описание основных производств ГХК, схема обращения с радиоактивными отходами подробно представлены в [15]. В 1992 г. были остановлены для вывода из эксплуатации два прямоточных реактора. В настоящее время на ГХК работает один реактор АДЭ-2, имеющий замкнутый контур и работающий в энергетическом режиме. Помимо выработки тепловой и электрической энергии, на комбинате производится продукция гражданского назначения (монокристаллический кремний, электроды, оснасти для алюминиевых заводов, медицинские препараты и др.).

В настоящее время [14] запланированный ранее завод РТ-2 по переработке отработавшего ядерного топлива с атомных электростанций окончательно не построен. Первая очередь завода – комплекс хранилища ОЯТ со вспомогательными зданиями и сооружениями принят в эксплуатацию в 1985 г. Емкость хранилища составляет 6 тыс. тонн. Поступающее с АЭС России, Украины и Болгарии отработавшее ядерное топливо пока только складывается в хранилище комбината. Модернизация хранилища ОЯТ, которое сегодня заполнено на 60 %, позволит увеличить его ёмкость до 8,6 тыс. тонн [14].

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территорий СЗЗ и ЗН загрязнены радионуклидами. В сравнении с 2003 г. площадь этих территорий не увеличилась [1]. Подробные данные о загрязнении территории ГХК приведены в Приложении 1.

Основными источниками поступления радионуклидов в окружающую среду на ГХК являются газоаэрозольные выбросы в атмосферу и водные сбросы радионуклидов с реакторного и радио-

химического производства. Согласно [16], в 2004 г. все производства на ГХК работали, в основном, в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных Минприроды России норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

Газоаэрозольные выбросы перед выбросом в атмосферу подвергаются очистке на очистных сооружениях комбината. По данным [1], представленным в табл. 2.20, в 2004 г. годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов на ГХК составляли от 0,47 % для  $^{103}\text{Ru}$  до 40 % для  $^{46}\text{Sc}$  от величины разрешенных выбросов. Выбросы большинства радионуклидов увеличились в 1,3–22,2 раза. Помимо этого в выбросах появился  $^{152}\text{Eu}$ , которые не наблюдался в 2003 г. Уменьшились выбросы  $^{141}\text{Ce}$  в 2,5 раза.

Таблица 2.20

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{32}\text{P}$	$5,60 \cdot 10^{11}$	$1,27 \cdot 10^{11}$	$9,19 \cdot 10^{10}$	$+ 3,55 \cdot 10^{10}$
$^{46}\text{Sc}$	$1,00 \cdot 10^7$	$4,00 \cdot 10^6$	$4,00 \cdot 10^6$	-
$^{51}\text{Cr}$	$4,30 \cdot 10^{10}$	$5,27 \cdot 10^9$	$4,16 \cdot 10^9$	$+ 1,12 \cdot 10^9$
$^{54}\text{Mn}$	$3,00 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^7$	$+ 3,00 \cdot 10^7$
$^{59}\text{Fe}$	$1,00 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^7$	$8,00 \cdot 10^6$	$+ 2,00 \cdot 10^6$
$^{58}\text{Co}$	$3,06 \cdot 10^9$	$4,22 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^8$	$+ 2,26 \cdot 10^8$
$^{60}\text{Co}$	$3,08 \cdot 10^9$	$6,74 \cdot 10^8$	$2,54 \cdot 10^8$	$+ 4,20 \cdot 10^8$
$^{65}\text{Zn}$	$5,00 \cdot 10^8$	$1,18 \cdot 10^8$	$6,6 \cdot 10^7$	$+ 5,20 \cdot 10^7$
$^{90}\text{Sr}$	$2,67 \cdot 10^{10}$	$8,01 \cdot 10^8$	$3,28 \cdot 10^8$	$+ 4,73 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr}$	$1,10 \cdot 10^9$	$8,00 \cdot 10^6$	$9,0 \cdot 10^5$	$+ 7,10 \cdot 10^6$
$^{95}\text{Nb}$	$1,10 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^7$	$9,0 \cdot 10^5$	$+ 1,91 \cdot 10^7$
$^{103}\text{Ru}$	$2,12 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^6$	$8,0 \cdot 10^5$	$+ 2,00 \cdot 10^5$
$^{106}\text{Ru}$	$8,26 \cdot 10^{10}$	$1,15 \cdot 10^9$	$7,33 \cdot 10^8$	$+ 4,19 \cdot 10^8$
$^{131}\text{I}$	$1,56 \cdot 10^{10}$	$6,84 \cdot 10^8$	$3,19 \cdot 10^8$	$+ 3,65 \cdot 10^8$
$^{134}\text{Cs}$	$7,20 \cdot 10^7$	$1,20 \cdot 10^7$	$5,0 \cdot 10^6$	$+ 7,00 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$6,21 \cdot 10^9$	$5,09 \cdot 10^8$	$2,66 \cdot 10^8$	$+ 2,43 \cdot 10^8$
$^{140}\text{Ba}$	$5,00 \cdot 10^8$	$8,00 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^7$	$+ 5,60 \cdot 10^7$
$^{141}\text{Ce}$	$6,80 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^6$	$5,0 \cdot 10^6$	$- 3,00 \cdot 10^6$
$^{144}\text{Ce}$	$7,11 \cdot 10^{10}$	$1,68 \cdot 10^9$	$9,25 \cdot 10^8$	$+ 7,50 \cdot 10^8$
$^{152}\text{Eu}$	$3,00 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^6$	-	$+ 7,00 \cdot 10^6$
$\Sigma \text{Pu}$	$1,39 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^8$	$6,6 \cdot 10^7$	$+ 5,00 \cdot 10^7$
сумма ИРГ	$7,53 \cdot 10^{15}$	$1,91 \cdot 10^{15}$	$4,15 \cdot 10^{14}$	$+ 1,50 \cdot 10^{15}$

$\Sigma \text{Pu}$  – сумма нуклидов плутония.

Зона наблюдения комбината по пойме р. Енисей имеет протяженность до 2000 км, начиная от места сброса загрязненных вод вниз по течению реки. 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 снижен более чем в 15 раз и осуществляется после бассейна выдержки, построенного в 1993 г. 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

ческого реактора и бассейна выдержки привело к значительному снижению концентрации радионуклидов в воде р. Енисей, а также в водной растительности и рыбе [17].

Сбросы всех радионуклидов в р. Енисей в 2004 г., представленные в табл. 2.21, не превышали установленных нормативов и находились в пределах от 0,2 % ( $^{124}\text{Sb}$ ) до 59,5 % ( $^{32}\text{P}$ ) от разрешенных сбросов [1]. Сбросы большинства радионуклидов на ГХК в 2004 г. увеличились: годовые сбросы  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{90}\text{Sr}$  увеличились в 1–1,7 раза. Годовой сброс  $^{137}\text{Cs}$  уменьшился в 1,6 раза. Сброс остальных радионуклидов увеличился или уменьшился незначительно. Основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили  $^{24}\text{Na}$  с периодом полураспада 15 часов,  $^{32}\text{P}$  с периодом полураспада 14,3 суток 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	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{24}\text{Na}$	$1,85 \cdot 10^{14}$	$6,97 \cdot 10^{13}$	$6,59 \cdot 10^{13}$	$+ 3,78 \cdot 10^{12}$
$^{32}\text{P}$	$2,22 \cdot 10^{13}$	$1,32 \cdot 10^{13}$	$8,38 \cdot 10^{12}$	$+ 4,82 \cdot 10^{12}$
$^{46}\text{Sc}$	$3,7 \cdot 10^{11}$	$4,37 \cdot 10^{10}$	$5,08 \cdot 10^{10}$	$- 7,15 \cdot 10^9$
$^{51}\text{Cr}$	$1,48 \cdot 10^{13}$	$1,50 \cdot 10^{12}$	$1,01 \cdot 10^{12}$	$+ 4,91 \cdot 10^{11}$
$^{54}\text{Mn}$	$1,48 \cdot 10^{11}$	$4,82 \cdot 10^9$	$3,70 \cdot 10^9$	$+ 1,12 \cdot 10^9$
$^{59}\text{Fe}$	$1,85 \cdot 10^{11}$	$3,05 \cdot 10^{10}$	$3,71 \cdot 10^{10}$	$- 6,64 \cdot 10^9$
$^{58}\text{Co}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$3,06 \cdot 10^{10}$	$1,79 \cdot 10^{10}$	$+ 1,27 \cdot 10^{10}$
$^{60}\text{Co}$	$3,74 \cdot 10^{11}$	$6,85 \cdot 10^{10}$	$4,63 \cdot 10^{10}$	$+ 2,22 \cdot 10^{10}$
$^{64}\text{Cu}$	$5,55 \cdot 10^{12}$	$1,62 \cdot 10^{12}$	$1,63 \cdot 10^{12}$	$- 7,0 \cdot 10^9$
$^{65}\text{Zn}$	$3,7 \cdot 10^{11}$	$4,48 \cdot 10^{10}$	$3,87 \cdot 10^{10}$	$+ 6,10 \cdot 10^9$
$^{76}\text{As}$	$5,55 \cdot 10^{12}$	$8,57 \cdot 10^{11}$	$6,13 \cdot 10^{11}$	$+ 2,44 \cdot 10^{11}$
$^{90}\text{Sr}$	$8,14 \cdot 10^{10}$	$1,10 \cdot 10^9$	$7,88 \cdot 10^9$	$+ 3,13 \cdot 10^9$
$^{95}\text{Zr}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$5,23 \cdot 10^9$	$5,00 \cdot 10^9$	$+ 2,25 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Nb}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$4,99 \cdot 10^9$	$5,40 \cdot 10^9$	$- 4,14 \cdot 10^8$
$^{103}\text{Ru}$	$1,85 \cdot 10^{11}$	$4,05 \cdot 10^9$	$5,20 \cdot 10^9$	$- 1,15 \cdot 10^9$
$^{106}\text{Ru}$	$3,89 \cdot 10^{11}$	$5,13 \cdot 10^9$	$3,10 \cdot 10^9$	$+ 2,03 \cdot 10^9$
$^{124}\text{Sb}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,56 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^8$	$+ 5,56 \cdot 10^7$
$^{131}\text{I}$	$5,55 \cdot 10^{11}$	$3,62 \cdot 10^{10}$	$3,30 \cdot 10^{10}$	$+ 3,23 \cdot 10^9$
$^{134}\text{Cs}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$5,26 \cdot 10^8$	$5,60 \cdot 10^8$	$- 3,43 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$1,15 \cdot 10^{11}$	$7,20 \cdot 10^9$	$1,14 \cdot 10^{10}$	$- 4,21 \cdot 10^9$
$^{140}\text{Ba}$	$3,70 \cdot 10^{11}$	$2,72 \cdot 10^{10}$	$3,17 \cdot 10^{10}$	$- 4,55 \cdot 10^9$
$^{141}\text{Ce}$	$1,85 \cdot 10^{11}$	$8,81 \cdot 10^9$	$9,40 \cdot 10^9$	$- 5,93 \cdot 10^8$
$^{144}\text{Ce}$	$3,7 \cdot 10^{11}$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^{10}$	$+ 1,52 \cdot 10^9$
$^{152}\text{Eu}$	$1,85 \cdot 10^{11}$	$5,14 \cdot 10^9$	$4,90 \cdot 10^9$	$+ 2,39 \cdot 10^8$
$^{154}\text{Eu}$	$3,70 \cdot 10^{10}$	$7,56 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^8$	$+ 5,56 \cdot 10^7$
$^{239}\text{Np}$	$7,40 \cdot 10^{12}$	$3,68 \cdot 10^{12}$	$3,69 \cdot 10^{12}$	$- 7,00 \cdot 10^9$

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и ЗН комбината осуществляется Радиоэкологическим центром ГХК [16]. В 2004 г. Радиоэкологическим центром ГХК контролировались следующие параметры, характеризующие радиационную обстановку в СЗЗ и ЗН (рис. 2.3):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха измерялась непрерывно на трех стационарных пунктах наблюдения, расположенных на расстоянии до 15 км в направлении преобладающих ветров и до 10 км с наветренной стороны от основного источника выбросов. Пробы отбирались с помощью ВФУ производительностью  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$  на фильтры из ткани ФПП-15-1,7 с экспозицией 7–10 суток;



- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась 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 7–10 суток (в фоновых точках – с экспозицией один месяц) с помощью металлических кювет площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, на дно которых выстилался марлевый планшет; в каждом пункте контроля размещалось по две кюветы;
- содержание радионуклидов в почве и растительности определялось в 14 пунктах, два из которых фоновые;
- содержание радионуклидов в снеге определялось в 13 точках, две из которых фоновые;
- объемная активность радионуклидов в воде контролировалась в р. Енисей (в двух створах у правого берега) и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации;
- мощность эквивалентной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения контролировалась системой АСКРО ГХК, состоящей из 11 постов контроля, размещенных на расстоянии 4–28 км от источника выбросов с учетом расположения населенных пунктов; измерения производились 4 раза в сутки с экспозицией 512 с (~ 9 мин), а также во время маршрутных обследований.

Содержание гамма-излучающих нуклидов измерялось на полупроводниковом гамма-спектрометре. Для измерения мощности дозы гамма-излучения на местности использовался дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС [14]. В 2004 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере в четырех пунктах контроля (рис. 2.4) путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ с расходом 4800 м<sup>3</sup>/час на фильтр ФПП-15-1,5 или РФМ-1,7;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 2.4) с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- за содержанием радионуклидов в почве и снеге во время маршрутных обследований (рис. 2.5);
- за объемной активностью радионуклидов в воде в р. Енисей и других рек 100-км зоны;
- за мощностью экспозиционной дозы на 11 метеостанциях (4 раза в сутки) и двух гидропостах (2 раза в сутки), а также при проведении маршрутной  $\gamma$ -съемки.

Измерения активности  $\Sigma\beta$  в пробах производились на универсальных радиометрах РУБ-01П5, гамма-спектрометрический анализ – на радиометре-спектрометре РСУ-01 «Сигнал» и полупроводниковом гамма-спектрометрическом комплексе «Прогресс-2000».

### **Приземная атмосфера**

В табл. 2.22 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной активности  $\Sigma\beta$  в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных [16] и суточных проб [14].



Рис. 2.5. Маршруты экспедиционных обследований территории ближней зоны Красноярского ГХК

Таблица 2.22

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) объемные активности  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в зоне наблюдения ГХК и в 100-км зоне вокруг ГХК в 2004 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Радиоэкологического центра и Среднесибирского УГМС)

Месяц	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1							
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3*	15 км на северо-восток, д. Большой Балчуг, ЗН, т. 15*	9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, ЗН, т. 16*	60 км на юго-запад, г. Красноярск, опытное поле	26 км на северо-запад, Сухобузимское	67 км на северо-запад, Большая Мурта	72 км на юго-восток, Уяр	
Январь	с	130	120	100	15	129	118	125
	м	260	220	180	74	344	289	414
Февраль	с	150	150	99	-	72	82	51
	м	190	220	160	-	194	165	119
Март	с	60	66	59	9	48	57	41
	м	86	100	70	18	94	114	73
Апрель	с	55	60	56	9	35	33	31
	м	65	71	67	24	80	74	69
Май	с	66	82	69	7	37	37	31
	м	100	170	90	15	112	129	97
Июнь	с	55	58	69	9	31	27	24
	м	68	75	81	20	90	60	46
Июль	с	58	50	68	8	23	31	22
	м	80	67	108	22	51	82	75
Август	с	54	57	52	8	34	36	21
	м	68	62	66	17	64	107	53
Сентябрь	с	59	49	49	8	26	26	19
	м	74	58	70	34	76	93	55
Октябрь	с	55	68	67	10	36	34	33
	м	71	89	91	37	112	87	79
Ноябрь	с	73	64	51	9	49	55	30
	м	110	73	71	20	140	143	96
Декабрь	с	160	160	170	24	141	136	90
	м	280	250	300	92	536	371	314
Среднее:								
2004 г.		81	82	76	11	55	56	43
2003 г.		65	62	63	14	43	51	40

- - отбор проб не производился;

\* - данные Радиоэкологического центра.

Из табл. 2.22 видно, что объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземном воздухе в 100-км зоне ГХК уменьшается с увеличением расстояния от источника. Объемная активность суммы  $\beta$ -излучающих радионуклидов в СЗЗ и ЗН ГХК в 2004 г. была в среднем в 1,2 раза выше, чем в 2003 г., и примерно в 7 раз выше, чем в г. Красноярске (опытное поле). В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК по данным Среднесибирского УГМС [14] среднегодовые значения объемных активностей  $\Sigma\beta$  в воздухе остались на уровне предыдущего года или незначительно увеличились и были в 4–5 раз выше, чем в г. Красноярске. В г. Красноярске объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере была ниже средневзвешенной по территории РФ объемной активности ( $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Это, вероятно, объясняется тем, что г. Красноярск в соответствии с розой ветров находится с подветренной стороны от источника.

В отдельные дни в 100-км зоне ГХК наблюдалось повышенное содержание  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере. По данным мониторинга [14] в 2004 г. было зарегистрировано 15 случаев пятикратного превышения объемной активности  $\Sigma\beta$  над фоновым уровнем предыдущего месяца: п.п. Сухобузимское (11–12, 29–30 января, 21–22, 28–29, 29–30 декабря), Уяр (11–12, 29–30 января, 26–27, 27–28, 28–29 декабря), Большая Мурта (25–26 декабря), Красноярск опытное поле (24–25, 25–26, 26–27, 28–29 декабря). Наиболее высокое значение объемной активности  $\Sigma\beta$  ( $536 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) было зарегистрировано на станции Сухобузимское 29–30 декабря. В результате гамма-спектрометрического анализа перечисленных выше проб повышенной активности в пробах были обнаружены только естественные продукты распада <sup>226</sup>Ra и <sup>232</sup>Th. Только в пробе, отобранной 29–30 января на ст. Сухобузимское, был обнаружен <sup>137</sup>Cs, объемная активность которого в воздухе составила  $2,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это значение примерно в 50 раз выше средневзвешенной объемной активности по территории Западной Сибири и в 30 раз выше среднегодового содержания <sup>137</sup>Cs в п. Сухобузимское в 2004 г. (см. табл. 2.24), однако на шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиозоологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН [16], представлены в табл. 2.23.

Таблица 2.23

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК в 2003–2004 гг., 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (данные Радиозоологического центра ГХК)**

Радионуклид	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1						ДОА <sub>НАС</sub> по НРБ-99, Бк/м <sup>3</sup>
	10 км на северо-восток, граница СЗЗ, т. 3		15 км на северо-восток, д. Б. Балчуг ЗН, т. 15		9 км на юго-запад, г. Железногорск ЗН, т. 16		
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Co	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	11
<sup>90</sup> Sr	< 2,0	0,07	< 2,0	0,04	< 2,0	0,06	2,7
<sup>95</sup> Zr	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	23
<sup>95</sup> Nb	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	72
<sup>103</sup> Ru	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	46
<sup>106</sup> Ru	< 0,2	0,29	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	4,4
<sup>131</sup> I	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	7,3
<sup>137</sup> Cs	0,34	0,44	0,15	0,26	0,12	0,11	27
<sup>140</sup> Ba	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	22
<sup>141</sup> Ce	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	33
<sup>144</sup> Ce	< 0,6	0,36	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	3,3
<sup>239,240</sup> Pu	< 0,037	0,016	0,019	0,039	0,042	0,067	0,0025
$\Sigma\alpha$	8,0	6,0	9,6	9,6	10,0	10,0	-

Из табл. 2.23 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината объемная активность радионуклидов (продуктов деления и нейтронной активации) ниже предела обнаружения используемой аппаратуры. Для сравнения в табл. 2.23 приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99 [2]. В 2004 г. в СЗЗ и ЗН ГХК в приземной атмосфере содержание  $\alpha$ -активных радионуклидов по сравнению с 2003 г. практически не изменилось, а объемная активность  $^{239,240}\text{Pu}$  – снизилась. Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ и ЗН остались на уровне 2003 г. или уменьшились, но превышали средневзвешенную по РФ в ЗН в 4–5 раз, а в СЗЗ – в 11,3 раза. Однако, как видно из табл. 2.23, самые высокие из зарегистрированных объемных активностей радионуклидов были существенно ниже  $\text{ДОА}_{\text{НАС}}$  по НРБ-99 [2].

В табл. 2.24 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК, проведенного НПО «Тайфун» и Западно-Сибирским УГМС в 2000–2004 гг. [18]. Согласно этим данным из техногенных радионуклидов в пробах были обнаружены  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Таблица 2.24

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг ГХК в 2000–2004 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>							
Б. Мурга	2000	8,9	8,6	13,0	7,0	9,4	7,5
	2001	6,2	11,0	9,9	н	8,1	3,8
	2002	4,0	7,0	5,2	6,1	5,6	4,6
	2003	4,7	3,4	7,3	4,7	5,0	6,5
	2004	3,0	4,7	9,6	4,1	5,4	4,3
Красноярск (опытное поле)	2000	< 8	< 8	< 3,6	4,1	< 5,9	7,5
	2001	н	н	н	н	н	3,8
	2002	8,4	н	н	н	2,1	4,6
	2003	н	н	7,7	94,1	26,0	6,5
	2004	н	5,4	н	2,9	4,2	4,3
Сухобузимское	2000	5,1	4,6	12,0	8,5	7,6	7,5
	2001	н	16,5	11,6	4,7	10,9	3,8
	2002	6,2	16,4	9,8	5,4	8,8	4,6
	2003	1,9	11,4	8,0	3,7	6,3	6,5
	2004	2,7	10	16,3	2,5	7,9	4,3
Уяр	2000	-	-	< 4,8	7,6	< 6,2	7,5
	2001	н	-	-	3,5	1,2	3,8
	2002	1,4	4,3	6,4	1,6	3,4	4,6
	2003	2,1	6,2	5,7	3,7	4,4	6,5
	2004	1,5	3,0	н	1,9	1,6	4,3
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Б. Мурга	2000	1,8	1,7	4,7	3,2	2,9	3,1
	2001	1,4	2,7	1,9	1,8	2,0	3,4
	2002	1,1	2,7	2,0	1,0	1,7	2,0
	2003	1,1	2,2	3,1	1,8	2,1	2,4
	2004	2,1	2,2	3,6	1,0	2,2	2,4
Красноярск (опытное поле)	2000	-	2,8	1,3	0,9	1,7	3,1
	2001	1,1	1,9	6,2	1,7	2,7	3,4
	2002	0,8	0,9	1,0	1,9	1,2	2,0
	2003	1,5	1,1	1,0	1,1	1,2	2,4
	2004	1,4	2,2	1,2	1,5	1,6	2,4
Сухобузимское	2000	0,4	2,3	7,8	2,5	3,2	3,1
	2001	27	4,7	-	-	15,9	3,4
	2002	1,1	7,0	5,1	1,9	3,8	2,0
	2003	4,3	3,8	3,6	0,5	3,1	2,4
	2004	1,4	5,9	4,7	1,4	3,4	2,4
Уяр	2000	-	-	-	2,5	2,5	3,1
	2001	1,2	11	-	0,8	4,3	3,4
	2002	0,3	1,5	1,1	0,4	0,8	2,0
	2003	0,5	2,5	1,8	0,3	1,3	2,4
	2004	0,8	1,3	1,5	0,6	1,1	2,4

- – пробы не отбирались; н – ниже порога обнаружения.

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. в приземной атмосфере контролируемых пунктов, кроме п. Уяр, находились на уровне средневзвешенной активности для территории Западной Сибири или превышали ее в 1,3–1,8 раза. Самая высокая среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе была зарегистрирована в п. Сухобузимское в сентябре ( $1,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>), однако, она была значительно ниже допустимого критерия для данного радионуклида в воздухе по НРБ-99 ( $\text{ДОА}_{\text{НАС.}} = 27$  Бк/м<sup>3</sup>) [2]. Это высокое значение сказалось и на увеличении среднегодовой объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в Сухобузимском. В остальных пунктах 100-км зоны ГХК активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземном воздухе осталась на уровне предыдущего года или уменьшилась.

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в пунктах Уяр, Красноярск, Большая Мурта, Сухобузимское в 100-км зоне ГХК в 2004 г. изменялась в пределах от  $1,1 \cdot 10^{-7}$  до  $3,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> при средневзвешенном значении по территории Западной Сибири  $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Только в п. Сухобузимское объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  превышала среднее значение по Западной Сибири в 1,4 раза, в остальных пунктах объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере 100-км зоны ГХК была ниже.

#### **Радиоактивные выпадения**

В 2004 г. Радиоэкологическим центром ГХК [16] осуществлялся контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах контроля глобального фона) экспозицией планшетов, 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 планшета изменяется с увеличением экспозиции пробы).

Согласно данным Радиоэкологического центра ГХК [16], наибольшие годовые выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в д. Б. Балчуг. Они в 1,5–1,9 раза превышали годовые выпадения в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях был обнаружен только  $^{137}\text{Cs}$ . В 2004 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в фоновых точках увеличились примерно в 1,2–1,4 раза по сравнению с 2003 г. Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в четырех пунктах, расположенных в СЗЗ и ЗН комбината превышали значения в фоновых точках в среднем в 3 раза.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2004 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах [14]. Расположение пунктов отбора проб, приведено на рис. 2.4. На рис. 2.4 отмечены также планируемые наблюдения, которые включены в «Программу первоочередных мероприятий по радиационной безопасности Красноярского края» для финансирования за счет местного бюджета. Среднемесячные и максимальные за каждый месяц суточные значения выпадений долгоживущей  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ГХК даны в табл. 2.25.

Из табл. 2.25 видно, что средние по 100-км зоне ГХК выпадения  $\Sigma\beta$  остались на уровне 2003 г. и были в 2 раза ниже фоновых для территории Западной Сибири ( $1,6$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. были ниже предела обнаружения, как и по всему Западно-Сибирскому региону. В целом, радиоактивность атмосферных выпадений и аэрозолей вокруг ГХК в 2004 г. определялась радионуклидами естественного происхождения, из которых наиболее заметный вклад вносил космический  $^7\text{Be}$  [14].

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений  $\Sigma\beta$   
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2004 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	2004 г.	2003 г.	
Большая Мурта	с	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9	1,3	0,6	0,7	1,1	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
	м	3,9	5,2	1,4	2,5	2,2	5,6	1,6	1,4	4,4	2,3	1,8	3,6		
Дзержинское	с	0,7	0,7	0,9	0,6	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
	м	2,7	1,9	3,3	2,2	2,7	2,2	4,2	1,9	2,1	4,6	3,0	2,9		
Красноярск (Опытное поле)	с	0,6	0,6	0,5	0,6	0,9	0,7	0,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	0,7	0,7
	м	1,8	1,7	2,0	1,9	2,4	1,3	1,5	2,2	1,4	2,8	1,8	2,3		
Солянка	с	0,7	1,0	0,6	0,7	1,2	1,2	0,9	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9
	м	1,6	2,3	1,5	1,9	5,6	4,4	3,3	1,6	1,8	2,5	2,1	2,4		
Сухобузимское	с	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	0,9	0,8	1,2	0,7	1,1	0,8	1,0	0,9	0,8
	м	2,9	3,1	1,8	3,0	3,0	3,1	3,0	7,5	1,9	3,9	2,3	4,5		
Уяр	с	0,7	0,6	0,6	0,9	1,1	1,0	1,2	0,8	0,9	1,3	0,9	1,0	0,9	0,9
	м	1,6	1,6	1,5	2,1	2,4	4,5	4,2	2,5	3,2	4,8	2,2	2,8		
Шалинское	с	0,8	0,9	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	1,0	0,6	0,8	0,8
	м	2,0	2,4	2,1	1,9	1,9	1,9	2,3	2,2	1,8	2,5	2,6	1,7		
Среднее по 100-км зоне:	2004 г.	0,8	0,8	0,6	0,7	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8
	2003 г.	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	0,8	1,0	0,9	0,8	0,8		

### **Почва, растительность**

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2004 г. производился Радиоэкологическим центром ГХК [14] на открытых участках с ровной поверхностью из верхнего десятисантиметрового слоя, в котором сосредоточено около 90 % активности, обусловленной выпадениями из атмосферы. На каждом участке контроля отбиралось по две параллельные пробы почвы.

Контроль удельной активности техногенных радионуклидов в растительности осуществлялся путем сбора 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.

В табл. 2.26 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание  $^{137}\text{Cs}$ , как основного радионуклида техногенного происхождения. Из табл. 2.26 видно, что плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН ГХК составляла от 1,1 до 3,6 кБк/м<sup>2</sup> (п/л «Таежный», 8 км на север от ГХК). Фоновые значения плотности загрязнения почвы в среднем составляли 1,6 кБк/м<sup>2</sup>. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах травы в СЗЗ и ЗН не превышала фонового уровня 2,8 Бк/кг в.-с. Мощность экспозиционной дозы в точках отбора проб (7–17 мкР/ч) находилась на уровне фоновых значений.

В 2004 г. Среднесибирское УГМС [14] также проводило обследование территории 30-км зоны ГХК посредством проведения маршрутной гамма-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 июнь, а также в августе и сентябре по 8 маршрутам в 98 точках. Отбор проб объектов природной среды производился в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината.

Таблица 2.26

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2004 г.  
(данные Радиэкологического 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	трава, Бк/кг в.-с.	почва, кБк/м <sup>2</sup>	трава, Бк/м <sup>2</sup>	
санитарно-защитная зона					
9 км на северо-восток, т. 2	32±3	1,6±0,4	3,0±0,5	0,48±0,15	11
10 км на северо-восток, т. 3	32±4	1,1±0,5	2,4±0,4	0,41±0,19	17
11 км на северо-восток, т. 4	10±2	< 0,3	1,1±0,2	< 0,1	11
10,5 км на северо-восток, т. 5	13±2	1,4±0,3	1,1±0,2	0,24±0,07	12
4 км на восток от ограждения об. 354А, т. 6	16±3	2,5±0,7	1,6±0,4	0,35±0,10	11
1 км на юг от ограждения об. 354А, т. 7	12±2	1,6±0,3	1,2±0,2	0,41±0,09	12
3 км на юг, т. 9	22±3	1,7±0,4	1,3±0,2	0,36±0,11	7
4 км на юго-запад, т. 10	28±3	1,6±0,3	1,7±0,3	0,25±0,06	7
зона наблюдения					
7 км на север, с. Атаманово, т. 13	24±3	< 0,3	2,0±0,4	< 0,1	10
8 км на север, п/л. «Таежный», т. 14	47±6	2,2±0,3	3,6±0,6	0,29±0,06	12
15 км на северо-восток, д. Б.Балчуг, т. 15	27±3	0,93±0,24	1,7±0,3	0,24±0,07	7
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	31±4	2,0±0,4	2,9±0,5	0,23±0,06	14
контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	15±3	< 0,3	1,5±0,3	< 0,1	13
73 км на юго-запад, д. Крутая	22±3	2,8±0,5	1,7±0,3	0,36±0,07	18

В период с 12 мая по 31 августа 2004 г. Среднесибирским УГМС [14] были отобраны 15 проб почвы возле населенных пунктов: Атаманово, Барабаново, Большой Балчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Павловщина, Сухобузимское, Толстомысово, Хлопуново, Шивера и Красноярск (опытное поле – фоновая точка). Места отбора проб объектов природной среды выбирались с учетом местных условий. Пробы почвы отбирались методом «конверта»; глубина отбора составляла 5 см. При отборе проб производились измерения МЭД гамма-излучения на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности почвы. Измеренные в точках отбора проб значения МЭД находились в пределах колебаний естественного гамма-фона и не превышали 15 мкР/ч.

В пробах почвы из техногенных радионуклидов обнаруживался только  $^{137}\text{Cs}$ . Исключение составляют 2 пробы, отобранные в июне: одна – в д. Павловщина возле огородов в месте, затопляемом во время весенних паводков р. Енисей, в которой кроме  $^{137}\text{Cs}$  были обнаружены  $^{60}\text{Co}$  и  $^{152}\text{Eu}$ ; вторая проба – в д. Кононово, в которой кроме  $^{137}\text{Cs}$  был обнаружен  $^{152}\text{Eu}$ . Результаты анализа проб приведены в табл. 2.27. Согласно этим данным во всех пунктах контроля в 30-км зоне ГХК, кроме Павловщины, плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  не превышала фоновый уровень для территории России – 1,9 кБк/м<sup>2</sup>. В почве д. Павловщина запас  $^{137}\text{Cs}$  в 5-см слое почвы составил 4,25 кБк/м<sup>2</sup>. Содержание природных  $^{232}\text{Th}$  и  $^{226}\text{Ra}$  в почве было на фоновом уровне.

Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2004 г.  
(данные Среднесибирского УГМС)

Место отбора проб	Дата отбора	Удельная активность $\Sigma\beta$ , кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				удельная активность, Бк/кг	запас в слое, кБк/м <sup>2</sup>
Атаманово	09.06	0,771	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	14,58 20,65 18,47 314,80	0,71
Барабаново	11.08	0,960	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	22,50 34,03 4,83 401,1	0,24
Большой Балчуг	12.05	0,997	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	27,05 23,93 13,70 467,40	0,72
Большие Пруды	11.08	0,951	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	24,04 30,86 17,14 355,10	0,99
Додоново	12.05	0,880	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	22,54 19,26 6,13 478,30	0,30
Кононово	09.06	0,869	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K <sup>152</sup> Eu	27,02 15,10 11,41 369,10 8,74	0,65 0,50
Кононово	31.08	0,985	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	7,22 41,50 16,08 284,40	0,68
Мингуль	09.06	0,725	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	44,15 21,06 12,83 363,90	0,68
Новый Путь	21.05	0,879	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	31,58 14,28 8,15 475,50	0,54
Павловщина	09.06	0,969	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K <sup>60</sup> Co <sup>152</sup> Eu	26,45 18,70 62,48 509,40 7,34 7,14	4,25 0,50 0,49
Сухобузимское	23.06	0,842	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	22,40 22,53 26,53 423,10	1,16
Толстомысово	23.06	1,020	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	32,80 16,42 10,33 376,20	0,44
Хлопуново	09.06	0,838	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	40,09 11,81 20,35 450,80	1,14
Шивера	11.08	0,838	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	26,93 34,02 15,88 399,60	0,95
Красноярск (опытное поле) – фоновая точка	27.05	1,700	<sup>232</sup> Th <sup>226</sup> Ra <sup>137</sup> Cs <sup>40</sup> K	25,26 24,61 21,11 432,10	0,83



### Снежный покров

Пробы снега в СЗЗ и ЗН ГХК в 2004 г. Радиэкологическим центром ГХК [16] отбирались с 24 февраля по 23 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 0,15 до 2,5 м<sup>2</sup> на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 32 до 108 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 полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре.

Результаты измерений приведены в табл. 2.28, где для сравнения также даются сведения о результатах наблюдений в контрольных фоновых точках.

По результатам гамма-спектрометрических анализов в пробах снега из техногенных радионуклидов обнаруживался практически только <sup>137</sup>Cs. Из табл. 2.28 видно, что максимальная плотность загрязнения снега долгоживущими  $\beta$ -активными радионуклидами (80 Бк/м<sup>2</sup>) и <sup>137</sup>Cs (1,9 Бк/м<sup>2</sup>) была зарегистрирована в т. 5 (СЗЗ), расположенной в 8 км на северо-восток от ГХК, что в 5,5 раз выше фоновых значений. Плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  и <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН ГХК были стабильно выше, чем в фоновых точках.

Таблица 2.28

**Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2004 г.**  
(данные Радиэкологического центра ГХК)

Размещение пунктов отбора проб относительно источника выбросов – объекта 262/1 и 354 (рис. 2.3)	Объемная активность в талой воде		Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>	
	$\Sigma\beta$ , Бк/л	<sup>137</sup> Cs, мБк/л	$\Sigma\beta$	<sup>137</sup> Cs
	санитарно-защитная зона			
9 км на северо-восток, т. 2	0,29±0,05	5,0±1,1	45±8	0,77±0,19
10 км на северо-восток, т. 3	0,38±0,06	4,8±1,6	36±6	0,44±0,17
11 км на северо-восток, т. 4	0,27±0,04	5,0±2,0	49±8	0,87±0,28
8 км на северо-восток, т. 5	0,29±0,06	7,0±3,0	80±14	1,9±0,8
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,11±0,02	< 1,0	10±2	< 0,1
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,13±0,03	5,2±1,7	14±3	0,61±0,21
3 км на юг, т. 9	0,23±0,04	5,1±1,3	40±7	0,87±0,26
4 км на юго-запад, т. 10	0,24±0,04	6,1±1,8	27±5	0,67±0,22
	зона наблюдения			
8 км на север, п/л «Таежный», т. 14	0,27±0,05	4,4±1,0	22±4	0,36±0,09
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,32±0,05	5,8±1,5	24±5	0,43±0,12
9 км на запад, г. Железногорск, т. 16	0,32±0,05	9,0±2,0	21±4	0,60±0,14
	контрольные точки			
70 км на запад, п. Емельяново	0,25±0,04	9,5±2,2	12±2	0,44±0,12
72 км на запад, д. Сухая	0,26±0,05	2,8±0,9	17±3	0,19±0,08

В 2004 г. в 30-км зоне ГХК Среднесибирским УГМС [14] были отобраны 12 проб снега в период с 4 февраля по 18 марта возле населенных пунктов (см. рис. 2.5): Атаманово, Барабаново, Большой Балчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Тартат, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле, фоновая проба). Для концентрирования радиоактивности, пробы снега подвергались выпариванию.

Результаты анализа, приведенные в табл. 2.29, показали, что загрязнение снега  $\Sigma\beta$  в 30-км зоне практически не отличалось от загрязнения в СЗЗ и ЗН (см. табл. 2.28). Плотность загрязнения снега изменялась от 3,7 Бк/м<sup>2</sup> в п. Большие Пруды до 49,3 Бк/м<sup>2</sup> в п. Новый Путь.

Таблица 2.29

**Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2004 г.**  
(данные Среднесибирского УГМС)

Пункт отбора пробы (рис. 2.3)	Объемная активность в талой воде, Бк/л	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>
Атаманово	0,27	25,1
Барабаново	0,09	4,3
Большой Балчуг	0,28	26,3
Большие Пруды	0,08	3,7
Додоново	0,31	30,8
Кононово	0,27	25,1
Мингуль	0,13	12,5
Новый Путь	0,97	49,3
Таргат	0,43	16,0
Хлоптуново	0,09	8,3
Шивера	0,33	15,1
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	0,32	15,0

### Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиозэкологическим центром [16] ежегодно определяется в двух контрольных створах у правого берега: в 250 м ниже выпуска и в 10 км ниже выпуска сбросных вод ГХК, что на 1 км выше первого населенного пункта по правому берегу (см. рис. 2.3, т.т. 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 подходов с берега. Фоновое содержание радионуклидов в воде р. Енисей определялось ежемесячно у д. Додоново, расположенной на 17 км выше выпуска сбросных вод ГХК (рис. 2.3, т. 3). Для повышения чувствительности и достоверности результатов осадки, полученные после выпаривания 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 [2].

Из табл. 2.30 видно, что ниже выпуска сбросных вод в воде присутствовали радионуклиды техногенного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили <sup>24</sup>Na (T<sub>1/2</sub> = 15 ч.) и <sup>32</sup>P (T<sub>1/2</sub> = 14 сут.). По сравнению с 2003 г. содержание <sup>24</sup>Na уменьшилось в 2,7 раза в точке 10 км ниже выпуска и в 1,6 раза – в точке 250 м ниже выпуска. Содержание остальных радионуклидов осталось на уровне предыдущего года или несколько увеличилось. Однако концентрации всех обнаруженных радионуклидов были на три – семь порядков ниже УВ по НРБ-96 [19] и НРБ-99 [2]. На расстоянии 10 км вниз по течению от выпуска содержание <sup>24</sup>Na, <sup>32</sup>P, <sup>60</sup>Co и <sup>90</sup>Sr уменьшилось в 1,3–10 раз, наличие остальных радионуклидов также еще прослеживалось.

Таблица 2.30

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2004 г., Бк/л  
(данные Радиоэкологического центра ГХК)**

Радионуклид	Пункт контроля		Уровень вмешательства по НРБ-99
	250 м ниже выпуска	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б.Бальчуг)	
<sup>24</sup> Na	5,5±1,1	1,1±0,5	2900**
<sup>32</sup> P	0,63±0,11	0,15±0,03	58
<sup>46</sup> Sc	< 0,01*	< 0,002*	93
<sup>51</sup> Cr	< 0,3*	< 0,02*	3700
<sup>54</sup> Mn	< 0,001*	< 0,002*	200
<sup>59</sup> Fe	< 0,01*	< 0,002*	77
<sup>58</sup> Co	< 0,001*	< 0,001*	190
<sup>60</sup> Co	0,010±0,002	< 0,001*	41
<sup>65</sup> Zn	< 0,01*	< 0,001*	36
<sup>76</sup> As	< 0,2*	< 0,04*	87
<sup>90</sup> Sr	0,005±0,001	0,004±0,001	5
<sup>95</sup> Zr	< 0,005*	0,001*	150
<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*	6,3
<sup>134</sup> Cs	< 0,0001*	< 0,00003*	7,3
<sup>137</sup> Cs	0,0027±0,0010	0,0033±0,0006	11
<sup>140</sup> Ba	< 0,02*	< 0,002*	53
<sup>141</sup> Ce	< 0,006*	< 0,001*	200
<sup>144</sup> Ce	< 0,006*	< 0,001*	27
<sup>152</sup> Eu	< 0,001*	< 0,0003*	99
<sup>154</sup> Eu	< 0,0003*	< 0,00004*	69
<sup>239</sup> Np	< 1*	< 0,2*	170

Примечания: фоновые объемные активности в 2004 г. для <sup>90</sup>Sr ~ 4 мБк/л, для <sup>137</sup>Cs – < 1 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново);

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

\*\* – ДУА<sub>НАС</sub> по НРБ-96 [19], т.к. уровень вмешательства по НРБ-99 [2] для <sup>24</sup>Na не нормируется.

Среднесибирское УГМС осуществляет контроль за загрязнением 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 п. Широкий Лог с мая по сентябрь, в г. Туруханске – с июня по октябрь) и высылаются в НПО «Тайфун», где производится радиоизотопный анализ проб. 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 <sup>137</sup>Cs. Объемные активности радионуклидов в 1983 г., в 1993 и 2004 гг. представлены в табл. 2.31.

Из табл. 2.31 видно, что объемная активность <sup>137</sup>Cs на расстоянии от 250 км до 1 360 км ниже по течению реки от ГХК составляет < 2,9 мБк/л.

В 2004 г., как и в предыдущие годы, пробы воды отбирались Среднесибирским УГМС [14] во время маршрутных обследований с 7 апреля по 21 мая в реках, в основном, напротив тех населенных пунктов, где возможно обнаружение техногенных радионуклидов (пп. Атаманово, Большой Балчуг, Додоново, Кононово, Павловщина, Подпорог, Хлопуново) и в фоновой точке в пруду

Таблица 2.31

**Объемная активность радионуклидов р. Енисей в 1983, 1993, 2003 гг., мБк/л  
(данные НПО «Тайфун»)**

Пункт контроля	<sup>32</sup> P	<sup>51</sup> Cr	<sup>137</sup> Cs	<sup>58</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	<sup>46</sup> Sc	<sup>65</sup> Zn	<sup>60</sup> Co
<b>1983 г.</b>								
250 км	641	1566	5	15,5	10	13	11,2	6
850 км	116	734	1	7,1	2,2	2,9	3	4,8
1360 км	87,3	484	2	10,3	3,2	2,4	2,8	1,7
<b>1993 г.</b>								
250 км	н	н	< 0,9	н	н	н	н	н
850 км	н	н	< 0,25	н	н	н	н	н
1360 км	н	н	2,4	н	н	н	н	н
<b>2004 г.</b>								
250 км	н	н	<2,9	н	н	н	н	н
850 км	*	*	*	*	*	*	*	*
1360 км	н	н	<1,5	н	н	н	н	н

\* – пробы не поступили;  
н – ниже предела обнаружения.

д. Новый Путь (деревня расположена с наветренной стороны на правом берегу р. Енисей юго-западнее комбината и удалена от него примерно на 22 км). Объем пробы составлял 20 л. Объемная активность  $\Sigma\beta$  в пробах воды (см. табл. 2.32) в 2004 г. была ниже или на уровне предыдущего года [11], изменяясь в диапазоне 0,04–1,19 Бк/л. Во всех точках отбора, кроме двух, объемная активность  $\Sigma\beta$  не превышала активности в фоновой точке. В двух пунктах отбора проб (р. Большая Тель д. Большой Балчуг и в устье р. Кан д. Подпорог) содержание  $\Sigma\beta$  в воде превышали УВ по НРБ-99 (1 Бк/л) [2] на 9 и 19 % соответственно.

Таблица 2.32

**Объемная активность  $\Sigma\beta$  в поверхностных водоемах в ближней зоне ГХК  
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт контроля	Дата отбора	МЭД, мкР/ч на высоте		Объемная активность $\Sigma\beta$ , Бк/л
		0,01 м	1 м	
р. Енисей, д. Атаманово	07.04.04	14	15	0,08 (1,89)
р. Енисей, д. Кононово	07.04.04	11	12	0,43 (1,07)
р. Енисей, д. Хлопуново	07.04.04	12	13	0,04 (1,96)
р. Енисей, д. Павловщина	26.04.04	15	12	0,50 (2,95)
р. Енисей, д. Додоново	12.05.04	10	11	0,78 (1,50)
р. Большая Тель, д. Большой Балчуг	12.05.04	12	15	1,09 (1,03)
устье р. Кан, д. Подпорог	17.05.04	-	-	1,19 (1,60)
оз. Новый Путь (контрольная точка)	21.05.04	12	13	0,70 (0,64)

Примечание: в скобках приведены данные за 2003 г.

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 [16] осуществляется контроль за объемной активностью радионуклидов в воде всех ручьев, протекающих вблизи хранилищ радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации (рис. 2.3). В 2004 г. отбор проб производился 2 раза – в мае и октябре. Результаты анализа проб воды в ручьях даны в табл. 2.33.

Таблица 2.33

**Объемная активность радионуклидов в воде открытых водных объектов в окрестностях ГХК в 2004 г., Бк/л (данные Радиозэкологического центра ГХК)**

Пункт контроля (рис. 2.3)	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>58</sup> Co	<sup>60</sup> Co	<sup>106</sup> Ru	<sup>59</sup> Fe	<sup>65</sup> Zn	<sup>46</sup> Sc	<sup>51</sup> Cr	∑β
ручей № 1, устье, т. 4	0,16	0,16								0,53
ручей № 2, выше об. 650, т. 5	0,0063	< 0,001								< 0,3
ручей № 2, ниже об. 650, т. 6	< 0,003	0,026		0,017						< 1
ручей № 2, устье, т. 7	0,002	0,026		< 0,001	< 0,008					< 0,2
ручей № 3, устье, т. 8	0,22	0,20	0,28	0,48		< 0,2	0,21	0,19	8,0	70
ручей № 4, устье, т. 9	< 0,001	0,006								< 0,3
ручей № 5, устье, т. 10	0,009	0,004								< 0,3
ручей № 6, устье, т. 11	< 0,001	0,012								< 0,3
река Шумиха, устье, т. 12	0,048	0,26		< 0,001						0,33
река Б. Тель, т. 13	< 0,001	0,011								< 0,2
УВ по НРБ-99	11	5	190	41	20	77	36	93	3700	1

Из табл. 2.33 видно, что в воде некоторых ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, содержание ∑β превышало УВ по НРБ-99 [2]. Наибольшая объемная активность ∑β (70 Бк/л), наблюдавшаяся в устье ручья № 3, была в 70 раз выше норматива. Там же наблюдался и самый широкий спектр регистрируемых радионуклидов: <sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>65</sup>Zn, <sup>40</sup>Sc, <sup>51</sup>Cr, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr по сравнению с фоновым для р. Енисей (см. табл. 2.30, примечание) выявлено в воде и некоторых других ручьев. Максимальные объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs имели место в устье ручья №3 (т. 8), в устье ручья №1 (т. 4) и в устье р. Шумихи (т. 12), однако, они были на один – четыре порядка меньше УВ по НРБ-99 [2]. Максимальная объемная активность <sup>90</sup>Sr (0,26 Бк/л) была в 19 раз меньше уровня вмешательства, а <sup>137</sup>Cs (0,22 Бк/л) – в 50 раз. Максимальное содержание <sup>137</sup>Cs в воде примерно в 220 раз превышало фоновую в р. Енисей, а <sup>90</sup>Sr – в 65 раз.

Контроль радиационного фона на местности в СЗЗ и ЗН проводился системой АСКРО ГХК [16]. По данным Радиозэкологического центра ГХК в 2004 г. среднемесячные значения МЭД изменялись в диапазоне 8–11 мкР/ч. Среднегодовое значение составило 9 мкР/ч, варьируя в диапазоне 9–11 мкР/ч, что соответствует γ-фону Западно-Сибирского региона [10]. Максимальное значение МЭД (12 мкР/ч) по данным АСКРО наблюдалось в Сухобузимском в июне.

Мощность экспозиционной дозы γ-излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Средне-сибирским УГМС [14] Значения МЭД в 2004 г., полученные в результате измерений на 11 станциях и двух гидропостах на высоте 1 м от поверхности контролируемого объекта, находились в пределах колебаний естественного γ-фона и не превышали установленного для оперативного радиационного контроля значения (30 мкР/ч) за исключением измерения, произведенного на метеостанции Сухобузимское 28 августа (32 мкР/ч). На гидропосту Атаманово ежемесячно максимальные значения МЭД достигали 23–28 мкР/ч, а среднемесячные значения составляли 20–22 мкР/ч. Это связано с загрязнением поймы р. Енисей долгоживущими радионуклидами, о котором упоминалось выше.

В остальных пунктах наблюдались единичные случаи, когда МЭД превышала 20 мкР/ч:

- Сухобузимское – 7 случаев (от 22 до 32 мкР/ч в августе);
- Солянка – 1 случай (23 мкР/ч в августе);
- Шалинское – 1 случай (25 мкР/ч в июле).

Таким образом, в 2004 г. все производства Красноярского ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм выбросов и сбросов ра-

дионуклидов в окружающую среду. Выбросы Красноярского ГХК в 2004 г. не оказывали существенного влияния на поступление радионуклидов в приземную атмосферу за пределами санитарно-защитной зоны комбината. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на местности, измеряемая в пунктах контроля 100-км зоны комбината, соответствовала естественному гамма-фону. Объемные активности техногенных радионуклидов в воде р. Енисей были существенно ниже допустимых по НРБ-99, но в воде некоторых ручьев, протекающих в СЗЗ, наблюдалось повышенное содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по сравнению с фоновым, что объясняется миграцией радионуклидов с загрязненных участков промплощадки. В пробах почвы, отобранных вблизи ГХК, присутствовали долгоживущие техногенные радионуклиды, отсутствующие в глобальных выпадениях. Поэтому радиационная обстановка вокруг ГХК хотя и оставалась стабильной в 2004 г., но требует постоянного контроля.

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

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

СХК был создан около пятидесяти лет назад и является крупнейшим в России и мире предприятием ядерно-топливного цикла. Основная задача СХК – создание компонентов ядерного оружия на основе делящихся материалов (высокообогащенного урана и плутония), а также наработка делящихся материалов в разной форме (в том числе энергетического назначения). Основу СХК в настоящее время составляют пять главных заводов (реакторный завод с двумя уран-графитовыми реакторами, завод по разделению изотопов, сублиматный и радиохимический заводы, химико-металлургическое производство) и ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт, а также целый ряд вспомогательных подразделений, 50 хранилищ жидких и твердых радиоактивных отходов, в том числе три бассейна открытого типа, два пульпохранилища, три водохранилища и подземные хранилища ЖРО. Дальнейшее развитие СХК, связано, в первую очередь, со строительством двухблочной атомной станции теплоснабжения АСТ-500, а также со строительством завода по производству МОКС-топлива [18]. Более подробное описание представлено в [17].

В СЗЗ СХК находятся населенные пункты: г. Северск и д. Чернильщиково. В 30-км зоне вокруг СХК расположено более 80 населенных пунктов с населением около 650 тыс. человек, в том числе г. Томск, граница которого вплотную примыкает к СЗЗ СХК [20].

На территории Томского политехнического института расположен учебный реактор «Спутник» [18]. 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 гамма-излучения. Как показали результаты мониторинга, в 2004 г. МЭД на контролируемой территории учебного реактора не превышала фоновые уровни.

Воздействие СХК на природную среду многокомпонентно и усиливается за счет совместного воздействия радиоактивных и химических веществ. Производственная деятельность СХК сопрово-

ждается образованием большого количества, в основном, жидких, а также твёрдых и газоаэрозольных РАО.

В 2004 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината [18].

Согласно [1], площадь загрязненных вокруг СХК территорий в 2004 г. не изменилась и на конец года составляла 10,393 км<sup>2</sup>, из них 7,185 км<sup>2</sup> земель и 3,208 км<sup>2</sup> водоемов. Все загрязненные территории, в основном, находятся на промплощадке СХК – 10,093 км<sup>2</sup> и 0,3 км<sup>2</sup> – в СЗЗ. На промплощадке загрязнено 2,908 км<sup>2</sup> водоемов: <sup>90</sup>Sr – с плотностью загрязнения более 100 кБк/м<sup>2</sup>, <sup>137</sup>Cs и α-активными изотопами плутония. В СЗЗ загрязнено 0,3 км<sup>2</sup> водоемов: <sup>137</sup>Cs – с плотностью загрязнения более 500 кБк/м<sup>2</sup> и <sup>90</sup>Sr – более 100 кБк/м<sup>2</sup>. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

В состав газоаэрозольных выбросов СХК входят: ИРГ, <sup>90</sup>Sr, <sup>131</sup>I, α-активные радионуклиды (плутоний и др.) По данным [1] в 2004 г. выбросы радиоактивных веществ в атмосферу составляли 0,7–32,2 % от разрешенных выбросов, установленных органами Министерства природных ресурсов РФ (см. табл. 2.34). В 2004 г. уменьшились выбросы бета-активных нуклидов и <sup>90</sup>Sr в 1,6 раза (на 39 %), а <sup>131</sup>I – в 1,2 раза (на 18 %). Выбросы остальных радионуклидов практически не изменились по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 2.34

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>90</sup> Sr	5,18·10 <sup>9</sup>	2,13·10 <sup>8</sup>	3,48·10 <sup>8</sup>	- 1,35·10 <sup>8</sup>
<sup>131</sup> I	3,64·10 <sup>11</sup>	2,39·10 <sup>9</sup>	2,92·10 <sup>9</sup>	- 5,30·10 <sup>8</sup>
Сумма α-активных радионуклидов	6,81·10 <sup>9</sup>	2,19·10 <sup>9</sup>	2,13·10 <sup>9</sup>	+ 6,00·10 <sup>7</sup>
Сумма β-активных радионуклидов	6,88·10 <sup>11</sup>	5,00·10 <sup>10</sup>	8,20·10 <sup>10</sup>	- 3,20·10 <sup>10</sup>
Сумма ИРГ	6,29·10 <sup>15</sup>	1,24·10 <sup>15</sup>	1,21·10 <sup>15</sup>	+ 3,00·10 <sup>13</sup>

Жидкие промышленные сбросы комбината по сбросному каналу поступают в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильшиково. Сбросы содержат: <sup>24</sup>Na, <sup>32</sup>P, <sup>46</sup>Sc, <sup>51</sup>Cr, <sup>59</sup>Fe, <sup>60</sup>Co, <sup>65</sup>Zn, <sup>76</sup>As, <sup>137</sup>Cs, <sup>152</sup>Eu, <sup>239</sup>Np, <sup>239</sup>, <sup>240</sup>Pu и другие радионуклиды. Поступление радионуклидов в открытую гидрографическую сеть из-за уменьшения производства в последние годы снизилось. Однако 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 2004 г. в сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, регистрировались радионуклиды наведенной активности [1]: <sup>24</sup>Na, <sup>32</sup>P, <sup>239</sup>Np, сбросы которых составили соответственно 10, 23 и 51 % от разрешенных сбросов (см. табл. 2.35). По сравнению с предыдущим годом сбросы СХК в реку незначительно увеличились: <sup>24</sup>Na – в 1,1 раза, <sup>32</sup>P и <sup>239</sup>Np – в 1,3 раза.

Мониторинг радиоактивного загрязнения объектов природной среды вокруг СХК осуществляется Западно-Сибирским УГМС [18]. 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).

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{24}\text{Na}$	$7,77 \cdot 10^{14}$	$7,55 \cdot 10^{13}$	$7,19 \cdot 10^{13}$	$+ 3,60 \cdot 10^{13}$
$^{32}\text{P}$	$4,07 \cdot 10^{13}$	$9,17 \cdot 10^{12}$	$8,76 \cdot 10^{12}$	$+ 4,10 \cdot 10^{12}$
$^{239}\text{Np}$	$1,48 \cdot 10^{13}$	$7,51 \cdot 10^{12}$	$6,23 \cdot 10^{12}$	$+ 1,28 \cdot 10^{12}$

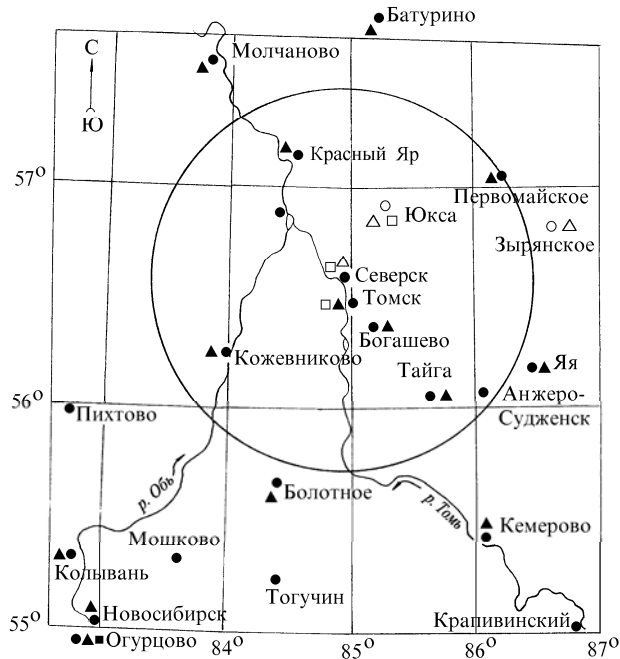


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Сибирского химического комбината:

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

В 2004 г. в районе размещения СХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [18]:

- радиоактивность атмосферных выпадений, которая определялась ежедневно путем отбора проб с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией на восьми гидрометеорологических станциях и пяти постах, расположенных в 12-км зоне РОО;
- содержание радионуклидов в воде и донных отложениях поверхностных водоемов в 30-км зоне СХК, а также в почве и снеге;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на местности, которая контролировалась во время маршрутных обследований, а также ежедневно в синоптические сроки (8 раз в сутки через каждые три часа) на 11 станциях и 5 постах в 12-км зоне СХК и каждые 8 мин с помощью АСКРО, состоящей из 26 постов, расположенных в 30-км зоне СХК.

Содержание  $\Sigma\beta$  в пробах атмосферных аэрозолей и выпадений определялась с помощью тонкослойного сцинтиляционного детектора с эталонированием по  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ; ошибка интерполяции получаемых результатов не превышала 15 %. Для радионуклидного анализа использовался гамма-



спектрометр с ППД типа ДГДК-100В. Для измерения мощности дозы  $\gamma$ -фона использовались переносные дозиметры типа ДРГ-01Т, ДБГ-06Т. Радиационный фон измерялся на ИРФ-3П.

### Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 2004 г. отбор проб аэрозолей на территории Томской области производился в г. Колпашево, который расположен примерно в 220 км на северо-западе от СХК и находится вне зоны влияния комбината, поскольку для района СХК характерны ветра северо-восточного направления. Таким образом, радионуклидный состав проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, характеризует уровни регионального радиоактивного загрязнения атмосферы и, по сути, является фоновым.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, приведены в табл. 2.36. Из табл. 2.36 видно, что в 2004 г. среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы в г. Колпашево несколько уменьшилась по сравнению с предыдущим годом и составляла  $9,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальные среднемесячная и среднесуточная объемные активности  $\Sigma\beta$  наблюдались в январе. В декабре 2004 г. в г. Колпашево были зарегистрированы две суточные пробы аэрозолей повышенной активности, в которых сумма  $\beta$ -активных продуктов более чем в 5 раз превышала фоновый уровень за предыдущий месяц ( $7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>): 25–26 декабря –  $64 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и 27–28 декабря –  $62 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности обнаружено не было [18].

Таблица 2.36

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере г. Колпашево,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>

Год	Месяц												Среднее за год			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.		
$\Sigma\beta, 10^{-5}$																
2004 г. с	30	25	9	6	7	4	4	4	4	4	7	15	9,9	11,1		
м	91	50	57	21	20	13	14	13	11	17	21	64				
2003 г. с	-	11	-	-	-	-	3	8	7	8	18	23	11,1		11,1	
м	-	26	-	-	-	-	15	17	25	24	89	78				
$^{90}\text{Sr}, 10^{-7}$																
2004 г.	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4			0,8
2003 г.	-	1,3	-	-	-	-	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3				
$^{137}\text{Cs}, 10^{-7}$																
2004 г.	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4	2,4	н	н	н	н	н	н	1,4	-		
2003 г.	-	н	-	-	-	-	н	н	н	2,3	2,3	2,3				

Среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  (см. табл. 2.36) в г. Колпашево в пробах аэрозолей, отобранных во втором полугодии, была ниже предела обнаружения, а среднегодовая – составляла  $1,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и была в 3 раза ниже средневзвешенной объемной активности по территории Западно-Сибирского региона ( $4,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2004 г. уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 2 раза и составила  $0,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 6 раз ниже средневзвешенного значения по Западной Сибири ( $2,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные наблюдений за величиной выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне контроля вокруг СХК и за пределами этой зоны (п.п. Батурино, Колпашево, Молчаново и Первомайское) приведены в табл. 2.37. Из табл. 2.37 видно, что в 2004 г. выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне практически не отличались от выпадений вне этой зоны. Среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне СХК в 2004 г.

находились на уровне средневзвешенного значения по территории Западной Сибири (1,6 Бк/м<sup>2</sup>·год) и были в среднем в 1,5 раза ниже соответствующих величин 2003 г. [11].

Содержание <sup>137</sup>Cs и других гамма-излучающих техногенных радионуклидов в пробах выпадений 100-км зоны, суммированных за месяц по каждой области отдельно, было ниже предела обнаружения [18].

Выпадения <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне СХК за три квартала 2004 г. составляли 1,11 Бк/м<sup>2</sup>, что в 2 раза ниже средних выпадений <sup>90</sup>Sr в этой зоне в 2003 г. за такой же промежуток времени (2,5 Бк/м<sup>2</sup>·год) и не превышает выпадений <sup>90</sup>Sr по Западно-Сибирскому региону вне 100-км зоны СХК и других РОО за три квартала 2003 г. (1,2 Бк/м<sup>2</sup>·год).

Таблица 2.37

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг СХК в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки**

Пункт наблюдения		Месяцы												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
в 30-км зоне															
Александровское	с	1,2	2,1	0,8	1,4	1,3	1,7	1,4	1,7	1,3	1,0	1,2	1,4	1,4	1,6
	м	2,7	5,3	1,8	3,8	2,6	3,8	3,3	3,8	2,7	1,8	2,8	2,9		
Богашево	с	1,6	1,3	1,2	1,4	0,9	1,9	1,0	1,9	0,9	1,6	0,8	1,5	1,3	1,7
	м	6,3	4,1	2,7	2,7	2,8	4,6	2,2	7,1	3,6	3,5	2,3	2,4		
Зоркальцево	с	1,1	1,8	0,6	2,7	0,9	1,5	1,2	1,2	1,5	1,3	1,3	1,0	1,3	1,9
	м	2,2	5,6	1,4	5,8	3,4	5,6	2,9	3,2	4,0	2,7	3,9	3,6		
Козюлино	с	3,1	1,5	1,2	1,3	0,9	1,4	0,6	1,2	1,6	0,8	1,1	1,4	1,3	1,5
	м	9,6	6,9	1,9	2,3	2,2	3,6	2,2	2,7	4,4	2,1	2,5	2,3		
Наумовка	с	2,7	1,0	0,7	1,1	0,9	1,7	1,5	1,1	1,0	1,3	0,8	1,1	1,3	1,3
	м	4,5	2,4	2,6	1,7	3,3	4,3	3,9	2,2	3,6	2,4	1,6	2,4		
Самусь	с	0,5	1,2	0,7	0,9	1,2	0,9	1,1	1,6	0,7	1,3	0,7	1,6	1,0	2,0
	м	1,5	2,5	2,3	3,3	2,2	3,0	2,4	4,0	2,2	2,6	1,6	3,5		
Светлый	с	2,6	1,4	1,0	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,0	0,9	1,0	1,2	1,2	1,5
	м	5,2	4,6	3,6	2,6	4,6	2,5	2,3	4,8	2,3	1,9	3,6	3,8		
Томск	с	1,1	1,2	1,2	1,1	0,7	0,6	0,8	1,9	0,8	1,3	1,5	0,7	1,1	1,6
	м	2,4	3,5	2,0	4,3	2,6	3,4	2,7	4,3	2,4	3,0	2,9	1,8		
в 100-км зоне															
Болотное*	с	1,9	1,1	1,2	1,3	1,1	0,8	1,2	1,1	1,7	1,2	2,4	1,2	1,5	2,2
	м	8,7	2,7	2,8	3,0	2,7	2,3	2,5	2,9	4,2	4,6	6,9	3,6		
Кожевниково	с	1,3	2,1	0,8	1,0	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	1,7	1,1	1,6	1,4	1,9
	м	3,6	5,7	2,1	4,5	2,7	2,8	3,1	2,9	3,0	3,5	3,7	4,6		
Тайга*	с	2,0	1,3	1,8	0,9	1,5	1,0	1,6	1,8	1,6	1,3	2,0	0,7	1,5	2,2
	м	6,0	6,4	6,0	2,8	4,3	2,4	5,6	6,3	3,6	5,3	5,4	2,1		
Яя*	с	1,4	0,9	0,9	**	2,3	1,1	1,5	2,2	1,6	1,3	1,1	1,4	1,4	2,4
	м	4,3	2,4	2,5	**	8,9	4,1	4,5	7,1	5,2	4,5	5,1	3,7		
вне 100-км зоны															
Батурино	с	1,3	1,2	1,7	1,4	1,8	1,0	1,9	1,4	1,5	1,6	2,4	1,4	1,6	2,0
	м	3,2	4,8	4,9	4,0	4,8	3,0	4,7	3,0	3,0	4,8	7,2	4,2		
Колпашево	с	3,4	3,8	1,0	1,4	2,5	1,4	2,1	2,2	2,1	1,1	1,5	1,3	2,0	2,8
	м	13,0	8,4	3,4	5,5	6,6	3,9	7,2	8,3	10,6	3,8	6,5	4,4		
Молчаново	с	1,0	1,2	3,3	1,1	0,8	1,4	2,5	2,1	1,6	1,2	1,9	1,3	1,6	2,0
	м	2,1	2,0	5,2	4,6	3,4	4,6	5,8	3,6	3,8	2,1	3,6	2,1		
Первомайское	с	1,7	1,1	1,0	1,9	1,4	2,2	1,5	1,7	1,8	0,9	1,3	1,2	1,5	2,0
	м	3,4	3,6	1,9	4,0	3,2	4,3	3,3	2,4	4,9	3,4	3,0	3,3		

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

\*\* – проба была наложена 31.03.2004, снята 27.04.2004.

Таким образом, исходя из результатов анализа проб аэрозолей и выпадений, можно сделать вывод, что основным техногенным радионуклидом, загрязняющим приземную атмосферу 100-км зоны СХК и всей территории Томской области в 2004 г., был <sup>90</sup>Sr, содержание которого в воздухе не превышало глобальных уровней.

**Почва и донные отложения**

В 2004 г. отбор проб почвы проводился в г. Томске и его окрестностях [18]. Пробы почвы отбирались лопатой на глубину 10 см, площадь отбора – 20 см<sup>2</sup>. Гамма-спектрометрический анализ отобранных проб (см. табл. 2.38) показал, что в почве присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и <sup>137</sup>Cs. Загрязнение почвы <sup>137</sup>Cs было распределено очень неравномерно и находилось на фоновом уровне. Исключение представляет проба, отобранная в районе р. Ромашки, содержание <sup>137</sup>Cs в которой составило 1231 Бк/кг. Помимо <sup>137</sup>Cs в пробах почвы в районе р. Ромашки, Чернильщиковской протоки и сбросного канала, был обнаружен <sup>60</sup>Co и <sup>65</sup>Zn. В пробе, отобранной у р. Ромашка, удельная активность <sup>60</sup>Co составила 206 Бк/кг, <sup>65</sup>Zn – 375 Бк/кг. Содержание естественных радионуклидов в почве – фоновое.

Таблица 2.38

**Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в г. Томске и его окрестностях в 2004 г.**

Пункт отбора проб	МЭД		Удельная активность, Бк/кг					
	3-4 см	1 м	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>65</sup> Zn	<sup>60</sup> Co
п. Самусь, проба 1	9	8	9	8	8	264	н	н
д. Наумовка	12	11	30	19	9	391	н	н
д. Козюлино	9	8	24	20	5	410	н	н
Чернильщиковская протока	10	9	13	8	9	385	25	7
р. Ромашка	11	9	21	14	1231	332	375	206
Канал	11	9	20	14	241	188	112	50
д. Зоркальцево	10	9	24	15	4	368	н	н
д. Георгиевка	11	9	27	21	28	467	н	н
поворот на д. Наумовка	10	9	33	19	142	455	н	н
п. Светлый	9	8	36	27	68	359	н	н
с. Первомайское	12	12	29	19	11	421	н	н
28,5 км по шоссе Томск-Самусь	13	10	33	22	85	450	н	н

В 2004 г. также как и в предыдущие годы проводился отбор проб почвы и донных отложений в СЗЗ СХК (в районе р. Ромашки и в Чернильщиковской протоке р. Томи после впадения в нее р. Ромашки, см. рис. 2.7). Каждый год отбор проб донных отложений осуществляется по урезу

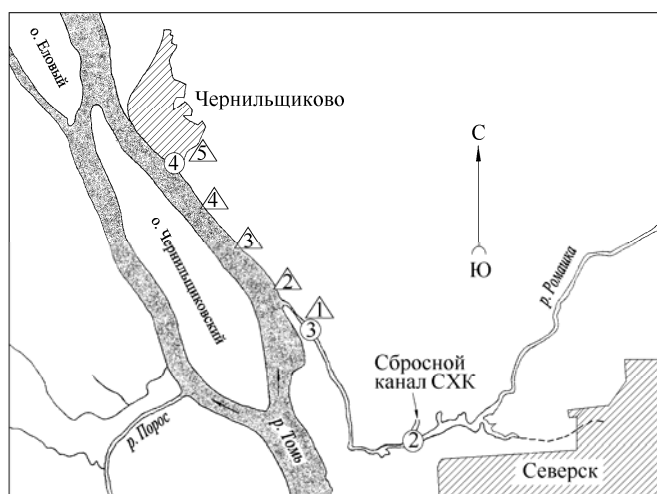


Рис. 2.7. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ Сибирского химического комбината:

- – отбор проб воды;
- Δ – отбор проб почвы, донных отложений и растительности.

воды, граница которой ежегодно изменяется, а почвы – в непосредственной близости от воды, поэтому проследить динамику загрязнения почвы и донных отложений от года к году при такой методике отбора проб не представляется возможным [18]. Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что в поверхностном слое донных отложений и почве, наряду с естественными радионуклидами, присутствует практически постоянный набор радионуклидов техногенного происхождения, отсутствующих в составе глобального фона:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и др.

Таблица 2.39

**Мощность дозы в местах отбора проб и удельная активность радионуклидов в пробах почвы и донных отложений в СЗС СХК в 2004 г., Бк/кг в.-с.**

Радионуклид	р. Ромашка		500 м вниз от устья р. Ромашки		1000 м вниз от устья р. Ромашки		1500 м вниз от устья р. Ромашки		Чернильщиковская протока	
	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения
$^{46}\text{Sc}$	9	67	2	56	н	56	5	46	9	40
$^{51}\text{Cr}$	16	622	31	492	н	477	19	387	30	314
$^{54}\text{Mn}$	11	11	15	14	н	17	2	15	2	15
$^{59}\text{Fe}$	н	24	12	20	н	20	н	11	3	6
$^{60}\text{Co}$	197	197	186	137	22	100	48	74	7	52
$^{65}\text{Zn}$	100	355	82	262	7	189	36	141	25	104
$^{134}\text{Cs}$	8	3	7	4	н	5	2	3	н	3
$^{137}\text{Cs}$	66	33	69	34	18	31	17	26	9	29
$^{152}\text{Eu}$	62	37	18	36	8	55	19	18	н	14
$^{154}\text{Eu}$	23	14	4	13	5	21	6	8	н	н
$^{40}\text{K}$	358	257	360	300	421	298	384	293	385	282
$^{226}\text{Ra}$	17	5	14	11	12	12	12	17	8	16
$^{232}\text{Th}$	18	9	20	13	17	14	15	18	13	19
МЭД,	17	17	17	17	13	13	11	11	9	9
мкР/ч	10	10	10	10	9	9	9	9	8	8

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

Содержание техногенных радионуклидов (кроме  $^{137}\text{Cs}$ ) в почве на р. Ромашка сравнимо с их содержанием в донных отложениях. По мере удаления от устья р. Ромашки, содержание техногенных радионуклидов в почве и донных отложениях, в основном, уменьшается, а также уменьшается их содержание в почве по сравнению с их содержанием в донных отложениях. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве и донных отложениях в 2–5 раз превышает фоновые уровни на территории РФ. Вызывает беспокойство тот факт, что в рассматриваемых объектах природной среды из года в год обнаруживается довольно высокое содержание радионуклидов, период полураспада которых менее года. Это указывает на то, что загрязнение этими радионуклидами «свежее» и происходит непрерывно [18].

В марте – апреле 2004 г. в 15 точках 30-км зоны СХК и на 9 постах СНЛК был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период [18]. Отбор проб производился на всю глубину снежного покрова с измеренной площади с таким расчетом, чтобы объем талой воды был не менее 10 л. Гамма-спектрометрический и бета-радиометрический анализы талой воды, полученной из 17 проб снега из 30-км зоны СХК, а также 6 проб, отобранных за 30-км зоной, значимых активностей техногенных радионуклидов не выявили.

Перед отбором проб снега, почвы и донных отложений в местах отбора проб измерялись уровни МЭД на высотах 3–4 см и 1 м от поверхности. Значения МЭД при отборе проб почвы и донных отложений (см. табл. 2.38 и 2.39) варьировали в диапазоне 8–17 мкР/ч, при отборе проб снега – в пределах 6–16 мкР/ч. Исключением является сбросной канал, где значения МЭД на высоте 3–4 см над снегом составляли 21 мкР/ч.

По данным АСКРО [18] среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2004 г. колебались в пределах от 9 до 13,0 мкР/ч; максимальные значения не превышали 17 мкР/ч. Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 100-км зоны СХК колебались в пределах 7–13 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне.

### **Поверхностные воды**

Мониторинг радиоактивного загрязнения поверхностных вод в ближней зоне СХК проводился путем ежемесячного отбора (за исключением случаев, когда по погодным либо по организационно-техническим условиям не удавалось организовать отбор проб) и анализа проб воды в четырех точках [18] (см. рис. 2.7):

- 1 т. – в р. Томь выше СХК (г. Томск, в районе коммунального моста);
- 2 т. – в сбросном канале (г. Северск, место слива из водохранилища ВХ1 в канал);
- 3 т. – в р. Ромашка (пост милиции, примерно 500 м до впадения р. Ромашки в р. Томь);
- 4 т. – 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 пробах, отобранных в р. Томь выше сбросов в районе коммунального моста, значимых количеств радиоактивных веществ обнаружено не было. Радиоактивные элементы присутствовали в пробах воды, отобранных в точках 2, 3 и 4. Результаты гамма-спектрометрического анализа проб воды в сравнении с нормативами НРБ-99, а также значения МЭД приведены в табл. 2.40.

Из табл. 2.40 видно, что наибольшее содержание радионуклидов наблюдалось в сбросном канале СХК в т. 2 (место слива воды из водохранилища ВХ1 в канал). Далее, по ходу разбавления водой рек Ромашки и Томи (т.т. 3 и 4), их объемные активности заметно снижались. Наибольший вклад в загрязнение вод канала и р. Ромашка в 2004 г. вносил  $^{24}\text{Na}$ . Его объемная активность в сбросном канале в декабре в 1,2 раза превышала допустимую для питьевой воды по НРБ-96 [19] (в НРБ-99 [2] нет норматива для  $^{24}\text{Na}$ ). Помимо  $^{24}\text{Na}$  в сбросном канале содержание  $^{76}\text{As}$ ,  $^{133}\text{I}$  и  $^{239}\text{Np}$  также превышало уровень вмешательства по НРБ-99 [2]:  $^{239}\text{Np}$  – в мае и сентябре,  $^{76}\text{As}$  и  $^{133}\text{I}$  – на протяжении почти всего года. Объемные активности радионуклидов в остальных точках отбора были ниже уровня вмешательства по НРБ-99. Необходимо отметить тот факт, что наблюдался сильный разброс наличия радиоактивных веществ от пробы к пробе (т.е. в разные дни). Полученные результаты не позволяют определить полный объем загрязнения поверхностных вод из-за малой частоты отбора проб [18].

Таблица 2.40

**Объемная активность радионуклидов в пробах воды в районе СХК в 2004 г., Бк/л**

Радионуклид	Месяцы												УВ по НРБ-99
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
в сбросном канале													
<sup>24</sup> Na	1201	298	1663	774	1078	1640	1398	-	2875	1566	6	3370	2900*
<sup>239</sup> Np	н	83	н	96	173	103	81	-	263	110	н	218	170
<sup>99</sup> Mo	н	9	н	4	6	10	4	-	18	7	н	11	230
<sup>133</sup> I	н	7	н	10	11	11	9	-	н	7	н	5	6,3
<sup>76</sup> As	67	111	46	136	212	242	211	-	279	114	н	250	87
<sup>51</sup> Cr	н	н	н	20	н	н	21	-	21	27	н	н	3700
<sup>152</sup> Eu	н	н	н	11	8	н	н	-	н	н	н	н	99
<sup>42</sup> K	н	42	н	83	138	н	н	-	106	н	н	н	22
МЭД, МкР/ч	408 119	117 31	280 72	147 42	186 65	242 87	194 60	21 10	383 77	214 71	47 14	503 162	
в р. Ромашке													
<sup>24</sup> Na	281	67	266	24	24	333	220	-	1105	325	1,5	-	2900*
<sup>239</sup> Np	н	18	20	11	14	44	19	-	94	49	н	-	170
<sup>99</sup> Mo	н	1	н	н	н	3	н	-	2	н	н	-	230
<sup>133</sup> I	н	н	н	н	н	3	н	-	3	3	н	-	6,3
<sup>76</sup> As	14	10	26	20	14	51	19	-	78	19	н	-	87
<sup>51</sup> Cr	н	н	н	5	н	н	н	-	н	н	н	-	3700
МЭД, МкР/ч	86 41	34 14	43 12	16 9	14 9	71 26	46 17	17 10	158 43	50 17	29 11	202 71	
в Черныльщиковой протоке													
<sup>24</sup> Na	-	-	-	-	-	-	-	58	-	72	-	-	2900*
<sup>239</sup> Np	-	-	-	-	-	-	-	н	-	33	-	-	170
<sup>76</sup> As	-	-	-	-	-	-	-	9	-	н	-	-	87
МЭД, мкР/ч	- -	- -	- -	- -	11 9	13 9	16 9	9 8	37 14	15 9	- -	- -	

Примечания: данные приведены на момент измерения;  
 \* – ДУА<sub>НАС.</sub> для населения по НРБ-96 [19];  
 - - измерения не проводились;  
 н – ниже порога обнаружения;  
 МЭД – верхняя строка – на высоте 3–4 см, нижняя – на высоте 1 м.

В целом, радиационная обстановка в районе СХК в 2004 г. оставалась стабильной и не ухудшилась по сравнению с предыдущими годами. По-прежнему вызывает опасение и требует усиленного контроля состояние поверхностных вод в окрестностях СХК, поскольку основной вклад плановых радиоактивных сбросов комбината приходится на поверхностные воды. Деятельность комбината не внесла существенного вклада в загрязнение атмосферных выпадений радионуклидами. Мощность дозы на территории Томской области, по данным сети СНЛК и АСКРО, в течение 2004 г. находилась в пределах естественного фона (7–17 мкР/ч).

**2.5. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»**

Предприятие ядерно-энергетического 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 завода на трассе Новосибирск–Кемерово расположено хранилище РАО (хвостохранилище), содержащее радионуклиды уранового ряда, литий и ртуть. Хвосто-

хранилище функционирует с 1949 г. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м<sup>3</sup> [20]. Отходы на хвостохранилище доставляются в виде суспензии (пульпы) по пульпопроводу непосредственно с территории завода [18]. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1 км, в пределах которой проходит железная дорога и автомагистраль. С территории хвостохранилища вытекает ручей Пашенский. Вблизи хвостохранилища расположено оз. Круглое, в которое впадает ручей Пашенский.

В результате деятельности НЗХК происходит поступление радионуклидов в окружающую среду (природный и обогащенный уран и продукты его распада (радий, радон и т.д.) через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и из хвостохранилища. Поступление <sup>222</sup>Rn в атмосферу происходит, в основном, с поверхностной части хвостохранилища. Зона наблюдения (ЗН) завода 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, у которой выброс изотопов урана с угольной золой превышает выброс НЗХК в 7,5 раза [11]. Согласно [1], выбросы обогащенного урана в атмосферу на НЗХК на протяжении последних 6 лет были близки к величине разрешенного выброса ( $2,71 \cdot 10^9$  Бк/год).

Сброс радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производит, однако, на хвостохранилище имеются три водоема-отстойника (секции), где под слоем воды хранятся радиоактивные отходы. Первая секция заполнена (сброс в нее не производится с 1963 г.), вторая (эксплуатируется с 1964 г.) – близка к заполнению, третья – строящаяся (окончание строительства в 2005 г.). Поступление радионуклидов в окружающую среду происходит, в основном, в период весеннего паводка (в апреле), когда идет стихийный сброс на рельеф 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 [18].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 31.12.2004 изотопами урана загрязнено 0,430 км<sup>2</sup> почвы [1], из которых 0,217 км<sup>2</sup> находятся на промплощадке, 0,201 км<sup>2</sup> – в СЗЗ, 0,012 км<sup>2</sup> – в ЗН. В СЗЗ на площади 0,009 км<sup>2</sup> МЭД колеблется от 60 до 230 мкР/ч, на площади 0,192 км<sup>2</sup> – превышает 230 мкР/ч. В ЗН МЭД колеблется от 60 до 230 мкР/ч. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

Контроль радиационной обстановки в зоне радиусом 100 км вокруг НЗХК проводится подразделениями Западно-Сибирского УГМС [18]. Основное внимание уделяется территории вблизи предприятия (в радиусе 5–7 км).

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2004 г. был организован следующим образом [18]:

- 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);



Рис. 2.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

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

– радиоактивность атмосферных выпадений измерялась ежесуточно в трех пунктах, расположенных на расстоянии до 30 км путем отбора проб с помощью марлевых горизонтальных планшетов (рис. 2.8);

– определялось содержание радионуклидов в воде ручья Пашенский (весной) и в оз. Круглое (осенью); а также в донных отложениях оз. Круглое и почве в 10–12 м от берега озера (рис. 2.9);

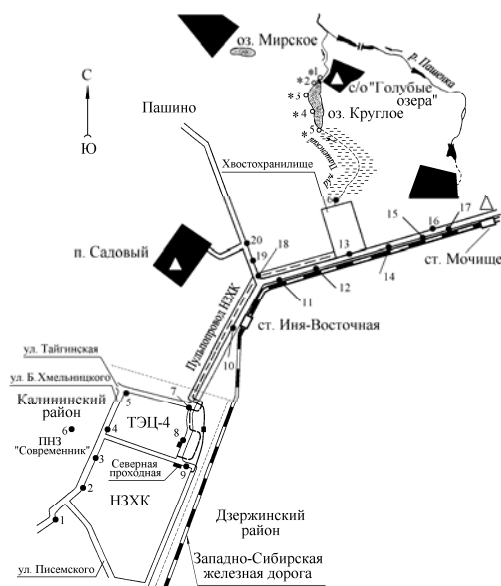


Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостоохранилища НЗХК:

- — отбор проб почвы, снега и ежемесячный контроль МЭД;
- — отбор проб воды, донных отложений и почвы;
- △ — отбор проб питьевой воды.



- в трех населенных пунктах контролируемой зоны раз в год отбирались пробы питьевой воды;
- в 20 контрольных точках 5–7-км зоны наблюдения вокруг НЗХК ежемесячно во время маршрутных обследований измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега, в июне – пробы почвы (рис. 2.9);
- на семи станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Колывань, Коченево, Мошково, Огурцово, Ордынское, аэропорт «Новосибирск-Северный») и в пяти пунктах наблюдений в г. Новосибирске ежедневно каждый синоптический срок (8 раз в сутки), измерялась мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения;
- проводилась маршрутная  $\gamma$ -съемка вдоль пульпопровода с интервалом 100 м;
- в связи с повышенным фоном между контрольными т.т. 7 и 8 (рис. 2.10) 27 июля было проведено дополнительное обследование территории между этими точками: определялась мощность дозы гамма-излучения с подстилающей поверхности и содержание радионуклидов в почве.

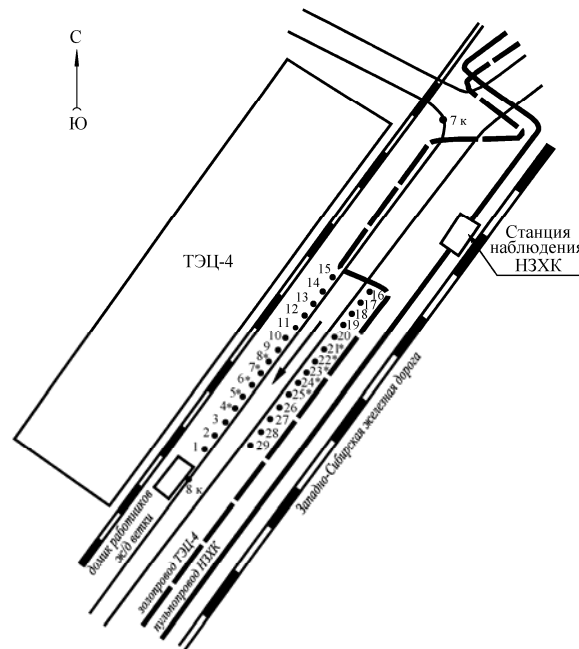


Рис. 2.10. Схема расположения точек отбора проб почвы и измерения гамма-фона на локально-контролируемой зоне НЗХК:

□ — дорога с асфальтированным покрытием;

7 к; 8 к — контрольные точки измерения гамма-фона в контролируемой зоне НЗХК;

1–29 — точки измерения гамма-фона на локально-загрязненной территории в контролируемой зоне НЗХК;

4\*–8\*; 21\*–25\* — точки отбора проб почвы.

Для измерения  $\sum\beta$ -активности проб аэрозолей и выпадений использовался радиометр РУБ-01П с тонкопленочным сцинтилляционным детектором с эталонированием по источнику ионизирующего излучения  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Yc}$ ; ошибка интерполяции получаемых результатов не превышала 15 %. Гамма-спектрометрический анализ проводился с помощью полупроводникового гамма-спектрометра «ПРОГРЕСС». Наличие  $^{90}\text{Sr}$  в выпадениях из атмосферы определялось радиохимиче-

ским методом. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения контролировалась с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т1, ДКГ-03Д «ГРАЧ».

### Приземная атмосфера

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере измерялась в п. Огурцово. Результаты измерений приведены в табл. 2.41. Из табл. 2.41 видно, что среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе в п. Огурцово уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,2 раза и составляла  $(20 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3)$ , что в 1,2 раза выше средней по территории РФ ( $16,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ), но в 1,4 раза ниже средней по Западно-Сибирскому региону ( $27,3 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ) (см. раздел 1). В 2004 г. в п. Огурцово отмечено шесть случаев пятикратного и более превышения среднесуточной объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновой –  $(51-91) \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ . Результаты радиоизотопного анализа проб повышенной активности показали отсутствие в них техногенных радионуклидов и нуклидов, характерных для выбросов НЗХК. Гамма-активность проб определялась, в основном,  ${}^7\text{Be}$  (от  $430 \cdot 10^{-5}$  до  $640 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ ).

Таблица 2.41

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

Месяц		Новосибирск		Огурцово				Болотное	
		Р		Р		q		Р	
		2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	с	0,7	2,4	1,5	4,1	22	19	1,9	4,8
	м	2,6	6,1	6,9	11,8	57	72	8,7	15,0
Февраль	с	0,9	1,4	1,7	3,0	14	10	1,1	2,5
	м	8,3	4,9	7,7	14,7	42	21	2,7	6,9
Март	с	0,7	1,3	1,7	1,2	10	7	1,2	1,7
	м	3,5	6,0	7,8	4,0	21	24	2,8	6,5
Апрель	с	0,9	1,3	1,8	1,4	10	11	1,3	2,3
	м	4,6	4,5	4,9	6,4	26	33	3,0	5,6
Май	с	0,9	1,8	1,7	3,2	29	15	1,1	2,3
	м	3,6	4,5	4,5	7,2	91	134	2,7	6,0
Июнь	с	0,8	1,9	1,9	2,7	35	26	0,8	2,7
	м	2,1	3,7	6,4	7,7	130	55	2,3	5,7
Июль	с	1,1	4,0	1,4	1,8	18	20	1,2	1,2
	м	4,7	10,6	7,5	7,3	57	50	2,5	3,4
Август	с	1,1	3,4	1,5	3,3	30	41	1,1	1,5
	м	2,9	10,7	4,1	8,6	81	270	2,9	6,6
Сентябрь	с	1,1	1,8	1,7	2,6	16	34	1,7	3,0
	м	4,5	6,1	5,5	14,8	61	239	4,2	7,1
Октябрь	с	1,3	1,8	2,6	3,1	23	56	1,2	1,8
	м	3,7	6,5	13,7	12,0	80	160	4,6	5,1
Ноябрь	с	0,5	1,1	1,5	1,7	13	22	2,4	1,5
	м	2,7	4,0	6,5	5,5	56	53	6,9	4,5
Декабрь	с	0,8	1,6	1,4	2,2	20	17	1,2	2,6
	м	3,5	8,2	4,2	6,3	54	74	3,6	8,1
Среднее: Бк/м <sup>2</sup> ·сутки 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		0,9	2,0	1,7	2,5	20	24	1,4	2,3
Сумма: Бк/м <sup>2</sup> ·год		329	730	621	913			511	840
Среднее по ЗапСиб региону: Бк/м <sup>2</sup> ·год 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		569	577	569	577	27,3	29,5	569	577

Радионуклидный состав и объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере г. Огурцово определялись в объединенных за месяц пробах аэрозолей. Из техногенных  $\gamma$ -излучающих радионуклидов в пробах аэрозолей присутствовал только  $^{137}\text{Cs}$ . Максимальные среднемесячные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  ( $8,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) были зафиксированы в пробах аэрозолей, отобранных в мае и июне. Среднегодовые и усредненные за квартал объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2001–2004 гг. в приземной атмосфере в п. Огурцово представлены в табл. 2.42. В 2004 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  уменьшилась в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом,  $^{90}\text{Sr}$  – в 1,8 раза. При этом объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  была в 1,7 раза ниже фоновой по Западно-Сибирскому региону, а  $^{90}\text{Sr}$  – в 1,5 раза (см. раздел 1).

Таблица 2.42

**Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2001–2004 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 Западной Сибири
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Огурцово	2001	2,8	8,5	1,9	0,6	3,5	3,8
	2002	н	0,2	4,5	4,0	2,2	4,6
	2003	1,9	1,7	6,4	4,7	3,7	6,5
	2004	1,7	4,0	2,4	1,9	2,5	4,3
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Огурцово	2001	2,7	1,9	3,6	1,4	2,4	3,4
	2002	1,97	2,07	1,3	1,2	1,6	2,0
	2003	1,6	2,1	3,0	4,3	2,8	2,4
	2004	0,7	2,5	1,9	1,2	1,6	2,4

н – ниже предела обнаружения.

Атмосферные выпадения в 2004 г. измерялись в п.п. Новосибирск (аэропорт «Новосибирск-Северный»), Огурцово и Болотное [18]. Результаты измерений выпадений  $\Sigma\beta$  приведены в табл. 2.41. Из табл. 2.41 видно, что выпадения  $\Sigma\beta$  в этих пунктах уменьшились по сравнению с 2003 г. в 1,5–2,2 раза и были на уровне средних по Западно-Сибирскому региону ( $577$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Случаев превышения фонового значения предыдущего месяца в 10 и более раз в 2004 г. зафиксировано не было. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в выпадениях было ниже предела обнаружения [18].

#### **Снег, почва, мощность дозы гамма-излучения на местности**

В пунктах отбора проб выпадений в период перед началом снеготаяния отбирались пробы снега на всю глубину снежного покрова. Радионуклидный анализ проб снега не выявил наличия в выпадениях из приземной атмосферы техногенных радионуклидов в значимых количествах [18]. Отбор проб снега проводился также в 20 контрольных точках 5-км зоны вокруг НЗХК (см. рис. 2.9): 9 точек вокруг территории НЗХК, 3 – вдоль дороги в районе пульпопровода, 8 – вокруг хвостохранилища. Результаты анализа проб показали, что среднее значение плотности загрязнения снежного покрова  $\beta$ -активными продуктами в ближней зоне НЗХК в 2004 г. составляло  $34$  Бк/м<sup>2</sup>, что значительно ниже уровня прошлых лет (2001 г. –  $128$  Бк/м<sup>2</sup>, 2002 г. –  $86$  Бк/м<sup>2</sup>, 2003 г. –  $135$  Бк/м<sup>2</sup>) и уровня, зарегистрированного в 2004 г. в г. Новосибирске ( $139$  Бк/м<sup>2</sup> – в аэропорту «Новосибирск-Северный»,  $223$  Бк/м<sup>2</sup> – в п. Огурцово). Гамма-спектрометрический анализ объединенной пробы

снега показал отсутствие в ней  $^{235}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$ . Значения МЭД в точках отбора проб снега на высотах 3–4 см и 1 м изменялись в пределах 8–14 мкР/ч и не превышали фоновых значений.

В тех же точках (т.т. 1–20 рис. 2.9) в июне был проведен отбор проб почвы. Отбор почвы осуществлялся методом конверта. Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб почвы приведены в табл. 2.43. Из табл. 2.43 видно, что в 2004 г. средняя удельная активность  $^{232}\text{Th}$  и  $^{137}\text{Cs}$  не превышала уровней 2003 г., а  $^{226}\text{Ra}$  – увеличилась в 2 раза. Повышенное содержание  $^{226}\text{Ra}$ , как и в прошлые годы, наблюдалось в отдельных пробах почвы, отобранных вдоль дороги, идущей от Северной проходной НЗХК к хвостохранилищу (т.т. 9, 10 рис. 2.9), а также вокруг хвостохранилища (т.т. 12, 13, 17 рис. 2.9). Вероятная причина повышенного содержания  $^{226}\text{Ra}$  – нарушение санитарных правил перевозки радиоактивных отходов. В 11-ти точках из 20-ти в почве был зафиксирован  $^{235}\text{U}$  в следовых количествах [16].

Таблица 2.43

**Удельная активность радионуклидов (Бк/кг) в пробах почвы, отобранных в 5-км зоне НЗХК, и мощность экспозиционной дозы в точках отбора проб почвы в 2004 г. (рис. 2.9) (данные Западно-Сибирского УГМС)**

Точки измерения МЭД и отбора проб	МЭД, мкР/ч		$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{235}\text{U}$
	на высоте 2–3 см	на высоте 1 м				
т. 1	15	11	19	15	2,1	н
т. 2	12	12	18	16	2,5	< 22
т. 3	13	10	12	23	< 2,9	< 10
т. 4	12	10	16	21	2,7	< 18
т. 5	17	13	26	21	2,5	< 16
т. 6	16	10	23	20	3,2	н
т. 7	28	20	20	н	н	< 17
т. 8	14	20	13	19	н	< 23
т. 9	19	23	24	285	< 2	н
т. 10	27	19	22	109	2,2	< 27
т. 11	17	15	26	н	< 1,9	< 25
т. 12	17	17	21	111	8,8	н
т. 13	16	16	25	246	< 3,3	н
т. 14	13	16	25	31	< 3,1	н
т. 15	14	13	27	27	1,6	н
т. 16	13	15	29	19	н	< 15
т. 17	14	12	21	333	2,8	< 56
т. 18	18	17	25	16	н	< 22
т. 19	14	14	23	24	н	н
т. 20	16	16	27	19	3,3	н
Среднее:						
2004 г.	16	15	22	68	2,2*	< 12,6
2003 г.	15	14	29	39	6,1	< 7,6

н – ниже порога обнаружения;

\* – оценка сверху.

В 2004 г. среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, изменялись от 8 до 13 мкР/ч и находились в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Максимальные значения мощности дозы  $\gamma$ -фона (19 мкР/ч) были отмечены в январе в Дзержинском и центральном районах г. Новосибирска. Превышения значений МЭД над контрольными уровнями не зафиксировано [18].

Значения МЭД, измерявшиеся в 5-км зоне вокруг НЗХК каждый месяц, за исключением мая, августа и ноября, (т.т. 1–20 рис. 2.9) колебались в пределах 8–22 мкР/ч.

При маршрутной гамма-съемки вдоль пульпопровода измерения МЭД проводились на высоте 1 м от поверхности земли с обеих сторон пульпопровода через каждые 100 м на расстоянии 3–5 м от него. Результаты  $\gamma$ -съемки показали, что мощность дозы  $\gamma$ -излучения вдоль пульпопровода колебалась в пределах от 10 до 24 мкР/ч. Протечки и другие неисправности пульпопровода при визуальном осмотре обнаружены не были [18].

В 2004 г. было проведено более детальное повторное обследование территории вдоль пульпопровода между контрольными точками 7 (поворот к северной проходной НЗХК) и 8 (домик работников железнодорожной ветки) (рис. 2.9, 2.10). Измерения проводили с промежутками 1 м с обеих сторон дороги на расстоянии 1 м от полотна дороги на высотах 1–2 см и 1 м от поверхности почвы. Участки обследования представляли собой: на правой стороне дороги – канава, длина участка которой 15 м, в 20 м от железнодорожной ветки; на левой стороне – участок длиной 15 м, идущий вдоль труб отопления в 15 м от золопровода ТЭЦ-4. Результаты дополнительного обследования показали, что на данном участке мощность дозы  $\gamma$ -излучения колебалась в пределах 18–55 мкР/ч. Наибольшие значения МЭД были отмечены в т. 6 (55 мкР/ч на высоте 1 м) справа от автомобильной дороги и в т. 22 (45 мкР/ч) слева от дороги (см. рис. 2.10).

С участков с повышенным радиационным фоном (рис. 2.10 т.т. 4\*–8\* справа от дороги, МЭД – от 52 до 55 мкР/ч; т.т. 21\*–25\* слева от дороги, МЭД – от 38 до 45 мкР/ч) были отобраны пробы почвы. В результате гамма-спектрометрического анализа в пробах почвы, объединенных отдельно по правой и по левой стороне, было обнаружено присутствие  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{235}\text{U}$  (см. табл. 2.43). Удельная активность  $^{235}\text{U}$  в пробе с правой стороны составляло 57,3 Бк/кг, слева – 17,8 Бк/кг. Содержание  $^{226}\text{Ra}$  в пробе с левой стороны составляло 204 Бк/кг. Содержание  $^{232}\text{Th}$  в точках не превышало фоновых значений (в пробе с правой стороны – 16,9 Бк/кг, слева – 22,1 Бк/кг).

#### **Вода и донные отложения**

В период весеннего паводка на НЗХК обычно идет сброс 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 2004 г. отбор проб воды проводился в шести точках (см. рис. 2.9). В ручье Пашенский проба воды была отобрана весной (28.04.2004), в озере – осенью (08.09.2004). Помимо этого в оз. Круглое ежегодно в одних и тех же т.т. 1–5 (рис. 2.9) производится отбор проб донных отложений, а в 10–12 м выше уреза озера напротив этих точек отбираются пробы почвы. Значения содержания радионуклидов в воде, почве и донных отложениях в оз. Круглое и ручье в 2004 г. представлены в табл. 2.44.

Из табл. 2.44 видно, что среднее значение объемной активности суммы  $\beta$ -активных радионуклидов в воде оз. Круглое (т.т. 1–5) в 2004 г. уменьшилось и составляло 0,52 Бк/л, что почти в 2 раза ниже значения предыдущего года, а также допустимой объемной активности для питьевой воды (1,0 Бк/л) по НРБ-99 [2]. В ручье Пашенский (т. 6) объемная активность  $\sum\beta$  в воде (0,79 Бк/л) практически не отличалась от проб из оз. Круглое. Радиоизотопный анализ проб показал, что объемные активности радионуклидов в воде ручья и озера были ниже порога чувствительности применяемого метода анализа.

Средние удельные активности радионуклидов  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{235}\text{U}$  в донных отложениях оз. Круглое (см. табл. 2.44) были в 1,3–3 раза ниже, чем в 2002–2003 гг.

Таблица 2.44

**Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л), почвы и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое в 2004 г., МЭД в точках отбора проб (данные Западно-Сибирского УГМС)**

Точки отбора проб	МЭД, мкР/ч, на высоте		Вода $\Sigma\beta$	Донные отложения				Почва			
	2–3 см	1 м		$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{235}\text{U}$
т. 1	13	11	0,44	25	2,6	39	71	19	9	13	< 21
т. 2	13	12	0,76	18	8,8	17	107	19	10	15	< 22
т. 3	14	11	0,36	18	11,2	н	73	19	12	13	н
т. 4	14	15	0,41	21	5,9	37	39	21	7	15	< 15
т. 5	13	15	0,38	8	3,3	14	35	26	9	17	н
т. 6	15	16	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее:											
2004 г.			0,52	18	6	27	65	21	9	15	
2003 г.			1,1	24	15	80	133	29	16	24	
2002 г.			1,2	24	25	105	125	31	27	28	

н – ниже порога обнаружения;  
- – пробы не отбирались.

Удельные активности радионуклидов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в пробах почвы с берегов оз. Круглое также были почти на треть ниже, чем 2002–2003 гг., и не намного отличались от фоновых активностей. Однако в трех точках из пяти регистрировался  $^{235}\text{U}$ , удельная активность которого не превышала 22 Бк/кг.

Гамма-спектрометрические исследования питьевой воды в трех населенных пунктах 100-км зоны НЗХК (п.п. Садовый, Мочище и с/о «Голубые озера») в 2004 г. показали отсутствие в ней техногенных радионуклидов в количествах, превышающих порог обнаружения. Объемная активность  $\Sigma\beta$  в пробах питьевой воды не превышала 0,13 Бк/л [18] и была ниже допустимой по НРБ-99 (1 Бк/л).

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что, в целом, в 2004 г. деятельность ОАО НЗХК не ухудшила сложившуюся к этому времени радиационную обстановку в 100-км зоне вокруг предприятия, которая осталась на уровне 2003 г. Однако влияние НЗХК на поступление радионуклидов в окружающую среду примыкающих территорий имеет место. Это проявляется в присутствии в объектах окружающей среды характерного для производства НЗХК радионуклида  $^{235}\text{U}$  и повышенным по сравнению с фоновым содержанием  $^{226}\text{Ra}$  в донных отложениях оз. Круглое и почве на некоторых участках вдоль дороги, ведущей к хвостохранилищу.

## 2.6. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее ППГХО), до акционирования известное как Приаргунский горно-химический комбинат, в 2003 г. отметило свое тридцатипятилетие. На сегодня ППГХО – это единственное в России уранодобывающее предприятие и один из крупнейших в мире поставщиков природного урана. Монопольными потребителями уранового концентрата, производимого ППГХО, являются предприятия корпорации «ТВЭЛ» – Но-

восибирский завод химконцентратов и Машиностроительный завод (г. Электросталь, Московская обл.), на которых изготавливаются тепловыделяющие элементы, используемые в качестве топлива на АЭС.

ППГХО – крупнейшее многоотраслевое горно-добывающее предприятие, в состав которого входят:

- подземная добыча урановых руд (горнорудное управление – ГРУ);
- переработка этих руд гидрометаллургическим способом с получением природной закиси-окиси урана (гидрометаллургический завод – ГМЗ);
- добыча бурого угля (Ургуйское месторождение);
- выработка серной кислоты для перерабатывающего производства (сернокислотный завод – СКЗ);
- добыча артезианской воды для питьевого водоснабжения всей промплощадки и города;
- ремонтно-механическое обслуживание основного производства;
- выработка электрической энергии и тепловодоснабжение промышленных и городских объектов (теплоэлектроцентраль – ТЭЦ);
- коммунально-бытовое обеспечение как промышленных, так и городских потребителей электроэнергии, воды и тепла.

Основными объектами ППГХО, оказывающими воздействие на окружающую среду, являются ТЭЦ, ГМЗ и СКЗ.

ППГХО расположено в п. Октябрьский юго-восточной части Читинской области, что 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 присутствие вредных промышленных веществ в атмосферном воздухе 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.

Выбросы ППГХО и их радионуклидный состав в 2004 г. и для сравнения в 2003 г. по данным [1, 21] представлены в табл. 2.45. Смесь радионуклидов U, <sup>222</sup>Rn, <sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb и <sup>214</sup>Bi выбрасывается из шахтных стволов и вентиляционных шурфов уранового горнорудного управления, а также из труб ТЭЦ. Радионуклиды <sup>232</sup>Th и <sup>40</sup>K выбрасываются из труб ТЭЦ.

Таблица 2.45

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>40</sup> K	2,04·10 <sup>9</sup>	4,29·10 <sup>9</sup>	3,96·10 <sup>9</sup>	+ 3,30·10 <sup>8</sup>
<sup>218</sup> Po	8,44·10 <sup>14</sup>	1,43·10 <sup>13</sup>	1,4·10 <sup>13</sup>	+ 3,00·10 <sup>11</sup>
<sup>214</sup> Pb	2,79·10 <sup>14</sup>	7,42·10 <sup>13</sup>	7,30·10 <sup>13</sup>	+ 1,20·10 <sup>12</sup>
<sup>214</sup> Bi	7,20·10 <sup>13</sup>	5,42·10 <sup>13</sup>	5,33·10 <sup>13</sup>	+ 9,00·10 <sup>11</sup>
<sup>222</sup> Rn	8,51·10 <sup>14</sup>	3,20·10 <sup>14</sup>	3,29·10 <sup>14</sup>	- 9,00 10 <sup>12</sup>
<sup>232</sup> Th	1,92·10 <sup>9</sup>	8,33·10 <sup>8</sup>	8,10·10 <sup>8</sup>	+ 2,30·10 <sup>7</sup>
ДЖН	1,75·10 <sup>11</sup>	2,49·10 <sup>10</sup>	1,50·10 <sup>10</sup>	+ 9,90·10 <sup>9</sup>

ДЖН – смесь долгоживущих радионуклидов (суммарный выброс <sup>238</sup>U, <sup>235</sup>U, <sup>234</sup>U, <sup>226</sup>Ra, <sup>230</sup>Th, <sup>210</sup>Po).

Из табл. 2.45 видно, что в 2004 г. выбросы всех радионуклидов, кроме ДЖН, в атмосферу не превышали уровня 2003 г., а выбросы ДЖН увеличились в 1,7 раза. Фактические выбросы ППГХО, кроме  $^{40}\text{K}$ , не превышали 75,3 % от разрешенных, а выбросы  $^{40}\text{K}$  превышали норматив более чем в 2 раза. Суммарная активность выброшенных из объектов ППГХО в атмосферу нормируемых радионуклидов в 2004 г. составила  $4,63 \cdot 10^{14}$  Бк. По сравнению с 2003 г. выбросы снизились на  $6,6 \cdot 10^{12}$  Бк. По данным [1] выбросы  $^{222}\text{Rn}$  на ППГХО на 96 % определяют выбросы всех предприятий Росатома.

Загрязненные радионуклидами шахтные воды подземных рудников, образующиеся при добыче урановых руд, в организованном порядке поступают на гидрометаллургический завод, перерабатывающий урановые руды. Избыток шахтной воды сбрасывается в одно из двух хвостохранилищ радиоактивных отходов, имеющих специальный противofильтрационный экран. Хозяйственно-бытовые стоки города 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 Умыкейский озер. Объем сбросных вод в 2004 г. составлял  $1,32 \cdot 10^4$  м<sup>3</sup>. Активность годовых сбросов радионуклидов на ППГХО в 2003–2004 гг. в открытую гидрографическую сеть представлена в табл. 2.46 [1, 21].

Таблица 2.46

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс, Бк	Фактический сброс, Бк		Объемная активность радионуклидов, Бк/л (данные ППГХО)			УВ по НРБ-99 [2], Бк/л
		2004 г.	2003 г.	в хозяйственных стоках	в пром-стоках ТЭЦ	в смеси стоков	
$^{210}\text{Pb}$	-	$2,50 \cdot 10^9$	$3,40 \cdot 10^9$	0,19	0,21	0,189	0,2
$^{210}\text{Po}$	-	$2,00 \cdot 10^9$	$2,80 \cdot 10^9$	0,15	0,17	0,152	0,12
$^{226}\text{Ra}$	-	$7,00 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^9$	0,05	0,10	0,053	0,5
$^{230}\text{Th}$	-	$2,20 \cdot 10^9$	$3,50 \cdot 10^9$	0,17	0,20	0,167	0,66
сумма нуклидов U	$6,35 \cdot 10^{10}$	$1,12 \cdot 10^{10}$	$2,21 \cdot 10^{10}$	0,77	2,17	1,120	3,1

По данным табл. 2.46 сбросы радионуклидов в 2004 г. уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,4–2 раза. Согласно [1], все радионуклиды, кроме урана, сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов разрешенных сбросов. Однако объемная активность  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$  и естественных изотопов U в сбрасываемых стоках по данным ППГХО [21] ниже уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99 [2]. Объемная активность  $^{210}\text{Po}$  в сбросных водах в 1,2–1,4 раза выше УВ для питьевой воды.

Контроль радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ППГХО осуществляется силами ППГХО [21]. В СЗЗ и ЗН предприятия контролируется содержание радионуклидов в приземной атмосфере, в воде открытых водоемов, в грунтовых и сбросных водах, в почве, а также контролируется мощность дозы гамма-излучения на местности.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ППГХО осуществляет Забайкальское УГМС, путем ежедневных наблюдений за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 6 станциях и атмосферными радиоактивными выпадениями на пяти станциях [22], расположение которых показано на рис. 2.11.





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

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – АООТ ППХО.

Выпадения суммы  $\beta$ -излучающих радионуклидов, а также среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны приводятся в табл. 2.47.

Таблица 2.47

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг Приаргунского ППХО в 2004 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	2004 г.	2003 г.
Январь	с	1,8	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1
	м	6,8	3,6	4,0	5,0	5,9		7,4
Февраль	с	1,7	1,9	1,7	1,5	2,0	1,8	1,9
	м	3,7	5,9	3,1	2,6	4,4		8,5
Март	с	1,6	2,1	1,9	1,8	1,8	1,8	2,0
	м	3,3	4,0	4,0	4,5	3,5		11,7
Апрель	с	2,1	1,9	2,3	2,0	1,9	2,0	1,8
	м	4,4	5,0	4,7	5,3	4,4		7,1
Май	с	2,0	1,8	2,1	1,8	1,8	2,0	2,0
	м	4,0	3,5	5,2	3,8	3,5		6,4
Июнь	с	1,7	1,7	2,6	2,3	2,0	1,9	2,0
	м	4,5	5,5	6,6	6,1	5,0		6,9
Июль	с	2,3	2,0	1,6	2,0	1,9	2,0	2,0
	м	5,6	4,7	3,3	4,6	4,9		7,2
Август	с	2,0	2,9	3,0	2,0	2,0	2,2	2,0
	м	4,5	5,6	6,3	4,9	4,9		9,2
Сентябрь	с	2,2	1,7	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9
	м	4,7	5,2	4,3	3,4	5,8		6,1
Октябрь	с	1,8	1,8	1,7	1,9	1,6	1,9	2,1
	м	5,7	3,6	4,5	4,5	5,2		6,9
Ноябрь	с	1,7	1,8	1,6	2,1	1,8	1,7	2,0
	м	3,8	4,3	3,6	4,3	3,8		8,0
Декабрь	с	1,4	1,7	2,0	1,7	1,6	1,6	1,9
	м	3,6	3,5	4,7	3,8	3,6		6,0
Среднее за год		1,9	1,9	2,0	1,9	1,9	1,9	2,0
Сумма за год:								
2004 г.		730	767	803	694	803	694	-
2003 г.		694	694	730	694	694	-	730
МЭД, мкР/ч:	с	18	15	14	15	14	13	13
	м	24	22	21	20	19		

Как видно из табл. 2.47, среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ППГХО в 2004 г. колебались от 1,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в п. Доно, п. Забайкальск, г. Краснокаменск, п. Приаргунск) до 2,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (с. Кайластуй). Максимальная величина суточных выпадений  $\Sigma\beta$  6,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки была зарегистрирована в с. Доно 9 января. Среднегодовые выпадения  $\Sigma\beta$  (1,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) в 100-км зоне ППГХО были на уровне средних значений по Забайкальскому региону, но в 1,3–1,5 раза выше средневзвешенных значений по территории России (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и территории Юга Восточной Сибири (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Контроль содержания альфа-активных радионуклидов в приземной атмосфере г. Краснокаменска, проводимый силами ППГХО, показал, что среднегодовая объемная активность радионуклидов уранового ряда в воздухе составляла  $2 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на порядок ниже предельно допустимой активности в воздухе для населения по НРБ-99 [2].

В табл. 2.48 приводятся данные ППГХО по объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов, расположенных в пади Сухой Урулюнгуи и в примыкающих к ней падах в районе ППГХО.

Таблица 2.48

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов  
в воде открытых водоемов в районе ППГХО, Бк/л  
(данные ППГХО)**

Место отбора проб	<sup>226</sup> Ra	<sup>230</sup> Th	<sup>210</sup> Po	<sup>210</sup> Pb	U-ест.	$\Sigma(A_i/U_{Vi})$
система Умыкейских озер	0,12	0,13	0,13	0,17	4,79	3,91
резервное водохранилище	0,11	0,38	0,14	0,24	0,5	3,33
карьер ПГС-2	0,10	0,25	0,14	0,26	7,31	5,41
оз. Ланцово	0,13	0,21	0,16	0,23	2,02	3,68
УВ по НРБ-99, Бк/л	0,5	0,66	0,12	0,20	3,1	

$A_i$  – удельная активность  $i$ -го радионуклида в воде;

$U_{Vi}$  – соответствующий уровень вмешательства для питьевой воды.

Перечисленные в табл. 2.48 водоемы технологически не связаны с основными уранодобывающими и перерабатывающими объектами ППГХО, однако, имеют опосредованную связь через систему канализации, через грунтовые воды, в которых мигрируют ионы техногенного происхождения. Из табл. 2.48 видно, что объемные активности <sup>210</sup>Po, <sup>210</sup>Pb и радионуклидов урана в водоемах в районе ППГХО, в основном, превышают уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99 [2]. Сумма отношений удельной активности  $i$ -го радионуклида  $A_i$  в воде к соответствующему  $U_{Vi}$  в питьевой воде  $\Sigma(A_i/U_{Vi})$  для всех водоемов больше 1. Это означает, что по НРБ-99 [2] вода из этих водоемов не может использоваться как питьевая.

В 2004 г. под радиоэкологическим наблюдением ППГХО находилось 40 скважин, расположенных в районах склада кислот, хвостохранилища ГМЗ и огаркохранилища СКЗ. По данным ППГХО [21] в 8 скважинах, расположенных в СЗЗ на расстоянии от 0,5 до 3 км от источника поступления радионуклидов наблюдалось превышение УВ для <sup>210</sup>Po и <sup>210</sup>Pb. Объемная активность <sup>210</sup>Po и <sup>210</sup>Pb не зависела от расстояния и колебалась в пределах от 0,13 Бк/л до 0,36 Бк/л при УВ = 0,12 Бк/л и от 0,21 Бк/л до 0,35 Бк/л при УВ = 0,20 Бк/л соответственно. Содержание естественного <sup>238</sup>U в этих скважинах не превышала УВ для питьевой воды – 3,1 Бк/л.

Основными источниками техногенного загрязнения территории ППГХО радионуклидами [21] являются отвалы забалансовых руд, хвостохранилища ГМЗ, центральный рудный двор, просыпи рудной массы вдоль автодорог, проливы урансодержащей пульпы и шахтной воды.

Площади загрязненных  $^{226}\text{Ra}$  и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [21], на 01.01.2005 г. составляли 8,275 км<sup>2</sup>. Большая часть загрязненных земель – 7,102 км<sup>2</sup> – находится на промплощадке, 0,755 км<sup>2</sup> – в СЗЗ и 0,418 км<sup>2</sup> – в ЗН [1, 21]. В СЗЗ на площади 0,107 км<sup>2</sup> МЭД не превышает 60 мкР/ч, на площади 0,53 км<sup>2</sup> – колеблется от 60 до 230 мкР/ч, на площади 0,118 км<sup>2</sup> – превышает 230 мкР/ч. В ЗН на площади 0,418 км<sup>2</sup> МЭД колеблется от 60 до 230 мкР/ч. Наиболее высокие значения МЭД (более 230 мкР/ч) регистрируются на отвалах забалансовых руд, в хвостохранилище ГМЗ, на рудных отвалах центрального рудного двора и местах проливов пульпы, расположенных на промплощадках внутри СЗЗ. В ЗН ППГХО в пади Бамбакай имеется загрязненная радием и ураном сбросная канава, размытая неочищенными шахтными водами, сбрасываемыми в геологоразведочный период освоения рудного поля Стрельцовского месторождения урана (1976–1988 гг.). Эта падь находится в 4–5 км юго-восточнее работающих шахт и отделена Аргунским хребтом от пади Сухой Урулюнгуй. Учетная площадь техногенного загрязнения составляет 0,418 км<sup>2</sup> с мощностью дозы гамма-излучения 60–230 мкР/ч. В 2004 г. на ППГХО реабилитированы (зачищены от мусора, металлолома, выровнены и присыпаны инертными грунтами) неиспользуемые земли внутри СЗЗ объединения. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

По результатам стационарных наблюдений Забайкальского УГМС [22] за МЭД на 6 пунктах радиометрической сети, расположенных в 100-км зоне вокруг ППГХО, среднегодовая величина МЭД в 2004 г. изменялась от 13 до 18 мкР/ч, что соответствует уровню 2003 г. Максимальное суточное значение МЭД – 24 мкР/ч – было отмечено 25 марта в с. Доно. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО в 2004 г. составило 14,8 мкР/ч, что выше фонового для территории Забайкалья (13 мкР/ч). Среднемесячные значения МЭД в пяти пунктах наблюдения из шести превышали региональное фоновое значение в течение всего года: Доно, Забайкальск, Кайластуй, Краснокаменск, Приаргунск.

Повышенный радиационный фон в 100-км зоне ППГХО, по-видимому, не связан с деятельностью этого предприятия. Превышающие фоновое значение (13 мкР/ч) среднегодовые значения МЭД отмечаются из года в год в 20-ти из 52-х пунктов наблюдения Забайкальского УГМС в Читинской области. Вероятно, это связано [21] с проявлениями локальных месторождений урана и тория, т.е. с природными радионуклидами.

Среднегодовые выпадения суммы  $\beta$ -излучающих радионуклидов в Читинской области обычно выше, чем средневзвешенные выпадения по Югу Восточной Сибири [22]. В 2004 г. выпадения  $\Sigma\beta$  в Читинской области по данным Забайкальского УГМС [22] составляли 693,5 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,5 раза выше средневзвешенных выпадений по территории Юга Восточной Сибири (474,5 Бк/м<sup>2</sup>·год) и выше средневзвешенных выпадений по территории РФ (511 Бк/м<sup>2</sup>·год). Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Читы (на территории Забайкальского региона имеется только один пункт наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере) также, как правило, выше, чем средневзвешенная активность  $\Sigma\beta$  по территории Юга Восточной Сиби-

ри [22] (см. табл. 2.49). Загрязнение же приземной атмосферы Читинской области техногенными радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  не превышает уровней регионального фона. Это подтверждают данные об объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе г. Читы в 2000–2004 гг., приведенные в табл. 2.49 (радиоизотопный анализ проб проводился в региональных лабораториях Приморского УГМС и НПО «Тайфун»).

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  ( $1,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилась в 3 раза по сравнению с 2003 г., и была ниже фонового значения по региону ( $2,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в г. Чите в 2004 г. составляла  $0,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,5 раза ниже значения прошлого года и в 3,8 раза ниже средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ( $3,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 2.49

**Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2000-2004 гг., Бк/м<sup>3</sup>**  
(данные Забайкальского УГМС, Приморского УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
<b><math>^{137}\text{Cs}, 10^{-7}</math></b>							
Чита	2000	3,0	5,3	3,6	2,4	3,6	3,4
	2001	1,7	-	-	3,3*	2,3	4,8
	2002	8,0	9,0	3	3	5,8	5,6
	2003	8,0	12,0	2	2	6,0	4,8
	2004	1,0	2,2	1,8	2,6	1,9	2,5
<b><math>^{90}\text{Sr}, 10^{-7}</math></b>							
Чита	2000	1,0	3,0	1,4	0,8	1,6	1,4
	2001	0,6	-	-	2,6	1,6	2,4
	2002	1,6	1,2	1,5	0,8	1,3	2,0
	2003	1,3	5,1	0,8	0,7	2,0	3,4
	2004	0,5	0,5	1,2	1,0	0,8	3,0
<b><math>\Sigma\beta, 10^{-5}</math></b>							
Чита	2000	22,5	26,3	27,7	22,6	24,7	19,8
	2001	17,3	53,2	69,7	40,7	45,2	18,6
	2002	19,5	17,8	26,6	24,7	22,2	16,6
	2003	25,4	28,8	13,9	16,7	21,2	17,6
	2004	11,6	15,4	15,9	28,4	17,6	16,7

\* – измерения проводились в ноябре и декабре.

Таким образом, на основании выше изложенного 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 УВ по НРБ-99 по некоторым радионуклидам не может использоваться населением как питьевая.

## 2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат

Ангарский электролизно-химический комбинат (АЭХК) представляет собой комплекс взаимосвязанных производств, в который включаются производство фтора, безводного фтористого во-

дорода, гексафторида урана и производство разделения изотопов урана с обогащением по изотопу  $^{235}\text{U}$ . В структуру комбината входят ремонтно-механический завод для обеспечения ремонта и изготовления технологического оборудования, специализированное конструкторско-технологическое бюро «Ядерное приборостроение», другие вспомогательные цеха и подразделения [23].

АЭХК расположен на Юге Восточной Сибири, в 100 км западнее оз. Байкал, на расстоянии 40 км от г. Иркутска и в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживает около 300 тыс. человек. По метеорологическим данным [23] в 2004 г. в г. Ангарске преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 29 %, северо-западные, западные – 16 % и юго-восточные – 14 %. Наибольшая повторяемость восточного ветра приходилась на январь и декабрь (37 %), северо-западного – на май (31 %), юго-восточного – на апрель (23 %), западного – на июнь (26 %) [23].

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки, на которых очищаются газоаэрозольные выбросы предприятия перед выбросом их в атмосферу. По данным наблюдений службы внешней дозиметрии АЭХК в 2004 г. выбросы суммы альфа-активных радионуклидов в атмосферу комбинатом составили  $2,8 \cdot 10^8$  Бк (при разрешенном выбросе  $1,65 \cdot 10^{14}$  Бк).

При функционировании комбината образуются низкоактивные жидкие и твердые РАО. Образующиеся на комбинате в процессе производственной деятельности твердые радиоактивные отходы захораниваются в могильники траншейного типа, расположенные на территории комбината. Их эксплуатация рассчитана на 20 лет. Жидкие технологические стоки после извлечения из них урана до 12,5 Бк/л и нейтрализации, направляются на шламовые поля открытого типа. Контроль миграции радионуклидов в подземных водах проводится службой внешней дозиметрии комбината путем отбора проб воды из 44-х наблюдательных скважин. В 2004 г. превышений значений уровня вмешательства ( $УВ_{\text{ВОДА}}(^{235}\text{U}) = 3$  Бк/л по НРБ-99 [2]) в скважинах не зарегистрировано.

Сбросы радионуклидов в природные водные объекты (р. Ангара) комбинат не производит с 1995 г. По данным АЭХК объемная активность сточных вод (хозяйственно-бытовая и ливневая канализация), а также проб воды в р. Ангара в месте выпуска сточных вод, ниже и выше на 500 м выпуска (в 2004 г. отведено  $32283,3$  тыс.  $\text{м}^3$  сточных вод) составляла  $< 0,05$  Бк/л, что ниже уровня вмешательства для суммарной  $\alpha$ -активности по НРБ-99, равного 0,1 Бк/л.

Большинство производственных установок комбината работает в условиях низкого абсолютного давления, поэтому любые аварийные ситуации должны иметь локальный характер и ограничиться площадями производственных помещений [23]. Поэтому АЭХК отнесен ко второй категории потенциальной опасности и не имеет зоны наблюдения, а СЗЗ не выходит за пределы производственной территории комбината.

Для контроля радиационной обстановки на комбинате и оценки влияния его деятельности на окружающую природную среду на АЭХК в 1999 г. создана и находится в режиме круглосуточной эксплуатации АСКРО. АСКРО включает в себя 10 постов, распределенных по территории комбината и в жилом секторе г. Ангарска, на семи из которых измеряется МЭД, один предназначен для регистрации метеопараметров и два поста оборудованы спектрометрическими установками для кон-

троля радионуклидов в воздушной среде. Информация о радиационной обстановке и метеорологических параметрах 3 раза в сутки передается в Ситуационно-кризисный центр Росатома России.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2004 г. Иркутским УГМС проводились наблюдения [23]:

- за радиоактивными атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах (рис. 2.12);
- за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере непрерывно с помощью ВФУ с суточной экспозицией на одной станции в г. Иркутске (Иркутск ОГМС);
- за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на 14 метеостанциях;
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова при проведении маршрутных обследований.

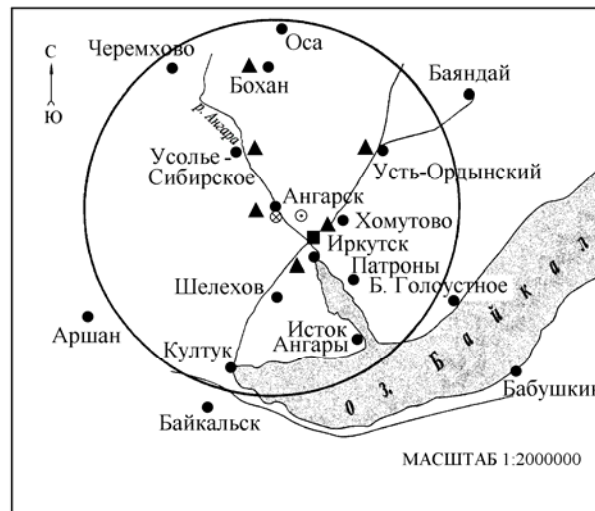


Рис. 2.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ангарского электролизно-химического комбината (АЭХК), ПХРВ Иркутского СК «Радон»:

- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ⊙ — ПХРВ Иркутского СК «Радон»;
- ⊗ — Ангарский электролизно-химический комбинат.

Средняя за год величина суточных выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне АЭХК в 2004 г. по данным Иркутского УГМС (табл. 2.50) осталась практически на уровне 2003 г. во всех пунктах наблюдения и колебалась в пределах от 1,9 до 3,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Это в 1,3–2,1 раза выше, чем средневзвешенное значение выпадений  $\Sigma\beta$  на незагрязненной территории РФ (1,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), что характерно для Иркутской области. Средние суточные выпадения по Иркутской области составляли в 2004 г. 2,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальное среднесуточное значение выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг АЭХК наблюдалось 14 мая в п. Усть-Ордынский и составило 24,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, техногенных радионуклидов в пробе обнаружено не было.

Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Иркутска в 2004 г. оставалась на уровне 2003 г. и составляла  $22 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,4 раза выше средней по территории РФ и в 1,3 раза выше средней по Югу Восточной Сибири [23] (см. раздел 1, табл. 1.1). Максимальная сред-

несуточная объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась 2 сентября –  $133 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 6 раз выше среднегодового значения.

Таблица 2.50

**Среднемесячные значения выпадений (P, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2004 г.**

Месяц	Ангарск	Иркутск		Усьолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
	P	P	q	P	P	P	P
Январь	2,6	1,8	23	4,6	5,6	3,5	3,2
Февраль	3,2	3,4	18	3,4	2,5	3,7	2,6
Март	2,7	2,1	22	3,2	3,6	2,6	2,5
Апрель	3,3	1,9	26	3,3	2,8	2,6	2,4
Май	3,8	2,9	21	3,0	4,0	5,0	3,5
Июнь	2,5	1,4	22	2,2	2,4	3,4	2,1
Июль	1,6	2,1	22	1,6	3,2	3,0	3,1
Август	1,8	1,1	27	1,4	1,9	2,0	2,2
Сентябрь	2,2	1,4	29	3,6	3,3	2,8	6,0
Октябрь	3,4	2,1	19	3,1	2,5	1,9	3,4
Ноябрь	2,0	2,1	16	2,5	2,7	2,7	3,1
Декабрь	2,7	1,0	24	2,0	3,1	2,4	2,5
Среднее:							
2004 г.	2,6	1,9	22	2,8	3,1	3,0	3,0
2003 г.	2,9	1,9	21	3,1	2,9	2,6	3,1
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год	949	694		1022	1131	1095	1095

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в г. Иркутске в 2001–2004 гг. по результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей из приземной атмосферы, проводимого в региональной лаборатории Западно-Сибирского УГМС и НПО «Тайфун», представлены в табл. 2.51.

Таблица 2.51

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Иркутске в 2001–2004 гг., 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>**

Пункт наблюдения	Год	квартал				Среднее за год	Средневзвешенное по территории Юга Восточной Сибири
		I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.		
<b><sup>137</sup>Cs</b>							
Иркутск	2001	н	3,9	2,6	н	1,6	4,8
	2002	н	5,9	9,8	0,7	4,1	5,6
	2003	н	8,7	3,3	н	3,5	4,8
	2004	3,3	2,1	2,2	3,4	2,8	2,5
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Иркутск	2001	1,8	7,3	2,0	3,1	3,6	2,4
	2002	8,9	5,3	0,7	1,4	4,1	2,0
	2003	5,8	11,2	11,8	6,4	8,8	3,4
	2004	1,1	21,8	10,0	10,3	10,8	3,0

Согласно табл. 2.51, среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Иркутске, в 2004 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2003 г. и составляла  $10,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,6 раза выше средневзвешенного значения на территории Юга Восточной Сибири ( $3,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Повышение среднегодовой объемной активности <sup>90</sup>Sr в воздухе в Иркутске и средневзвешенного значения по территории Юга Восточной Сибири в 2003–2004 гг. по сравнению с предыдущими

2001–2002 гг. обусловлены высокими активностями этого радионуклида в воздухе г. Иркутска в 2003–2004 гг. Во втором, третьем и четвертом кварталах 2004 г. они составляли  $21,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $10,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $10,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 2004 г. уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2003 г. и была практически на уровне фонового значения по региону ( $2,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наблюдаемые активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в воздухе на 6–7 порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub>. Для этих радионуклидов по НРБ-99.

По данным наблюдений службы внешней дозиметрии АЭХК среднегодовая объемная активность суммы радионуклидов урана в приземном слое воздуха в СЗЗ АЭХК составляла  $0,76 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, а в жилом районе г. Ангарска –  $0,36 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 5–10 раз ниже допустимого по НРБ-99 значения соответственно (ДОА<sub>НАС</sub> для смеси изотопов урана составляет  $3,6 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В 2004 г. группой оперативного контроля Иркутского УГМС ежемесячно проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км. Измерения МЭД в двадцатикилометровой зоне АЭХК проводились через каждые 2 км в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3–4 см над поверхностью почвы. Средние значения МЭД варьировали в пределах 13–15 мкР/ч, максимальное (22 мкР/ч) – было отмечено в декабре на четвертом километре дороги на д. Савватеевка.

Одновременно с маршрутной  $\gamma$ -съемкой 27 февраля были отобраны пробы снега в 10-ти точках, а 21 августа в тех же точках – пробы растительности и почвы. Результаты измерения содержания  $\Sigma\beta$  в пробах приведены в табл. 2.52. Максимальный уровень активности  $\Sigma\beta$  в снежном покрове ( $129,9$  Бк/м<sup>2</sup>) был зарегистрирован на 2 км дороги на д. Б.Елань, что в 1,3 раза выше уровня в фоновой точке ( $97,2$  Бк/м<sup>2</sup>). Максимальное содержание  $\Sigma\beta$  в травяном покрове было зарегистрировано на 7 км дороги на д. Б.Елань и у д. Савватеевка и составило  $4,5$  Бк/м<sup>2</sup>, что в 2,4 раза выше уровня в фоновой точке. Средний уровень содержания радиоактивных веществ в растительности в 20-км зоне АЭХК в 2004 г. не превышал уровня предыдущего года. Максимальное содержание  $\Sigma\beta$  в почве отмечалось на 16 км дороги на д. Б.Елань и достигало  $677,8$  Бк/м<sup>2</sup>, что в 2 раза выше значений в фоновой точке ( $341,8$  Бк/м<sup>2</sup>). Среднее содержание  $\Sigma\beta$  в почве в районе АЭХК в 2004 г. было в 1,8 раза ниже, чем в 2003 г. и не превышало фонового уровня (в контрольной точке).

Таблица 2.52

Содержание  $\Sigma\beta$  в снежном покрове, почве и траве в 20-км зоне вокруг АЭХК, Бк/м<sup>2</sup>

Пункт отбора проб	Снег 27.02.2004	Почва		Трава	
		21.08.2004	21.09.2003	21.08.2004	21.09.2003
16 км дороги на д. Б.Елань	85,2	677,8	206,8	1,0	0,7
7 км –”–	8,7	111,7	438,1	4,5	1,5
2 км –”–	129,9	120,9	362,6	2,0	9,6
1 км дороги на д. Савватеевка	19,8	209,4	426,6	0,8	1,5
д. Савватеевка	24,0	299,3	166,1	4,4	1,9
2 км дороги на д. Одинск	50,5	169,0	562,0	3,1	1,1
2 км Московского тракта	7,2	84,1	340,0	1,3	3,0
4 км дороги на г. Иркутск	109,4	102,6	221,2	3,0	5,5
п. Мегет	26,4	58,8	629,0	0,8	1,9
Среднее в 20-км зоне	51,2	203,7	372,5	2,3	3,0
Фоновая точка	97,2	341,8	127,7	1,9	2,2



По данным Иркутского УГМС среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 14 метеостанциях в 100-км зоне вокруг АЭХК (рис. 2.12), составляли (6–18) мкР/ч. Максимальное суточное значение МЭД достигало 26 мкР/ч и было зафиксировано 12 августа в г. Иркутске.

Среднегодовое значение МЭД на границе СЗЗ по данным АЭХК составляло 11 мкР/ч, что соответствует значениям естественного  $\gamma$ -фона в районе размещения комбината.

Годовая эффективная доза техногенного облучения населения г. Ангарска составляла по данным АЭХК 9 мкЗв.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг Ангарского электролизно-химического комбината в 2004 г. была стабильной. Влияние АЭХК на радиационную обстановку в близлежащих населенных пунктах выражается в присутствии в приземной атмосфере радионуклидов урана, объемная активность которых в 10 раз ниже допустимой по НРБ-99.

### Список литературы к разделу 2

1. Брыкин С.Н., Землянухин В.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М: ФГУП ВНИИХТ, 2005.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
3. Кузнецов В.М. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла РФ. – М., 2002.  
(<http://www.atomsafe.ru/ntc/doclad.htm>)
4. Фетисов В.И. Производственное объединение «Маяк» – из истории развития. – Вопросы радиационной безопасности, 1996, № 1, с. 5–10.
5. В. Ларин. Комбинат «Маяк» - полвека проблем. – Бюллетень ЦОИ АЭ, 1998 г., № 1.
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. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1999 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001.
8. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). – М.: Апрохим, 2000.
9. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Ровный С.И., Бакуров А.С., Мокров Ю.Г., Сметанина Е.Б., Шейн Г.П. Радиационная обстановка в санитарнозащитной зоне и зоне наблюдения ФГУП ПО «Маяк» в 2004 году. Отчет. – Озерск: ФГУП ПО «Маяк», 2005.
10. Банникова О.А., Белозеров В.Б., Казанцева Г.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2004 г. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2005.

11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник. Под. Ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
12. Трансурановые элементы в окружающей среде. Под ред. У.С. Хенсона. – М: Энергоатомиздат, 1985.
13. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560-96). – М.: 1997.
14. Славская Л.А. Отчёт Среднесибирского УГМС по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды на территории 100-км зоны Красноярского ГХК в 2004 году. – Красноярск: СредСибгидромет, 2005.
15. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002.
16. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Справка о радиэкологической обстановке в районе размещения ГХК за 2004 г. – Железногорск: ГХК, 2005.
17. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
18. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И., Чагина Н.Д. и др. О радиоактивном загрязнении окружающей природной среды на территории Сибирского региона в 2004 году. Обзор. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2005.
19. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054 – 96. Госкомсанэпиднадзор России. – М.: 1996.
20. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2003 году. Обзор. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2004.
21. Галинов В.Ю. Радиационная обстановка на территории деятельности ОАО «ППГХО» за 2004 г. – Читинская обл., г. Краснокаменск, 2005.
22. Никифорова Г.Н., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2004 г. – Чита: Забайкальское УГМС, 2005.
23. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2004 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2005.

### 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. ПО «Севмашпредприятие»

Радиационно опасные объекты на территории Архангельской области сосредоточены, в основном, в г. Северодвинске. Здесь, на острове Ягры в Двинском заливе Белого моря расположены ПО «Севмашпредприятие» и ФГУП МП «Звездочка» (судоремонтный завод). На этих РОО осуществляется строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы (могильник Миронова Гора), проводится отстой и частичная утилизация атомных подводных лодок.

Радиационный контроль вокруг «Севмашпредприятия» и других РОО г. Северодвинска осуществляет Северное УГМС. В 2004 г. Северным УГМС проводился радиационный мониторинг следующих параметров, характеризующих загрязнение объектов окружающей среды [1]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась непрерывно на двух станциях в г.г. Архангельске и Северодвинске (рис. 3.1). Пробы отбирались с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5, экспозиция проб – одни сутки;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась на двух станциях в г.г. Архангельске и Онеге (рис. 3.1) ежесуточно с помощью планшетов без бортиков с площадью 0,3 м<sup>2</sup>, экспозиция проб – одни сутки;
- определялось содержание трития в атмосферных осадках в г. Архангельске и в пробах воды в р. Северная Двина (п. Соломбала);
- определялось содержание <sup>90</sup>Sr в поверхностных водах в устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала) шесть раз в год, а также в Белом море;

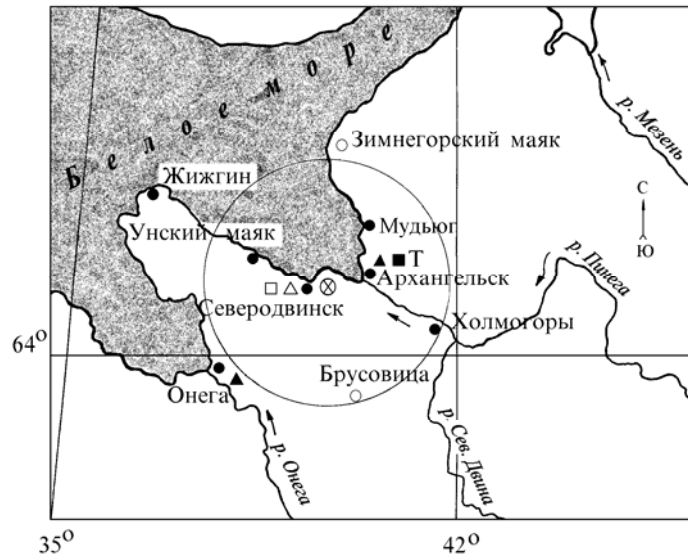


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия»:

- — наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- $\Delta$  □ — планируемые наблюдения;
- ⊗ — «Севмашпредприятие»;
- T — сбор атмосферных осадков.

– определялось загрязнение почвы радионуклидами во время маршрутного обследования в 30-км зоне РОО в 16 точках (рис. 3.2);

– мощность экспозиционной дозы гамма-излучения измерялась ежедневно на шести стационарных станциях (рис. 3.1), а также посредством проведения маршрутной гамма-съемки.

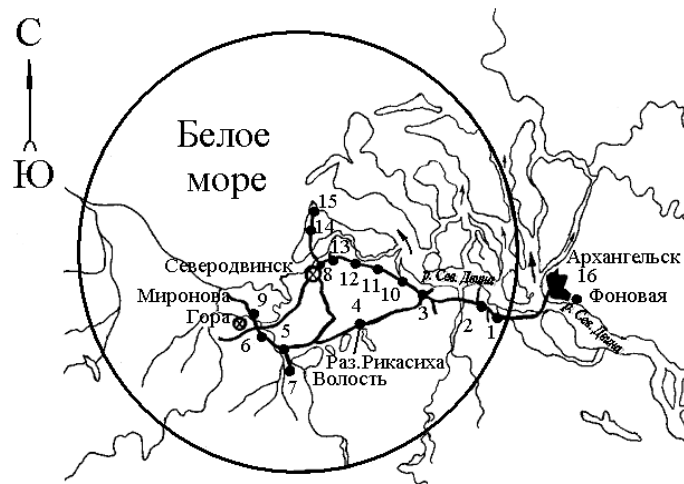


Рис. 3.2. Карта обследования 30-км зоны РОО «Севмашпредприятия»:

- ⊗ — радиационно опасные объекты;
- — точки отбора проб почвы.

Величины среднемесячных и максимальных суточных объемных активностей  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2004 г., а также средние величины объемных

активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что в 2004 г. среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере изменялась в г. Архангельске в пределах  $(2,9-5,4)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в г. Северодвинске –  $(3,0-5,3)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $4,4\cdot 10^{-5}$  и  $4,2\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно, что примерно в 4 раза ниже среднемесячной объемной активности  $\Sigma\beta$  по территории России в 2004 г. ( $16,1\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и практически не отличается от средней по региону ( $4,7\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» в 2004 г.**

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС*	
		Р	q	Р	q	Р	q
Январь	с	0,6	4,9	0,6	4,8	0,9	5,9
	м	2,9	9,7	2,7	19,5	8,4	33,9
Февраль	с	1,4	4,3	0,8	3,0	0,8	4,4
	м	5,8	19,5	3,6	12,3	5,9	25,5
Март	с	0,3	3,7	0,4	4,3	0,6	4,3
	м	1,7	8,5	1,5	11,0	4,6	27,9
Апрель	с	0,4	4,7	0,7	3,6	0,5	4,0
	м	3,0	17,2	3,1	12,5	8,4	22,4
Май	с	0,2	5,7	0,3	4,1	0,4	4,9
	м	1,0	20,9	1,5	11,9	3,0	20,9
Июнь	с	0,4	4,5	0,3	3,9	0,4	4,5
	м	2,0	11,9	1,9	10,8	3,4	20,2
Июль	с	0,4	5,3	0,9	5,7	0,6	5,3
	м	1,9	11,3	2,6	18,0	4,9	18,0
Август	с	0,6	5,4	0,3	5,3	0,6	4,7
	м	1,7	10,3	1,6	15,8	4,0	15,8
Сентябрь	с	0,4	3,8	0,4	3,3	0,6	4,6
	м	2,7	13,1	1,1	10,6	5,4	25,0
Октябрь	с	0,8	3,6	0,9	3,9	0,9	4,3
	м	2,8	13,0	3,3	10,6	9,6	20,2
Ноябрь	с	1,2	2,9	1,2	3,4	1,2	3,1
	м	3,0	10,9	6,6	9,8	9,4	10,9
Декабрь	с	1,9	4,2	0,8	4,5	0,9	6,3
	м	11,9	22,6	4,3	8,8	11,9	56,9
Среднее:	2004 г.	0,7	4,4	0,6	4,2	0,8	4,7
	2003 г.	0,6	4,4	0,5	3,7	0,6	4,1

\* – без учета данных Диксонского ЦГМС.

В течение 2004 г. в 100-км зоне вокруг РОО было зафиксировано 3 случая кратковременного повышенного (в 8–10 раз выше фоновых значений) содержания бета-активных продуктов в приземной атмосфере: 1 случай – в г. Архангельске 10–11 декабря ( $22,6$  Бк/м<sup>3</sup>) и 2 случая в г. Северодвинске 27–28 и 29–30 января ( $19,5$  Бк/м<sup>3</sup> и  $18,9$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно). Из техногенных радионуклидов в одной из проб с повышенной активностью за 27–28 января (г. Северодвинск) присутствовал <sup>137</sup>Cs, объемная активность которого была на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [2].

Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне РОО в 2004 г., а также динамика изменения этих величин за период 2000–2004 гг. приведены в табл. 3.2. Из табл. 3.2 видно, что среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземном слое воздуха пунктов 100-км зоны в 2004 г. изменялась в диапазоне от  $2,1\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в г. Северодвинске) до  $4,4\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в г. Архангельске), а среднеквартальная достигала  $5,9\cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в г. Архангельске). Из анализа данных за пять лет видно, что объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе в г. Северодвинске имеет

тенденцию к уменьшению и в 2004 г. была почти в 2 раза ниже средневзвешенной объемной активности по территории Севера ЕТР ( $3,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В г. Архангельске объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2004 г. была в 2 раза выше, чем в г. Северодвинске и в 1,2 раза выше средневзвешенной по территории Севера ЕТР.

Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г.г. Архангельске и Северодвинске в 2004 г. составляла соответственно  $4,2 \cdot 10^{-7}$  и  $0,69 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> при средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории Севера ЕТР  $1,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Повышенные значения объемной активности <sup>90</sup>Sr в воздухе в г. Архангельске, возможно, обусловлены местным источником. В среднем, в г. Архангельске в 2004 г. объемная активность <sup>90</sup>Sr была в 4 раза выше фоновой для Севера ЕТР, а в г. Северодвинске – в 1,6 раза ниже фоновой величины. Указанные значения объемных активностей в этих двух пунктах были на пять – шесть порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99 [2].

Таблица 3.2

**Объемная активность <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг «Севмашпредприятия»,  $10^{-7}$  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 Севера ЕТР
<b><sup>137</sup>Cs*</b>							
Архангельск	2000	4,5	2,1	5,2	3,9	3,9	7,0
	2001	3,5	2,5	5,0	5,0	4,0	5,2
	2002	4,6	5,7	7,3	4,0	5,4	8,2
	2003	5,2	4,5	6,2	4,0	5,0	4,5
	2004	5,1	5,9	2,7	3,7	4,4	3,8
Северодвинск	2000	3,4	5,9	11,0	3,3	5,9	7,0
	2001	4,0	5,3	5,0	2,5	4,2	5,2
	2002	4,0	4,3	4,1	7,8	5,1	8,2
	2003	2,9	2,8	3,1	1,6	2,6	4,5
	2004	2,5	1,4	3,1	1,2	2,1	3,8
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Архангельск	2000	1,8	1,1	0,7	1,9	1,4	1,2
	2001	1,7	2,3	2,5	4,6	2,8	1,3
	2002	2,5	4,9	2,2	3,2	3,2	1,3
	2003	4,2	3,6	2,2	2,7	3,2	1,1
	2004	3,8	5,3	3,5	4,2	4,2	1,1
Северодвинск	2000	0,26	0,58	0,56	0,49	0,47	1,2
	2001	0,58	0,71	0,39	0,48	0,54	1,3
	2002	0,46	0,67	0,36	0,64	0,53	1,3
	2003	0,74	0,63	0,42	0,23	0,51	1,1
	2004	0,73	0,82	0,63	0,58	0,69	1,1

\* – данные Северного УГМС.

Величины среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадений  $\sum\beta$  в 100-км зоне РОО в 2004 г., а также средние величины выпадений на территории Северного УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из табл. 3.1 видно, что среднегодовые величины суточных выпадений  $\sum\beta$  в г.г. Архангельске, Онеге и в целом по Северному УГМС практически не изменились по сравнению с 2003 г. [3]. Величины среднегодовых выпадений в 100-км зоне были сравнимы со среднегодовыми значениями для всей территории, контролируемой Северным УГМС, и были, в среднем, в 2,5 раза ниже средней величины для территории РФ в 2004 г. ( $1,4$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Сумма годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на территории деятельности Северного УГМС составляла  $0,37 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$  и находилась на уровне выпадений средневзвешенных по территории РФ ( $< 0,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ ).

Содержание трития в осадках в г. Архангельске за 2004 г. составило  $1125 \text{ Бк/м}^2$  (при годовом количестве осадков 565 мм). Наибольшие выпадения трития наблюдались в теплый период года с мая по октябрь с максимальным значением в июле –  $182 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{месяц}$ . Объемная активность трития в осадках в 2004 г. изменялась в диапазоне от 1,1 до 3,9 Бк/л при среднегодовом значении 2,0 Бк/л, что не превышает фоновых уровней (см. раздел 1).

Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа, проведенного НПО «Тайфун», приведено 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 среднегодовые объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в указанных реках в 2004 г. находились на уровне фоновых значений для рек ЕТР и составляли соответственно 7,6 и 6,5 мБк/л.

Таблица 3.3

**Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в речной воде в пунктах 100-км зоны вокруг «Севмашпредприятия» в 2004 г., мБк/л**

Место отбора пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	16.03	7,0
	05.05	9,2
	17.05	2,7
	09.06	9,2
	10.08	9,1
	11.11	8,2
Среднее:	2004 г.	7,6
	2003 г.	5,9
р. Онега (п. Порог)	14.02	5,3
	17.04	12,0
	13.05	3,6
	20.05	5,7
	09.08	5,0
	08.10	7,2
Среднее:	2004 г.	6,5
	2003 г.	5,6
Среднее по ЕТР:	2004 г.	7,6
	2003 г.	6,4

Объемная активность трития в р. Северная Двина мало изменяется от года к году ( $1,9 \text{ Бк/л}$  в 2000 г.,  $2,4 \text{ Бк/л}$  в 2001 г.,  $2 \text{ Бк/л}$  в 2002 г.,  $2,4 \text{ Бк/л}$  в 2003 г.,  $2,0 \text{ Бк/л}$  в 2004 г.) и не превышает среднюю объемную активность данного радионуклида в воде рек на территории России (см. раздел 1).

Загрязнение вод Белого моря  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. исследовалось в пяти точках (географические координаты точек отбора проб см. в табл. 3.4). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в Белом море (табл. 3.4) в 2004 г. несущественно отличалась от уровня 2003 г. [3] и составляла  $3,8 \text{ мБк/л}$ . Пространственное распределение радионуклида в поверхностных водах моря относительно однородное с диапазоном  $3,1\text{--}5,0 \text{ мБк/л}$  в 2004 г.

Таблица 3.4

**Объемная активность <sup>90</sup>Sr в водах Белого моря в 2003–2004 гг., мБк/л**

Координаты места отбора проб	2004 г.		2003 г.	
	Дата отбора	Объемная активность	Дата отбора	Объемная активность
64° 00' с.ш., 37° 40' в.д.	04.11	3,4 ± 0,6	04.11	5,8 ± 0,9
64° 44' с.ш., 39° 24' в.д.	27.08	3,7 ± 0,6	-	-
66° 40' с.ш., 33° 22' в.д.	19.08	5,0 ± 0,8	15.06	2,8 ± 0,5
66° 08' с.ш., 40° 20' в.д.	28.09	3,1 ± 0,5	25.08	2,3 ± 0,5
63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	29.10	3,8 ± 0,6	18.06 (пов.)	2,5 ± 0,5
63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	-	-	18.06 (дно)	2,6 ± 0,4
Среднее за год		3,8		3,2

- - измерения не проводились.

В 2004 г. в период с мая по июль Архангельским ЦГМС-Р было проведено маршрутное обследование 30-км зоны вокруг РОО «Севмашпредприятие» посредством отбора проб почвы в населенных пунктах (рис. 3.2) [1]. Места отбора проб почвы выбирались с учетом особенностей рельефа местности, причем восточная и северо-восточная части 30-км зоны остались не обследованными, так как эта часть рельефа представляет собой низменную равнину, расчлененную множеством мелких проток, образующих дельту р. Северная Двина. Всего в 30-км зоне РОО было отобрано 15 проб на глубину 5 см, «фоновой» была выбрана точка, расположенная за 30-км зоной наблюдения на окраине г. Архангельска. При отборе проб измерялась МЭД на высоте 1 м и 1 см от поверхности почвы. Данные измерений представлены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

**Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» в 2004 г.**

Место отбора пробы	Дата отбора	МЭД, мкР/ч		Удельная активность, Бк/кг			
		1 см	1 м	<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K
т.1 – Малое Тайнокурье	26.05	6	5	14,9	9,3	17,6	238
т.2 – Цигломень	26.05	6	4	16,5	6,9	4,5	234
т.3 – Рикасиха	26.05	6	6	7,9	23,1	18	461
т.4 – переезд, ст. Рикасиха	26.05	5	4	16,6	4,3	1,9	301
т.5 – Конецбор	23.06	3	6	30,1	0,1	11,4	415
т.6 – Миронова Гора (1)	23.06	9	8	3,5	27,8	16,2	596
т.7 – Волость	23.06	10	9	5,0	32,3	20,4	683
т.8 – Северодвинск	29.06	8	8	5,8	14,5	11,0	441
т.9 – Миронова Гора (2)	29.06	8	4	7,5	9,2	4,2	271
т.10 – дачи	30.07	10	9	5,1	33,9	23,9	614
т.11 – садовые участки	30.07	8	7	19,9	7,3	6,3	283
т.12 – Двинской поселок	30.07	8	8	21,3	12,9	11,6	295
т.13 – гаражи	30.07	10	9	6,9	9,5	11,4	157
т.14 – Обелиск	30.07	10	9	0,8	6,8	7,3	285
т.15 – военная часть	30.07	10	7	1,2	2,9	4,3	189
т.16 – фон	26.05	10	7	8,1	6,4	10,0	301

Во всех пробах почвы из техногенных радионуклидов был обнаружен только <sup>137</sup>Cs. Из табл. 3.5 видно, что удельная активность <sup>137</sup>Cs в пробах почвы составляла 0,8–30,1 Бк/кг. Максимальное содержание <sup>137</sup>Cs было отмечено в т. 5 (ур. Конецбор) – 30,1 Бк/кг. В пробах, отобранных вдоль трассы Архангельск–Северодвинск (т.т. 1, 2, 11, 12), удельная активность <sup>137</sup>Cs в почве была несколько выше, чем по другим маршрутам. Значения МЭД в точках отбора проб почвы не превышали 10 мкР/ч.



Также в 2004 г. Архангельским ЦГМС-Р проводилась маршрутная гамма-съемка местности в 30-км зоне РОО [1]. Измерение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения проводилось вдоль проезжих дорог через каждые 2 км на расстоянии 10 м от дороги с правой и левой стороны. Значения МЭД, измеренные в 94 точках, варьировали от 4 до 17 мкР/ч, что соответствует естественному  $\gamma$ -фону.

Среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на шести стационарных станциях в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» в течение всего 2004 г. соответствовали естественному фону и колебались в пределах (8–13) мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч.

Из приведенных данных следует, что влияние ПО «Севмашпредприятие» на радиационную обстановку в 100-км зоне вокруг предприятия не выявлено, изменений по сравнению с 2003 г. в 2004 г. не произошло. Радиационная обстановка была спокойной и не отличалась от обстановки в северном районе ЕТР.

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

Мурманская область является уникальной по концентрации РОО ядерной энергетики и атомного флота России [4]:

- Кольская атомная электростанция (в эксплуатации 4 реактора);
- Мурманское морское пароходство (в эксплуатации 13 реакторов ледокольного флота и суда атомно-технологического обслуживания) осуществляет хранение и перевозку ОЯТ и РАО;
- ремонтно-технологическое предприятие «Атомфлот» обслуживает атомный ледокольный флот (комплекс по переработке РАО и производства по обращению с РАО и ОЯТ);
- Северный Флот имеет в своем составе 17 войсковых частей, где проводятся работы с РАО и ОЯТ, 3 судоремонтных завода, на которых осуществляется весь комплекс по обслуживанию и ремонту ядерных реакторов, утилизации АПЛ (более 200 реакторов). Основные производства по обслуживанию АПЛ находятся в шести закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО) Мурманской области.
- ФГУП «СевРао» (Росатом РФ) имеет 2 береговые базы, где осуществляется хранение РАО и ОЯТ;
- Мурманский спецкомбинат «Радон» осуществляющий хранение ТРО, в т.ч. источники ионизирующего излучения и радиоактивные вещества от предприятий Архангельской и Мурманской областей, в настоящее время закрыт, проходят мероприятия по подготовке спецкомбината к реконструкции;
- Ловозерский и Ковдорский горно-обогатительные комбинаты, где производят добычу и переработку естественного радиоактивного сырья;

- объект «Днепр», где были произведены в исследовательских целях 3 подземных ядерных взрыва малой мощности;
- судоремонтный завод «Нерпа», на производственных площадях которого проводится утилизация атомных подводных лодок, выведенных из эксплуатации.

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. Поэтому одной из основных экологических проблем Мурманской области является организация безопасного обращения с накопившимися РАО и ОЯТ.

В 2004 г. радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществлялся Мурманским УГМС на 36 пунктах контроля (см. рис. 3.3), в состав которых входят [4]:

- 35 пунктов измерения мощности экспозиционной дозы, на 6 из них установлены датчики непрерывного измерения радиационного фона, данные с которых передаются ежечасно;
- 9 пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета: на 8 пунктах – с суточной экспозицией и на одном (ст. Баренцбург) – с недельной;
- 3 пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземной атмосферы с помощью воздухофильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5;
- один пункт отбора месячных проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития;
- один пункт отбора проб морской воды для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$ ;
- один пункт отбора проб поверхностных вод (оз. Имандра) для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$ .

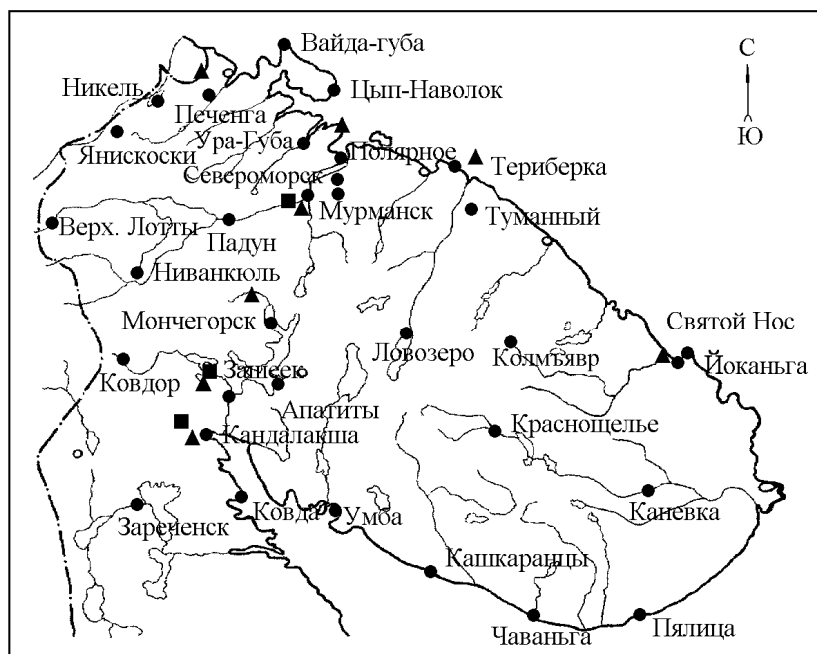


Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга на территории Мурманского УГМС:

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

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО Мурманского СК «Радон» подробно обсуждается в разделах 4.6 и 3.6 данного Ежегодника.

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся пять пунктов по измерению МЭД (Мурманск, Ура-Губа, Печенга, Полярное, Североморск), три пункта контроля за радиоактивными выпадениями (Мурманск, Печенга, Полярное) и один пункт контроля за объемной активностью радиоактивных аэрозолей (Мурманск). Результаты наблюдений за выпадениями и объемными активностями  $\Sigma\beta$  в этих пунктах представлены в табл. 3.6 [4].

Таблица 3.6

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемные активности (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>)  $\Sigma\beta$  в районе радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2004 г.**

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	0,9	0,8	0,6	9,6
	м	4,0	3,1	1,5	17,4
Февраль	с	0,9	0,5	0,2	8,3
	м	2,3	2,5	0,7	18,9
Март	с	1,0	0,6	0,2	6,3
	м	4,6	2,3	1,2	13,9
Апрель	с	0,8	0,5	0,4	4,9
	м	3,6	1,4	1,7	8,9
Май	с	0,7	0,6	0,5	3,3
	м	2,4	3,3	1,1	12,1
Июнь	с	0,5	0,9	0,6	2,6
	м	1,0	4,8	1,8	6,6
Июль	с	0,7	0,7	0,5	4,6
	м	1,7	1,6	2,3	9,6
Август	с	0,7	0,5	0,4	5,1
	м	2,6	1,6	0,5	13,5
Сентябрь	с	0,9	0,8	0,7	3,9
	м	3,2	4,0	3,7	9,8
Октябрь	с	0,7	0,9	0,5	5,8
	м	3,3	3,7	1,5	15,1
Ноябрь	с	1,0	0,6	0,2	5,1
	м	3,8	2,1	0,5	13,6
Декабрь	с	0,7	1,3	0,5	3,5
	м	1,9	3,2	1,2	8,3
Среднее:	2004 г.	0,8	0,7	0,4	5,3
	2003 г.	1,0	0,9	0,4	6,7

Из табл. 3.6 видно, что в 2004 г. заметных изменений в уровнях радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в районе расположения РОО в Мурманской области не произошло.

Результаты наблюдений за радиоактивностью атмосферных выпадений в окрестностях РОО (см. табл. 3.6) показывают, что в течение всего 2004 г. выпадения  $\Sigma\beta$  были невысокими. Они находились в пределах от 0,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в феврале, марте, ноябре в г. Мурманске) до 1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в декабре в п. Печенга). Среднегодовые значения суточных выпадений  $\Sigma\beta$  в п.п. Полярное и Печенга уменьшились по сравнению с 2003 г. [3] в 1,3 раза и составляли 0,8 и 0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно. Эти значения не превышают средневзвешенных выпадений по территории РФ и не превышают уровней, наблюдавшихся в других пунктах Мурманского УГМС. Случаев повышенных радиоактивных выпадений  $\Sigma\beta$  (в 10 и более раз выше фоновых) в 2004 г. в этих пунктах не отмечалось.

Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Мурманска в 2004 г. изменялась от  $2,6 \cdot 10^{-5}$  до  $9,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное суточное значение наблюдалось в феврале –  $18,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовое значение объемной активности суммы  $\beta$ -активных радионуклидов в воздухе г. Мурманска уменьшилось в 1,3 раза по сравнению с 2003 г. и составляло  $5,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в три раза меньше средневзвешенного для территории РФ в 2004 г. ( $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Динамика среднегодовых и среднеквартальных объемных активностей <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере г. Мурманска в 2000–2004 гг. представлена в табл. 3.7.

Таблица 3.7

**Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2000–2004 гг.,  $10^{-7}$  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><sup>137</sup>Cs</b>							
Мурманск	2000	1,5	1,5	0,5	0,6	1,0	1,7
	2001	23	16	1,7	1,9	13,6	1,9
	2002	2,4	0,7	1,0	1,3	1,3	2,1
	2003	2,5	0,7	1,7	1,1	1,5	0,9
	2004	3,9	1,17	0,8	0,96	1,7	1,0
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Мурманск	2000	0,08	0,12	0,08	0,11	0,10	0,36
	2001	18,2	0,94	0,15	0,09	4,80	0,80
	2002	0,20	0,50	0,09	0,12	0,23	0,43
	2003	0,12	1,50	0,10	0,08	0,45	0,58
	2004	0,07	0,09	0,10	0,06	0,08	0,42

Как видно из табл. 3.7, среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2004 г. не превышала средневзвешенного значения по территории Заполярья ( $0,42 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>137</sup>Cs осталась практически на уровне 2003 г. и составляла  $1,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> при средневзвешенном значении по территории Заполярья –  $1,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это несколько выше, чем средневзвешенное значение по территории Заполярья, но в 1,8 раза ниже средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs в 2004 г. по территории России.

Содержание <sup>137</sup>Cs в атмосферных выпадениях определялось в объединенных по 5 пунктам (Мурманск, Печенга, Полярное, Иоканьга, Териберка) квартальных пробах. Результаты измерений показали, что среднегодовые выпадения <sup>137</sup>Cs в этих пунктах в 2004 г. составляли 0,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, что не превышает фоновых выпадений на территории Мурманского УГМС (0,71 Бк/м<sup>2</sup>-год).

Отбор проб морской воды из Баренцева моря производился Мурманским УГМС пять раз в году, радиохимический анализ которых проводился в НПО «Тайфун». Объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде Баренцева моря в 2004 г. составляла 2,8 мБк/л, что находится на уровне последних семи лет. В ноябре 2004 г. был проведен гамма-спектрометрический анализ пробы морской воды, отобранной в Мотовском заливе Баренцева моря. Объемная активность <sup>137</sup>Cs составила 1,6 мБк/л.

Содержание трития в атмосферных осадках в Мурманске определялось ежемесячно. Среднегодовое значение объемной активности трития в 2004 г. составило 2 Бк/л, что ниже среднего значения объемной активности трития в осадках по РФ в 2004 г. (2,4 Бк/л).

По сравнению с предыдущим годом мощность экспозиционной дозы на территории Мурманской области существенно не изменилась. Среднегодовые значения МЭД в Мурманской

области достаточно сильно отличались в различных пунктах: от 4,7 мкР/ч (в Мурманске) до 20,3 мкР/ч (в Териберке). Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в п.п. Полярное, Печенга, Мурманск, Североморск и Ура-Губа, не отличались от уровней естественного  $\gamma$ -фона и изменялись в диапазоне от 5 мкР/ч (в г. Мурманске) до 13 мкР/ч (в п. Печенга).

В заключение необходимо отметить, что радиационная обстановка в местах расположения РОО не изменилась по сравнению с 2003 г.

### 3.3. РОО на территории Камчатской области

На территории Камчатской области в ЗАТО г. Вилучинск расположено два РОО Минобороны РФ. Радиационный мониторинг объектов окружающей среды в 100-км зоне РОО, в основном, за пределами ЗАТО осуществляет Камчатское УГМС. Расположение пунктов контроля в 100-км зоне вокруг РОО показано на рис. 3.4 [5].

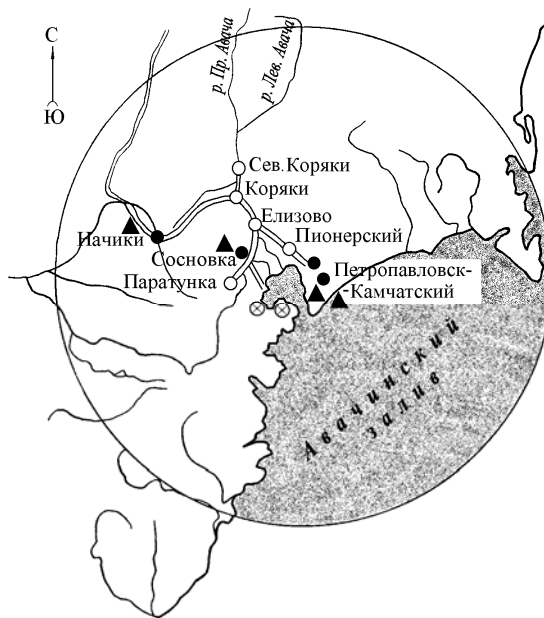


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – радиационно опасные объекты.

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне РОО в 2004 г. был организован Камчатским УГМС следующим образом:

- отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность производился в четырех пунктах с помощью горизонтального марлевого планшета без бортиков с суточной экспозицией;
- измерения МЭД проводились ежедневно в четырех пунктах. Ежеквартально в 100-км зоне проводились автомобильные маршрутные гамма-съемки;
- перед началом весеннего снеготаяния в 6 точках отбирались пробы снега;

- в конце периода вегетации в 15 точках, включая ЗАТО г. Вилючинск, отбирались пробы растительности, в двух из них в ЗАТО г. Вилючинск были отобраны пробы почвы;
- во втором квартале в трех населенных пунктах были отобраны пробы питьевой воды из скважин водоканалов;
- в одном пункте отбирались пробы осадков. Месячные пробы осадков направлялись в НПО «Тайфун» для определения содержания трития.

Суточные пробы атмосферных выпадений анализировались на содержание  $\Sigma\beta$ , гамма-спектрометрический анализ объединенных квартальных проб выпадений осуществлялся Приморским УГМС. В пробах растительности и воды определялось содержание суммы альфа- и бета-излучающих радионуклидов. Пробы почвы и некоторые пробы растительности подвергались гамма-спектрометрическому анализу.

Для анализа проб использовались радиометр РУБ-01П, низкофоновый альфа-бета-радиометр УМФ-2000, гамма-спектрометрический комплекс с программным обеспечением «Прогресс».

Среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  в 2004 г. представлены в табл. 3.8 [5].

Таблица 3.8

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  радионуклидов в 100-км зоне РОО в 2004 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	
						2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	с	0,5	1,3	1,6	0,8	1,1	0,5	1,2	0,7
	м	3,0	3,5	6,3	2,4				
Февраль	с	0,6	1,0	1,5	1,2	1,1	0,6	1,2	0,7
	м	3,3	4,1	4,8	4,8				
Март	с	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6	0,9	0,8
	м	1,7	3,6	2,1	2,4				
Апрель	с	0,5	0,9	1,3	1,2	1,0	0,7	1,0	0,6
	м	0,8	2,7	3,8	3,1				
Май	с	0,6	1,4	1,3	1,0	1,1	0,7	1,0	0,7
	м	2,3	4,1	4,5	2,5				
Июнь	с	0,5	0,8	1,5	0,9	0,9	0,6	1,0	0,7
	м	1,4	2,6	3,7	2,7				
Июль	с	0,5	0,8	0,8	0,6	0,7	1,0	0,7	0,9
	м	1,2	2,9	2,0	1,6				
Август	с	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	1,1	0,8	0,9
	м	1,4	2,4	2,6	2,2				
Сентябрь	с	0,5	0,9	1,0	1,2	0,9	0,8	0,9	0,7
	м	1,0	2,3	2,6	5,6				
Октябрь	с	0,6	1,0	0,9	1,2	0,9	1,0	0,9	0,8
	м	1,4	2,8	4,4	3,1				
Ноябрь	с	0,6	1,0	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0
	м	3,1	3,0	2,0	3,0				
Декабрь	с	0,5	0,8	0,9	0,6	0,7	1,0	0,7	1,1
	м	1,4	3,0	2,2	1,6				
Среднее		0,6	1,0	1,1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год									
2004 г.		219	365	402	329	329		329	
2003 г.		182	292	329	329	292		292	

Среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне воздействия РОО в 2004 г. изменялись от 0,5 до 1,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Самое высокое значение суточных выпадений  $\Sigma\beta$  наблюдалось в п. Сосновка в январе (6,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), что в 5 раз выше фонового уровня по

Камчатской области. Среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 2004 г. в 100-км, как и в целом по Камчатской области, по сравнению с 2003 г. немного увеличились, но, тем не менее, были в 1,8 раза ниже средневзвешенного значения для АТР (1,6 Бк/м<sup>2</sup>-сутки).

Результаты анализа проб питьевой воды из скважин водоканалов г. Петропавловска, г. Елизово и пос. Раздольный представлены в табл. 3.9. Измеренные значения объемной активности суммы  $\alpha$ -активных и суммы  $\beta$ -активных радионуклидов в отобранных пробах воды не превышают допустимых уровней, регламентируемых НРБ-99 [2]: 1 Бк/л для  $\Sigma\beta$  и 0,1 Бк/л для  $\Sigma\alpha$ .

Таблица 3.9

**Объемная активность  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в скважинах водоканалов в 100-км зоне РОО в 2004 г., мБк/л**

Дата отбора	Место отбора проб	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$
24.05	г. Петропавловск - горводоканал	36,9	0,5
24.05	г. Елизово - горводоканал	39,6	0,4
24.05	п. Раздольный - водоканал	53,3	5,5

Среднегодовое содержание трития в осадках в г. Петропавловске в 2004 г. составляло 1,3 Бк/л (по данным НПО «Тайфун»), что в 1,8 раза меньше среднегодового значения содержания трития в осадках по РФ.

Пробы растительности отбирались (см. рис. 3.4) в следующих точках: т.т. 1–2 – г. Петропавловск-Камчатский, т.т. 3–5 – вдоль трассы г. Петропавловск-Камчатский – г. Елизово, т.т. 6–8 – вдоль трассы г. Елизово – п. Мильково, т.т. 7–12 – вдоль трассы г. Елизово – п. Паратунка, т.т. 13–15 – ЗАТО г. Вилучинск. Данные о  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  в растительности в 100-км зоне РОО приведены в табл. 3.10.

Таблица 3.10

**Удельная активность  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  в растительности в 100-км зоне РОО в 2004 г., Бк/кг в.-с.**

Место отбора проб	Ягоды шиповника		Водосбор		Полынь		Разнотравье		Тысячелистник		Клевер		Папоротник		Листья рябины		Листья березы		
	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	
Петропавловск-Камчатский:																			
т. 1 – СРВ	92	1	88	н	141	2	-	-	122	1	137	1	-	-	-	-	137	8	
т. 2 – мкр-н «Силуэт»	105	3	-	-	180	2	182	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
трасса г. Петропавловск-Камчатский – г. Елизово																			
т. 3 – 10 км трассы	42	н	-	-	247	2	-	-	103	3	113	3	-	-	-	-	123	11	
т. 4 – 14 км трассы	-	-	-	-	128	н	-	-	-	-	128	-	-	-	-	-	96	н	
т. 5 – 26 км трассы	65	2	-	-	158	1	-	-	88	н	-	-	-	-	-	-	69	8	
трасса г. Елизово – п. Мильково:																			
т. 6 – 39 км трассы	81	н	117	2	113	н	112	13	136	1	109	1	-	-	-	-	85	4	
т. 7 – п. Ц.Коряки	105	3	111	н	174	1	110	1	84	1	97	1	-	-	-	-	86	2	
т. 8 – с/х Камчатский	56	1	147	3	175	1	-	-	127	н	187	1	179	9	-	-	107	2	
трасса г. Елизово – п. Паратунка:																			
т. 9 – 12 км трассы	110	4	200	3	199	н	-	-	111	3	137	3	-	-	-	-	101	6	
т. 10 – 24 км трассы	47	н	157	1	146	5	-	-	-	-	146	7	101	4	-	-	53	4	
т. 11 – п. Термальный	-	-	134	3	167	2	-	-	-	-	138	3	115	1	-	-	197	23	
т. 12 – п. Паратунка	84	1	154	н	169	н	-	-	-	-	-	-	130	11	-	-	112	2	
ЗАТО г. Вилучинск																			
т. 13 – р-н могильника ТРО	-	-	-	-	213	н	231	4	-	-	-	-	-	-	192	6	197	5	
т. 14 – р-н могильника ТРО	-	-	-	-	134	н	108	17	-	-	-	-	-	-	234	5	171	4	
т. 15 – р-н судоремонт. з-да	-	-	-	-	272	34	72	2	-	-	-	-	-	-	99*	2*	86	5	

\* – листья шиповника;  
 н – ниже предела обнаружения;  
 прочерк – проба не отбиралась.

Значения удельной активности  $\Sigma\beta$  в растительности в 100-км зоне РОО в 2004 г. не превышали значений 2003 г. [3]. Максимальные удельные активности  $\Sigma\beta$  и  $\Sigma\alpha$  были зарегистрированы в пробах полыни в т. 15 ЗАТО г. Вилючинск (район судоремонтного завода) – 272 Бк/кг и 34 Бк/кг соответственно.

В табл. 3.11 представлены результаты гамма-спектрометрического анализа проб почвы и растительности, отобранных в ЗАТО г. Вилючинск. По этим данным удельная активность техногенных и природных радионуклидов в почве и растительности на территории ЗАТО г. Вилючинск в 2004 г. не превышала фоновых уровней.

Таблица 3.11

**Удельная активность радионуклидов в почве и растительности в 100-км зоне РОО в 2004 г., Бк/кг в.-с.**

Точка отбора	<sup>137</sup> Cs	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th	<sup>40</sup> K
Почва				
ЗАТО г. Вилючинск т. 13	10,7	5,9	6,6	195
т. 14	7,2	4,8	2,9	163
Полынь				
ЗАТО г. Вилючинск т. 13	1,4	< 1,3	< 1,4	270
т. 14	< 1,2	< 1,7	< 2,0	257
т. 15	1,4	< 0,9	< 1,2	200
Лист березы				
ЗАТО г. Вилючинск т. 13	1,2	< 0,7	0,8	125
Лист рябины				
ЗАТО г. Вилючинск т. 14	1,3	< 1,6	< 1,6	161
Разнотравье				
ЗАТО г. Вилючинск т. 14	3,2	< 2,5	< 2,3	123
Ламинария				
р-н о. Старикова	< 4,3	< 4,4	< 4,8	1013
Фукус				
р-н о. Старикова	< 5,5	< 10,5	< 8,7	333

Максимальные значения МЭД, зарегистрированные на 4 метеостанциях радиометрической сети, в 2004 г. не превышали 18 мкР/ч (август, п. Начики), а среднемесячные значения колебались в пределах от 6 до 13 мкР/ч, что соответствует флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона. Во время автомобильных гамма-съемок МЭД изменялась от 8 до 14 мкР/ч.

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО практически не меняется от года к году и обуславливает радиоактивный фон в рассматриваемой зоне. Влияние РОО, расположенных на территории Камчатской области на изменение радиационной обстановки в 100-км зоне не выявлено.

### 3.4. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград

В 5 км к западу от г. Димитровграда Ульяновской области расположен научно-исследовательский институт атомных реакторов (ГНЦ РФ НИИАР) Росатома. Поступление техногенных радионуклидов в окружающую среду в окрестностях НИИАР возможно за счет газоаэрозольных радиоактивных выбросов в атмосферу из производственных помещений института



и сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть. Газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу в 2004 г. в НИИАР представлены в табл. 3.12 [6].

Таблица 3.12

**Выбросы радионуклидов в атмосферу НИИАР, Бк**

Радионуклид	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{90}\text{Sr}$	$8,72 \cdot 10^9$	$9,96 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^8$	$- 2,54 \cdot 10^7$
$^{137}\text{Cs}$	$5,86 \cdot 10^9$	$4,69 \cdot 10^8$	$3,57 \cdot 10^9$	$- 3,10 \cdot 10^9$
сумма нуклидов I	$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,29 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^9$	$- 7,00 \cdot 10^7$
сумма нуклидов Pu	$4,95 \cdot 10^8$	$7,87 \cdot 10^6$	$7,10 \cdot 10^6$	$+ 7,70 \cdot 10^5$
$\Sigma\alpha$ -активных радионуклидов	$5,24 \cdot 10^8$	$9,07 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^7$	$- 1,03 \cdot 10^6$
ДЖН	$5,42 \cdot 10^9$	$2,19 \cdot 10^9$	$5,55 \cdot 10^9$	$- 3,36 \cdot 10^9$
сумма ИРГ	$1,73 \cdot 10^{15}$	$1,32 \cdot 10^{15}$	$1,09 \cdot 10^{15}$	$+ 2,30 \cdot 10^{14}$

Из табл. 3.12 видно, что в 2004 г. выбросы радионуклидов не превышали разрешенных уровней. В 2004 г. по сравнению с 2003 г. в 1,3 раза уменьшились выбросы в атмосферу  $^{90}\text{Sr}$ , в 7,6 раза –  $^{137}\text{Cs}$ . Выбросы остальных регламентированных радионуклидов остались практически на уровне 2003 г. Выбросы ИРГ в атмосферу на НИИАР составляли в 2004 г. 74 % от выбросов 10 АЭС России и 20,3 % от суммарного выброса ИРГ предприятиями Росатома.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на НИИАР не регламентированы. Тем не менее, жидкие сбросы  $\beta$ -активных радионуклидов в 2004 г. на НИИАР значительно (на два порядка) увеличились по сравнению с 2003 г. [3] и составляли  $8 \cdot 10^8$  Бк/год.

Жидкие радиоактивные отходы также захораниваются на территории НИИАР в подземных пластах-коллекторах. Подробное описание обращения с РАО на НИИАР приведено в [7].

На 01.01.2005 г. в СЗЗ НИИАР площадь водоемов, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$ , составляла  $0,2 \text{ км}^2$ : на площади  $0,127 \text{ км}^2$  МЭД составляет менее 60 мкР/час, на остальной – меняется от 60 до 230 мкР/ч [6].

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг НИИАР осуществляется Приволжским УГМС и УГМС Республики Татарстан (УГМС РТ). В 100-км зоне действует восемь стационарных пунктов наблюдения за мощностью дозы  $\gamma$ -излучения Приволжского УГМС, на трех из них (п.п. Тольятти, Ульяновск, Самара) ведутся наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями и на одном в г. Самаре – за объемной активностью радионуклидов в воздухе [8]. В двух пунктах Тетюши и Чулпаново ежедневные наблюдения за МЭД проводит УГМС РТ [9]. Расположение пунктов радиационного контроля в 100-км зоне показано на рис. 3.5.

Данные о выпадениях и объемной активности  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в 100-км зоне НИИАР приведены в табл. 3.13.

Величина среднемесячных суточных выпадений  $\Sigma\beta$  из атмосферы в пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР в 2004 г. колебалась от 0,2 до  $3,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ , а среднегодовые суточные выпадения остались примерно на уровне 2003 г. [3] и изменялись от  $0,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$  (в Ульяновске) до  $1,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$  (в Тольятти). Максимальные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 2004 г. наблюдались в мае в г. Тольятти –  $23,9 \text{ Бк/м}^2$ .

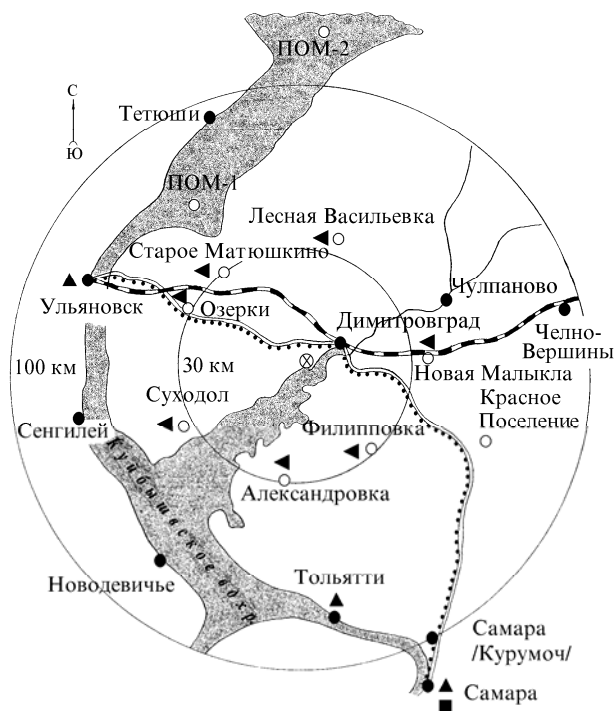


Рис. 3.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НИИАР:

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

Таблица 3.13

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2004 г.

Месяц		Самара		Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р
Январь	с	1,0	22	1,3	0,2
	м	2,9	49	4,9	0,5
Февраль	с	1,3	25	0,9	0,2
	м	5,6	71	1,8	0,5
Март	с	0,9	16	0,9	0,3
	м	2,6	39	3,0	0,7
Апрель	с	1,1	29	1,5	0,3
	м	4,5	137	6,2	1,0
Май	с	1,2	32	3,2	0,4
	м	3,6	75	23,9	1,1
Июнь	с	2,1	28	2,5	0,4
	м	8,3	158	7,2	0,8
Июль	с	1,3	27	2,2	0,5
	м	4,2	71	7,4	2,3
Август	с	1,7	29	1,8	0,2
	м	7,9	65	5,7	1,0
Сентябрь	с	1,2	28	1,1	0,3
	м	3,4	107	2,7	1,0
Октябрь	с	1,0	22	2,7	0,5
	м	2,4	60	9,0	1,4
Ноябрь	с	1,0	16	1,5	0,2
	м	2,4	51	4,2	0,6
Декабрь	с	0,8	16	1,0	0,8
	м	1,9	37	4,2	0,8
Среднее: 2004 г.		1,2	24	1,7	0,4
2003 г.		1,1	28	1,7	0,3
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		482		621	146

Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе в г. Самаре, приведенная в табл. 3.13, колебалась в пределах  $(16-32)\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднегодовое значение –  $24\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> – было примерно на уровне 2003 г. Это в 1,5 раза выше средневзвешенной объемной активности для территории РФ в целом ( $16,1\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальное среднесуточное значение объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе наблюдалось в июне –  $158\cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Данные о среднегодовых объемных активностях <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в атмосфере в г. Самаре за 2000–2004 гг. представлены в табл. 3.14. В I кв. 2004 г. объемная активность <sup>90</sup>Sr была измерена по объединенной пробе (г.г. Самара и Пенза), что привело к увеличению среднеквартального значения по сравнению с предыдущими годами. Вследствие этого, среднегодовое значение также возросло и превысило уровень 2003 г. в 3 раза. В целом, согласно табл. 3.14, среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr мало меняются от года к году и не превышают средневзвешенных величин для Центра ЕТР.

Таблица 3.14

**Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2000–2004 гг., 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	2000	4	2,1	7,1	3,5	4,2	6,7
	2001	2,8	2,6	3,7	4,7	3,4	3,8
	2002	4,3	2,4	6,8	3,8	4,3	8,8
	2003	3,5	3,9	3,0	3,1	3,4	9,7
	2004	4,7	11,0	5,8	3,3	6,2	6,3
<b><sup>90</sup>Sr</b>							
Самара	2000	0,18	0,47	0,88	0,33	0,46	0,80
	2001	0,37	0,43	0,84	0,58	0,56	0,78
	2002	0,19	0,77	0,54	0,22	0,43	0,75
	2003	0,48	1,30	0,27	0,32	0,59	1,9
	2004	4,5*	0,64	0,63	0,27	1,5	1,3

\* – объединенная проба по п.п. Самара и Пенза.

Летом 2004 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено маршрутное обследование семи населенных пунктов в 30-км зоне вокруг НИИАР. Обследование проводилось с отбором проб почвы на глубину 5 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 <sup>137</sup>Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2004 г. представлены в табл. 3.15.

Таблица 3.15

**Мощность дозы  $\gamma$ -излучения и плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs в населённых пунктах 30-км зоны вокруг НИИАР**

Населённый пункт	МЭД, мкР/ч		<sup>137</sup> Cs, кБк/м <sup>2</sup>		
	3–4 см	1 м	2004 г.	2003 г.	2002 г.
п. Новая Малыкла	13 – 16	10 – 15	0,44 – 1,11 (0,41)	0,63 – 3,48 (1,85)	0,78 – 1,07 (0,89)
с. Лесная Васильевка	10 – 16	9 – 14	0,22 – 0,63 (0,41)	0,59 – 1,33 (0,81)	0,63 – 2,18 (1,59)
с. Александровка	13 – 15	11 – 16	0,56 – 1,37 (1,04)	0,63 – 1,85 (1,18)	0,85 – 1,67 (1,15)
с. Филипповка	13 – 16	10 – 15	0,30 – 2,29 (1,07)	0,56 – 2,18 (1,55)	0,81 – 2,01 (1,44)
с. Суходол	13 – 14	10 – 15	0,44 – 1,63 (0,85)	0,78 – 2,22 (1,33)	0,37 – 1,48 (0,81)
с. Старое Матюшкино	12 – 13	10 – 15	0,33 – 1,33 (0,81)	0,41 – 1,89 (1,48)	0,81 – 2,00 (1,30)
с. Озерки	11 – 16	9 – 14	0,41 – 3,14 (1,22)	0,67 – 2,33 (1,30)	0,44 – 1,70 (1,30)

Примечание: в скобках указаны средние значения.

Как видно из табл. 3.15, уровни МЭД на высоте 3–4 см и 1 м в 30-км зоне вокруг НИИАР были примерно одинаковыми и составляли 9–16 мкР/ч. Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в этих пунктах по данным  $\gamma$ -спектрометрического анализа колебалась от 0,22 до 3,14 кБк/м<sup>2</sup>. Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  изменялись от 0,4 до 1,2 кБк/м<sup>2</sup>, что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2002–2003 гг. [3]. Эти значения по сути являются фоновыми для данной территории.

По данным ежедневных измерений МЭД на 10 пунктах наблюдения, среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне НИИАР изменялись от 8 мкР/ч до 13 мкР/ч, а среднегодовые составляли 10–13 мкР/ч, что не отличается от естественного  $\gamma$ -фона.

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

### 3.5. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска

В г. Обнинске, расположенном в Калужской области в 100 км от Москвы, основными РОО являются ГНЦ РФ ФЭИ и филиал НИФХИ. Местные РОО воздействуют на окружающую среду, производя газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу, жидкие сбросы их со сточными водами в р. Протву, а также загрязняя радионуклидами грунтовые воды. Состав и величина выбросов радионуклидов в атмосферу и сбросов в р. Протву ФЭИ и филиалом НИФХИ в 2004 г. приведены в табл. 3.16 – 3.18 по данным ГНЦ РФ ФЭИ и филиала НИФХИ.

Таблица 3.16

**Выбросы радионуклидов в атмосферу ГНЦ РФ ФЭИ, Бк  
(данные ГНЦ РФ ФЭИ)**

Радионуклид	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{57}\text{Co}$	$2,8 \cdot 10^8$	$8,3 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^7$	$- 1,77 \cdot 10^7$
$^{60}\text{Co}$	$1,9 \cdot 10^9$	$8,9 \cdot 10^5$	$6,7 \cdot 10^6$	$- 5,8 \cdot 10^6$
$^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$	$5,5 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^7$	$- 8,0 \cdot 10^6$
$^{90}\text{Sr}$	$3,7 \cdot 10^9$	$4,4 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$	$+ 1,3 \cdot 10^7$
$^{134}\text{Cs}$	$1,0 \cdot 10^8$	$5,9 \cdot 10^4$	-	$+ 5,9 \cdot 10^4$
$^{137}\text{Cs}$	$2,0 \cdot 10^9$	$8,9 \cdot 10^7$	$4,7 \cdot 10^7$	$+ 4,2 \cdot 10^7$
$^{152}\text{Eu}$	$2,4 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^4$	$3,6 \cdot 10^4$	$- 9,0 \cdot 10^3$
$^{154}\text{Eu}$	$6,9 \cdot 10^6$	$8,8 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^5$	$- 2,4 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов $^{131}\text{I}$	$3,6 \cdot 10^{10}$	-	$1,5 \cdot 10^8$	$- 1,5 \cdot 10^8$
Сумма ИРГ	$2,95 \cdot 10^{15}$	$5,8 \cdot 10^{13}$	$4,0 \cdot 10^{13}$	$+ 1,8 \cdot 10^{13}$

Из табл. 3.16 видно, что в ФЭИ в 2004 г. в выбросах отсутствовал  $^{131}\text{I}$ . По сравнению с 2003 г. уменьшились выбросы:  $^{57}\text{Co}$  – в 3,1 раза,  $^{60}\text{Co}$  – в 7,5 раз,  $^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$  – в 1,5 раза,  $^{152}\text{Eu}$  – в 1,3 раза,  $^{154}\text{Eu}$  – в 3,8 раза. Выбросы  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и ИРГ увеличились в 1,9, 1,4 и 1,5 раза соответственно. Кроме того, в выбросах появился отсутствовавший в 2003 г.  $^{134}\text{Cs}$ . Годовые выбросы радионуклидов в 2004 г. не превышали допустимых нормативов и составляли от 0,047 % (для  $^{60}\text{Co}$ ) до 31 % (для  $^{68}\text{Ge} + ^{68}\text{Ga}$ ) от разрешенных выбросов.

В р.Протву в 2004 г. ФЭИ было сброшено  $2,75 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> сточных вод. Годовые сбросы  $\alpha$ -активных радионуклидов со сточными водами ФЭИ в 2004 г. уменьшились примерно на 23 % (см. табл. 3.17), а  $\beta$ -активных радионуклидов – на 3 %.

Таблица 3.17

**Сбросы радионуклидов со сточными водами ГНЦ РФ ФЭИ в р. Протву, Бк  
(данные ГНЦ РФ ФЭИ)**

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$\Sigma\alpha$	$3,97 \cdot 10^8$	$2,32 \cdot 10^8$	$3,04 \cdot 10^8$	$- 7,1 \cdot 10^7$
$\Sigma\beta$	$4,12 \cdot 10^8$	$3,0 \cdot 10^8$	$3,11 \cdot 10^8$	$- 1,0 \cdot 10^7$

Выбросы филиала НИФХИ в 2004 г. (табл. 3.18) были ниже разрешенных и составляли для различных радионуклидов от 2,5 % (<sup>133</sup>I) до 46,7 % (<sup>135</sup>Xe) от разрешенных выбросов. В 2004 г. уменьшились выбросы <sup>131</sup>I и <sup>132</sup>I – в 1,5 и 2,7 раза соответственно. Увеличились выбросы <sup>133</sup>Xe в 2,2 раза, <sup>135</sup>Xe – в 2,6 раза, остальных радионуклидов – незначительно. В 2004 г. в выбросах отсутствовал <sup>135</sup>I. Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2004 г. составил  $7,59 \cdot 10^{10}$  Бк, что в 1,6 раза меньше, чем в 2003 г. [3].

Значимых радиоактивных сбросов в р. Протву филиал НИФХИ не производил.

Таблица 3.18

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

Радионуклид	Разрешенный выброс	2004 г.	2003 г.	2002 г.	2001 г.
<sup>125</sup> I	$2,0 \cdot 10^9$	$2,7 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^8$	$6,1 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^7$
<sup>131</sup> I	$6,5 \cdot 10^{11}$	$5,4 \cdot 10^{10}$	$7,9 \cdot 10^{10}$	$8,5 \cdot 10^{10}$	$7,5 \cdot 10^{10}$
<sup>132</sup> I	$5,0 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^{10}$	$3,8 \cdot 10^{10}$	$3,4 \cdot 10^{10}$	$2,6 \cdot 10^{10}$
<sup>133</sup> I	$3,0 \cdot 10^{11}$	$7,6 \cdot 10^9$	$6,2 \cdot 10^9$	$9,4 \cdot 10^9$	$1,3 \cdot 10^9$
<sup>135</sup> I	$2,0 \cdot 10^{11}$	-	$2,9 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^9$
<sup>41</sup> Ar	$1,5 \cdot 10^{14}$	$2,4 \cdot 10^{13}$	$1,8 \cdot 10^{13}$	$3,1 \cdot 10^{13}$	$2,6 \cdot 10^{13}$
<sup>133</sup> Xe	$4,0 \cdot 10^{14}$	$9,1 \cdot 10^{13}$	$4,2 \cdot 10^{13}$	$7,8 \cdot 10^{13}$	$4,4 \cdot 10^{13}$
<sup>135</sup> Xe	$3,0 \cdot 10^{14}$	$1,4 \cdot 10^{14}$	$5,3 \cdot 10^{13}$	$9,2 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^{13}$

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска организован следующим образом: в СЗЗ ФЭИ (совпадает с промплощадкой ФЭИ), в ЗН ФЭИ (5-км зона вокруг ФЭИ) и в СЗЗ филиала НИФХИ (рис. 3.6) он осуществляется радиометрическими подразделениями ФЭИ и филиала НИФХИ, в зоне наблюдения радиусом ~ 10 км вокруг г. Обнинска – НПО «Тайфун» (рис. 3.6), в 100-км зоне вокруг Обнинска – радиометрической сетью Центрального УГМС (рис. 3.7).

В 2004 г. радиометрическим подразделением ФЭИ в СЗЗ и ЗН ФЭИ контролировались следующие параметры, характеризующие загрязнение объектов окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 400 м<sup>3</sup>/ч с экспозицией 7 суток;
- объемная активность  $\Sigma\alpha$  и  $\Sigma\beta$  в воде р. Протвы;
- объемная активность радионуклидов в подземных водах;
- содержание  $\alpha$ - и  $\beta$ -активных радионуклидов в почве и растительности.

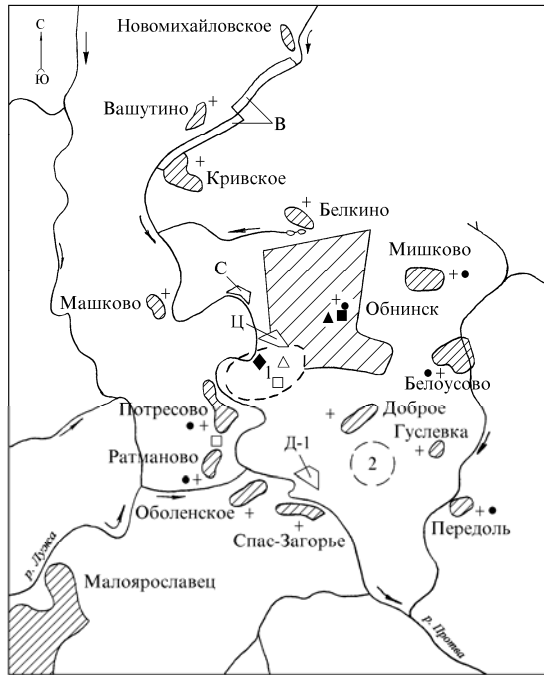


Рис. 3.6. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), СЗЗ фил. НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в 10-км зоне вокруг г. Обнинска:

- НПО «Тайфун»      ФЭИ
- - наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
  - ▲                       $\Delta$                       - отбор проб атмосферных выпадений;
  - □                      - наблюдения за атмосферными аэрозолями (ВФУ);
  - +                                           - наблюдения за атмосферными аэрозолями (конус);
  - ◆                      - отбор проб поверхностных вод;
- водозаборы: В – Вашутинский; С – Самсоновский; Ц – Центральный;  
Д-1 – Добринский -1.

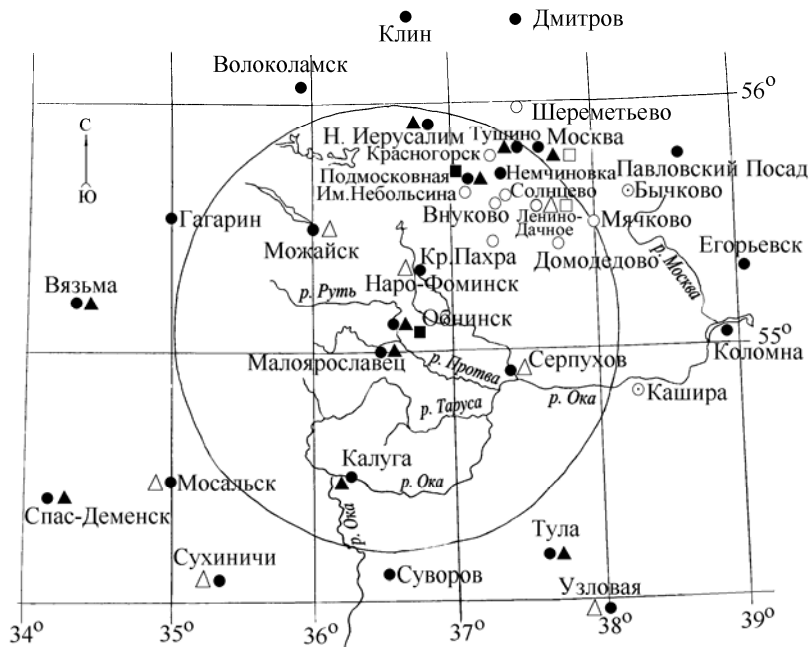


Рис. 3.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ФЭИ и фил. НИФХИ (г. Обнинск):

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

Радиационный мониторинг в городе и его окрестностях в зоне наблюдения ФЭИ и филиала НИФХИ организован НПО «Тайфун» Росгидромета в соответствии с [10]. В 2004 г. радиационный мониторинг был организован следующим образом:

- объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере определялась путем отбора проб аэрозолей с помощью ВФУ производительностью  $1100 \text{ м}^3/\text{ч}$ , установленной на территории НПО «Тайфун» (в 4–5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ), на фильтры ФПП-15-1,5 и СФМ-И (йодный фильтр) с экспозицией одни сутки, а также с помощью 14 марлевых конусов (13 конусов установлены в окрестных деревьях зоны наблюдения, один – на территории НПО «Тайфун») с экспозицией 7–10 суток;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась путем анализа проб, отобранных с помощью планшета без бортиков площадью  $0,3 \text{ м}^2$ , расположенного на территории НПО «Тайфун», с суточной экспозицией;
- мощность экспозиционной дозы гамма-излучения измерялась непрерывно на метеоплощадке НПО «Тайфун» с помощью дозиметра ДГДМ, а также в окрестных деревьях (Мишково, Потресово) непрерывно каждые 10 мин. с помощью двух автоматизированных стационарно установленных датчиков с радиоканалом.

В 100-км зоне вокруг РОО в 2004 г. Центральным УГМС осуществлялся контроль [11]:

- за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в одном пункте;
- за радиоактивными атмосферными выпадениями в четырех пунктах;
- за величиной МЭД в девяти пунктах контроля.

#### **Атмосферные аэрозоли и выпадения**

По данным радиометрического подразделения ФЭИ среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере в СЗЗ ФЭИ в 2004 г. составляла  $< 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ Бк}/\text{м}^3$ , т.е. менее  $1,7 \cdot 10^{-7}$  от ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99 [2], а  $^{90}\text{Sr}$  –  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ , т.е.  $6,6 \cdot 10^{-6}$  от ДОА<sub>НАС.</sub> Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в СЗЗ ФЭИ была в 136 раз выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР (см. раздел 1). Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе на границе СЗЗ ФЭИ составляла  $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ , что на шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99, но в 56 раз выше средневзвешенной по Центру ЕТР ( $0,063 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ ). В целом, содержание данных радионуклидов в воздухе оставалось на уровне предыдущего года.

Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Обнинска (см. табл. 3.19) в 2004 г. колебалась в пределах  $(9,0\text{--}24,0) \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ , а среднее за год значение ( $17,9 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ ) уменьшилось по сравнению с 2003 г. и практически не отличалось от объемной активности в Центре ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ ). В феврале в г. Обнинске отмечались повышенные объемные активности  $\Sigma\beta$  (пятикратное и более превышение фонового уровня): 13–14 февраля ( $68,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ ) и 15–16 февраля ( $66,1 \cdot 10^{-5} \text{ Бк}/\text{м}^3$ ). Техногенных радионуклидов в пробах повышенной активности зарегистрировано не было.

Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг г. Обнинска (п. Подмосковная) [11] в 2004 г. снизилась в 1,8 раза по сравнению с предыдущим годом и

составила  $12,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 3.19), что в 1,4 раза ниже объемной активности  $\Sigma\beta$  в г. Обнинске. В пробе за 30.04–01.05 в п. Подмосковная было зарегистрировано превышение среднесуточной объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновым значениям более чем в 9 раз ( $52,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 3.19

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе (q,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2004 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	0,7	0,6	0,5	12,1	0,6	1,2	15,7	1,2	15,7
	м	1,4	1,1	1,2	40,7	2,7	3,7	45,6		
Февраль	с	0,7	0,6	0,6	19,7	1,1	1,3	9,1	1,2	18,5
	м	1,5	1,3	2,1	68,1	3,5	4,5	18,8		
Март	с	0,6	0,6	0,4	9,0	0,5	0,7	5,5	1,1	12,6
	м	1,2	1,2	0,9	16,2	2,2	4,3	17,3		
Апрель	с	0,6	0,5	0,4	13,3	1,2	1,2	6,6	1,4	18,5
	м	1,1	1,3	1,3	29,6	4,2	3,8	52,1		
Май	с	0,6	0,6	0,6	22,4	1,3	1,7	9,9	1,7	21,3
	м	1,3	1,5	2,0	57,3	4,1	4,7	18,7		
Июнь	с	0,5	0,4	0,5	18,1	1,3	1,4	12,8	1,5	19,0
	м	1,0	1,3	1,2	31,4	4,3	3,8	27,1		
Июль	с	0,4	0,5	0,6	20,6	0,8	1,4	13,8	1,3	19,7
	м	1,0	1,8	2,4	39,8	4,3	4,5	26,2		
Август	с	0,6	0,6	0,7	22,1	1,3	0,8	18,3	1,5	23,4
	м	1,2	1,1	5,5	52,7	3,5	2,8	40,8		
Сентябрь	с	0,5	0,6	0,7	24,0	1,1	0,7	19,5	1,5	20,1
	м	1,1	1,3	2,3	52,6	2,5	2,9	39,2		
Октябрь	с	0,7	0,5	0,6	19,8	1,0	1,1	15,0	1,5	17,5
	м	1,8	1,3	1,8	43,1	2,3	2,5	38,2		
Ноябрь	с	0,7	0,7	0,6	15,7	1,0	1,5	11,8	1,3	16,0
	м	1,8	1,6	1,5	34,5	3,3	3,8	36,6		
Декабрь	с	0,6	0,6	0,7	17,4	0,7	1,0	16,0	1,0	14,1
	м	1,4	1,3	2,0	76,2	2,0	3,5	32,7		
Среднее:	2004 г.	0,6	0,6	0,6	17,9	1,0	1,2	12,8	1,3	18,0
	2003 г.	0,6	0,6	0,7	19,4	1,0	1,0	22,9	1,0	18,1
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2004 г.	219	219	219		365	438		475	
	2003 г.	219	219	255		365	365		365	

\* – данные НПО «Тайфун».

Среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2004 г. в атмосфере г. Обнинска, приводится в табл. 3.20.

Из табл. 3.20 видно, что среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в воздухе г. Обнинска в 2004 г. изменялась в пределах  $(5-26) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а средняя за год объемная активность уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 3,9 раза и составила  $12,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Это в 2 раза выше средневзвешенной объемной активности <sup>137</sup>Cs для Центра ЕТР в 2004 г. ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наибольшая объемная активность <sup>137</sup>Cs, зарегистрированная в сентябре, была на семь порядков ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [2]. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере п. Подмосковная в 2004 г.



составляла  $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3,2 раза ниже, чем в г. Обнинске и в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР.

Таблица 3.20

**Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска в 2003–2004 гг., Бк/м<sup>3</sup>**  
(данные НПО «Тайфун»)

Месяц	<sup>137</sup> Cs, ·10 <sup>-7</sup>		<sup>238</sup> Pu, ·10 <sup>-9</sup>		<sup>239,240</sup> Pu, ·10 <sup>-9</sup>		<sup>90</sup> Sr, ·10 <sup>-7</sup>		<sup>60</sup> Co, ·10 <sup>-7</sup>		<sup>131</sup> I, ·10 <sup>-5</sup>		<sup>7</sup> Be, ·10 <sup>-5</sup>	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	11	58	1,4	6,2	3,6	8,9	2,2	14,4	н	4,0	0,20	0,11	136	272
Февраль	7,7	8,1	1,0	3,9	2,1	3,0	0,9	2,3	н	0,62	0,70	0,22	146	400
Март	12,6	270	9,0	4,7	10,7	7,1	6,9	4,8	н	1,3	0,33	1,0	178	400
Апрель	12	22	18	40	14,0	10,2	3,4	1,2	н	1,2	0,35	0,15	375	400
Май	10	33	3,6	3,6	10,0	6,4	7,0	2,6	н	н	0,60	0,51	437	576
Июнь	8,8	22	3,3	3,6	3,1	7,9	1,2	2,4	н	н	0,14	0,25	251	307
Июль	5,0	8,3	<1,0	1,4	4,4	3,2	0,9	1,3	н	н	0,02	0,33	330	418
Август	7,6	10	5,5	3,2	3,2	3,1	0,7	2,5	н	1,0	0,02	н	382	286
Сентябрь	26	16	7,1	1,8	20,0	2,2	17	1,1	н	н	5,41	0,53	302	270
Октябрь	15	30	2,0	0,6	2,5	1,6	2,4	0,9	н	н	0,29	0,12	200	200
Ноябрь	18	8,0	7,6	0,7	17,0	2,0	4,0	1,4	н	н	4,35	0,79	200	148
Декабрь	15	89	4,7	39	5,4	71	1,2	35	н	н	4,50	0,20	177	198
Среднее	12,4	47,9	5,35	9,1	8,0	10,6	4,0	5,8	н	0,68	1,41	0,35	260	323

н – ниже предела обнаружения.

Среднемесячная объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в воздухе г. Обнинске в 2004 г. колебалась в пределах  $(2,1–20) \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> с максимумом – в феврале и минимумом – в сентябре. Среднегодовая объемная активность <sup>239,240</sup>Pu в 2004 г. ( $8,0 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,3 раза. Среднемесячная объемная активность <sup>238</sup>Pu в воздухе г. Обнинска в 2004 г. изменялась от менее  $0,1 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> (в июле) до  $18 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup> (в апреле). Среднегодовая объемная активность <sup>238</sup>Pu в 2004 г. ( $5,4 \cdot 10^{-9}$  Бк/м<sup>3</sup>) уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,7 раза. Максимальные значения объемных активностей данных радионуклидов были на пять порядков ниже допустимых по НРБ-99 [2]. Загрязнение приземного слоя атмосферы указанными изотопами плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ.

Среднемесячная объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере г. Обнинска в 2004 г. изменялась в диапазоне  $(0,7–17,0) \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднегодовое значение ( $4,0 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) было в 1,5 раза ниже среднего за 2003 г. ( $5,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и в 3 раза выше фонового уровня для Центра ЕТР ( $1,32 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Самое высокое значение, зарегистрированное в декабре 2004 г. ( $17 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), было на шесть порядков ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99 ( $2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) [2]. Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в Подмосковной в 2004 г. составляла  $0,33 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 4 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР.

В 2004 г. в воздухе г. Обнинска регулярно регистрировался <sup>131</sup>I в основном в молекулярной форме. Анализ направления ветра позволяет предположить, что источником загрязнения был филиал НИФХИ. Наблюдавшаяся объемная активность <sup>131</sup>I (см табл. 3.20) была на пять – семь порядков ниже допустимой объемной активности ДОА<sub>НАС</sub>(<sup>131</sup>I) = 7,3 Бк/м<sup>3</sup> по НРБ-99.

В июне в 2004 г. в атмосфере г. Обнинска был зарегистрирован <sup>58</sup>Co в количестве  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность <sup>60</sup>Co в воздухе г. Обнинска (см табл. 3.20) в 2004 г. была ниже

предела обнаружения, тогда как в 2003 г. этот продукт нейтронной активации, отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона, наблюдался достаточно регулярно.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся  $^7\text{Be}$  и  $^{40}\text{K}$ . Среднегодовая объемная активность  $^7\text{Be}$  в воздухе в 2004 г. составляла  $260 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и несколько уменьшилась по сравнению с 2003 г. Объемная активность  $^{40}\text{K}$  колебалась в диапазоне  $(0,13-1,42) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> со среднегодовым значением  $0,86 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,3 раза ниже величины 2003 г. ( $1,08 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные наблюдений Центрального УГМС [11] за выпадениями  $\Sigma\beta$  на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг г. Обнинска и данные наблюдений НПО «Тайфун» в г. Обнинске в 2004 г. приведены в табл. 3.19. Из табл. 3.19 видно, что среднемесячные значения суточных выпадений  $\Sigma\beta$  колебались в г. Обнинске в течение года в пределах от 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в январе) до 0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки (в марте). Максимальные суточные значения колебались от месяца к месяцу в пределах 0,9–5,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Обнинске в 2004 г. уменьшились в 1,2 раза по сравнению с 2003 г. и находились на уровне глобального радиоактивного фона. Среднее за год значение атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$  в г. Обнинске составляло 0,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что более чем в два раза ниже средневзвешенного значения по территории России в 2004 г. ( $1,4$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и регионального фонового значения для Центра ЕТР ( $1,3$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг г. Обнинска остались на уровне предыдущего года и не превышали средневзвешенного значения для Центра ЕТР.

В табл. 3.21 приведены данные о выпадениях  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы в г. Обнинске, а также фоновые выпадения в Калужской области в 2004 г. (среднее по трем пунктам: Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск). Согласно этим данным, годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Обнинске уменьшились в 2004 г. более чем в три раза, но в 3 раза превышали фоновые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  по Калужской области и в 5 раз – выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ЕТР, не загрязненной в результате аварии на Чернобыльской АЭС ( $0,63$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Годовые фоновые выпадения в Калужской области остались на уровне 2003 г. и в 1,4 раза превышали выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на не загрязненной территории ЕТР. Вероятно, на величину фоновых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в Калужской области оказывает влияние ветровой вынос этого радионуклида с загрязненных после Чернобыльской аварии территорий области.

В табл. 3.21 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. Видно, что годовые выпадения этого радионуклида в г. Жиздре в 2004 г. уменьшились в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и превышали фоновые по не загрязненной территории ЕТР в 7,1 раза и в 1,5 раза – выпадения в г. Обнинске.

Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. в г. Обнинске были ниже предела обнаружения.

Выпадения  $^7\text{Be}$  изменялись в диапазоне  $(25,0-280)$  Бк/м<sup>2</sup>·месяц, составив за год  $1158,7$  Бк/м<sup>2</sup>. Выпадения  $^{40}\text{K}$  в 2004 г. составили  $84,2$  Бк/м<sup>2</sup>.

Таблица 3.21

**Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2003–2004 гг. Бк/м<sup>2</sup>·месяц**

Месяц	Обнинск		Фон*		Жиздра	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	0,41	0,45	0,04	0,06	0,29	0,67
Февраль	< 0,1	0,20	0,04	0,06	0,29	0,67
Март	0,28	7,50	0,04	0,06	0,29	0,67
Апрель	0,24	0,57	0,10	0,13	0,40	0,63
Май	0,33	0,34	0,10	0,13	0,40	0,63
Июнь	0,20	0,30	0,10	0,13	0,40	0,63
Июль	0,38	0,43	0,06	0,03	0,48	0,57
Август	0,07	0,33	0,06	0,03	0,48	0,57
Сентябрь	0,25	0,22	0,06	0,03	0,48	0,57
Октябрь	0,14	0,14	0,10	0,08	0,33	0,43
Ноябрь	0,30	0,21	0,10	0,08	0,33	0,43
Декабрь	0,40	0,26	0,10	0,08	0,33	0,43
Среднее за год	< 0,26	0,91	0,08	0,08	0,38	0,49
Сумма за год, Бк/м <sup>2</sup> ·год	3,1	10,95	0,90	0,92	4,5	5,9

\* – район включает пункты: Калуга, Спас-Деменск, Малоярославец.

**Вода и другие объекты окружающей среды**

Объемная активность  $\alpha$ -активных радионуклидов в поверхностных водах р. Протвы в 2004 г. в СЗЗ и ЗН ФЭИ по данным службы внешней дозиметрии ФЭИ составляла, как и в предыдущие два года, 100 мБк/л и совпадала с УВ по НРБ-99 [2]. Содержание  $\beta$ -активных радионуклидов в воде р. Протвы в СЗЗ ФЭИ в 2004 г. составило 160 мБк/л, в ЗН ФЭИ – 150 мБк/л, что примерно в 6,5 раза ниже уровня вмешательства.

Контроль загрязнения подземных вод в 23 скважинах на территории ФЭИ, осуществляемый службой внешней дозиметрии ГНЦ РФ ФЭИ, в 2004 г. выявил превышение допустимых по НРБ-99 [2] уровней содержания некоторых радионуклидов для питьевой воды: в скважине, расположенной в 20 м от хранилища РАО 227 «П» на промплощадке ФЭИ, среднегодовое содержание трития было выше УВ на 12 % и составляло 8,6 кБк/л, а в скважине, находящейся в зоне наблюдения ФЭИ в 10 м от хранилища ТРО 227, среднегодовое содержание  $^{90}\text{Sr}$  составило 33,3 Бк/л, что в 6,5 раза выше УВ по НРБ-99 (5,0 Бк/л).

Поступление трития в подземные воды, по всей вероятности, связано с нарушением герметичности хранилищ твердых РАО ФЭИ, в которых, начиная с 1960 г., находятся сотни тритиевых мишеней, предназначенных для получения потоков нейтронов на ускорительных установках [12].

В результате мониторинга, проведенного НПО «Тайфун» в 1995–1997, 2003 гг. [3, 13], были обнаружены повышенные (в некоторых случаях выше УВ по НРБ-99) концентрации трития в водоемах и родниках, находящихся в СЗЗ ФЭИ и на прилегающей к ней территории (до 50,4 кБк/л). Вблизи промплощадки ФЭИ также имели место повышенные уровни загрязнения подземных вод и родников  $^{90}\text{Sr}$  – до 0,66 Бк/л, что на два порядка выше фоновых значений для рек России (см. раздел 1). Донные отложения некоторых болот вблизи ФЭИ загрязнены  $^{137}\text{Cs}$  (до 640 кБк/м<sup>2</sup> при фоне ~ 2 кБк/м<sup>2</sup>).

Обследование четырех питьевых водозаборов г. Обнинска в 2000–2003 гг. [3, 14–16] показало, что в центральном водозаборе, примыкающем с севера к территории ФЭИ (рис. 3.6), объемная активность трития достигала 620 Бк/л, что только на порядок ниже УВ по НРБ-99 (7700 Бк/л) [2]. По мере удаления водозабора от промплощадки ФЭИ объемная активность трития уменьшалась до 13 Бк/л. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в водозаборах изменялась от  $< 1$  до 44 мБк/л, что в 7 раз выше фонового уровня. Поскольку вода из всех водозаборных скважин поступает в общую систему водоснабжения города, то, в зависимости от меняющегося со временем режима водопотребления различными районами города, концентрация трития и других радионуклидов в водопроводной воде меняется.

В 2004 г. НПО «Тайфун» продолжило мониторинг питьевой воды на загрязнение тритием в г. Обнинске. Пробы отбирались на территории НПО «Тайфун» в корпусе 2/25 из водопроводного крана. Результаты отбора проб воды приведены в табл. 3.22.

Таблица 3.22

Содержание трития в питьевой водопроводной воде г. Обнинска (корпус 2/25 НПО «Тайфун»), Бк/л

Месяц	2004 г.	2003 г.	2002 г.
Январь	73,3 ± 2,3	87,6 ± 2,4	18,4 ± 0,9
Февраль	66,8 ± 2,2	69,3 ± 2,2	97,4 ± 2,2
Март	47,2 ± 1,7	82,2 ± 2,4	34,4 ± 1,5
Апрель	60,0 ± 20,0	33,7 ± 1,8	85,2 ± 2,0
Май	79,5 ± 2,5	55,8 ± 1,9	76,1 ± 2,2
Июнь	80,7 ± 2,2	89,9 ± 2,5	103,4 ± 2,6
Июль	68,4 ± 2,2	61,0 ± 2,0	98,0 ± 2,8
Август	-	-	-
Сентябрь	65,3 ± 2,2	68,6 ± 2,1	58,6 ± 2,0
Октябрь	59,3 ± 2,2	77,2 ± 2,2	62,4 ± 2,0
Ноябрь	90,1 ± 2,9	48,2 ± 1,7	76,7 ± 2,4
Декабрь	12,9 ± 1,0	76,0 ± 2,2	91,8 ± 2,7
Среднее	65,3	69,8	74,0

- - измерения не проводились.

Из табл. 3.22 видно, что объемная активность трития в питьевой воде в г. Обнинске в 2002–2004 гг. колебалась от 13 до 104 Бк/л при среднегодовых значениях 65–74 Бк/л, что примерно на два порядка ниже УВ по НРБ-99 (7 700 Бк/л).

Если учесть фактор конверсии для оценки дозы облучения человека при поступлении трития с пищей [17], а также количество потребляемой питьевой воды различными возрастными группами населения, можно сделать обобщенную оценку дозы облучения тритием в результате водопользования, согласно которой фоновая величина дозы облучения тритием от водопользования в г. Обнинске составляет 0,68–0,85 мкЗв/год. Гипотетические дозы при водопользовании из источников с наиболее высокими уровнями трития (родники в районе ФЭИ [3]) достигают 120 мкЗв/год или 12 % от допустимого предела дозы (1 мЗв/год согласно НРБ-99) при неограниченном водопользовании из родников в течение дачного сезона. Несмотря на гипотетический характер этих оценок, они свидетельствуют о необходимости продолжения радиоэкологического мониторинга трития в окрестностях ФЭИ.

Содержание  $\Sigma\alpha$ - и  $\Sigma\beta$ -активных радионуклидов в почве и растительности в СЗЗ ФЭИ, определяемые службой внешней дозиметрии ФЭИ, в 2004 г. составляло 310 и 400 Бк/кг для растительности и 320 и 410 Бк/кг для почвы соответственно, а в ЗН ФЭИ, как и в 2003 г., – 150 и 600 Бк/кг для растительности и 350 и 550 Бк/кг для почвы соответственно.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в г. Обнинске, в окрестных деревнях в зоне наблюдения, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.7) в 2004 г. не выходили за пределы колебаний глобального фона и составляли: г. Обнинск – 13 мкР/ч (10-км зона – 12 мкР/ч), г. Новый Иерусалим – 14 мкР/ч, г. Москва – 13 мкР/ч, г. Нарофоминск, г.г. Малоярославец, Подмосковная – 12 мкР/ч, г.г. Серпухов, Немчиновка, Можайск – 11 мкР/ч, г. Калуга – 10 мкР/ч. Максимальные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

Таким образом, данные радиационного мониторинга окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска позволяют сделать вывод о том, что наблюдавшиеся в 2004 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  $^{131}\text{I}$ , а ФЭИ – на радиоактивное загрязнение атмосферы и подземных вод в г. Обнинске и его окрестностях. Загрязнение приземной атмосферы долгоживущими техногенными радионуклидами в г. Обнинске в два – три раза выше фоновых уровней и в последние 2 года увеличивается. Повышенное по сравнению с фоновым содержание трития в питьевой воде в г. Обнинске и превышение УВ по тритию в некоторых родниках в районе ФЭИ требует организации постоянного радиоэкологического мониторинга водных объектов в г. Обнинске. Предприятию необходимо принять меры для ограничения поступления трития в подземные воды, а также закрыть доступ населения к загрязненным родникам.

### **3.6. Пункты захоронения радиоактивных отходов и другие РОО**

Наземные и приповерхностные хранилища РАО и ОЯТ, содержащие большое количество радионуклидов, являются потенциально опасными радиационными объектами. При нормальном функционировании, без технологических нарушений, пункты захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) практически не загрязняют окружающую среду за пределами огражденной зоны строгого режима (ЗСР). Возможно только загрязнение подъездных дорог и самой территории ПЗРО при небрежной транспортировке и закладке радиоактивных отходов в хранилища, локальное проникновение радионуклидов в грунтовые или даже поверхностные воды при нарушениях герметичности хранилищ, а также их миграция с ливневыми или талыми водами с территории ПЗРО. В аварийных ситуациях возможно значительное поступление радиоактивных продуктов в атмосферу и гидрологические системы, что может привести к загрязнению обширных территорий. Более десятка ПЗРО относится к предприятиям системы «Радон». Большая часть ПЗРО построена давно и устарела. Необходима их разгрузка, переработка отходов с целью уменьшения объема и размещения упаковок с отходами в новых хранилищах, отвечающих современным представлениям о долговременном безопасном хранении РАО.

Вокруг некоторых пунктов захоронения радиоактивных отходов, в 30-км или 100-км зонах, Росгидромет проводит радиационный мониторинг. В разделе рассмотрена радиационная обстановка вокруг этих ПЗРО по данным Росгидромета.

**ПЗРО Государственного Мурманского специализированного комбината  
радиационной безопасности «Радон»**

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

В 1994 г. в связи с реконструкцией Мурманский СК был закрыт для приема РАО и отработавших ИИИ. Суммарная активность захороненных за весь период радиоактивных отходов (только ТРО) составляла на 01.01.1994  $1,7 \cdot 10^{14}$  Бк. Активность отходов определялась, в основном, радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов –  $320 \text{ м}^3$ .

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг ПЗРО Мурманского СК «Радон» проводит Мурманское УГМС. Эта зона перекрывается со 100-км зонами вокруг РОО, расположенных в районах г. Мурманска, п. Полярное и п. 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 атмосферных выпадений суммы  $\beta$ -активных радионуклидов [4] в пунктах Мурманск, Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2004 г. составляла 0,4, 0,8 и 0,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки соответственно и не превышала фоновых уровней для этого региона. Максимальные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в п. Полярное в марте и составляли 4,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в п. Печенга в июне – 4,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, в г. Мурманске в сентябре – 3,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Эти выпадения сравнительно невелики, техногенных радионуклидов в этих пробах не обнаружено, поэтому можно заключить, что их источником не может быть ПЗРО.

Среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Мурманска в 2004 г. изменялись от  $2,6 \cdot 10^{-5}$  до  $9,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднем значении за год  $5,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что примерно в 1,2 раза ниже уровня 2003 г. и в 3 раза ниже средневзвешенной объемной активности для территории РФ (см. раздел 1). Максимальное значение среднесуточной объемной активности  $\Sigma\beta$  было зарегистрировано в феврале и составляло  $18,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе в г. Мурманска в 2004 г. составляли  $1,7 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и  $0,08 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно и не превышали фоновых значений для территории России.

Среднесуточные значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны, в 2004 г. колебались от 4 до 17 мкР/ч, что находится в пределах природного  $\gamma$ -фона в этом регионе: 4–28 мкР/ч.

**ПЗРО Государственного федерального предприятия «Нижегородский специализированный комбинат радиационной безопасности «Радон»» и другие РОО на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС**

ПЗРО Нижегородского СК «Радон» находится на расстоянии 80 км к северо-востоку от г. Нижний Новгород и в 5 км к юго-востоку от д. Полом Семеновского района. ПЗРО расположен в водоразделе р. Линда и левых притоков р. Керженец на слабо всхолмленной равнине со слабым уклоном с севера на юг. Участок ПЗРО сложен маренными валунами и суглинками до глубины 10 м, сверху расположены суглинки и супески толщиной до 1 м [18].

ПЗРО функционирует с 1962 г. и принимает радиоактивные отходы от предприятий и учреждений Нижегородской, Кировской, Ивановской и Владимирской областей, а также из республик Коми (г. Ухта), Мордовии и Чувашии. Максимальное расстояние перевозок составляет 700 км [18].

В период с 1962 по 1977 гг. 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, радиоизотопные приборы, загрязненную спецодежду и обувь, лабораторную посуду, строительный мусор и т.п. Основными радионуклидами, определяющими загрязнение, являются цезий, кобальт, иридий, уран. Удельная активность ТРО объемом 58,85 м<sup>3</sup> не превышает  $3,6 \cdot 10^{-4}$  Бк/кг [18]. Нижегородский СК «Радон» переработку РАО не производит, поэтому сбросы и выбросы в окружающую среду отсутствуют.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО осуществляется региональной радиометрической лабораторией Нижегородского ЦГМС-Р Верхне-Волжского УГМС [18]. В 2004 г. в 100-км зоне ПЗРО действовало 7 пунктов дозиметрического контроля за МЭД (в г. Н. Новгород – два пункта), три пункта наблюдения за атмосферными выпадениями (п.п. Лысково, Семенов, Н. Новгород) и один пункт – за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха (г. Н. Новгород) (рис. 3.8).

По данным Верхне-Волжского УГМС мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне ПЗРО в 2004 г. не превышала 13 мкР/ч, что соответствует естественному  $\gamma$ -фону. Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе г. Н. Новгород в 2004 г. (табл. 3.23) изменялась в диапазоне  $(9,1-19,3) \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> при среднегодовом значении  $14 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что более чем в 2 раза выше уровня предыдущего года, но не превышает средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $18 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальное среднесуточное значение объемной активности наблюдалось в марте и достигало  $63,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

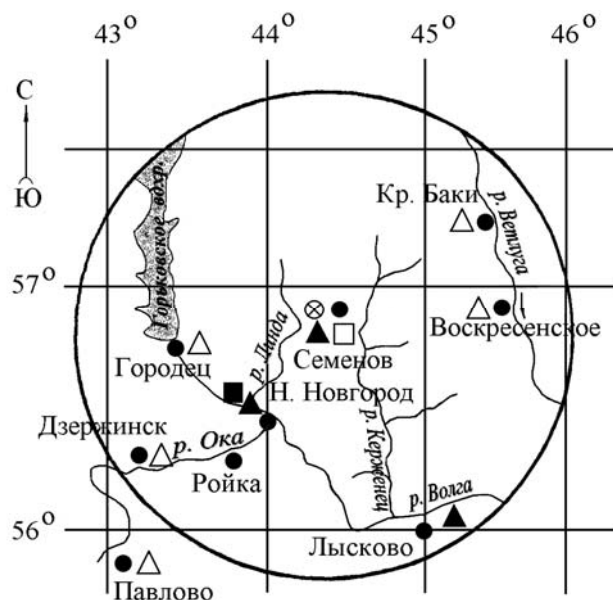


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ПЗРО Нижегородского СК «Радон»:  
 ● – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;  
 ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;  
 ■ – наблюдения за атмосферными аэрозолями;  
 □ – планируемые наблюдения;  
 ⊗ – ПЗРО.

Таблица 3.23

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемные активности  $\Sigma\beta$  ( $q$ , 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>) в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон» и других РОО Нижегородской области в 2004 г.

Месяц		Н. Новгород		Лысково	Семенов	Лукоянов	Арзамас	Выкса
		Р	q	Р	Р	Р	Р	Р
Январь	с	1,4	9,1	-	-	1,6	-	-
	м	4,0	14,1	-	-	4,1	-	-
Февраль	с	2,6	15,5	-	-	2,1	-	-
	м	8,6	41,6	-	-	5,1	-	-
Март	с	2,3	14,1	-	-	1,2	-	-
	м	5,5	63,7	-	-	3,6	-	-
Апрель	с	3,0	12,9	-	-	3,3	-	-
	м	6,2	32,6	-	-	9,8	-	-
Май	с	2,8	17,5	-	-	1,6	-	-
	м	6,8	40,7	-	-	3,8	-	-
Июнь	с	3,0	12,5	-	-	1,8	-	-
	м	6,0	29,0	-	-	4,3	-	-
Июль	с	1,9	12,8	-	-	1,5	-	-
	м	4,1	32,3	-	-	3,9	-	-
Август	с	3,2	19,3	1,6	1,8	1,5	1,7	2,0
	м	5,2	43,5	6,4	7,0	5,7	6,2	7,8
Сентябрь	с	2,0	13,1	1,3	1,1	1,7	1,4	1,7
	м	4,4	29,4	10,2	3,5	3,5	5,2	3,9
Октябрь	с	1,9	13,8	1,7	2,0	1,5	1,7	1,8
	м	5,7	26,3	3,7	4,6	4,1	4,4	6,3
Ноябрь	с	3,1	16,6	1,6	1,7	1,2	1,6	1,5
	м	15,1	63,7	4,1	6,6	5,9	7,0	5,3
Декабрь	с	1,3	13,7	1,0	0,8	1,7	0,9	1,0
	м	6,4	39,7	3,0	2,8	7,7	2,0	2,6
Среднее:	2004 г	2,4	14	1,4	1,5	1,7	1,5	1,6
	2003 г.	0,7	5,8	-	-	0,9	-	-
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год:	2004 г.	876		511	548	621	548	584
	2003 г.	256		-	-	329	-	-

- - измерения не проводились.



Среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере г. Н. Новгород в 2000–2004 гг. представлены в табл. 3.24. Из табл. 3.24 видно, что среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе г. Н. Новгорода в 2004 г. составляла  $3,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и была примерно в 2 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), а  $^{90}\text{Sr}$  –  $0,42 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> при средневзвешенном значении по региону  $1,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. По сравнению с 2003 г. объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  увеличились в 1,5 и 1,8 раза соответственно.

Таблица 3.24

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха в г. Н. Новгород в 2000–2004 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>**

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	2000	2,9	8,4	н	4,3	3,9	6,7
	2001	2,3	5,2	2,3	2,7	3,1	3,8
	2002	4,1	3,6	-	1,4	3,0	8,8
	2003	2,3	1,7	2,9	1,7	2,2	9,7
	2004	2,6	3,7	2,9	4,1	3,3	6,3
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Н. Новгород	2000	0,39	2,1	0,66	0,34	0,87	0,80
	2001	0,32	0,59	0,38	0,48	0,44	0,78
	2002	0,54	0,80	-	0,17	0,50	0,75
	2003	0,18	0,30	0,23	0,20	0,23	1,90
	2004	0,40	0,50	0,46	0,31	0,42	1,30

н – ниже предела обнаружения;  
- – измерения не проводились.

Выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ПЗРО в 2004 г. (см. табл. 3.23) изменялись от месяца к месяцу от 0,8 до 3,2 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, в Н. Новгороде были в 1,3 раза выше фоновых по Верхне-Волжскому УГМС (1,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки), а в других пунктах – не превышали фоновых значений. Максимальные суточные выпадения (15,1 Бк/м<sup>2</sup>-сутки) наблюдались в ноябре в Н. Новгороде. Выпадения  $\Sigma\beta$  в Н. Новгороде увеличились по сравнению с 2003 г. в 3 раза при увеличении фонового уровня в 2004 г. в 2 раза.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на подстилающую поверхность на территории Верхне-Волжского УГМС составляли в 2004 г. 0,32 Бк/м<sup>2</sup>-год и были несколько ниже уровня 2003 г. (0,37 Бк/м<sup>2</sup>-год).

Поскольку в районе Нижегородского СК «Радон» преобладают юго-западные и западные ветра, в течение года комбинат мог оказывать влияние на радиационную обстановку в п. Семенов, расположенном в непосредственной близости от ПЗРО в восточном направлении. В п. Семенов выпадения  $\Sigma\beta$ , согласно табл. 3.23, не превышали фонового уровня, из чего можно заключить, что влияние Нижегородского СК «Радон» на радиационную обстановку не выявлено.

Кроме ПЗРО, на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС расположено три РОО: ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ (г. Саров), ОКБ Машиностроения (г. Н. Новгород) и ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов). 100-км зоны наблюдения ПЗРО «Радон», ВНИИЭФ и ОКБ Машиностроения частично перекрываются.

В результате деятельности ВНИИЭФ выбрасывает в воздух  $^{210}\text{Po}$ , изотопы урана и плутония [6]. В 2004 г. выбросы всех радионуклидов увеличились и составляли: изотопы урана – 27 % от

разрешенных выбросов, плутония – 25 %,  $^{210}\text{Po}$  – 1,6 %. В сбросах ВНИИЭФ присутствуют нуклиды урана,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$  и тритий. Содержание данных радионуклидов в сбросах в 2004 г. не превышало нормативов и составляло 1,5–4,6 % от разрешенных [6].

В 100-км зоне ВНИИЭФ в 2004 г. действовали 5 станций наблюдений (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников) за  $\gamma$ -фоном на местности. За радиоактивными выпадениями наблюдения производились в п. Лукоянов в течение всего года, а с августа 2004 г. возобновились наблюдения в п.п. Арзамас и Выкса.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2004 г. в окрестностях г. Сарова составляла 10 мкР/ч, что соответствует естественному фону. Максимальные значения МЭД не превышали 14 мкР/ч. Среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  в п. Лукоянов в 2004 г. (см. табл. 3.23) находились в пределах (0,9–3,3) Бк/м<sup>2</sup>·сутки при среднегодовом значении 1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки не превышающем фоновый уровень для Верхне-Волжского УГМС (1,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальные среднесуточные выпадения (9,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) наблюдались в п. Лукоянов в апреле.

ОКБ Машиностроения образовано в 1947 г. для создания оборудования для атомной промышленности. С конца 1940-х годов ОКБ 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.

В 100-км зоне ОКБ Машиностроения действуют семь стационарных пунктов контроля, на которых ведутся наблюдения за  $\gamma$ -фоном местности (г.г. Городец, Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Семенов, Н. Новгород). Пункты наблюдения за содержанием радионуклидов в атмосферных аэрозолях и выпадениях совпадают с пунктами наблюдения в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон». Помимо этого, в Городце проводятся измерения содержания трития в осадках.

В 2004 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне ОКБ Машиностроения составляли (9–14) мкР/ч и не превышали фоновых значений. Максимальные МЭД не превышали 17 мкР/ч. Объемная активность трития в осадках составляла 2,2 Бк/л и находилась на уровне прошлых лет (2000 г. – 2,2 Бк/л, 2001 г. – 3,0 Бк/л, 2002 г. – 2,6 Бк/л, 2003 г. – 2,5 Бк/л).

Поскольку, как отмечалось выше, загрязнение приземной атмосферы  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в г. Н. Новгород в 2004 г. увеличилось (см. табл. 3.24), но не превышало фоновых уровней для Центра ЕТР, можно сделать вывод, что ОКБ Машиностроения, расположенный в Н. Новгороде, возможно, является источником дополнительного поступления радионуклидов в атмосферу, но оно незначительно.

ОАО «Чепецкий механический завод» производит изделия из циркониевых сплавов, природного и обедненного урана, неметаллического кальция и его соединений. Газоаэрозольные выбросы предприятия содержат изотопы урана и тория,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$ . В 2004 г. выбросы регламентируемых радионуклидов уменьшились и составляли 11–19 % от разрешенных [6].

В 100-км зоне РОО «Чепецкий механический завод» расположено четыре стационарных пункта наблюдений за МЭД (п.п. Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки). В п. Глазове ведутся наблюдения за радиоактивными выпадениями.

Средняя мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне «Чепецкого механического завода» в 2004 г. составляла 11 мкР/ч, что соответствует естественному фону; максимальные значения не превышали 17 мкР/ч. Среднемесячные выпадения  $\Sigma\beta$  в п. Глазов изменялись в диапазоне (1,1–2,4) Бк/м<sup>2</sup>·сутки, при среднегодовом значении 1,7 Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что в 2 раза выше, чем в 2003 г. (0,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), но не превышает фоновых значений, также увеличившихся в 2004 г. в 2 раза. Максимальные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в июне и составили 7,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки.

### **ПЗРО Государственного унитарного предприятия «Свердловский специализированный комбинат «Радон»»**

ПЗРО Свердловского СК «Радон» расположен в 20 км к северу от г. Екатеринбурга и обслуживает Свердловскую, Пермскую и Тюменскую области. 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 [19]. Поскольку 100-км зона ПЗРО практически совпадает со 100-км зоной вокруг Белоярской АЭС, система 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. 4.3 приведено расположение пунктов радиационного мониторинга относительно ПЗРО. Здесь рассмотрим данные, относящиеся к радиационной обстановке в пунктах, расположенных в 10-км и 30-км зонах вокруг ПЗРО.

В 30-км зоне ПЗРО находятся два пункта контроля (гг. Екатеринбург и Сарапулка), в которых проводятся стационарные наблюдения за МЭД и за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией. Среднегодовые суточные значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 30-км зоне ПЗРО в 2004 г. (см. табл. 3.25) составляли 0,4 Бк/м<sup>2</sup>·сутки и не превышали среднегодового значения по Уральскому региону (0,5 Бк/м<sup>2</sup>·сутки). Максимальные суточные выпадения наблюдались: в г. Екатеринбурге – в марте (2,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки), в г. Сарапулке – в августе (3,9 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 30-км зоне в 2004 г. составляла 10 мкР/ч и находилась на уровне фона по Уральскому региону (11 мкР/ч).

В 10-км зоне ПЗРО действует дополнительная сеть, состоящая из пяти пунктов, на которых ведутся наблюдения за МЭД, а также за радиоактивными выпадениями из атмосферы с помощью планшетов с месячной экспозицией. Эффективность месячных планшетов не определялась и условно принималась, как и для суточных планшетов, равной 0,7.

Таблица 3.25

**Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 30-км зоне вокруг Свердловского ПЗРО «Радон» в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки**

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
Екатеринбург с	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4
м	1,0	1,5	2,1	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,5	1,0	1,4	1,5		
Сарапулка с	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5
м	2,9	1,2	2,0	2,0	2,2	1,1	1,6	3,9	1,3	2,7	2,2	1,2		
Среднее: 2004 г.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5
2003 г.	0,4	0,3	0,5	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,3		
Фон для Уральского региона:														
2004 г.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
2003 г.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3		

В табл. 3.26 приведены усредненные по пяти пунктам дополнительной сети месячные выпадения суммы  $\beta$ -излучающих радионуклидов и <sup>137</sup>Cs, а также квартальные выпадения <sup>90</sup>Sr. Из табл. 3.26 видно, что в среднем в 2004 г. выпадения  $\Sigma\beta$  в этих пунктах несколько увеличились по сравнению с 2003 г. и составляли 5,4 Бк/м<sup>2</sup>·месяц. Средние выпадения <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr также увеличились в 2 и 1,3 раза соответственно и составляли 0,6 Бк/м<sup>2</sup>·месяц (для <sup>137</sup>Cs) и 0,05 Бк/м<sup>2</sup>·квартал (для <sup>90</sup>Sr).

Таблица 3.26

**Выпадения из атмосферы  $\Sigma\beta$ , <sup>137</sup>Cs (Бк/м<sup>2</sup>·месяц) и <sup>90</sup>Sr (Бк/м<sup>2</sup>·квартал) в 10-км зоне вокруг ПЗРО Свердловского СК «Радон» в 2004 г.**

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
$\Sigma\beta$	2,9	4,1	4,6	3,0	8,8	6,1	8,5	5,0	11,5	5,2	3,2	1,1	5,4	4,7
<sup>137</sup> Cs	0,3	н	0,4	0,2	0,9	1,3	0,8	0,4	0,8	0,3	0,1	н	0,6	0,3
<sup>90</sup> Sr	0,04			0,06			0,05			0,06			0,05	0,04

н – ниже предела обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup>·период).

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 10-км зоне в 2004 г. составляла 9 мкР/ч и в течение года не превышала среднего значения по Уральскому региону.

**ПЗРО Челябинского специализированного комбината «Радон»**

ПЗРО Челябинского СК «Радон» расположен в зоне ответственности Уральского УГМС в 55 км севернее г. Челябинска и в 6 км от деревни Чижма. 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 на территории ПО «Маяк», и в 100-км зону ПО «Маяк». Расположение ПЗРО и пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС было показано на рис. 2.1 в разделе 2. Выделить влияние ПЗРО на радиоактивное загрязнение окружающей среды на фоне влияния ПО «Маяк» и радиоактивного следа не представляется возможным.

В 10-км зоне ПЗРО Уральским УГМС организована дополнительная сеть наблюдений из шести пунктов [19], на которых ведутся наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью горизонтальных планшетов с недельной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (см. рис. 2.1 в разделе 2).

В табл. 3.27 приводятся усредненные по шести пунктам наблюдений результаты измерений атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Из табл. 3.27 видно, что в 2004 г. в 10-км зоне вокруг ПЗРО выпадения  $\Sigma\beta$  и  $^{90}\text{Sr}$  не изменились по сравнению с 2003 г., а выпадения  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились вдвое.

Таблица 3.27

**Выпадения  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 10-км зоне вокруг ПЗРО Челябинского СК «Радон» в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·неделя**

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
$\Sigma\beta$	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	1,7	2,3	2,6	3,2	1,7	1,2	1,8	1,8
$^{137}\text{Cs}$	н	н	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	н	0,2	0,1	0,2
$^{90}\text{Sr}$	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02

н – ниже предела обнаружения ( $\leq 0,01$  Бк/м<sup>2</sup>·период).

В 2004 г. мощность дозы  $\gamma$ -излучения в 10-км зоне вокруг ПЗРО по данным Уральского УГМС колебалась в пределах от 10 до 12 мкР/ч, что соответствует изменениям естественного  $\gamma$ -фона.

### **ПЗРО Государственного Новосибирского специализированного комбината «Радон»**

ПЗРО Новосибирского 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 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 комбината – захоронение РАО, образующихся в медицинских, научно-исследовательских учреждениях и на промышленных предприятиях (за исключением отходов ядерно-топливного цикла). ПЗРО обслуживает Новосибирскую, Омскую, Томскую, Кемеровскую области, Красноярский край, а также Республику Алтай.

Переработка РАО на ПЗРО не производится, выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, сбросы и сливы их в окружающую среду отсутствуют. Принципиально возможна лишь утечка радиоактивных веществ из емкостей хранилищ, либо при загрузке хранилища, дезактивации транспорта и других технологических операциях. Активность захороненных РАО определяют, в основном, радионуклиды  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ .

Радиационный мониторинг вокруг ПЗРО осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Зона наблюдения вокруг ПЗРО частично перекрывается со 100-км зоной наблюдения РОО НЗХК, результаты обследования которого приводятся в разделе 2.5.

В 30-км зоне ПЗРО мониторинг приземной атмосферы производится в п. Огурцово (см. рис. 3.9), где отбираются пробы атмосферных аэрозолей и выпадений с суточной экспозицией.

Среднегодовые результаты наблюдений в этом пункте за 2004 г. приведены ниже (в скобках приведены данные за 2003 г.) [20].

Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> -сутки	Объемная активность в воздухе, 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>		
	Σβ	Σβ	<sup>137</sup> Cs <sup>90</sup> Sr
1,7 (2,5)	20 (24)	0,025 (0,037)	0,016 (0,028)

Из приведенных данных видно, что среднегодовые объемные активности Σβ, <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе в п. Огурцово в 2004 г. уменьшились в 1,2–1,7 раза по сравнению с предыдущим годом и не превышали фоновых значений для Западно-Сибирского региона (27,3·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, 0,058·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> и 0,024·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> соответственно). Однако в 2004 г. в п. Огурцово было отмечено 6 случаев превышения среднесуточной объемной активности Σβ в воздухе над фоновым значением в пять и более раз (до 91·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>). Техногенные радионуклиды в пробах повышенной активности обнаружены не были. Среднегодовые суточные выпадения Σβ в п. Огурцово были в 1,5 раза ниже, чем в 2003 г., и не превышали колебаний глобального фона. Более подробные данные наблюдений по п. Огурцово приводятся в разделе 2.5, поскольку Огурцово расположено внутри 30-км зоны наблюдения Новосибирского завода химконцентратов, который может являться источником поступления радиоактивных аэрозолей в атмосферу.



Рис. 3.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 30-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирского СК «Радон»:

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

Для выявления влияния ПЗРО Западно-Сибирское УГМС проводит радиационный мониторинг в 5-км зоне вокруг ПЗРО. В 2004 г. в 5-км зоне наблюдения вокруг ПЗРО Западно-Сибирским УГМС контролировались следующие параметры окружающей среды [20]:

- определялось содержание радионуклидов в снежном покрове (в марте) и в почве (в августе);
- обследовались воды и донные отложения р. Чик, находящейся в непосредственной близости от ПЗРО;
- проводился анализ питьевой воды в трех населенных пунктах, расположенных выше и ниже по течению р. Чик от ПЗРО;
- измерялась мощность дозы  $\gamma$ -излучения в местах отбора проб почвы и снега ежеквартально, а также при отборе проб воды.

Пробы почвы и снега отбирались по периметру зон контроля радиусом 500 м и 5 000 м вокруг ПЗРО (рис. 3.10). Пробы воды и донных отложений из р. Чик (рис. 3.11) отбирались выше и ниже по течению от ПЗРО. Мощность дозы  $\gamma$ -излучения в 2004 г., измеренная в точках отбора проб, находилась в пределах 9 – 16 мкР/ч и не превышала уровней естественного гамма-фона. Данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в 5-км зоне вокруг ПЗРО приведены в табл. 3.28.

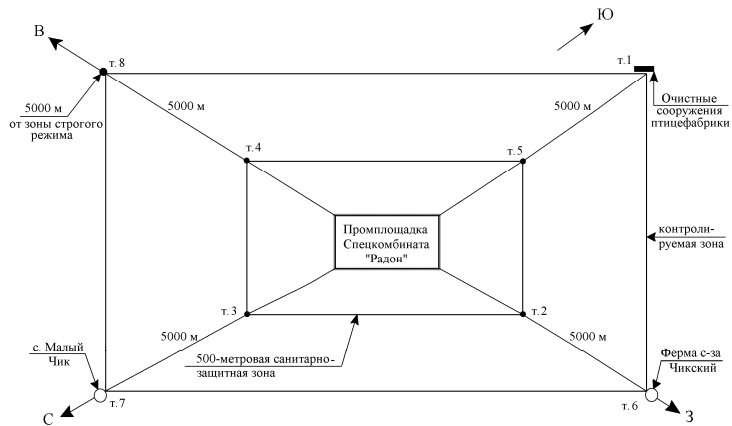


Рис. 3.10. Схема расположения точек контроля в 5-км зоне вокруг ПЗРО Новосибирского СК «Радон»

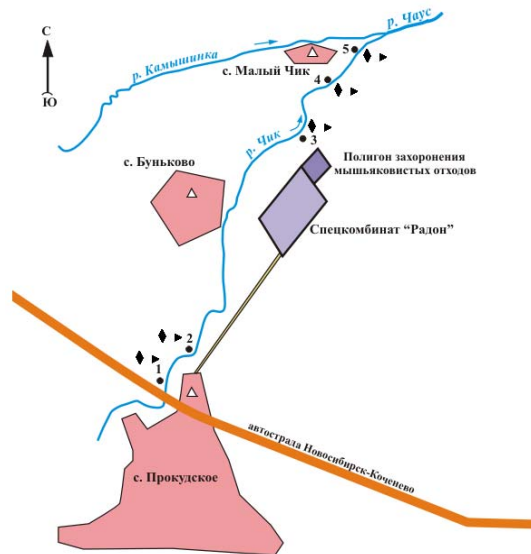


Рис. 3.11. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирского СК «Радон»:

- ◆ – отбор проб поверхностных вод;
- – отбор проб донных отложений;
- △ – точки отбора проб питьевой воды.

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды  
вокруг Новосибирского СК «Радон» в 2004 г.

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	МЭД, мкР/ч	
<u>Зоны контроля вокруг ПЗРО</u> (см. рис. 3.10):		<u>Снег, Бк/м<sup>2</sup></u>				
		<u>Почва, Бк/кг</u>				
В 500 м от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 4	15	4,4	11,6	18,4	12	
– на север (С) – т. 3	52	3,4	16,0	27,7	11	
– на запад (З) – т. 2	14	4,7	17,4	24,4	12	
– на юг (Ю) – т. 5	10	4,3	15,3	26,5	13	
В 5 км от ПЗРО:						
– на восток (В) – т. 8		12,6	15,7	23,0	12	
– с. Малый Чик (С) – т. 7		< 2,6	15,9	23,6	12	
– ферма с/х «Чикский» (З) – т. 6	65	4,7	18,9	23,6	12	
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т.1	3	2,7	16,7	27,8	11	
Среднее: 2004 г.		27	5,3	16,0	24,4	
2003 г.		155	6,1	18,3	29,5	
<u>Пункты по течению р. Чик</u> (см. рис. 3.11):		<u>Вода, Бк/л</u>				
		<u>Донные отложения, Бк/кг</u>				
– выше ПЗРО: т. 1						
	0,88	н	9,0	10,3	15	
т. 2						
	0,69	н	5,6	9,6	12	
– ниже ПЗРО: т. 3						
	0,56	н	8,4	9,5	15	
т. 4						
	0,16	н	8,1	9,4	14	
т. 5						
	0,65	н	н	1,2	15	
Среднее: 2004 г.		0,59	н	8	8	
2003 г.		0,80	н	12	13	

н – ниже предела обнаружения.

Усредненное по всем пунктам отбора содержание в снеге  $\beta$ -активных продуктов в 2004 г. составило 27 Бк/м<sup>2</sup>, что значительно ниже уровня загрязнения на метеоплощадках вблизи г. Новосибирска (аэропорт «Новосибирск-Северный» – 139 Бк/м<sup>2</sup>, Огурцово – 223 Бк/м<sup>2</sup>, см. раздел 2.5) и уровня загрязнения снежного покрова предыдущего года (155 Бк/м<sup>2</sup>). Гамма-спектрометрический анализ объединенной пробы снега показал, что содержание техногенных радионуклидов в снеге было ниже предела обнаружения.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  почве в слое 0–5 см, как и в прошлые годы, весьма неоднородна (от менее 2,6 до 12,6 Бк/кг) и зависит от относительной высоты точки отбора пробы. На пониженных участках рельефа содержание  $^{137}\text{Cs}$ , как правило, выше, вследствие переноса выпадающего из атмосферы  $^{137}\text{Cs}$  с талыми и дождевыми водами. Среднее значение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почве в 2004 г. несколько снизилось по сравнению с 2003 г. Удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в почве на разных расстояниях от ПЗРО колебалась незначительно и ее величина соответствовала природному содержанию этих радионуклидов в почве, так же как и удельная активность этих радионуклидов в донных отложениях р. Чик в точках, расположенных как выше, так и ниже по течению от ПЗРО. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пробах донных отложений в 2004 г. оставалась ниже предела обнаружения.

Средняя объемная активность  $\Sigma\beta$  в воде в 2004 г. (0,59 Бк/л) уменьшилась в 1,4 раза по сравнению с 2003 г и не превышала допустимую для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99 [2]. Из табл. 3.28 видно, что  $\Sigma\beta$ -активность проб воды, отобранных выше комбината (т.т. 1, 2 рис. 3.11), была приблизительно равна  $\Sigma\beta$ -активности проб, отобранных ниже спецкомбината (т.т. 3–5), что



говорит об отсутствии влияния деятельности РОО «Радон» на радиоактивное загрязнение р. Чик. Радионуклидный анализ показал отсутствие техногенных радионуклидов в пробах воды.

Анализ питьевой воды в трех населенных пунктах 5-км зоны наблюдения ПЗРО (с. Прокудское, с. Буньковское, с. Малый Чик, см. рис. 3.11) показал отсутствие в воде техногенных радионуклидов. Объемная активность  $\Sigma\beta$  колебалась в пределах 0,06–0,22 Бк/л и не превышала УВ по НРБ-99 [2].

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод, что ПЗРО Новосибирского СК «Радон» в 2004 г. не оказывал существенного влияния на загрязнение объектов окружающей среды техногенными радионуклидами.

### **Полигон хранения радиоактивных веществ Иркутского специализированного комбината «Радон»**

Полигон хранения радиоактивных веществ (ПХРВ) Иркутского спецкомбината «Радон» находится в 35 км на север от г. Иркутска по Александровскому тракту. Ближайшие населенные пункты находятся на расстоянии 6–9 км, это п. Усть-Балей с населением ~ 250 человек и п. Московщина с населением ~ 220 человек. По метеорологическим данным [21] в 2004 г. в г. Иркутске преобладающими направлениями ветра являлись: юго-восточные и северо-западные – 23 %, западные – 17 % и восточные – 16 %. Наибольшая повторяемость юго-восточного ветра приходилась на апрель (32 %), западного – на июнь (28 %), восточного – на ноябрь (28 %), северо-западного – на май (33 %).

Иркутский СК «Радон» обслуживает Иркутскую и Читинскую области, 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 [21].

Контроль радиоактивных выпадений в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2004 г. проводился на шести станциях, а за атмосферными аэрозолями – на одной станции в Иркутске (см. рис. 2.12). 100-км зона полигона практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому некоторые данные Иркутского УГМС по этой зоне уже были приведены в разделе 2.7 в табл. 2.50, 2.51.

Среднегодовые величины суточных выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне в 2004 г. остались практически на уровне 2003 г. и колебались в пределах от 1,9 до 3,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Это в 1,3–2,1 раза выше средневзвешенного значения выпадений  $\Sigma\beta$  на незагрязненной территории РФ, что характерно для Иркутской области. Высокого загрязнения (десятикратного и более превышения фонового уровня) в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2004 г. не наблюдалось.

Согласно результатам анализа проб аэрозолей в г. Иркутске в 2004 г. среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  оставалась на уровне 2003 г., <sup>137</sup>Cs – уменьшилась в 1,3 раза, а <sup>90</sup>Sr – увеличились в

1,2 раза. В результате, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  была несколько ниже фонового значения по Югу Восточной Сибири (см. раздел 1), а  $\Sigma\beta$  и  $^{90}\text{Sr}$  – выше в 1,5 и 3,6 раза соответственно.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, составляли (6–18) мкР/ч, а максимальное из ежедневных значений МЭД достигало 26 мкР/ч и было зафиксировано 12 августа в г. Иркутске.

В 2004 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе 20 км. Измерения МЭД осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги. 27 февраля одновременно с маршрутной  $\gamma$ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 31 августа – 15 проб почвы и растительности.

Средние за месяц значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения в радиусе 20 км от ПХРВ в 2004 г. находились в пределах (10–14) мкР/ч, т.е. на фоновом уровне [21]. Максимальная МЭД (22 мкР/ч) была зарегистрирована в июне на 27 км Александровского тракта.

Результаты измерений содержания  $\Sigma\beta$  в снеге, почве и травянистой растительности в 2004 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.29. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

Из табл. 3.29 видно, что в 2004 г. плотность загрязнения  $\Sigma\beta$  снежного покрова практически не изменилась по сравнению с 2003 г. Максимальный уровень загрязнения снега отмечался на 14 км Александровского тракта – 136,1 Бк/м<sup>2</sup>, что в 4,2 раза выше значений в фоновой точке. Средний уровень загрязнения почвы  $\Sigma\beta$  (208 Бк/м<sup>2</sup>) был в 1,5 раза ниже чем 2003 г. Максимальная плотность загрязнения отмечалась на 36 км Александровского тракта и достигала 379 Бк/м<sup>2</sup>, что в 4,4 раза выше, чем в фоновой точке. Содержание  $\beta$ -активных радионуклидов в травяном покрове в 2004 г. (5,2 Бк/м<sup>2</sup>) незначительно увеличилось по сравнению с предыдущим годом. Максимальная плотность загрязнения травы была зарегистрирована в д. Тихонова Падь и составила 10,8 Бк/м<sup>2</sup>, что в 1,5 раза выше фона. В целом, содержание  $\Sigma\beta$  в природных объектах в 20-км зоне Иркутского ПХРВ в 2004 г. находилось в пределах колебаний глобального фона.

Таблица 3.29

**Плотность загрязнения снега, почвы и травы  $\beta$ -активными радионуклидами в 20-км зоне вокруг Иркутского ПХРВ в 2003–2004 гг., Бк/м<sup>2</sup>**

Пункт отбора проб	Снег		Почва		Трава	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
14-й км Александровского тракта	136,1	23,3	271	191	2,2	2,8
19-й км -"-	91,4	117,5	190	372	9,3	6,5
25-й км -"- , д. Московщина	103,0	18,2	323	365	5,9	8,9
33-й км -"-	14,1	136,5	309	539	2,5	7,5
34 км -"- , ПХРВ	91,8	73,2	28	154	4,4	3,6
36-й км Александровского тракта	11,1	32,4	379	79	8,5	2,7
п/л «Солнечный»	50,9	39,7	345	290	6,2	2,4
д. Усть-Балей	62,0	92,1	339	118	7,9	1,2
д. Урик	28,3	25,4	39	83	7,1	7,9
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	13,9	55,3	167	854	5,3	4,8
8 км -"-	28,3	5,1	13	251	2,8	2,1
12 км -"-	39,1	79,4	63	244	4,6	4,3
16 км -"-	29,0	42,2	153	60	0,1	0,4
д. Тихонова Падь	140,6	5,2	288	875	10,8	1,2
Фоновая точка	32,6	45,7	86	423	7,2	2,2
Среднее	60,0	50,9	208	320	5,2	4,0

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутского СК «Радон» в 2004 г. была стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

### Список литературы к разделу 3

1. Соболевская А.П. Обзор радиоактивного загрязнения природной среды в 100-км зоне вокруг РОО «Севмашпредприятие» в 2004 г. – Архангельск: Северное УГМС, 2005.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 г. Под ред. С.М. Вакуловского – СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
4. Семенов А.В., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я., Сафонов Ю.В., Михайлова Г.И. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2004 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2005.
5. Ишонин М.И., Коваль Г.В., Шевченко Н.А. Годовой отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в 100-км зоне наблюдения вокруг радиационно опасных объектов Камчатской области в 2004 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2005.
6. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М: ВНИИХТ, 2005.
7. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
8. Бигильдеева Н.Р., Шахов Д.Б., Жданова Л.В. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе НИИАР в 2004 г. – Самара: Приволжское УГМС, 2005.
9. Захаров С.Д., Вертлиб М.Г., Самойлова В.В. Обзор радиационной обстановки на территории Республики Татарстан за 2004 г. – Казань: УГМС Республики Татарстан, 2005.
10. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
11. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2004 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2005.
12. Старков О.В., Моисеева О.В. Пространственно-временная миграция трития на территории промплощадки ГНЦ РФ ФЭИ и ее окрестностях. Информационный бюллетень. Ядерная и радиационная безопасность России. – М.: ЦНИИАтоминформ, 2002. – С. 64–75.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1997 г. Ежегодник. Под ред. К. П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999.
14. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Под ред. К.П. Махонько.– СПб.: Гидрометеиздат, 2001.

15. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 году. Под ред. К.П. Махонько.– СПб.: Гидрометеиздат, 2002.
16. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 году. Под ред. С.М. Вакуловского – СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
17. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Крышев И.И. Анализ радиационного риска и радиозэкологический мониторинг трития на объектах ядерного комплекса России. Отчет – Обнинск: НПО «Гайфун», 2003.
18. Савина В.А., Максимова В.А., Рябин Д.В. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2004 г. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2005.
19. Банникова О.А., Белозеров В.Б., Казанцева Г.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2004 г. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2005.
20. Чирков В.А., Котова О.П., Башкиров Н.И., Чагина Н.Д. и др. О радиоактивном загрязнении окружающей природной среды на территории Сибирского региона в 2004 году. Обзор. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2005.
21. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2004 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2005.

#### 4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2004 г. на территории России работали 10 атомных электростанций. На всех АЭС эксплуатировались 30 энергоблоков (с учетом энергоблока № 3 Калининской АЭС, введенного в эксплуатацию в декабре 2004 г. – 31 энергоблок), из них 14 (15) – с водо-водяными реакторами под давлением (ВВЭР), 15 энергоблоков с канальными уран-графитовыми реакторами и 1 энергоблок с реактором на быстрых нейтронах (БН-600). Среди водо-водяных реакторов имеется 8 (9) реакторов ВВЭР-1000 и 6 реакторов ВВЭР-440, среди уран-графитовых реакторов – 11 реакторов РБМК-1000 и 4 реактора ЭГП-6.

При эксплуатации АЭС некоторое количество радиоактивных веществ поступает в окружающую природную среду, а сами АЭС являются потенциальными источниками радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при авариях на них. Реакторные установки АЭС конструируются таким образом, что 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 естественного радиационного фона в районе размещения АЭС.

Условно источники газоаэрозольных выбросов АЭС можно разбить на две большие группы:

- протечки теплоносителя в помещения АЭС;
- технологические сдувки с баков водного хозяйства АЭС.

Протечки теплоносителя обуславливают, в основном, выбросы радиоактивных аэрозолей и радиойода. Технологические сдувки обуславливают, в основном, выбросы инертных радиоактивных газов (ИРГ).

Поскольку эти три составляющие выброса в атмосферу (ИРГ, аэрозоли, радиойод) имеют разное агрегатное состояние, обладают различными физическими и химическими свойствами, для снижения их поступления в атмосферу через вентиляционные трубы АЭС используются различные методы.

Очистка вентиляционного воздуха от аэрозолей и йода обеспечивается установкой в вытяжных системах вентиляции аэрозольных и специальных «йодных» фильтров.

Очистка технологических сдувок от ИРГ осуществляется в специальных радиохроматографических системах. Только на энергоблоках 1-го поколения РБМК (энергоблоки первых очередей Курской и Ленинградской АЭС) и энергоблоках Билибинской АЭС используются камеры выдержки. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки в пределах 80–99,9 %.

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). Учитывая успехи российских АЭС в деле снижения выбросов и сбросов в биосферу, начиная с 2000 г., в Санитарных правилах проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) [12] были введены новые более жесткие ограничения путем введения допустимых выбросов (ДВ) и допустимых сбросов (ДС), рассчитанных исходя из не превышения годовой дозы облучения 10 мкЗв. Эта величина дозы в НРБ-99 [5] 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.

Как уже отмечалось, поступление радионуклидов с жидкими сбросами АЭС ограничено величиной предельно-допустимого сброса, рассчитанного исходя из не превышения годовой дозы облучения населения 50 мкЗв и допустимого сброса, рассчитанного исходя из не превышения годовой дозы облучения населения 10 мкЗв. Для всех российских АЭС допустимые сбросы установлены на основе расчетных значений, учитывающих особенности водоемов, в которые производится сброс дебалансных вод АЭС и гарантирующих при всех возможных видах водопользования не превышение дополнительной к дозе облучения от природных источников дозы равной 10 мкЗв.

В идеале, технологический цикл на АЭС по воде 1-го и 2-го контуров должен быть замкнутым и не приводить к образованию «дебалансной» воды (т.е. разницы в объемах воды технологических контуров, выводимой на очистку, и воды, поступившей в контуры). Однако, в силу проектных решений на разных энергоблоках и уровня их эксплуатации такая «дебалансная» вода образуется. Пройдя очистку на выпарных или ионообменных установках, такая вода накапливается в специальных (контрольных) баках и после радиационного контроля может быть удалена с АЭС в поверхностные водоемы.

На каждый сброс дебалансной воды с энергоблока АЭС оформляется паспорт, содержащий данные об объеме воды, подлежащей сбросу, объемной и суммарной активности всех радионуклидов в ней.

Сброс дебалансной воды с АЭС разрешается, если выполняются 2 условия:

- объемная активность воды не превышает значения, установленного Нормами радиационной безопасности (т.е. она не относится к радиоактивным отходам);
- суммарная активность всех радионуклидов, сброшенных АЭС с начала года с дебалансной водой не превышает допустимого значения (ДС).

Фактически активность газоаerosольных выбросов и сбросов АЭС в 2004 г. была значительно ниже допустимых и составляла максимально 22 % и 16 % (без трития) от ДВ и ДС соответственно.

В 2004 г. на АЭС не было радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в окружающую среду радионуклидов за счет газоаerosольных выбросов или жидких сбросов.

В целях независимого государственного контроля за радиационным воздействием АЭС на окружающую среду Росгидрометом в 100-км зонах вокруг АЭС проводится радиационный мониторинг загрязнения объектов окружающей среды. На промплощадках, в санитарно-защитных зонах и зонах наблюдения АЭС радиационный контроль осуществляется отделами 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 30-км зонах АЭС, предоставленные НПО «Тайфун» службами внешней дозиметрии отделов радиационной безопасности десяти АЭС в рамках Соглашения Росгидромета и концерна Росэнергоатом об обмене информацией.

#### **4.1. Балаковская АЭС**

В 2004 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС находились четыре энергоблока ВВЭР-1000 с общей мощностью 4000 МВт.

Балаковская АЭС расположена на левом берегу Саратовского водохранилища р. Волги в 10,5 км на северо-восток от г. Балаково Саратовской области и в 170 км от г. Саратова.

В СЗЗ Балаковской АЭС, радиусом 3 км и площадью около 28,3 км<sup>2</sup>, располагаются здания и сооружения подсобного и обслуживающего АЭС назначения, тепличное хозяйство, поля и сельскохозяйственные угодья сел Матвеевка и Натальино и водоем-охладитель. Населенных пунктов в санитарно-защитной зоне нет. В ЗН Балаковской АЭС, радиусом 30 км и площадью около 2830 км<sup>2</sup>, входят части территорий пяти районов Саратовской области (Балаковского, Вольского, Хвалынского, Духовницкого, Пугачевского), в которых расположены 43 населенных пункта. Общая численность населения по переписи 1989 г. составляет 225,91 тыс. человек. Средняя плотность населения в ЗН Балаковской АЭС составляет 80,8 человек на 1 км<sup>2</sup>. Река Волга пересекает 30-км ЗН Балаковской АЭС 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. Саратовское водохранилище служит источником хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения г. Балаково, пос. Алексеевка, расположенных в пределах 30-км зоны Балаковской АЭС [2].

Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока Балаковской АЭС производятся отдельно через венттрубы. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов на Балаковской АЭС в атмосферу в 2003–2004 гг. представлены в табл. 4.1 [1, 2].

Из табл. 4.1 видно, что в 2004 г. фактические выбросы всех радионуклидов были значительно меньше (< 2 %) разрешенных.

Для организации технического оборотного водоснабжения Балаковская АЭС использует водоем-охладитель, который 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 Бала-

ковской АЭС. Для охлаждения вспомогательного оборудования используется замкнутый контур, по которому техническая вода подается на брызгальные устройства.

Таблица 4.1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	7,4·10 <sup>9</sup>	1,92·10 <sup>7</sup>	1,57·10 <sup>7</sup>	+3,47·10 <sup>6</sup>
<sup>131</sup> И	1,8·10 <sup>10</sup>	3,03·10 <sup>8</sup>	1,59·10 <sup>8</sup>	+1,44·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Сs	9,0·10 <sup>8</sup>	2,95·10 <sup>6</sup>	9,32·10 <sup>6</sup>	-6,37·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Сs	2,0·10 <sup>9</sup>	8,76·10 <sup>6</sup>	1,99·10 <sup>7</sup>	-1,11·10 <sup>7</sup>
Σ ИРГ	6,9·10 <sup>14</sup>	2,30·10 <sup>11</sup>	5,61·10 <sup>11</sup>	-3,31·10 <sup>11</sup>

Сброс радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны, расположенные на территории промплощадки Балаковской АЭС. В 2004 г. на Балаковской АЭС было отведено 2,272·10<sup>6</sup> м<sup>3</sup> сточных вод. Данные о фактических и разрешенных сбросах радионуклидов со сточными водами на Балаковской АЭС в 2003–2004 гг. представлены в табл. 4.2 [2].

Таблица 4.2

**Сбросы радионуклидов с жидкими стоками на Балаковской АЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>54</sup> Mn	7,0·10 <sup>10</sup>	1,60·10 <sup>6</sup>	1,70·10 <sup>6</sup>	-1,0·10 <sup>5</sup>
<sup>58</sup> Со	2,37·10 <sup>9</sup>	3,00·10 <sup>5</sup>	1,5·10 <sup>7</sup>	-1,47·10 <sup>7</sup>
<sup>60</sup> Со	5,5·10 <sup>9</sup>	4,60·10 <sup>6</sup>	6,98·10 <sup>6</sup>	-2,38·10 <sup>6</sup>
<sup>134</sup> Сs	2,3·10 <sup>9</sup>	6,70·10 <sup>6</sup>	2,42·10 <sup>7</sup>	-1,75·10 <sup>7</sup>
<sup>137</sup> Сs	2,6·10 <sup>9</sup>	1,59·10 <sup>7</sup>	1,32·10 <sup>8</sup>	-1,16·10 <sup>8</sup>

Из табл. 4.2 следует, что превышения разрешенных сбросов в водоем-охладитель и брызгальные бассейны в 2004 г. на Балаковской АЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов не превышали 0,6 % от разрешенных сбросов.

Радиационный контроль в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности отдела радиационной безопасности (ОРБ) Балаковской АЭС. В 2004 г. радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [2]:

- мощности экспозиционной дозы в зоне наблюдения Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 26 датчиков автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) и прямой съемки гамма-фона на местности с помощью передвижной радиометрической лаборатории;
- годовой поглощенной дозы во всех населенных пунктах, входящих в зону наблюдения, с помощью термолюминисцентных дозиметров ТЛД-500К;
- суммы бета-активных радионуклидов (Σβ) и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферном воздухе и выпадениях, воде поверхностных водоемов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых водах, снеге, почве, водной и луговой растительности, донных отложениях, продуктах питания и питьевой воде).

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2004 г. контролировалась на семи стационарных постах радиационного контроля, расположенных в насе-



ленных пунктах на различном удалении от АЭС (7–32 км) по основным направлениям ветра в течение всего года. Пробы отбирались методом прокачивания больших объемов воздуха с помощью электровентилятора 12ЦСТ-34 производительностью до 1200 м<sup>3</sup>/ч через фильтр ФПП-15. Атмосферные выпадения собирались с месячной экспозицией в стандартные метеорологические кюветы из нержавеющей стали размером 50х50 см и высотой 10 см, установленные на специальных стойках высотой 2–3 м от поверхности земли.

Отбор проб снега, почвы, луговой растительности проводился один раз в год возле стационарных постов радиационного контроля. Снег отбирался в конце зимы до начала периода снеготаяния на всю глубину снежного покрова. Для исследования почвы отбирался верхний пятисантиметровый слой земли. Для отбора проб растительности выбирались луговые растения естественного произрастания.

Пробы донных отложений и водной растительности (гидробионтов) отбирались один раз в год – в августе. Пробы рыбы отбирались во время летнего сезона один раз в год во время планового вылова промысловых рыб.

Пробы сельскохозяйственной продукции в зоне наблюдения АЭС отбирались один раз в год: мясо и молоко крупного рогатого скота – во время пастбищного сезона, овощи, корнеплоды и зерновые культуры – непосредственно перед или во время уборки урожая.

Для измерения суммарной  $\beta$ -активности проб использовалась малофоновая установка УМФ-2000. Для определения объемной активности <sup>90</sup>Sr в воде использовалась бета-спектрометрическая установка, в остальных пробах содержание <sup>90</sup>Sr определялось радиохимическим методом. Гамма-спектрометрическим методом на полупроводниковом детекторе фирмы «ORTEC» определялся полный радионуклидный состав в объектах окружающей среды.

Приволжское УГМС осуществляет радиационный мониторинг в 100-км зоне Балаковской АЭС. Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС показана на рис. 4.1. В 2004 г. в этой зоне действовали 7 стационарных пунктов ежедневных (каждые три часа) наблюдений за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения (МЭД), один пункт – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы и один пункт – за содержанием трития в воде Волгоградского водохранилища (г. Балаково) [3]. Летом 2004 г. специалистами Приволжского УГМС было проведено обследование уровней радиоактивного загрязнения территорий 12 населенных пунктов, расположенных в ЗН вокруг Балаковской АЭС (см. рис. 4.1). При обследовании в каждом пункте отбиралось 5–7 проб из верхнего 5-ти сантиметрового слоя почвы и на двух уровнях (на высоте 3–4 см и 1 м) измерялась мощность экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения. Всего было отобрано 70 проб почвы и проведено 792 измерения МЭД. Пробы воды отбирались в Волгоградском водохранилище 6 раз в год.

Измерения МЭД проводились Приволжским УГМС дозиметрами ДРГ-01Т, для измерения содержания  $\Sigma\beta$  в пробах использовался радиометр РУБ-01П. Гамма-спектрометрический, радиохимический анализ проб и анализ проб воды на тритий проводился НПО «Тайфун».

Результаты измерений объемной активности  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС, а также в контрольном пункте – с. Маянга, расположенном в 32 км на юго-запад

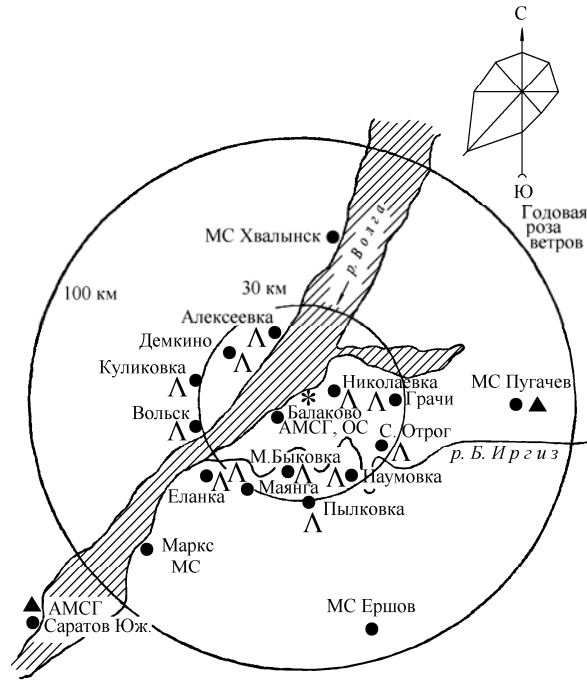


Рис. 4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- △ – пункты отбора проб почвы.

от АЭС, по данным ОРБ, представлены в табл. 4.3 [2]. В таблице также представлены данные НПО «Тайфун» о средневзвешенных объемных активностях в Центре ЕТР [4].

Таблица 4.3

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в районе наблюдения Балаковской АЭС,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ОРБ Балаковской АЭС и НПО «Тайфун»)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт		Центр ЕТР		ДОО <sub>НАС.</sub>
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
$^{137}\text{Cs}$	0,08	< 0,3	0,06	< 0,3	0,06	< 0,3	0,063	0,097	2,7
$\Sigma\beta$	21,5	13,0	15,1	11,8	26,6	8,5	18,0	18,1	-

Из табл. 4.3 видно, что в 2004 г. в СЗЗ и ЗН Балаковской АЭС среднегодовые объемные активности  $\Sigma\beta$  приземного воздуха были в 1,3–1,6 раз выше, чем в 2003 г., но не превышали данных по контрольному пункту и были на уровне средневзвешенной объемной активности  $\Sigma\beta$  по Центру ЕТР ( $18 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН была также на уровне значений, полученных в контрольном пункте и Центре ЕТР ( $0,063 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Регистрируемые в СЗЗ и ЗН АЭС объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  на 7 порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОО<sub>НАС.</sub> по НРБ-99 [5].

Объемные активности техногенных радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$ , были ниже минимально детектируемой активности (МДА), равной  $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовые значения плотности выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте в 2004 г. были ниже предела обнаружения. Среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в СЗЗ увеличились в 1,6 раза по сравнению с 2003 г., а в ЗН и контрольном пункте остались на уровне предыдущего года.

Результаты измерений активности  $\Sigma\beta$  в атмосферных выпадениях в 2004 г. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 4.4. Из табл. 4.4 видно, что в п. Пугачев, расположенном в 100-км зоне АЭС, среднегодовые выпадения  $\Sigma\beta$  были выше средних по Приволжскому УГМС. В 2004 г. максимальные суточные выпадения наблюдались в п. Пугачев в мае – 27,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные выпадения совпадают со сроками проведения весенних полевых работ, связанных с повышенным образованием пыли на сельскохозяйственных полях.

Таблица 4.4

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Приволжского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяцы												Среднее	Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Пугачев	с	1,2	1,0	1,5	1,6	3,3	1,6	1,5	2,3	2,6	1,6	1,1	0,8	1,7	622
	м	2,8	4,3	5,5	7,9	27,8	8,4	5,7	12,2	11,9	7,6	4,6	1,5	27,8	
Приволжское УГМС	с	1,0	0,8	0,8	1,1	1,8	1,4	1,5	1,7	2,0	1,5	1,1	0,8	1,3	475

Содержание радионуклидов в снежном покрове и растительности в 30-км зоне в 2004 г. представлено в табл. 4.5. Плотность загрязнения снега  $^{90}\text{Sr}$  (0,2–0,74 Бк/м<sup>2</sup>) была ниже минимально детектируемой активности применяемой аппаратуры во всех пунктах наблюдения и в данной таблице не представлена. Также в табл. 4.5 не представлены данные по удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в растительности, т.к. данные были ниже МДА (1,5 Бк/кг сырой массы). Из табл. 4.5 видно, что плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  во всех пунктах ЗН, кроме п. Широкий Буерак, выше, чем в контрольном пункте – с. Маянга. Самые высокие по ЗН плотности загрязнения снега  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. наблюдались в п. Балаково и п. Подсосенки (в юго-западном направлении).

Таблица 4.5

**Содержание радионуклидов в снеге и растительности в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2004 г. (данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Пункты контроля	Плотность загрязнения снега, Бк/м <sup>2</sup>		Удельная активность растительности, Бк/кг сырой массы			
	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$	
	2004 г.	2004 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Балаковская АЭС	1,90	<0,5	117,4	224,9	<0,15	3,59
Балаково	3,30	0,81	91,6	95,1	0,48	1,20
Матвеевка	1,29	0,54	75,9	94,0	<0,17	0,53
Натальино	1,67	<0,5	107,6	74,7	<0,20	1,48
Ново-Николаевка	1,21	<0,5	130,4	86,9	<0,18	1,13
Подсосенки	2,05	0,54	140,3	56,9	0,72	0,67
Широкий Буерак	0,94	<0,5	112,6	108,9	<0,15	1,75
Маянга – контрольный пункт, 32 км на юго-запад от АЭС	0,97	<0,5	87,7	85,7	<0,21	0,4

Анализ данных по загрязнению луговой растительности (см. табл. 4.5) показывает, что в 2004 г. наибольшая удельная активность  $\Sigma\beta$  и  $^{90}\text{Sr}$  в растительности наблюдалась в п. Подсосенки.

Содержание радионуклидов в почве в 30-км зоне по данным ОРБ Балаковской АЭС и Приволжского УГМС представлено в табл. 4.6.

Таблица 4.6  
Содержание радионуклидов в почве в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2003–2004 гг., кБк/м<sup>2</sup>

Пункты контроля	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
<b>данные ОРБ Балаковской АЭС</b>						
Балаковская АЭС	20,9	31,9	0,09	0,31	<0,1	<0,1
Балаково	20,7	31,8	0,05	0,04	<0,1	0,28
Матвеевка	21,3	22,6	0,27	0,07	<0,1	<0,08
Натальино	24,6	21,6	0,03	0,10	<0,1	0,14
Ново-Николаевка	18,8	14,9	0,18	0,11	<0,1	0,36
Подсосенки	34,6	16,0	0,16	0,23	0,1	0,33
Широкий Буерак	23,5	22,7	0,09	0,15	<0,1	0,25
Маянга – контрольный пункт	30,6	22,7	0,03	0,23	<0,1	0,17
<b>данные Приволжского УГМС</b>						
г. Вольск					0,25	
п. Алексеевка					0,22	
с. Грачи					0,20	
с. Демкино					0,31	
с. Еланка					0,29	
с. Куликовка					0,27	
с. Мал.Быковка					0,33	
с. Маянга					0,10	
с. Наумовка					0,23	
с. Николаевка					0,42	
с. Пылковка					0,19	
с. Сухой Отрог					0,27	

Как видно из табл. 4.6, усредненные по пунктам плотности загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$  в ЗН Балаковской АЭС не превышали 0,27 кБк/м<sup>2</sup>, а  $^{137}\text{Cs}$  – 0,4 кБк/м<sup>2</sup>. По данным ОРБ АЭС загрязнение почвы  $^{90}\text{Sr}$  в ЗН, кроме п. Натальино, было в 1,6–9 раз выше, чем в контрольной точке.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  по данным Приволжского УГМС в отдельных пробах почвы (данные затем усреднялись по населенному пункту) в ЗН АЭС варьировало от 0,07 до 0,8 кБк/м<sup>2</sup>. Все полученные данные о содержании  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почве в ЗН Балаковской АЭС не превышают уровней глобального загрязнения почвы этими радионуклидами на территории России.

По данным НПО «Тайфун» объемная активность трития в п. Балаково (Волгоградское водохранилище, ниже по течению от Балаковской АЭС) составляла 2,3 Бк/л, что практически совпадает со средней объемной активностью трития в реках России (2,4 Бк/л).

В табл. 4.7 и 4.8 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений, водорослей и рыбы в р. Волге и водоеме-охладителе.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях и водорослях 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  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях в водохранилищах и в водоеме-охладителе в 2004 г. увеличилась в среднем в 2,5 раза по сравнению с 2003 г. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в водоеме-охладителе (см. табл. 4.7) в 2004 г., как и в 2003 г., была выше, чем в водохранилищах, однако, по сравнению с

2003 г., удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях водоема-охладителя была выше в среднем в 5 раз. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в водорослях было ниже минимально детектируемой активности.

Таблица 4.7

**Удельная активность донных отложений (Бк/кг) и водорослей (Бк/кг сырой массы) в р. Волге и в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в 2004 г. (данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Пункт контроля	Донные отложения			Водоросли	
	$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	427,8	3,73	3,36	48,5	1,08
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	331,7	6,18	8,89	38,5	0,44
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС	491,6	4,24	7,42	228,4	1,48
Водоем-охладитель – стан рыбаков	371,6	4,63	13,23	70,5	1,18
Водоем-охладитель – заборный канал	470,6	2,75	13,32	53,7	0,54
Водоем-охладитель – сбросной канал	408,4	1,70	12,17	85,5	0,33

Удельная активность радионуклидов в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств приведена в табл. 4.8. Из табл. 4.9 видно, что содержание радионуклидов во всех видах сельскохозяйственной продукции, производимой в 30-км зоне АЭС, значительно ниже допустимых удельных активностей по СанПиН-96 [6].

Таблица 4.8

**Удельная активность сельскохозяйственной продукции в районе расположения Балаковской АЭС в 2004 г., Бк/кг (данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Пункт контроля	Вид продукции	Радионуклид		
		$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Матвеевка	мясо	38,95	0,14	<0,7
	молоко	11,67	<0,02	<0,05
	*ячмень	42,56	0,55	<0,35
	*подсолнечник	44,57	0,6	<0,35
Подсосенки	мясо	23,95	<0,1	<0,7
	молоко	10,42	<0,01	<0,05
	*просо	43,00	1,53	<0,35
	*овес	34,71	0,84	<0,35
Натальино	мясо	40,82	<0,10	<0,7
	молоко	13,53	<0,02	<0,05
	пшеница	91,96	0,31	<0,35
	ячмень	79,84	0,68	<0,35
Маянга	мясо	22,68	0,22	<0,7
	молоко	10,14	<0,02	<0,05
	*рожь	35,15	0,8	<0,35
	*подсолнечник	37,23	1,3	<0,35
Ново-Николаевка	мясо	40,57	0,17	<0,7
	молоко	11,11	<0,02	<0,05
	*ячмень	35,58	1,28	<0,35
	*подсолнечник	38,73	1,30	<0,35

Примечание: \* – данные для зерновых приведены в Бк/кг сырого веса; допустимая удельная активность для  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  по СанПиН-96 [6] для мяса составляет 50 и 160 Бк/кг, для молока – 25 и 100 Бк/кг, для зерновых – 140 и 80 Бк/кг соответственно.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в соответствии с данными табл. 4.9, в 2004 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-96 [6].

**Удельная активность рыбы в районе Балаковской АЭС в 2004 г., Бк/кг сырой массы  
(данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Контролируемый водоем	Вид рыбы	Радионуклид		
		$\Sigma\beta$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
р. Волга, Саратовское водохранилище	Лещ	45,16	0,46	<0,7
	Судак	64,76	0,16	<0,7
р. Волга, Волгоградское водохранилище	Окунь	102,1	<0,12	<0,7
	Лещ	61,99	0,22	<0,7
Прудовое хозяйство	Толстолобик	46,95	0,25	<0,7
Водоем-охладитель	Окунь	75,51	0,2	3,25
	Красноперка	55,71	0,36	2,59
<b>Допустимая удельная активность по СанПиН-96 [6]</b>		<b>-</b>	<b>100</b>	<b>130</b>

По данным Приволжского УГМС [3] в 2004 г. среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне АЭС колебались в пределах от 10 до 15 мкР/ч, а максимальные среднесуточные в каждом месяце – от 12 до 18 мкР/ч. Наибольшее значение (18 мкР/ч) наблюдалось в п. Балаково в марте, мае, декабре и в п. Ершов в июне, декабре, а также в п. Пугачев в ноябре, декабре. Среднегодовые величины МЭД в пунктах наблюдения составляли 11–13 мкР/ч, что находится в пределах колебаний глобального

γ-фона и не превышает средних значений для территории, обслуживаемой Приволжским УГМС.

В целом, анализ данных радиационного мониторинга позволяет сделать вывод, что загрязнение окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения Балаковской АЭС не превышает фоновых уровней.

#### 4.2. Белоярская АЭС

На Белоярской АЭС (БАЭС) в настоящее время эксплуатируется [7] 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.). Энергоблоки № 1 и № 2 первой очереди остановлены в 1981 и 1989 гг. соответственно.

БАЭС расположена в 42 км к востоку от г. Екатеринбурга на восточном берегу Белоярского водохранилища, созданного на реке Пышме в качестве водоема-охладителя. Белоярское водохранилище пересекает зону наблюдения БАЭС в направлении с северо-запада на юго-восток. Его протяженность – 20 км. Полный объем водохранилища –  $2,65 \cdot 10^8 \text{ м}^3$ , 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  $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$  [7].

Контролируемый службой радиационной безопасности АЭС район расположения БАЭС разделен на 4 пояса: СЗЗ радиусом 3 км, ЗН радиусом 3–5 км, ЗН радиусом 5–10 км, ЗН радиусом 10–35 км.

В первом поясе (см. рис. 4.2) находятся промплощадка, стройплощадка, территории

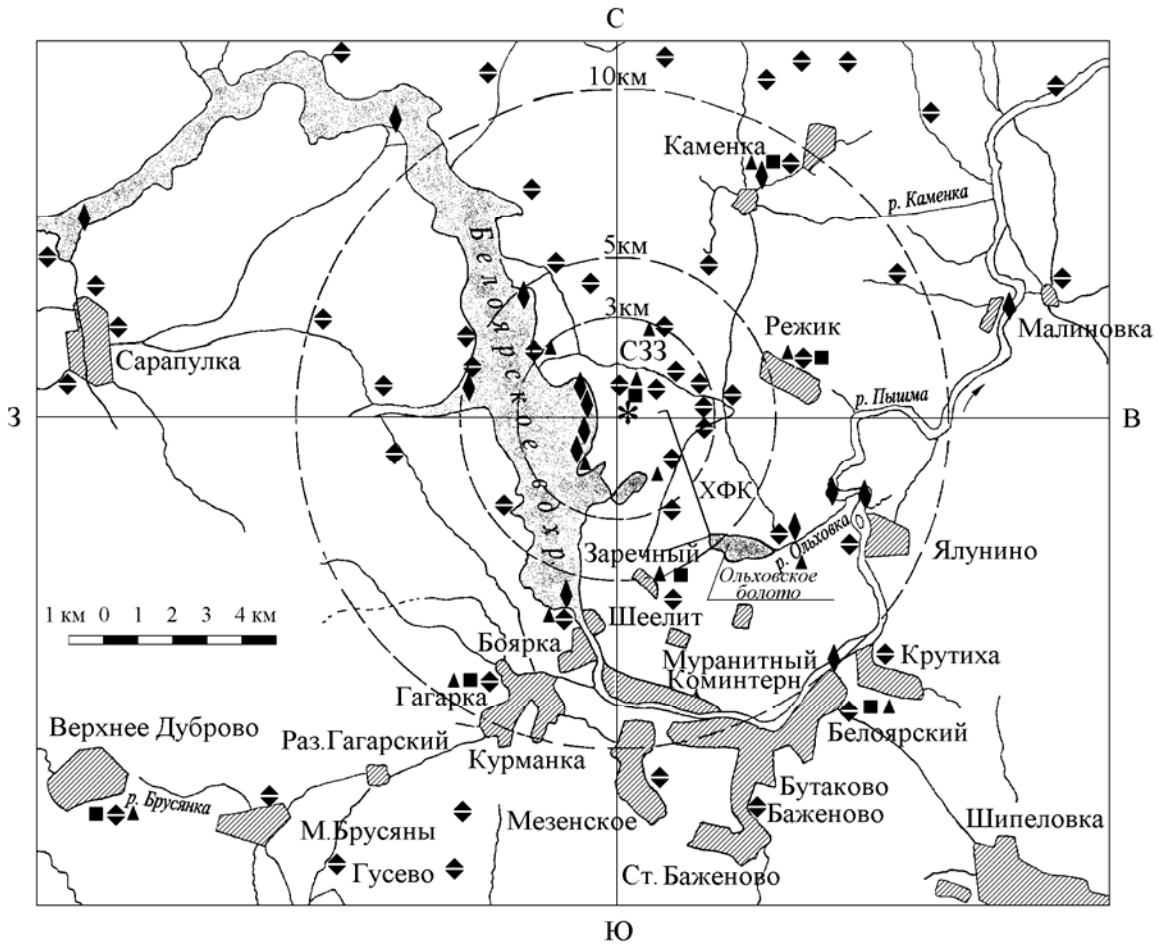


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга БАЭС в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения:

- \* — АЭС;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◆ — измерения дозиметрами ТЛД;
- ◆ — отбор проб воды.

монтажных организаций, СФНИКИЭТ, б/о «Дельфин», СОК и рыбучасток ПСХ БАЭС [7]. Во второй пояс входят г. Заречный и частично п. Режик. Северо-восточная часть пояса занята пастбищами. Западная часть, в основном, проходит по водоему-охладителю (Белоярское водохранилище). Третий пояс охватывает населенные пункты Боярка, Гагарка, Курманка, Режик, Ялунино, Шеелит, Коминтерн, Каменский участок водоснабжения. На юге его граница проходит через с. Мезенское и пос. Белоярский. Южная и восточная части третьего пояса располагаются в основном на землях сельскохозяйственного кооператива Баженовский. Только в районе п. Режик имеется более 30 га посевов викоовсяной смеси, однолетних и многолетних трав, а также сенокосы и пастбища. Около 50 % территории четвертого пояса занято лесом, особенно в направлении г. Екатеринбург. Остальная часть занята сельхозугодиями п.п. Баженово, Косулино, Хромцево и Логиново. В этот же пояс входит г. Асбест и восточная часть г. Березовского.

Южная и юго-восточная части ЗН большей частью имеют свободные от леса площади. Здесь наиболее заселенная часть района.

Прибрежная полоса водохранилища за пределами СЗЗ и г. Заречного используется ТОО «Мезенское» под летние выпасы скота. Профиль хозяйств окружающего района преимущественно овощемолочный.

Рельеф района сравнительно ровный, амплитуда высот над уровнем моря варьируется в пределах 20–25 м. По метеорологическим данным метеостанции, установленной на блоке № 3 на высоте 75 м, преимущественными в регионе БАЭС являются ветры от южного до западного направлений. Среднегодовая скорость ветра на высоте 75 м в 2004 г. составляла 2,5 м/с, максимальная скорость – 3,8 м/с.

Газоаэрозольные выбросы в атмосферу на БАЭС производятся централизованно через вентиляционные трубы энергоблоков высотой 100 м, после прохождения необходимой очистки. В табл. 4.10 приведены данные [7] об активности выбросов регламентируемых радионуклидов на БАЭС в атмосферу в 2004 г. и для сравнения – в 2003 г.

Таблица 4.10

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	$7,4 \cdot 10^9$	$4,75 \cdot 10^5$	$9,07 \cdot 10^5$	$- 4,32 \cdot 10^5$
<sup>137</sup> Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$1,54 \cdot 10^7$	$4,47 \cdot 10^7$	$- 2,93 \cdot 10^7$
ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$8,65 \cdot 10^{12}$	$2,25 \cdot 10^{12}$	$+ 6,40 \cdot 10^{13}$

Из приведенных в табл. 4.10 данных видно, что в 2004 г. на БАЭС годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов не превышали допустимых нормативов и были на два – четыре порядка ниже разрешенных.

Хозбытовые стоки промплощадки АЭС направляются на самостоятельные очистные сооружения (2 емкости по 1000 м<sup>3</sup> каждая) и после оценки удельной активности в них сбрасываются в ХФК (см. рис. 4.2) и далее в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции) [7]. В это же болото удаляются очищенные дебалансные воды, воды спецпрачечной и душевых санпропускников. Ливневые воды удаляются с территории промплощадки через промливневый канал в водоем-охладитель. В р. Пышму сбросные воды БАЭС попадают из Ольховского болота через р. Ольховку (см. рис. 4.2). Вблизи АЭС, в 3 км к югу от промплощадки, на границе СЗЗ расположен г. Заречный. Хозпитьевые нужды промплощадки и города обеспечиваются из артезианских скважин.

По данным [7] годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС не превышали установленных нормативов. Объем сброса сточных вод на БАЭС в 2004 г. составлял 36 385 м<sup>3</sup> с суммарной активностью  $11,3 \cdot 10^7$  Бк [7], увеличившейся по сравнению с 2003 г. в 3 раза. Данные о сбросах радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на БАЭС представлены в табл. 4.11 [7]. Из табл. 4.11 видно, что сбросы <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs и <sup>154</sup>Eu в 2004 г. увеличились по сравнению с 2003 г. в 1,2, 6,5 и 17,5 раз соответственно, но были на три – четыре порядка ниже разрешенных. В 2004 г. в сбросах был зарегистрирован <sup>54</sup>Mn в количестве  $5,0 \cdot 10^4$  Бк. Сбросы <sup>60</sup>Со были ниже минимально детектируемой активности. Фактически суммарный сброс всех радионуклидов не превышал 1 % от разрешенного сброса для БАЭС.



Сбросы радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{54}\text{Mn}$	$2,47 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^4$	-	$+ 5,0 \cdot 10^4$
$^{90}\text{Sr}$	$9,31 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^7$	$+ 4,8 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$3,68 \cdot 10^{11}$	$7,6 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^7$	$+ 6,44 \cdot 10^7$
$^{154}\text{Eu}$	$1,0 \cdot 10^9$	$7,0 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^5$	$+ 6,60 \cdot 10^6$

Радиационный мониторинг объектов природной среды в 35-км зоне вокруг БАЭС проводится группой внешнего радиационного контроля отдела радиационного контроля БАЭС (ГВРК БАЭС) и ПСЛ ЦГСЭН [7]. Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС проводятся Уральским УГМС [8].

В 2004 г. ГВРК БАЭС контролировались следующие характеристики загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами (расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 4.2):

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась два раза в месяц одновременно в шести пунктах постоянного наблюдения с экспозицией трое суток и на промплощадке – непрерывно. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15-1,5 с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 с производительностью 140–500 м<sup>3</sup>/час;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, экспонируемых в течение месяца;
- загрязнение почвы и травы определялось в семи пунктах постоянного наблюдения. Почва отбиралась по углам треугольника со стороной 50 м на глубину 5 см, растительность – в сенокосный период в количестве 1 кг сырой массы;
- определялось загрязнение питьевой воды, а также воды, донных отложений, водорослей и рыбы из Белоярского водохранилища, воды и донных отложений рек Ольховка, Пышма и Ольховского болота;
- определялось содержание радионуклидов в сельхозпродукции, производимой в окрестностях АЭС;
- контролировался  $\gamma$ -фон в семи пунктах наблюдения ежемесячно с помощью переносных радиометров СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-1117А (контрольные точки были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений), а также с помощью системы АСКРО БАЭС;
- измеренная накопленная за год доза (на уровне 1,5 м от поверхности земли в 78 точках на различных расстояниях до 40 км от БАЭС по всем направлениям) с помощью термомюнисцентных дозиметров ТЛД-500К (УГТУ-УПИ).

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью  $\gamma$ -спектрометрической установки «ORTEC», жидкостного сцинтилляционного счетчика «GUARDIAN», установок малофоновых УМФ-3, УМФ-1500. Радиохимические, радиометрические и  $\gamma$ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с погрешностью  $\pm(10-30)$  %.

Уральское УГМС в 2004 г. проводило следующие систематические наблюдения (схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30-км и в 100-км зонах приведена на рис. 4.3(а, б)):

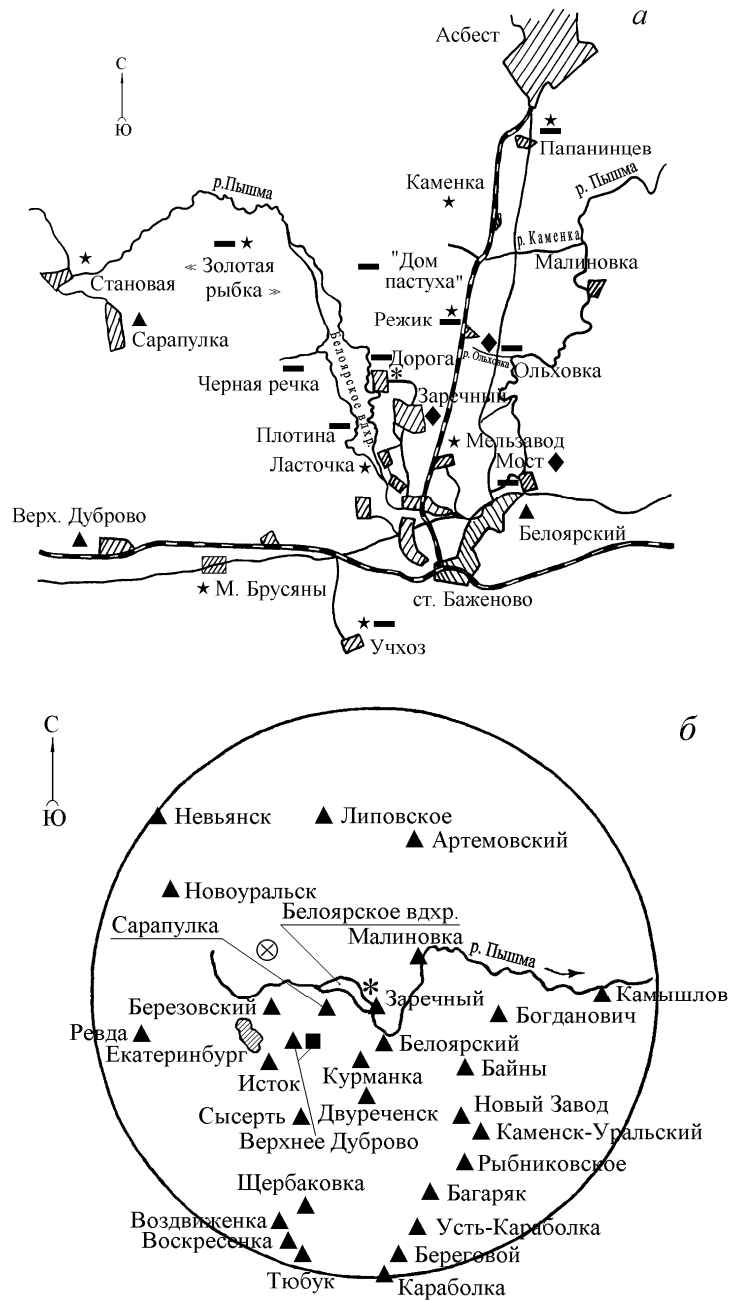


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30-км зоне (а) и в 100-км зоне вокруг Белоярской АЭС и ПЗО Свердловского СК «Радон» (б):

- \* — АЭС;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ★ — отбор недельных проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб снега и травы;
- ◆ — отбор проб воды;
- ⊗ — ПЗО «Радон».

- за объемной активностью радионуклидов в приземном воздухе 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  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений с помощью планшетов с недельной экспозицией в десяти пунктах сигнальной сети в (10 – 15)-км зоне вокруг БАЭС;
- за загрязнением вод Белоярского водохранилища, рек Пышмы и Ольховки;
- за загрязнением снежного и растительного покрова;
- за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 36 пунктах, 18 из которых находятся в 30-км зоне.

#### Атмосферные аэрозоли и выпадения

Данным ГВРК БАЭС [7] за 2004 г. о среднегодовых объемных активностях радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН представлены в табл. 4.12:

Таблица 4.12

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов  
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС в 2003 – 2004 гг.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ГВРК БАЭС)**

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
СЗЗ	27 (16)	0,6 (1,4)	< 1,6 (2,7)
ЗН	28 (16)	0,7 (1,1)	< 1,1 (2,4)

в скобках приведены данные за 2003 г.

Согласно этим данным, в 2004 г. в СЗЗ и в ЗН среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере увеличилась в 1,7 раза по сравнению с 2003 г. Объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs как в СЗЗ, так и в ЗН снизились: в СЗЗ – в 2,3 и 1,7 раза соответственно, в ЗН – в 1,6 и 2,2 раза соответственно. В целом, по данным БАЭС среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС были на пять – шесть порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [5] (для <sup>137</sup>Cs – 27 Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>90</sup>Sr – 2,7 Бк/м<sup>3</sup>), однако, примерно в 50 раз превышали средневзвешенные значения объемных активностей этих радионуклидов на территории РФ ( $3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> для <sup>137</sup>Cs и  $1,19 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> для <sup>90</sup>Sr).

В табл. 4.13 приведены среднемесячные объемные активности  $\Sigma\beta$ , <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в воздухе

Таблица 4.13

**Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере  
п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг БАЭС)  
(данные Уральского УГМС)**

Месяц	$\Sigma\beta$ , $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>90</sup> Sr, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>		<sup>137</sup> Cs, $10^{-7}$ Бк/м <sup>3</sup>	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	31,1	25,8	1,7	4,7	4	16
Февраль	33,2	27,2	1,7	4,7	9	11
Март	17,5	24,3	1,7	4,7	3	5
Апрель	18,8	19,9	13,5	5,7	3	10
Май	21,8	18,6	13,5	5,7	30	10
Июнь	17,1	17,1	13,5	5,7	11	10
Июль	26,7	23,2	1,8	7,0	40	10
Август	16,6	27,2	1,8	7,0	10	16
Сентябрь	16,0	15,8	1,8	7,0	5	5
Октябрь	14,1	28,1	4,3	3,1	10	5
Ноябрь	12,3	21,3	4,3	3,1	3	3
Декабрь	35,9	17,7	4,3	3,1	7	2
Среднее	21,8	22,2	5,3	5,1	11	9

п. Верхнее Дуброво, расположенном в 20 км к югу-западу от БАЭС (см. рис. 4.3), по данным Уральского УГМС [8]. Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в п. Верхнее Дуброво колебалась в пределах от  $12,3 \cdot 10^{-5}$  до  $35,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальное суточное значение было отмечено в феврале и составляло  $148,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что превышало среднегодовое значение в 6,8 раза (<sup>137</sup>Cs в пробе обнаружено не было). Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в п. Верхнее Дуброво ( $21,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) была в 1,4 раза выше средней по РФ ( $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). В 2004 г. было зарегистрировано 3 случая превышения среднесуточной объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновыми значениями в 5 и более раз: 9–10 декабря – в 5,2 раза, 23–24 декабря – в 6,1 раза и 26–27 декабря – в 9,2 раза. По данным гамма-спектрометрического анализа проб повышенной активности 9–10 декабря в приземной атмосфере В. Дуброво присутствовал <sup>137</sup>Cs, объемная активность которого составила  $2,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, при фоновом значении  $0,03 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в 2004 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво составляла  $11 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза выше уровня 2003 г. (см. табл. 4.13) и в 3,9 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ для незагрязненных территорий. Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Sr в этом пункте была сопоставима с уровнем предыдущего года и составляла  $5,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 4,5 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ.

Данные наблюдений Уральского УГМС за величиной выпадений  $\Sigma\beta$  в 30-км и 100-км зонах БАЭС приведены в табл. 4.14. По сравнению с 2003 г. выпадения  $\Sigma\beta$  в этих зонах практически не изменились и не отличались от фоновых значений для Уральского региона. Однако в отдельные дни в трех пунктах было зарегистрировано 4 случая, когда суточные атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  превышали фоновые значения для данного населенного пункта за предыдущий месяц в 10 и более раз. Наибольшее превышение над фоном в 2004 г. наблюдалось, как и в предыдущие годы, в п. Верхнее Дуброво 25–26 июля –  $8,6$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что в 14,3 раза выше фонового уровня по данному пункту и в 17,2 раза выше среднегодового значения по 100-км зоне БАЭС. Из техногенных радионуклидов в пробе был обнаружен <sup>137</sup>Cs, выпадения которого составили  $2,6$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки и были в 3,2 раза выше фоновых ( $0,8$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

Таблица 4.14

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС в 2004 г., 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	
Белоярский	с	0,6	0,5	0,5	0,3	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,9	0,6	0,4	0,5
	м	1,9	2,2	4,4	2,5	2,4	1,7	2,9	2,4	3,1	3,5	1,5	1,1	
Верхнее Дуброво	с	0,7	0,7	0,8	0,5	0,3	0,6	0,7	0,4	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6
	м	2,5	2,1	4,9	1,9	1,0	2,7	8,6	1,1	6,2	3,2	2,5	2,2	
Двуреченск	с	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
	м	1,5	2,3	1,8	1,8	1,2	1,5	2,7	1,6	1,4	1,4	1,4	1,1	
Екатеринбург-Исток	с	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
	м	1,3	1,0	1,5	1,6	1,4	2,4	1,6	2,0	1,9	1,2	1,5	3,7	
Заречный	с	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4
	м	1,6	1,7	1,3	1,6	1,2	0,8	1,4	2,9	1,9	2,7	1,4	3,7	
Курманка	с	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
	м	1,9	1,7	1,4	1,4	1,9	1,1	1,4	2,3	1,8	1,2	1,0	1,4	
Малиновка	с	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4	0,5	0,2	0,4	0,4	0,5	0,3
	м	2,2	1,2	1,1	2,3	1,4	1,0	1,1	2,6	1,2	1,1	1,5	2,3	
Сарапулка	с	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4
	м	2,9	1,2	2,0	2,0	2,2	1,1	1,6	3,9	1,3	2,7	2,2	1,2	
Среднее по 30-км зоне		0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4

Продолжение табл. 4.14

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Артемовский	с	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,3	0,5
	м	2,5	0,8	2,7	1,5	3,1	2,5	2,9	2,5	1,8	2,2	1,8	1,7	
Байны	с	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4
	м	1,4	1,2	1,8	4,1	1,4	2,9	1,6	1,7	2,2	1,8	0,9	1,7	
Богданович	с	0,6	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,3	0,5
	м	2,4	2,3	1,4	2,4	2,0	2,9	1,7	1,9	3,2	1,9	1,6	0,9	
Екатеринбург	с	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
	м	1,0	1,5	2,1	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	1,5	1,0	1,4	1,5	
Каменск-Уральский	с	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4
	м	2,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,7	2,4	3,0	2,2	1,7	1,9	1,5	
Камышлов	с	0,5	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
	м	2,5	1,7	1,1	2,4	1,7	1,6	1,6	2,6	1,9	1,6	1,4	1,0	
Караболка	с	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	1,2	1,1	0,7	0,5	0,7
	м	2,4	2,9	1,6	1,2	2,3	2,3	2,8	2,1	3,1	4,4	2,4	1,6	
Липовское	с	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
	м	1,0	0,9	1,3	1,3	1,3	2,1	4,4	2,0	1,6	1,9	1,3	1,0	
Невьянск	с	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4
	м	0,8	1,4	1,1	1,3	1,6	2,3	1,8	1,9	1,5	0,9	3,2	1,6	
Новоуральск	с	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,3	0,5
	м	1,3	1,5	2,3	3,2	1,8	2,8	2,5	2,2	2,9	2,2	2,3	1,1	
Новый Завод	с	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3
	м	1,1	1,0	1,0	0,7	1,6	2,1	2,6	1,4	2,7	2,9	1,0	0,9	
Ревда	с	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,8	0,7	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
	м	1,1	1,2	0,7	2,3	1,1	4,3	2,9	2,5	1,4	1,8	2,2	1,1	
Рыбниковское	с	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4
	м	4,3	2,8	1,8	1,8	1,5	1,8	1,6	1,0	1,7	1,5	1,1	2,6	
Сысерть	с	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,6	0,7	0,3	0,5	0,4
	м	1,6	1,0	1,9	1,2	1,7	1,2	1,6	1,6	2,4	5,0	0,9	2,8	
Тюбук	с	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	0,5	0,8	1,0	0,6	0,6	0,6
	м	1,6	2,1	1,3	2,2	1,8	2,2	2,4	2,1	2,4	2,1	1,8	2,2	
Усть-Караболка	с	0,7	0,9	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,4	0,7
	м	1,9	2,7	3,4	1,7	2,1	2,1	1,9	2,3	1,4	2,2	2,5	1,6	
Среднее по 100-км зоне		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5
Фон для Уральского региона		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5

В табл. 4.15 и 4.16 приведены величины выпадений из атмосферы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в пунктах 30-км зоны вокруг Белоярской АЭС по данным Уральского УГМС. Там же приведены значения годовых выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для Уральского региона [8].

Таблица 4.15

**Выпадения из атмосферы  $^{137}\text{Cs}$  в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2004 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		
Белоярский	0,9	1,9	0,5	0,6	н	н	н	0,4	0,2	0,7	н	0,9	6,1	
Верхнее Дуброво	1,3	1,3	н	н	н	0,8	н	0,6	0,3	н	н	0,9	5,2	
Двуреченск	н	н	0,9	н	н	0,3	н	0,5	н	0,1	н	н	1,8	
Заречный	0,7	н	1,5	1,0	1,0	0,4	н	н	н	0,8	н	н	5,4	
Исток	1,0	н	1,0	1,0	н	0,6	0,3	н	н	н	н	0,3	4,2	
Курманка	н	н	н	1,0	н	н	н	0,2	н	н	н	н	1,2	
Малиновка	0,7	н	н	0,7	0,9	н	0,5	н	н	н	н	н	2,8	
Сарапулка	н	0,7	н	0,4	н	0,4	н	н	н	0,2	1,8	н	3,5	
Среднее по зоне		0,6	0,5	0,5	0,6	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	3,8
Фон для Уральского региона		0,10	0,10	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,20	0,20	0,13	0,20	1,6

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

Из этих данных (табл. 4.15) следует, что средняя величина годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы в 30-км зоне БАЭС в 2004 г., как и в 2003 г., составляла 3,8 Бк/м<sup>2</sup>-год, что в 2,3 раза выше

фонового уровня для Уральского региона (1,6 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное содержание <sup>137</sup>Cs в атмосферных выпадениях в 30-км зоне наблюдалось в п. Белоярский. Средняя величина годовых выпадений <sup>137</sup>Cs из атмосферы по 100-км зоне БАЭС (3,7 Бк/м<sup>2</sup>·год) была такой же как и в 30-км зоне.

Средняя величина годовых выпадений <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 30-км зоне БАЭС (табл. 4.16) также практически не изменилась по сравнению с 2003 г. (по Уральскому региону она увеличилась в 1,2 раза) и составляла 3,6 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,8 раза выше фоновых выпадений для Уральского

Таблица 4.16

**Выпадения из атмосферы <sup>90</sup>Sr в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2004 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		
Белоярский		0,21			0,26			0,31			0,23			3,0
Верхнее Дуброво		0,22			0,19			0,15			0,22			2,3
Двуреченск		0,17			0,16			0,77			0,20			3,9
Заречный		0,19			0,21			0,44			0,26			3,3
Исток		0,25			0,07			0,67			0,24			3,6
Курманка		0,13			0,18			0,87			0,14			4,0
Малиновка		0,26			0,19			0,45			0,38			3,8
Сарапулка		0,23			0,22			0,26			0,75			4,4
Среднее по зоне		0,21			0,19			0,49			0,30			3,6
Фон для Уральского региона		0,13			0,13			0,23			0,16			2,0

региона (2,0 Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное содержание <sup>90</sup>Sr в атмосферных выпадениях (в 5 раз выше фонового уровня) наблюдалось в п. Курманка. Средняя величина годовых выпадений <sup>90</sup>Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг БАЭС [8] составляла 3,9 Бк/м<sup>2</sup>·год, что несколько выше выпадений <sup>90</sup>Sr в 30-км зоне, и объясняется влиянием Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), поскольку пункты наблюдения, расположенные в юго-восточной части 100-км зоны БАЭС (см. рис. 4.3 б), относятся к загрязненной <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs территории ВУРС. В 2004 г. выпадения <sup>90</sup>Sr на территории ВУРС, как показано в разделе 5.2, составляли 4,3 Бк/м<sup>2</sup>·год и были выше значений выпадений <sup>90</sup>Sr, полученных для 30-км и 100-км зон влияния БАЭС.

По данным Уральского УГМС [8] в пунктах, расположенных в 10-км зоне БАЭС, среднегодовые значения недельных атмосферных выпадений  $\Sigma\beta$ , <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs сохранились на уровне значений прошлого года.

Сравнение данных ГВРК БАЭС [7] по радиоактивным выпадениям в 35-км зоне за 2004 г., полученных с помощью месячной экспозицией кювет, с данными 2003 г. показывает, что в СЗЗ и в ЗН БАЭС выпадения <sup>137</sup>Cs уменьшились в 1,4 раза. Выпадения <sup>90</sup>Sr в СЗЗ увеличились в 1,5 раза, в ЗН – незначительно уменьшились. Выпадения  $\Sigma\beta$  в СЗЗ остались на уровне предыдущего года, а в ЗН – увеличились в 1,4 раза.

В целом, можно сказать, что среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  как в 30-км, так и в 100-км зоне БАЭС, за последние 10 лет снизились почти вдвое [8].

### Снег, почва, растительность

Загрязнение почвы радионуклидами в окрестностях БАЭС приведено в табл. 4.17. По данным ГВРК БАЭС в 2004 г. загрязнение почвы  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в СЗЗ, ЗН БАЭС и в контрольном пункте не превышало средних значений, полученных за последние 5 лет. Как видно из табл. 4.17, средние значения плотности загрязнения почвы этими радионуклидами в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте практически не отличаются, однако они значительно выше уровней глобального загрязнения почвы на территории России: для  $\Sigma\beta$  примерно в 100 раз, для  $^{137}\text{Cs}$  ~ в 8 раз, для  $^{90}\text{Sr}$  ~ в 3 раза.

Таблица 4.17

**Плотность загрязнений почвы радионуклидами в районе расположения БАЭС, кБк/м<sup>2</sup> (данные ГВРК БАЭС)**

Место отбора пробы	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$	
	2004 г.	Среднее за 5 лет	2004 г.	Среднее за 5 лет	2004 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ	80,0	96,8*	6,5	14,6	1,4	2,5
ЗН	75,4	98,5*	17,2	14,8	2,0	2,3
контр. пункт	97,0	120,1*	19,2	15,0	2,6	2,9

В табл. 4.18 приведены данные ГВРК БАЭС [7] для СЗЗ и ЗН и Уральского УГМС [8] для ближней 10-км зоны (см. рис. 4.3а) БАЭС об удельной активности радионуклидов в пробах в конце периода вегетации 14–21 сентября, а также данные Уральского УГМС о плотности загрязнения снега в 10-км зоне. Из табл. 4.18 видно, что в 2004 г. удельные активности  $\Sigma\beta$  и  $^{137}\text{Cs}$  в траве по сравнению с 2003 г., в основном, уменьшились. По данным Уральского УГМС [8] максимальная удельная активность  $\Sigma\beta$  в траве наблюдалась в п. Режик (380,5 Бк/кг в.-с.), а максимальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  – на базе отдыха «Золотая рыбка» (3,2 Бк/кг в.-с.).

Таблица 4.18

**Содержание радионуклидов в снеге и растительности в районе расположения БАЭС**

Место отбора проб	Плотность загрязнения снега, Бк/м <sup>2</sup>				Удельная активность травы, Бк/кг в.-с.					
	$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$\Sigma\beta$		$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
данные ГВРК БАЭС										
СЗЗ	-	-	-	-	521	261	1,2	2,7	1,0	1,2
ЗН	-	-	-	-	519	414	2,8	2,7	1,5	0,9
контр. пункт	-	-	-	-	511	374	1,5	5,9	0,5	0,8
данные Уральского УГМС										
База отдыха «Золотая рыбка»	9,0	7,1	0,4	1,7	278,6	341,7	3,2	15,5	-	-
«Дом пастуха»	31,7	6,4	0,6	н	256,9	457,3	0,7	2,6	-	-
Дорога (1 км к сев. от БАЭС)	2,4	7,8	0,2	2,3	199,7	398,2	2,3	1,3	-	-
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	6,5	11,6	0,7	0,8	282,6	394,2	2,9	1,8	-	-
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	16,3	5,7	н	0,2	249,5	481,9	0,9	1,2	-	-
Папанинцев	33,1	4,3	4,2	2,2	167,0	387,5	1,8	4,4	-	-
Режик	8,0	13,0	0,7	1,7	380,5	482,0	1,0	1,7	-	-
Черная Речка	7,0	4,4	н	1,4	202,8	357,1	н	3,0	-	-
Мезенка	16,5	7,6	0,8	0,2	293,9	279,2	0,8	9,2	-	-
Учхоз	21,0	6,2	1,7	0,2	293,1	301,5	1,0	8,0	-	-

н – ниже предела обнаружения;  
 - – измерения не проводились.

В 2004 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в тех же пунктах, что и растительность, на всю глубину снежного покрова в период снеготаяния 16 – 31 марта [8]. Плотность загрязнения снега  $\Sigma\beta$  (см. табл. 4.18) изменялась в диапазоне от 2,4 до 33,1 Бк/м<sup>2</sup>, а <sup>137</sup>Cs – от предела обнаружения до 4,2 Бк/м<sup>2</sup>. Загрязнение снега <sup>137</sup>Cs соответствовало повышенным, по сравнению с фоновыми, выпадениям этого радионуклида на подстилающую поверхность с учетом времени существования снежного покрова. Максимальное содержание  $\Sigma\beta$  и <sup>137</sup>Cs в снеге наблюдалось в п. Папанинцев. ГВРК БАЭС отбор проб снега не проводился.

### Вода и другие объекты водной экосистемы

В 2004 г. контроль питьевой воды из артезианской скважины, которая обеспечивает хозяйственные нужды промплощадки и г. Заречного, проводился ГВРК ежемесячно. Отбор пробы воды в объеме 10 л производился непосредственно из скважины. Среднегодовые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в питьевой воде составляли соответственно 20 мБк/л и 3 мБк/л и были значительно ниже нормативных уровней вмешательства по НРБ-99 (УВ для <sup>137</sup>Cs – 11 Бк/л, для <sup>90</sup>Sr – 5 Бк/л) [5]. Объемная активность  $\Sigma\beta$  в питьевой воде составила, как и в 2003 г., 0,04 Бк/л.

Контроль радиоактивного загрязнения вод Белоярского водохранилища, рек Пышма и Ольховка в 2004 г. производился ежемесячно ГВРК БАЭС и Уральским УГМС. Пробы воды отбирались в количестве 10 л на участках водоемов свободных от посторонних примесей. В табл. 4.19 приведены данные о содержании <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в поверхностных водах в районе АЭС.

Таблица 4.19

Среднегодовые объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л

Пункты отбора проб	<sup>90</sup> Sr			<sup>137</sup> Cs		
	2004 г.	2003 г.	средняя за 5 лет	2004 г.	2003 г.	средняя за 5 лет
данные ГВРК БАЭС						
Пруд-охладитель (устье сбросного канала)	10	5	7	34	29	35
Пруд-охладитель (подводящий канал)	5	5	5	30	30	32
р. Пышма до водозабора	6	5	5	28	31	30
р. Пышма в 1 км ниже сброса	4	4,5	5	29	29	30
Контрольный водоем (верховье водохранилища)	7	7	10	32	31	28
данные Уральского УГМС						
Белоярское вдхр., п. Заречный	17	25	23	28	21	31
р. Ольховка	268	239	187	155	89	132
р. Пышма ниже впадения р. Ольховки	34	24	32	27	20	57
Фоновая точка – р. Вишера, с. Рябино	8	11	9*	17	18	14
Фоновая точка – р. Кама, с. Тюлькино	17	14	11*	28	12	15*
Фоновая точка – р. Колва, г. Чердынь	8	-	8**	15	-	15**

\* – данные за последние 4 года;

\*\* – данные за последний год.

В 2004 г. самое высокое содержание <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs наблюдалось, как и ранее, в р. Ольховке. Объемные активности этих радионуклидов в р. Ольховке были выше, чем средние активности за последние 5 лет и по сравнению с 2003 г. увеличились: <sup>90</sup>Sr – в 1,1 раза, <sup>137</sup>Cs – в 1,7 раза. Объемные активности <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в 2004 г. в р. Ольховке по данным Уральского УГМС в 24 и 8 раз, соответственно, превышали объемные активности в фоновых точках (см. табл. 4.19) и составляли, соответственно, 5,4 % и 1,4 % от уровня вмешательства по НРБ-99 [5] для данных радионуклидов.



Несмотря на некоторое расхождение в результатах измерений, которое может быть объяснено разной периодичностью и несовпадением дискретных сроков отбора проб воды на анализ, в целом, между данными двух организаций наблюдается удовлетворительное совпадение. По сравнению с предыдущим годом содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в контролировавшихся водах практически не изменилось. Объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водах были много ниже предельно допустимых по НРБ-99.

В летний период 2004 г. ГВРК БАЭС [7] проводились наблюдения за содержанием  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в иловых донных отложениях водоемов в районе БАЭС, а также в водорослях и в рыбе. Пробы илов отбирались на глубоких местах дночерпателем. Водоросли отбирались в количестве 1 кг, в основном, погруженные виды (нитчатая водоросль). Результаты измерений приведены в табл. 4.20 – 4.22.

Таблица 4.20

**Удельная активность донных отложений, Бк/кг в.-с.  
(данные ГВРК БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Сбросной канал	571	521	8	15	115	153	н	н
Сброс ПЛК	2132	1132	8	7	10417	2897	276	253
п. Шеелит	539	517	9	10	51	34	н	н
п. Худыш	728	401	10	10	123	75	25	17
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	408	436	10	7	100	220	н	н
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	519	409	15	6*	466	139	21	н
Середина канала	622	1063	17	14	1845	1182	28	188
Ольховское болото:								
начало	1165	832	36	25	3006	2942	288	55
середина	2639	773	11	16	16232	2691	510	176
конец	4166	3712	21	27	20058	21026	326	168
р. Ольховка	918	1142	14	40	2822	4894	57	206
База отдыха «Дельфин» (контрольная точка)	725	452	13	9*	487	106	21	6*

н – ниже предела обнаружения;

\* – уточненные данные за 2003 г., поступившие в 2005 г.

Из табл. 4.20 видно, что в донных отложениях водных экосистем в районе расположения БАЭС основными продуктами загрязнения являются долгоживущие  $\beta$ -активные радионуклиды,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Как и в предыдущие годы наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений наблюдалось в Ольховском болоте и р. Ольховке. В 2004 г. загрязнение ила в болоте  $^{137}\text{Cs}$  изменялось в пределах от 2,8 до 20,1 кБк/кг в.-с., в р. Ольховка удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях составляла 2,8 кБк/кг в.-с. По сравнению с 2003 г. в пробах ила повсеместно (за исключением середины канала) содержание  $\Sigma\beta$  несколько увеличилось. В донных отложениях середины Ольховского болота содержание  $\Sigma\beta$  возросло в 3,4 раза. В 2004 г., как и в предыдущем, в пробах донных отложений в Ольховском болоте, р. Ольховке, в середине канала и месте сброса промливневой канализации был зафиксирован  $^{60}\text{Co}$ , удельная активность которого в большинстве точек увеличилась в 1,5–5 раз по сравнению с 2003 г.

Удельная активность радионуклидов в водорослях (табл. 4.21) контролируемых водоемов в среднем осталась на уровне прошлого года. Исключение составляет сбросной канал, где содержание  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. увеличилось в 2,3 раза по сравнению с 2003 г., а  $^{137}\text{Cs}$  – в 5,8 раза.

Таблица 4.21

**Удельная активность водорослей, Бк/кг сырой массы  
(данные ГВРК БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Сбросной канал	131	124	0,9	0,4	14,0	2,4
п. Черемшанка	-	-	-	-	-	-
п. Худыш	56	99	1,4	1,0	1,2	2,3
п. Шеелит	79	87	0,4	0,6	1,9	3,1
База отдыха «Дельфин»	86	91	0,5	0,4	5,3	2,0

- - донные отложения не обнаружены

Удельные активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $\Sigma\beta$  в рыбе (табл. 4.22), отловленной в районе сбросного канала БАЭС на рыбучастке ПСХ БАЭС, оставались на уровне 2003 г. и составляли 0,1, 0,6 и 64 Бк/кг в.-с. соответственно, что намного ниже допустимых удельных активностей (для  $^{90}\text{Sr}$  – 100 Бк/кг в.-с., для  $^{137}\text{Cs}$  – 130 Бк/кг в.-с.) по СанПиН-96 [6].

Контроль загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется посредством отбора и анализа проб воды из контрольных скважин (КС), расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких отходов, хранилища слабоактивных и высокоактивных отходов и др.). В 2004 г. в воде 162 контрольных скважин были зарегистрированы техногенные радионуклиды:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ . В остальных КС содержание техногенных радионуклидов было ниже предела обнаружения. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{60}\text{Co}$ , превышающие УВ, были зарегистрированы в контрольных скважинах ХЖО (П-1, П-4, П-25, П-42), ХСО (П-2) и скважинах спецводоочистки (П-20, П-21, П-22). Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в этих скважинах в 2004 г., в основном уменьшилось, а  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  – незначительно возросло. Максимальные значения объемных активностей радионуклидов зарегистрированы в районе ХЖО:  $^{137}\text{Cs}$  (388 Бк/кг) – в скважине П-1,  $^{90}\text{Sr}$  (110,1 Бк/кг) и  $^{60}\text{Co}$  (62,3 Бк/кг) – в скважине П-20. Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО и спецводоочистки.

В 2004 г., как и в предыдущем, ГВРК БАЭС и ПСЛ ЦГСЭН г. Заречного определялась удельная активность радионуклидов в продуктах питания местного производства. Пробы овощей и фруктов отбирались из коллективных садов г. Заречного весом по 3 кг каждая перед уборкой урожая. В ряде окрестных хозяйств отбирались пробы молока и мяса. Из результатов измерений (табл. 4.22) видно, что в 2004 г. удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной продукции, включая продукты животного происхождения, была практически на уровне 2003 г. Исключение составляют пшеница (где удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  увеличилась в 2 раза, а  $^{90}\text{Sr}$  – в 22 раза) и грибы (где удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  увеличилась в 6,4 и в 3 раза соответственно); однако эти величины не превышали допустимых значений [6]. Сравнительно высокое содержание  $\Sigma\beta$  и его меньшая изменчивость являются следствием преобладающего  $\beta$ -излучения  $^{40}\text{K}$  природного происхождения.

Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС по данным Уральского УГМС в 2004 г. колебалась в пределах (9–12) мкР/ч. Среднегодовое значение в обеих зонах составило 10 мкР/ч, что соответствует  $\gamma$ -фону Уральского региона [9]. По данным АСКРО

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях БАЭС, Бк/кг сырой массы  
(данные ПСЛ ЦЭСЭН г. Заречного и ГВРК БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Пшеница*	-	-	18	0,8	10,5	4,9
Овощи	83	75	0,1	0,06	0,19	0,17
Корнеплоды	94	85	0,06	0,05	0,37	0,20
Ягоды	53	79	0,06	0,05	0,15	0,11
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>50</b>		<b>40</b>	
Мясо*	-	-	-	1,3	-	1,3
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>50</b>		<b>160</b>	
Молоко	48	40	0,04	0,07	0,23	0,33
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>25</b>		<b>50</b>	
Грибы	60	99	0,25	0,08	11,5	1,8
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>50</b>		<b>500</b>	
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	64	61	0,13	0,3	0,63	0,8
<b>Допустимая уд. акт.</b>	-	-	<b>100</b>		<b>130</b>	

\* – данные ПСЛ ЦЭСЭН;

- – измерения не проводились.

ГВРК БАЭС мощность дозы  $\gamma$ -излучения в 2004 г. в СЗЗ изменялась в диапазоне (8–14) мкР/ч, в ЗН – (5–8) мкР/ч. [7] Поглощенная доза внешнего  $\gamma$ -облучения определялась в 40-км зоне и в среднем составляла по данным ГВРК БАЭС  $66 \cdot 10^{-5}$  Гр, изменяясь в диапазоне от  $53 \cdot 10^{-5}$  Гр (залив Пушкариха и болото Черемшанское) до  $92 \cdot 10^{-5}$  Гр (водоем, высоковольтная линия). Наибольшие значения годовой дозы на местности наблюдались в северо-западном направлении от АЭС.

По расчетным оценкам [7] для критической группы населения эквивалентная доза в биологической ткани в 2004 г. составила менее 0,76 мкЗв/год за счет жидких радиоактивных сбросов БАЭС в окружающую среду (в Ольховское болото) и не превышала 0,125 мкЗв/год – за счет ее газоаэрозольных выбросов в атмосферу. Эти дозовые нагрузки на население пренебрежимо малы по сравнению с критерием 10 мкЗв/год по НРБ-99 [5].

Таким образом, в среднем, содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в зоне наблюдения БАЭС в 2004 г. осталось на уровне предыдущего года и определялось естественным фоном и глобальными выпадениями из атмосферы. Влияние деятельности БАЭС проявлялось в небольшом превышении объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  над фоновыми уровнями в приземной атмосфере в 30-км зоне вокруг БАЭС и в загрязнении водных объектов радионуклидами, в том числе и накопленными ранее за все время работы АЭС.

### 4.3. Билибинская АЭС

Билибинская АЭС (БиАЭС) включает в себя 4 однотипных энергоблока мощностью по 12 МВт (в декабре 2003 г. исполнилось 30 лет со дня физического пуска 1-го энергоблока) и комплексе вспомогательного общестанционного оборудования. Установленная электрическая мощность составляет 48 МВт.

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 реку Б. Кепервеем ниже места расположения города [9].

Преобладающее направление ветров в регионе – восточное, северо-восточное и западное. Среднегодовая скорость ветра составляет 2–3 м/с, а максимальная – не превышает 20 м/с. Господствующие северные ветра в долине реки Большой Кепервеем не позволяют ветрам восточного направления в долине ручья Большой Поннеурген выносить массы воздуха со стороны АЭС непосредственно на г. Билибино.

Продолжительность зимнего периода в районе АЭС – от 7 до 8 месяцев. Среднегодовая температура – (-12°C). Средняя температура января – (-36°C). Абсолютный минимум – (-52°C). Продолжительность безморозного периода – 62 дня. Средняя температура июля – (+13°C). Абсолютный максимум – (+31°C).

Газообразные и аэрозольные радионуклиды на БиАЭС вместе с воздухом производственных помещений выбрасываются в атмосферу через вентиляционные трубы, предварительно пройдя очистку на спецфильтрах вентсистем. Отработанные аэрозольные фильтры систем спецвентиляции направляются в ХСО.

В табл. 4.23 приведены данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов в окружающую среду на БиАЭС в 2003–2004 гг. [1,9].

Таблица 4.23

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

Радионуклиды	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	7,4·10 <sup>9</sup>	7,9·10 <sup>6</sup>	1,1·10 <sup>7</sup>	-3,1·10 <sup>6</sup>
<sup>90</sup> Sr	3,0·10 <sup>8</sup>	3,0·10 <sup>3</sup>	7,0·10 <sup>2</sup>	+2,3·10 <sup>3</sup>
Сумма ИРГ	2,0·10 <sup>15</sup>	4,19·10 <sup>14</sup>	5,15·10 <sup>14</sup>	-9,6·10 <sup>13</sup>
ДЖН	7,9·10 <sup>9</sup>	7,95·10 <sup>8</sup>	7,95·10 <sup>8</sup>	-

ДЖН – сумма долгоживущих нуклидов (данные представлены без расшифровки по радионуклидному составу)

Как видно из табл. 4.23, в 2004 г. превышения контрольных и допустимых выбросов на БиАЭС не было. Выбросы ИРГ (<sup>41</sup>Ag) в 2004 г. составляли 21 % от допустимого выброса, выбросы <sup>60</sup>Со – 0,11 %, а выбросы <sup>90</sup>Sr – 0,001 %. Содержание <sup>131</sup>I в выбросах АЭС было ниже минимально детектируемой активности измерительной аппаратуры, которая для <sup>131</sup>I составляла 4,96·10<sup>-3</sup> Бк/л. Основной вклад в активность выброса ИРГ вносит <sup>41</sup>Ag.

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 в ручей Б. Поннеурген.

Данные о сбросах радионуклидов с жидкими радиоактивными стоками в 2004 г. [1, 9] приведены в табл. 4.24.

Таблица 4.24

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Co	$5,0 \cdot 10^{10}$	$7,3 \cdot 10^8$	$5,3 \cdot 10^7$	$+ 6,76 \cdot 10^8$
<sup>54</sup> Mn	$1,2 \cdot 10^{11}$	$3,2 \cdot 10^8$	$2,49 \cdot 10^7$	$+ 2,97 \cdot 10^8$
<sup>51</sup> Cr	$3,1 \cdot 10^{12}$	$4,5 \cdot 10^9$	$4,26 \cdot 10^6$	$+ 4,46 \cdot 10^9$
<sup>90</sup> Sr	$1,5 \cdot 10^{12}$	$3,7 \cdot 10^5$	-	$+ 3,72 \cdot 10^5$

Превышения разрешенных сбросов в открытую гидрографическую сеть в 2004 г. на БиАЭС не было. Фактические сбросы радионуклидов не превышали 1 % от разрешенных 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.

Размер санитарно-защитной зоны вокруг АЭС составляет 3 км, зоны наблюдения – 30 км. В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино. Численность населения составляет 6673 человека.

Район радиационного контроля объектов окружающей среды в зоне БиАЭС условно разделен на 3 пояса наблюдений: 1-й – от АЭС до границы СЗЗ радиусом 3 км; 2-й – от 3 до 5 км; 3-й – от 5 до 7 км. Кроме того, район разделен на 4 сектора: север, восток, юг, запад. Для фоновых наблюдений выделен контрольный участок в южном направлении на расстоянии 22 км от АЭС.

Объекты контроля окружающей среды сгруппированы в блоки:

- радиоактивность вентвыбросов Билибинской АЭС, приземного слоя воздуха и атмосферных выпадений, а также объектов трофических звеньев био- и фитоцинозов;
- радиоактивность промсбросов и объектов открытой гидросети;
- радиоактивность сред теплосети, холодного и горячего водоснабжения;
- контроль дозы излучения на промплощадке, в СЗЗ и ЗН БиАЭС.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторная гамма-спектрометрическая система «ORTEC» с контролем 17 радионуклидов и радиохимические методы анализа бета-излучающих радионуклидов.

Размещение пунктов постоянного наблюдения в поясах и секторах зоны АЭС приурочено к существующему расположению значимых объектов народного хозяйства, освоенной для рекреаций населения территории, путей эвакуации и учитывает господствующее направление ветров в районе АЭС 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>. Сбор атмосферных выпадений производится с помощью открытых кювет 40х40 см и 56х56 см с высотой бортиков 10 см, установленных на специальных подставках, с экспозицией 1 месяц.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС [10]. В двух пунктах (Билибино и Кепервеем) с экспозицией в одни сутки отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в 5 пунктах (см. рис. 4.4) велись наблюдения за МЭД.

Результаты измерений объемной активности радионуклидов в воздухе района размещения БиАЭС в 2004 г. приведены в табл. 4.25.

Таблица 4.25

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере в районе расположения БиАЭС в 2004 г.,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛООС БиАЭС)**

Радионуклид	Территория АЭС	Плотина, 3,2 км от АЭС	г. Билибино, 6 км от АЭС
$\Sigma\beta$	56,0	33,0	43,0
<sup>90</sup> Sr	н	0,02	н
<sup>60</sup> Co	12,7	4,4	6,2

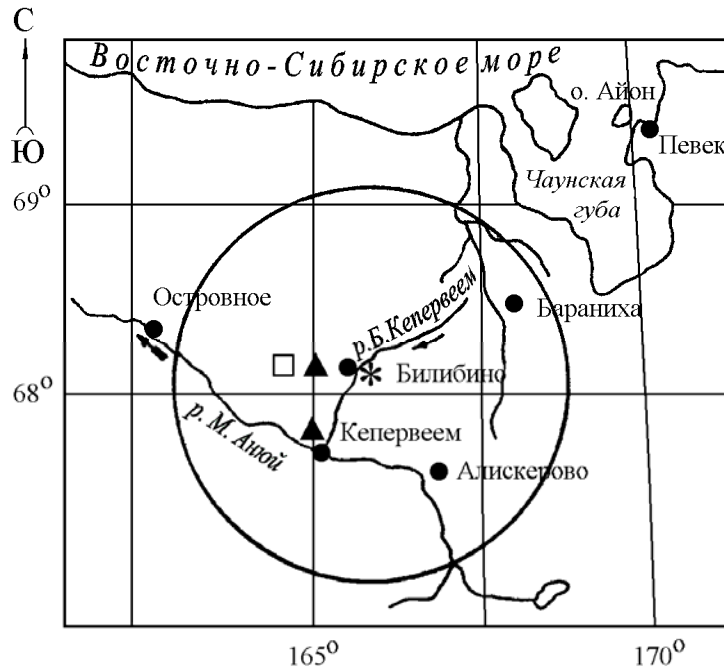


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг БиАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения.

Из табл. 4.25 видно, что в 2004 г. во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземной атмосфере присутствовал <sup>60</sup>Co. Максимальная среднегодовая объемная активность его наблюдалась на территории АЭС –  $12,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, однако, это в  $8,7 \cdot 10^4$  раза ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения ( $DOA_{\text{нас.}} = 11$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в районе г. Билибино была в 2 раза выше, чем в среднем за 6 лет, и в 2,6 раза выше, чем среднее значение объемной активности  $\Sigma\beta$  на территории Северо-Восточной Сибири в 2004 г. Объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>134</sup>Cs в приземной атмосфере в 2004 г. были ниже предела обнаружения [9]. Объемная активность <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в районе расположения БиАЭС в

2004 г. была в 4,9 раза выше средневзвешенной для территории Севера Восточной Сибири ( $0,41 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), однако наблюдаемая объемная активность значительно ниже (в  $14 \cdot 10^6$  раза) допустимой объемной активности <sup>90</sup>Sr для населения ( $DOA_{НАС.} = 2,7$  Бк/м<sup>3</sup>) по НРБ-99.

Выпадения  $\Sigma\beta$  по данным Чукотского УГМС [10] приведены в табл. 4.26.

Таблица 4.26

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне БиАЭС в 2004 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	2004 г.	2003 г.	
Билибино	с	1,9	2,3	1,8	1,3	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	2,0
	м	2,5	3,0	2,5	1,8	2,1	2,2	2,6	2,6	2,8	2,3	2,5	2,2	3,0	3,1
Кепервеем	с	2,2	1,9	2,0	1,4	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,0	2,0	1,8	1,8	2,1
	м	3,0	2,6	2,9	2,0	1,9	2,5	2,5	2,6	3,2	2,7	2,7	2,3	3,2	3,1

Из табл. 4.26 видно, что среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в обоих пунктах примерно одинаковы, а среднемесячные в течение года изменялись от 1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки до 2,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне БиАЭС в 2004 г. были в 1,2 раза ниже, чем в 2003 г. и не превышали фоновых выпадений  $\Sigma\beta$  на территории Севера Восточной Сибири в 2004 г. (1,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки).

По данным ЛООС БиАЭС выпадения <sup>60</sup>Со на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН в 2004 г. было в два – три раза меньше, чем в 2003 г. Выпадения <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и <sup>51</sup>Cr были ниже предела обнаружения.

Сточные воды БиАЭС сбрасываются в ручей Б. Поннеурген [9]. Основная часть вод ПЛК в течение года не содержит искусственных радионуклидов стационарного происхождения и является сбросом технической сырой воды, служащей для охлаждения технологического оборудования энергоблоков АЭС. По данным ЛООС среднегодовое содержание <sup>60</sup>Со, <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs в водах ПЛК и ХФК значительно (на порядки величин) ниже уровней вмешательства для питьевой воды, установленных в НРБ-99 (УВ равен 41 Бк/л, 5 Бк/л и 11 Бк/л для <sup>60</sup>Со, <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs соответственно).

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших водотоков, в почве и ягодах в 2004 г. приведены в табл. 4.27. Для сравнения в этой же таблице приводятся данные за 2002–2003 гг.

По данным табл. 4.27 [9] в воде руч. Б. Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2004 г. по-прежнему регистрировался <sup>60</sup>Со с объемной активностью 195 мБк/л, что в 5,7 раза больше чем в 2003 г., но в 200 раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [5]. В устье ручья Б. Поннеурген, впадающего в р. Б. Кепервеем, содержание <sup>60</sup>Со было ниже предела обнаружения. Объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде руч. Б. Поннеурген и р. Б.Кепервеем не превышала фоновую. Наибольшее значение объемной активности составляло 3,6 мБк/л в ручье ниже сброса сточных вод, что почти в 2,5 раза меньше среднегодовой объемной активности <sup>90</sup>Sr в реках АТР за 2004 г. (7,8 мБк/л) и средней объемной активности в ручье за 2002 г. В водохранилище, являющемся источником водоснабжения для АЭС и г. Билибино, присутствие радионуклидов в измеряемых количествах не обнаружено. По данным ЛООС (табл. 4.27) в руч. Б. Поннеурген ниже сброса ПЛК объемная активность  $\Sigma\beta$  в воде в 3 раза выше фоновой (руч. Б. Кепервеем, верховье), а в устье ручья объемная активность  $\Sigma\beta$  в 3,3 раза превышает уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99 (1 Бк/л).

Донные отложения для анализа отбирались ЛООС в местах отбора проб воды. В донных отложениях руч. Б. Поннеурген  $^{60}\text{Co}$  также регистрировался только ниже сброса сточных вод АЭС, причем его содержание в донных отложениях увеличилось вдвое по сравнению с 2003 г. Накопление  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях обусловлено изменением на БиАЭС схемы сброса сточных вод в 2002 г. До 2002 г. воды промливневой канализации сбрасывались на рельеф в естественный водоотводной канал с иловыми ямами-отстойниками. С 2002 г. сброс вод ПЛК производится непосредственно в ручей Б. Поннеурген. Радиоактивное загрязнение донных отложений  $^{90}\text{Sr}$  значительно ниже минимально значимой удельной активности, равной  $1 \cdot 10^5$  Бк/кг по НРБ-99. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях (источником которого, в основном, являются глобальные выпадения) находится ниже предела чувствительности измеряемой аппаратуры (1 Бк/кг) и ниже минимально значимой удельной активности (для  $^{137}\text{Cs}$  равной  $1 \cdot 10^4$  Бк/кг).

Таблица 4.27

**Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС в 2004 г. (данные ЛООС БиАЭС)**

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	Единица измерения	$\Sigma\beta$		$^{90}\text{Sr}$		$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
			2004 г.	2002 г.	2004 г.	2002 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
<b>Вода:</b>										
Водохранилище	3,2	мБк/л	30	48	н	н	н	н	н	н
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5		181	404	3,6	9,7	н	н	195	34
р. Б. Поннеурген, устье	4,0		3312	173	1,9	4,0	н	н	н	н
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0		68	68	2,1	н	н	н	н	н
<b>Донные отложения:</b>										
Водохранилище	3,2	Бк/кг в.-с.	542,7	796,0	0,8	0,85	н	н	н	н
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса ПЛК	1,5		885,7	978,0	3,40	2,65	21,9	н	408,2	215,5
р. Б. Поннеурген, устье	4,0		626,3	697,0	1,59	0,90	н	н	н	н
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0		603,3	703,6	1,62	0,43	н	н	н	н
<b>Почва:</b>										
Запад	0,3	Бк/кг в.-с.	718,4	958,8	4,6	7,39	н	12,4*	43,8	16,2*
Восток	0,5		722,9	1027,0	3,4	8,73	н	12,4*	21,3	16,2*
Запад	3,8		578,0	562,8	3,3	5,22	н	12,4*	н	-
Восток	3,2		769,0	831,2	2,2	4,10	н	12,4*	н	-
Юг, контрольная точка	22,0		427,1	701,4	4,1	14,0	н	14,4*	н	-
<b>Ягель:</b>										
Север	1,3	Бк/кг в.-с.	190,6	226,2	32,8	20,8	-	-	-	-
Запад	1,0		194,1	274,3	59,1	33,9	-	-	25,6	-
Юг	1,0		235,7	320,6	55,8	41,3	35,9	-	-	-
Восток	3,2		274,1	525,4	34,9	26,0	-	-	-	-
<b>Трава (осока):</b>										
Запад	0,3	Бк/кг в.-с.	700,8	515,2	4,23	2,9	-	-	4,21	-
Запад,	5,0		281,9	345,1	0,51	1,6	-	-	-	-
Юг, контрольная точка	22,0		584,2	356,3	0,85	3,8	-	-	-	-
<b>Ягода (голубика):</b>										
Север	1,3	Бк/кг в.-с.	28,6	38,5	0,13	0,33	0,53	0,59*	-	-
Запад	0,3		46,0	29,6	0,66	0,40	-	0,59*	-	-
Восток	3,2		46,6	43,5	0,44	0,56	-	0,38*	-	-
Юг, контрольная точка	22,0		35,2	57,0	0,41	0,72	-	0,75*	-	-
<b>Хвоя (кедр. стлан.):</b>										
Юг	1,0	Бк/кг в.-с.	268,7	228,9	6,62	6,01	-	-	-	-
Запад	1,0		231,4	182,7	7,52	3,54	-	-	6,59	-
Север,	1,2		190,6	171,3	6,09	4,10	-	-	-	-

прочерк – нет данных;

н – ниже предела обнаружения;

\* – среднее значение за 2003 г.



Из представленных в табл. 4.27 данных видно, что загрязнение объектов растительности техногенными радионуклидами, в основном, обусловлено  $^{90}\text{Sr}$ . В некоторых пробах растительности, отобранных в западном направлении от АЭС, регистрировался  $^{60}\text{Co}$ .

Пробы почв отбирались ЛООС БиАЭС методом конверта на контрольных участках стандартным пробоотборником ( $S = 0,625 \text{ м}^2$ ) на глубину 5 см. Из пяти индивидуальных проб приготавливалась одна усредненная. 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. Из техногенных радионуклидов в пробах почвы, аккумулирующих выпадения радионуклидов, в СЗЗ зарегистрирован  $^{60}\text{Co}$  с удельной активностью 21–44 Бк/кг в.-с. Это в 1,7–3,5 раза выше, чем средняя удельная активность  $^{60}\text{Co}$  в СЗЗ за последние 5 лет. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. в пробах почвы была ниже предела обнаружения. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах почвы в 20-км зоне АЭС изменялось от 2,2 до 4,6 Бк/кг в.-с. (см. табл. 4.27) и не превышало уровней глобальных выпадений.

Основной путь загрязнения для ягод – аэральное поступление из атмосферы; корневое поступление незначительно. Допустимые уровни удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  для ягод 40 Бк/кг [6]. Как видно из табл. 4.27, содержание  $^{137}\text{Cs}$  в ягодах в районе расположения БиАЭС в 60–70 раз ниже допустимых уровней. В целом, по данным измерений (см. табл. 4.27), накопление радионуклидов в ягодах обусловлено глобальными выпадениями и не отличается статистически в поясах и секторах зоны контроля и в контрольных точках.

По данным Чукотского УГМС [10] среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2004 г. изменялись от 8 мкР/ч до 11 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона на территории РФ.

По данным ЛООС БиАЭС [9], среднегодовая мощность экспозиционной дозы в СЗЗ, ЗН и контрольной точке изменялась в диапазоне 11–13 мкР/час. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС, варьировали от  $22 \cdot 10^{-5}$  до  $88 \cdot 10^{-5}$  Гр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и лаборатории ЛООС БиАЭС, содержание техногенных радионуклидов, кроме  $^{60}\text{Co}$ , в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС близко к фоновому. Наблюдаемое загрязнение  $^{60}\text{Co}$  приземной атмосферы и воды намного ниже установленных нормативов.

#### 4.4. Волгодонская АЭС

На Волгодонской АЭС (ВАЭС) эксплуатируется один энергоблок с реакторной установкой ВВЭР-1000, введенный в 2001 г.

ВАЭС расположена на юге России в степном районе Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска [11].

Площадь санитарно-защитной зоны ВАЭС составляет  $44 \text{ км}^2$ , из них  $18 \text{ км}^2$  занимает водоем-охладитель. Площадь зоны наблюдения составляет  $2600 \text{ км}^2$ , из них около  $500 \text{ км}^2$  занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. Средняя плотность населения в ЗН составляет

87 чел./км<sup>2</sup>, общая численность населения в ЗН — 230 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска составляет около 185 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от ВАЭС, — 13 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).

Газоаэрозольные выбросы на ВАЭС поступают в атмосферу после спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %. Данные о газоаэрозольных выбросах радионуклидов, регламентируемых СП АС-99 [12], в атмосферу в 2004 г. и, для сравнения, в 2003 г. приведены в табл. 4.28 [1, 11].

Таблица 4.28

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

Радионуклиды	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	7,4·10 <sup>9</sup>	3,27·10 <sup>6</sup>	6,09·10 <sup>7</sup>	- 5,76·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> И	1,8·10 <sup>10</sup>	9,60·10 <sup>7</sup>	3,80·10 <sup>8</sup>	- 2,84·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Сs	9,0·10 <sup>8</sup>	< 1,3·10 <sup>3</sup>	3,75·10 <sup>6</sup>	- 3,75·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Сs	2,0·10 <sup>9</sup>	< 1,2·10 <sup>3</sup>	9,69·10 <sup>6</sup>	- 9,69·10 <sup>6</sup>
Сумма ИРГ	6,90·10 <sup>14</sup>	7,19·10 <sup>12</sup>	7,98·10 <sup>12</sup>	- 7,90·10 <sup>11</sup>

Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы ВАЭС в атмосферу в 2004 г. были на два – три порядка ниже разрешенных выбросов, установленных для АЭС с ВВЭР-1000, и не превышали 1 % от них. По сравнению с 2003 г. выбросы всех радионуклидов уменьшились: <sup>60</sup>Со – в 18,6 раза, <sup>131</sup>И – в 4 раза, суммы ИРГ – в 1,1 раза. Выбросы <sup>134</sup>Сs и <sup>137</sup>Сs на ВАЭС в 2004 г. были ниже минимально детектируемой активности используемых средств контроля. МДА для <sup>134</sup>Сs составляла 1,3·10<sup>3</sup> Бк, а для <sup>137</sup>Сs – 1,2·10<sup>3</sup> Бк.

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 составил в 2004 г. 184·10<sup>3</sup> м<sup>3</sup>. Водоем-охладитель ВАЭС, созданный путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища плотиной с фильтрующей дамбой, имеет площадь 18 км<sup>2</sup>, среднюю глубину – 3,5 м, средний объем воды – 6·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Длина плотины водоема-охладителя составляет 9,8 км, а дамбы и отводящего канала – 4,5 км. Единственным путем поступления радионуклидов с АЭС в Цимлянское водохранилище является их фильтрация с водой из водоема-охладителя через дамбу (1,1·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>/год).

В 2004 г. по данным АЭС [11] содержание радионуклидов в сбросах ВАЭС в водоем-охладитель было ниже минимально детектируемой активности, которая для <sup>54</sup>Мп и <sup>60</sup>Со составляла 15 мБк/л, а для <sup>134</sup>Сs и <sup>137</sup>Сs – 10 мБк/л. Радионуклидный анализ проб жидких технологических сбросов в брызгальные бассейны в течение всего года также не выявил превышения активности над МДА.

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 2004 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН для радионуклидного анализа отбирались пробы [11]:

- аэрозолей в 10 точках с помощью ВФУ (средний расход воздуха –  $400 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) с двухнедельной экспозицией;
- атмосферных выпадений в 17 точках с помощью кювет с площадью  $0,16$  и  $0,31 \text{ м}^2$  с месячной экспозицией;
- поверхностного слоя почвы в 10 точках на глубину  $5 \text{ см}$  один раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, водоем-охладитель – 9 точек по периметру, Цимлянское водохранилище – 4 точки вдоль плотины пруда-охладителя, сеть питьевого водоснабжения, подземные воды на территории промплощадки – 22 наблюдательные скважины);
- донных отложений в водоеме-охладителе и Цимлянском водохранилище;
- сельскохозяйственных продуктов окрестных хозяйств.

Кроме того, контролировалась мощность дозы гамма-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», радиометрами КРК-1 и УМФ-2000. Контроль поглощенной дозы на местности проводился с помощью термолуминесцентных дозиметров типа ДТЛ-01, размещенных в 48 пунктах и экспонируемых 12 месяцев. Измерение мощности дозы проводилось с помощью СРП 68-01, ДГК-01 «Сталкер», МКС-14ЭЦ. 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. 4.5 [13]. В 2004 г. Северо-Кавказским УГМС в 100-км зоне ВАЭС проводились ежедневные наблюдения за МЭД на 9 станциях, на 8 из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной в г. Цимлянске ежесуточный отбор проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки.

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 проводился в НПО «Тайфун».

Результаты измерений Северо-Кавказского УГМС по определению объемной активности в воздухе и выпадений  $\Sigma\beta$  представлены в табл. 4.29 [13]. Из табл. 4.29 видно, что среднегодовые значения выпадений  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ВАЭС в 2004 г. составляли  $(1,1-1,5) \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$ . Выпадения  $\Sigma\beta$  во всех пунктах наблюдения были на уровне средневзвешенных по территории РФ выпадений  $(1,4 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки})$  и не превышали выпадений  $\Sigma\beta$ , полученных в 2003 г.

По данным ЛКВРБ ВАЭС выпадения  $\Sigma\beta$  в СЗЗ и ЗН остались на уровне 2003 г., а суточные выпадения техногенных радионуклидов были ниже МДА ( $0,005 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$  для  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$ ,

0,007 Бк/м<sup>2</sup>·сутки для <sup>60</sup>Со и <sup>54</sup>Мп, 0,02 Бк/м<sup>2</sup>·сутки для <sup>51</sup>Сг). Усредненные по пунктам наблюдения годовые выпадения <sup>137</sup>Сs в 100-км зоне ВАЭС по данным НПО «Тайфун» составляли 0,74 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 1,2 раза выше, чем среднегодовые выпадения этого радионуклида на территории Юга ЕТР (0,62 Бк/м<sup>2</sup>·год).

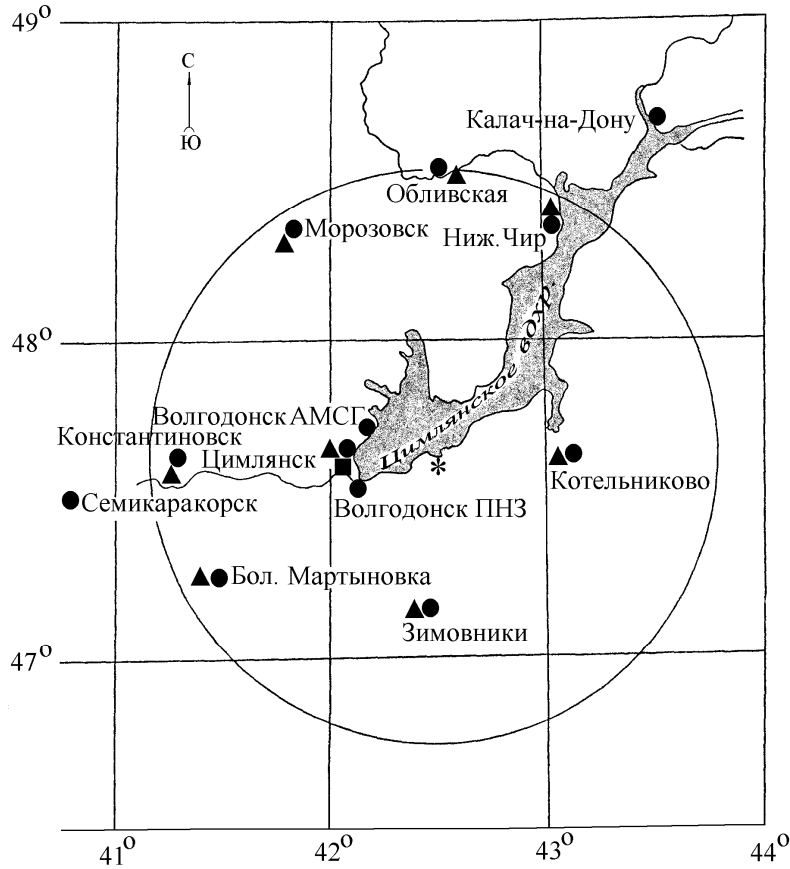


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ВАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в 2004 г. в воздухе г. Цимлянска, расположенном в ЗН АЭС, по данным Северо-Кавказского УГМС (табл. 4.29) не превышала средневзвешенную по территории Юга ЕТР объемную активность ( $12,2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>2</sup>) и составляла  $6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Максимальная суточная объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась в феврале ( $48 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2001–2004 гг., выполненного в НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.30. Из табл. 4.30 видно, что в 2004 г. объемная активность <sup>137</sup>Сs в приземной атмосфере г. Цимлянска составляла  $3,1 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что не превышает фоновый уровень для Юга ЕТР ( $5,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность <sup>90</sup>Сг в г. Цимлянске также не превышала средневзвешенную объемную активность по территории Юга ЕТР и составляла  $0,63 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. В последние четыре года объемная активность этих радионуклидов в ЗН в г. Цимлянске (21 км от АЭС) уменьшается: объемная активность <sup>137</sup>Сs уменьшилась в 2,9

раза,  $^{90}\text{Sr}$  – в 2,7 раза. Наблюдаемые объемные активности этих радионуклидов в воздухе на семь порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [5].

В 2004 г. в ЗН ВАЭС (г. Цимлянск) Северо-Кавказским УГМС отбирались пробы для определения содержания трития в атмосферных осадках. Результаты проведенного в НПО «Тайфун» анализа показали, что среднегодовая объемная активность  $^3\text{H}$  в осадках в ЗН составляет 1,99 Бк/л, что не отличается от усредненной по 30 пунктам РФ среднегодовой объемной активности  $^3\text{H}$  (2,4 Бк/л).

По данным ЛКВРБ [11], в 2004 г. среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере составляла: в СЗЗ –  $28,5 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН –  $23,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, в контрольной точке –  $26,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность гамма-излучающих техногенных радионуклидов в атмосфере СЗЗ и ЗН была ниже минимально детектируемой активности используемой аппаратуры. МДА для  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  составляла  $5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для  $^{51}\text{Cr}$  –  $5 \cdot 10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 4.29

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения и объемные активности  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ВАЭС в 2004 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.	
<b>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</b>															
Б. Мартыновка	с	0,9	1,3	1,2	1,3	1,0	0,9	1,0	1,1	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3
	м	3,5	5,9	4,2	5,7	4,6	3,5	3,7	4,0	13,6	5,1	3,5	5,1		
Зимовники	с	1,5	1,7	0,9	1,3	0,8	1,1	1,1	1,1	1,9	0,7	0,8	1,4	1,2	1,3
	м	5,9	4,2	4,0	5,2	3,6	3,8	3,7	3,2	5,9	4,7	2,9	4,6		
Константиновск	с	1,3	1,1	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	0,5	1,0	1,7	0,8	1,6	1,2	1,3
	м	4,3	4,1	5,5	3,7	3,3	4,6	4,0	6,1	4,9	7,0	3,7	7,7		
Котельниково	с	1,6	1,1	1,5	1,6	1,4	-	-	-	-	-	1,1	2,0	1,5	1,2
	м	5,3	4,2	4,5	5,1	5,5	-	-	-	-	-	3,2	4,8		
Морозовск	с	1,3	1,4	0,7	1,0	0,9	1,8	2,1	1,3	0,7	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2
	м	3,7	4,2	2,1	2,4	5,8	4,4	6,3	6,4	4,5	2,8	4,6	3,3		
Нижний Чир	с	0,8	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,6
	м	2,9	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Обливская	с	2,1	1,0	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,3	1,2	1,2	1,0	1,2	1,2	1,5
	м	9,7	5,6	4,3	3,9	4,2	4,6	3,5	4,4	3,5	3,6	4,5	3,8		
Цимлянск	с	1,9	1,2	1,1	1,0	0,7	0,7	1,0	1,3	1,2	0,7	1,7	1,1	1,1	1,6
	м	4,5	5,7	3,1	3,8	3,4	2,3	3,4	8,6	7,4	2,3	4,4	3,8		
<b>Объемная активность, <math>10^{-5}</math> Бк/м<sup>3</sup></b>															
Цимлянск	с	11	10	5	6	4	5	5	6	7	5	5	4	6	9
	м	20	48	13	13	8	9	11	4	13	14	11	21		

Таблица 4.30

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха г. Цимлянска в 2001–2004 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 Юга ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Цимлянск	2001	-	-	13,0	5,0	9,0	10,7
	2002	8,8	8,8	12,0	5,6	8,8	10,3
	2003	3,9	10,0	6,5	3,3	5,9	8,5
	2004	2,2	2,6	4,7	2,7	3,1	5,7
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Цимлянск	2001	-	-	2,8	0,6	1,7	0,78
	2002	0,73	0,77	1,2	0,33	0,76	1,15
	2003	0,29	1,2	0,65	0,36	0,63	1,0
	2004	0,26	0,40	0,48	0,15	0,32	0,82

В пробах почвы, отобранных ЛКВРБ в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте, содержание  $^{137}\text{Cs}$  не превышало  $2,0 \text{ кБк/м}^2$ , а содержание  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  было менее  $0,10 \text{ кБк/м}^2$ .

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ показали, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в питьевой воде в г. Волгодонске и г. Цимлянске, в водах открытых водоемов и в элементах водных экосистем в районе расположения АЭС ниже минимально детектируемой активности ( $< 10 \text{ мБк/л}$ ), а объемная активность  $\Sigma\beta$  составляла  $140 \text{ Бк/л}$  в Цимлянском водохранилище и  $160 \text{ Бк/л}$  в водоеме-охладителе.

Донные отложения водоемов отбирались ЛКВРБ ВАЭС вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в Цимлянском водохранилище и водоеме-охладителе была менее  $3 \text{ Бк/кг в.-с.}$ , а удельная активность  $^{60}\text{Co}$  – менее  $1 \text{ Бк/кг в.-с.}$

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 2004 г. в части наблюдательных скважин вода отсутствовала, поэтому пробы воды отбирались из 16 НС. Наблюдался значительный разброс значений объемной активности  $\Sigma\beta$  в воде во всех скважинах в течение года – от  $10 \text{ мБк/л}$  до  $710 \text{ мБк/л}$ . Объемная активность  $\Sigma\beta$  в отдельных скважинах в течение года менялась в 2–62 раза. Техногенных радионуклидов, в том числе повышения содержания трития, в скважинах не обнаружено. Увеличение объемной активности  $\Sigma\beta$  является следствием преобладающего  $\beta$ -излучения  $^{40}\text{K}$  природного происхождения, содержание которого увеличивается в пробах воды из скважин в связи с изменением солевого состава подземных вод, не зависящем от деятельности АЭС [11].

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока), а также грибов и ягод из хозяйств, расположенных на территории ЗН ВАЭС, проведенный ЛКВРБ [11] показал, что содержание в них  $^{137}\text{Cs}$  ниже минимально детектируемой активности.

Среднегодовая мощность дозы гамма-излучения в 2004 г. в СЗЗ и ЗН по данным 19 постов АСКРО ВАЭС составляла  $8 \text{ мкР/час}$ .

По данным 9 пунктов наблюдения за МЭД Северо-Кавказского УГМС среднегодовая мощность дозы изменялась по пунктам 100-км зоны АЭС от  $10$  до  $13 \text{ мкР/час}$ , что соответствует естественному гамма-фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг ВАЭС, измеренная дозиметрами ДТЛ-01, составляла в 30-км зоне  $(38-53) \cdot 10^{-5} \text{ Гр}$ , что находится на уровне фоновых значений  $(58 \cdot 10^{-5} \text{ Гр})$ .

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ ВАЭС, можно сделать вывод, что влияние ВАЭС в 2004 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

#### 4.5. Калининская АЭС

В 2004 г. на Калининской АЭС (КАЭС) эксплуатировались два энергоблока первой очереди (энергоблок № 1 и № 2) мощностью по 1000 МВт каждый, введенные в эксплуатацию в 1984 и 1986 гг. соответственно. Вторая очередь по проекту включает два энергоблока (энергоблок № 3 и № 4) мощностью по 1000 МВт каждый с соответствующим расширением вспомогательных объектов первой очереди. Блок № 3 в декабре 2004 г. находился на этапе энергетического пуска. Блок № 4 – в стадии строительства [14].

КАЭС расположена в северо-западной части Тверской области в 150 км от г. Твери [14]. Радиус СЗЗ КАЭС составляет 3 км. ЗН не имеет границы, очерченной определенным радиусом. Радиационный контроль проводится в пределах 17–25 км от АЭС и включает территории Удомельского и Вышневолоцкого районов. В ЗН размещается около 300 населенных пунктов (общая численность населения около 44 200 человек), самый крупный – г. Удомля (33 000 тыс. чел.) расположен в 4 км от АЭС.

Гидрографическая сеть района КАЭС развита хорошо благодаря равнинному рельефу. Наиболее крупные озера – Удомля, Песьево, Наволок, Кезадра и Кубыча. В СЗЗ с севера находится часть оз. Удомля, с северо-запада – незначительная часть оз. Песьево, на юге – оз. Саминец. Озера Удомля и Песьево, соединенные естественной протокой, используются в качестве водоемов-охладителей АЭС. Регулирование стока и горизонта оз. Песьево и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на р. Съезжа, вытекающей из оз. Удомля. Площадь поверхности озер в пределах СЗЗ составляет 500 га. Остальная часть территории площадью 400 га представлена небольшими участками леса, пашни, луга и выгона. В СЗЗ расположен рыбоводный комплекс АЭС, тепличное хозяйство, стройплощадка, садоводческое общество «Электрон».

Региональный климат в районе расположения АЭС умеренно-континентальный, характеризуется сравнительно теплым летом, умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными периодами. Среднегодовая температура воздуха  $+ (3,3-3,7)^\circ\text{C}$ , абсолютный максимум –  $(+36)^\circ\text{C}$ , абсолютный минимум –  $(-48)^\circ\text{C}$ . Среднегодовая относительная влажность воздуха 78–79 %. Годовая сумма осадков в среднем по области составляет 600–700 мм. Режим ветра определяется западно-восточным переносом, обусловленным общей циркуляцией атмосферы. В течение всего 2004 г. преобладали ветры юго-западного, западного и северо-западного направления. Среднегодовая скорость ветра – 3,3 м/с [14].

С целью снижения воздействия АЭС на окружающую среду предусмотрен ряд мер защиты от попадания радиоактивных отходов в атмосферу, поверхностные и подземные воды, почву и пищевые продукты.

Твердые радиоактивные отходы, образующиеся в спецкорпусе и в реакторном отделении блоков 1, 2, собираются в специальные контейнеры (металлические бочки) в местах их образования. Установок по переработке ТРО на КАЭС нет. Для хранения ТРО в СЗЗ используются ХСО-1 (хранилище низкоактивных отходов, законсервировано в 1998 г.) и ХСО-2 (наземное сооружение расположено над ХСО-1). На промплощадке размещение радиоактивных отходов проводится в специ-

ально оборудованных пунктах хранения: в хранилище средне- и высокоактивных ТРО и хранилище радиоактивных фильтров. Отработавшее ядерное топливо хранится в бассейнах выдержки блоков № 1 и № 2.

ЖРО отправляются на системы спецводоочистки, расположенные в спецкорпусе. Образующиеся в процессе их переработки кубовые остатки (солевые концентраты), отработанные фильтрующие материалы (ионообменные смолы), шлам собираются в емкостях промежуточного хранения ЖРО с целью распада короткоживущих радионуклидов и переводятся в твердую фазу на установке битумирования. Пунктами хранения ЖРО являются: емкость высокоактивных сорбентов, емкости кубового остатка и резервная емкость хранилища ЖРО первой очереди, а также бакотстойник трапных вод. Хранилище битумного компаунда заполнено. В 2004 г. переработка радиоактивных отходов на установке битумирования не производилась.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КАЭС осуществляются через две вентиляционных трубы высотой 100 м каждая. Через первую трубу в атмосферу выбрасываются технологические сдувки и воздух из помещений 1, 2 блоков. 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 % [14].

Данные о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на КАЭС в 2004 г. и, для сравнения, в 2003 г. приведены в табл. 4.31 [1, 14].

Таблица 4.31

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Co	$7,5 \cdot 10^9$	$6,04 \cdot 10^6$	$4,12 \cdot 10^6$	$+ 1,92 \cdot 10^6$
<sup>131</sup> I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$4,92 \cdot 10^7$	$4,09 \cdot 10^7$	$+ 8,30 \cdot 10^6$
<sup>134</sup> Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$7,50 \cdot 10^4$	$1,44 \cdot 10^6$	$- 1,37 \cdot 10^6$
<sup>137</sup> Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$4,79 \cdot 10^5$	$2,24 \cdot 10^6$	$- 1,76 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$2,61 \cdot 10^{13}$	$1,68 \cdot 10^{13}$	$+ 9,22 \cdot 10^{12}$

Из приведенных в табл. 4.31 данных видно, что в 2004 г. годовые выбросы радионуклидов на КАЭС не превышали допустимых нормативов и составляли от разрешенных выбросов: для ИРГ – 3,8 %, для <sup>131</sup>I – 0,27 %, для <sup>60</sup>Co – 0,08 %, для <sup>137</sup>Cs – 0,02 %, для <sup>134</sup>Cs – 0,01 %. Выбросы <sup>137</sup>Cs и <sup>134</sup>Cs уменьшились по сравнению с предыдущим годом в 4,7 и 20 раз соответственно.

Жидкие сбросы радионуклидов на КАЭС производятся в естественные водоемы-охладители: оз. Песьво и оз. Удомля [14]. Наиболее значимыми источниками поступления радионуклидов в водоемы-охладители являются: промливневая канализация промплощадки, системы охлаждения и технического водоснабжения, а также душевые воды санпропускников, которые сбрасываются без очистки в ХФК. Активность сброса с такими водами не учитывается. Основной составляющей, с точки зрения величины активности, являются дебалансные воды, которые из контрольных баков поступают в ХФК. При суммарной объемной активности < 11,1 Бк/кг (контрольный уровень), жидкие стоки подлежат сбросу.



Данные о сбросах отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2004 г. на КАЭС приведены в табл. 4.32 [1, 14].

Таблица 4.32

**Сбросы радионуклидов в оз. Песью и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк**

Радионуклиды	Разрешенный сброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>54</sup> Mn	$3,30 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^7$	$3,12 \cdot 10^7$	$- 1,8 \cdot 10^7$
<sup>60</sup> Co	$7,40 \cdot 10^8$	$1,56 \cdot 10^7$	$2,22 \cdot 10^7$	$- 6,6 \cdot 10^6$
<sup>90</sup> Sr	$5,40 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^5$	-
<sup>131</sup> I	$7,10 \cdot 10^{11}$	$4,80 \cdot 10^5$	$6,10 \cdot 10^4$	$+ 4,19 \cdot 10^5$
<sup>134</sup> Cs	$7,30 \cdot 10^9$	$7,32 \cdot 10^7$	$9,24 \cdot 10^7$	$- 1,92 \cdot 10^7$
<sup>137</sup> Cs	$2,50 \cdot 10^9$	$1,41 \cdot 10^8$	$1,44 \cdot 10^8$	$- 3,0 \cdot 10^6$
<sup>3</sup> H	$1,8 \cdot 10^{14}$	$1,80 \cdot 10^{13}$	$1,72 \cdot 10^{13}$	$+ 8,0 \cdot 10^{11}$

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2004 г. (18,0 ТБк) осталась практически на уровне 2003 г. (17,2 ТБк) и была в 5 раз ниже суммарной величины допустимого годового сброса. Основной вклад в загрязнение (99,9 %) вносит тритий, сбросы которого остались примерно на уровне прошлого года.

В 2004 г. случаев превышения контрольного уровня допустимых сбросов, а также несанкционированных сбросов не было [14].

Радиационная обстановка вокруг КАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС и Центральным УГМС, а в радиусе до 25 км – лабораторией внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) КАЭС.

В 2004 г. контроль радиационного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КАЭС был организован ЛВДК следующим образом (рис. 4.6) [14]:

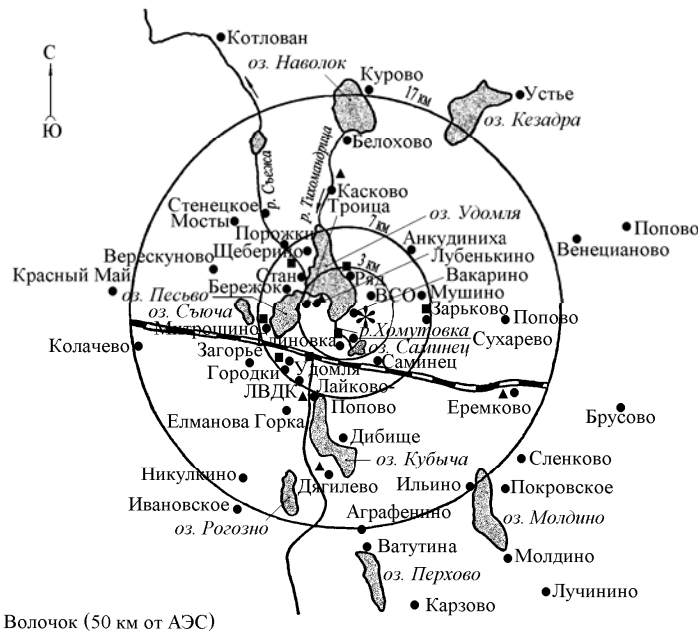


Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25-км зоне вокруг КАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей и выпадений.

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в восьми пунктах постоянного наблюдения (три пункта в СЗЗ, четыре – в ЗН) и в контрольном пункте г. Вышний Волочок (50 км от АЭС). Пробы отбирались с помощью ВФУ производительностью 570 м<sup>3</sup>/ч на фильтроткань Петрянова ФПП-15-1,5. Время экспозиции фильтров – одна неделя;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 25 см, время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- определялось радиоактивное загрязнение питьевой воды, воды из открытых водоемов и наблюдательных скважин, 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 суммарной  $\beta$ -активности проб использовался радиометр УМФ-2000. Гамма-спектрометрический анализ проводился на гамма-радиометрической 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 с помощью переносных дозиметров ДРГ-01Т, МКС-01 во время регламентных маршрутов в 80 точках (57 – на промплощадке, 8 – в СЗЗ, 15 – в ЗН), а также с помощью АСКРО, состоящей из 18 постов (12 постов – в ЗН, 4 – в СЗЗ, 1 – на промплощадке, еще один пост – мобильный, в 2004 г. располагался на промплощадке). Поглощенную дозу измеряли радиофотолуминесцентным методом с помощью дозиметров ИД-13 системы индивидуального контроля «Флюорал ДВГ-713-РФЛ» с радиофотолуминесцентными стеклами марки РДС-5.

Северо-Западное УГМС [15] и Центральное УГМС [16] в 2004 г. в 100-км зоне вокруг КАЭС проводили радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды (рис. 4.7):

- радиоактивные атмосферные выпадения измерялись в двух пунктах с помощью планшетов с суточной экспозицией;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения контролировалась в семи пунктах постоянного наблюдения.

#### **Атмосферные аэрозоли и выпадения**

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземной атмосфере в 2004 г., полученные ЛВДК в объединенных за квартал пробах и осредненных для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 4.33 [14]. Анализ данных показывает, что в 2004 г. в воздухе в СЗЗ и ЗН как и в предыдущие года регистрировались <sup>137</sup>Cs и <sup>60</sup>Co, причем основная доля активности приземной атмосферы обусловлена <sup>137</sup>Cs. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2004 г. была в 1,2 раза ниже, чем в 2003 г., но в 1,2 раза превышала средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Наряду с <sup>137</sup>Cs, в пробах эпизодически наблюдался <sup>60</sup>Co (в СЗЗ – в 1 квартале, в ЗН – в 1 и 2 кварталах). Полученные значения объемных активностей радионуклидов не превышали значений, наблюдаемых в контрольном пункте, и были на

шесть – девять порядков ниже  $DOA_{НАС.}$  по НРБ-99 [5]. Среднегодовое содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воздухе СЗЗ и ЗН составляло  $1,02 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и не превышало фоновых значений для территории России ( $0,19 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

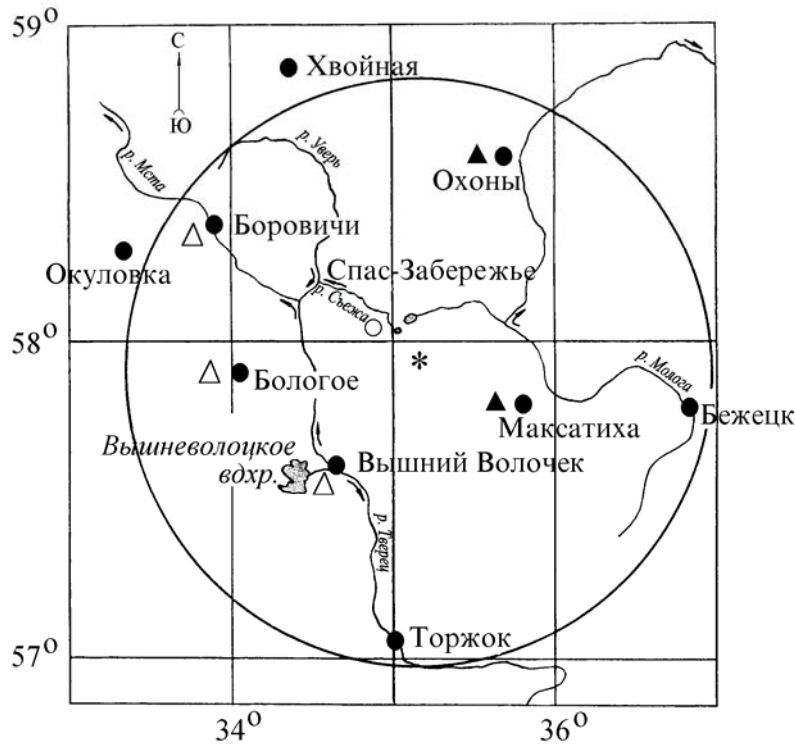


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- Δ – планируемые наблюдения.

Таблица 4.33

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере 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	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
СЗЗ	7,7	8,9	< 2,6	< 3,6	< 2,2	1,4	< 2,6	< 3,4	< 36,9	< 28
ЗН	7,8	9,9	< 1,3	< 3,3	< 1,2	1,3	< 1,4	< 3,1	< 21,6	< 27
г. В. Волочек (контр. пункт)	8,5	10,2	< 2,6	< 2,8	< 3,3	< 3,6	< 2,9	< 2,7	< 34,1	< 24
$DOA_{НАС.}$ , Бк/м <sup>3</sup>	27		19		11		72		2500	

По данным ЛВДК [14] в 2004 г. в выпадениях в СЗЗ и ЗН обнаружен только <sup>137</sup>Cs, содержание других техногенных радионуклидов в выпадениях было ниже минимально-детектируемой активности. Выпадения <sup>137</sup>Cs (табл. 4.34) в 2004 г. по сравнению с предыдущим годом уменьшились: в СЗЗ – в 2,2 раза, в ЗН – в 1,8 раза, в контрольном пункте – в 1,2 раза. Выпадения <sup>137</sup>Cs в СЗЗ и ЗН КАЭС в 2004 г. не превышали уровней, полученных в контрольном пункте (г. Вышний Волочек), однако по данным за последние пять лет выпадения <sup>137</sup>Cs в СЗЗ в 2,2 раза превышают выпадения в контрольном пункте, а в ЗН – в 1,3 раза.

В табл. 4.34 по данным Северо-Западного и Центрального УГМС приведены среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  за 2003–2004 гг. в п.п. Охоны [15] и Макса-

тиха [16], расположенных в 100-км зоне КАЭС. Из табл. 4.34 видно, что в 2004 г. годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в пунктах наблюдения остались на уровне предыдущего года. Среднемесячные величины суточных атмосферных выпадений варьировали в пределах (0,2–0,9) Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  выпадений наблюдались в феврале в Максатихе и составляли 3,6 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне КАЭС в 2004 г. в среднем составляли 183 Бк/м<sup>2</sup>·год и были в 2,5 раза ниже средневзвешенных выпадений для Центра ЕТР (см. раздел 1).

Таблица 4.34

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне КАЭС, Бк/м<sup>2</sup>·сутки (данные Северо-Западного УГМС и Центрального УГМС)**

Месяц		Охоны		Максатиха		Центр ЕТР	
		2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Январь	с	0,3	0,3	0,5	0,4	1,2	1,0
	м	1,4	1,0	1,6	2,0		
Февраль	с	0,2	0,3	0,9	0,5	1,2	0,8
	м	1,2	0,9	3,6	2,8		
Март	с	0,3	0,2	0,8	0,3	1,1	0,8
	м	1,0	0,7	2,2	2,0		
Апрель	с	0,4	0,2	0,3	1,1	1,4	0,8
	м	1,0	0,8	1,4	2,4		
Май	с	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	0,8
	м	1,9	1,2	2,0	2,4		
Июнь	с	0,4	0,2	0,8	0,6	1,5	0,9
	м	2,2	0,8	1,9	2,4		
Июль	с	0,4	0,4	0,3	0,9	1,3	0,9
	м	2,1	1,6	1,1	3,9		
Август	с	0,3	0,5	0,5	0,7	1,5	1,0
	м	1,2	1,4	2,0	2,9		
Сентябрь	с	0,3	0,4	0,5	0,6	1,5	1,0
	м	1,2	1,5	1,6	3,6		
Октябрь	с	0,5	0,4	0,7	0,4	1,5	1,0
	м	1,2	1,9	2,1	2,2		
Ноябрь	с	0,6	0,3	0,6	0,3	1,2	1,1
	м	1,1	1,1	2,3	1,3		
Декабрь	с	0,3	0,4	0,4	0,5	1,0	1,1
	м	1,0	1,9	1,7	1,7		
Среднее		0,4	0,3	0,6	0,6	1,3	0,9
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		146	110	219	219	475	329

### Вода и другие объекты окружающей среды

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС, проводился ЛВДК один раз в квартал [14]. В табл. 4.35 представлены усредненные данные по содержанию 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 (СЗЗ) и Кубыча (ЗН).

Из табл. 4.35 видно, что в пробах воды, отобранных в разных водоемах, отсутствует достоверное различие содержания <sup>137</sup>Cs, объемная активность которого находится на уровне предела обнаружения используемого метода. Объемная активность <sup>90</sup>Sr в воде озер не превышала фонового уровня и составляла 7,2 мБк/л. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2004 г. составила 93 Бк/л и была в 1,3 раза ниже, чем в 2003 г. Содержание трития в оз. Саминец и Кубыча было близко к фоновому уровню (< 10 Бк/л). Объемная активность трития в оз. Удомля и Песьво была в 83 раза ниже уровня вмешательства по НРБ-99 (УВ = 7700 Бк/л) и в 54 раза ниже рекомендуемого контрольного уровня про тритию для водоемов-охладителей АЭС (КУ = 5000 Бк/л)

[14], однако примерно в 40 раз превышала фоновые уровни (см. раздел 1) содержания трития в реках России.

Таблица 4.35

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде в районе расположения КАЭС  
(данные ЛВДК КАЭС)**

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs, мБк/л		<sup>60</sup> Co, мБк/л		<sup>3</sup> H, Бк/л	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
оз. Песьво	< 3,2	< 2,7	< 3,7	< 3,9	93*	121*
оз. Удомля	< 3,7	< 2,2	< 4,0	< 3,7	93*	121*
р. Съежа	< 2,8	< 3,0	< 4,5	< 3,5	93*	-
оз. Кубыча	< 2,5	< 2,9	< 4,6	< 3,0	< 10	< 10
оз. Саминец	< 3,9	< 2,7	< 5,2	< 2,8	< 10	< 10
вода питьевая						
Водозабор г. Удомля	< 2,8	< 3,5	< 3,1	< 3,8	-	-
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 3,9	< 5,6	< 4,2	< 6,4	-	-
д. Митрошкино (4,7 км от АЭС)	< 4,0	< 5,6	< 4,5	< 6,0	-	-
Водозабор г. В. Волочек	< 3,7	< 3,2	< 4,2	< 3,8	-	-

\* – среднее значение для водоемов-охладителей;  
- – анализ не проводился.

Донные отложения из водоемов отбирались дночерпателем [14] вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – один раз в год. В табл. 4.36 приведены данные по содержанию радионуклидов в донных отложениях водоемов-охладителей, р. Съежа, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), в нижнее течение которой производится сброс промливневых вод с промплощадки АЭС, а также озер Саминец и Кубыча. Содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях водоемов низкое (табл. 4.36), обусловлено, в основном, <sup>137</sup>Cs. В 2004 г. наибольшее содержание <sup>137</sup>Cs в донных отложениях наблюдалось в устье р. Хомутовка (4,25 Бк/кг в.-с.). Содержание <sup>60</sup>Co во всех пробах было ниже предела обнаружения.

Таблица 4.36

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе КАЭС, Бк/кг в.-с.  
(данные ЛВДК КАЭС)**

Точка контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
оз. Песьво	2,32	3,42	< 2,32	< 2,11
оз. Удомля	1,44	2,60	< 2,03	< 2,06
р. Хомутовка (устье)	4,25	< 2,69	< 2,72	< 2,27
р. Съежа	< 2,92	6,82	< 2,64	< 2,81
оз. Саминец (СЗЗ)	1,87	3,42	< 2,21	< 2,24
оз. Кубыча (ЗН)	3,85	4,27	< 2,47	< 2,24

Степень загрязнения донных отложений <sup>137</sup>Cs, поступающего в небольших количествах с жидкими сбросами АЭС, невозможно выделить на фоне глобальных загрязнений от испытаний ядерного оружия [14]. Вместе с тем, удельные активности радионуклидов в донных отложениях, приведенные в табл. 4.36, являются наиболее низкими по каждому из приведенных водоемов. Объясняется это принятыми в практике контроля КАЭС местами отбора проб донных отложений, которые расположены вдоль береговой линии. Грунты в местах отбора представляют собой заиленный песок. Содержание радионуклидов в них ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов, сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах.

Радиационный контроль проб питьевой воды осуществлялся ЛВДК КАЭС путем измерения объемной суммарной альфа- и бета-активности проб, отобранных из водопровода [14]. В 2004 г.

объемная суммарная альфа- и бета-активность питьевой воды не превышала нормативов по НРБ-99 ( $< 1$  Бк/л для  $\sum\beta$  и  $< 0,1$  Бк/л для  $\sum\alpha$ ) [5]. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в пробах питьевой воды, представленные в табл. 4.35, были на три – четыре порядка ниже УВ по НРБ-99.

Контроль активности радионуклидов в подземных водах осуществляется на КАЭС с помощью контрольных скважин [14], размещенных в районах потенциальных источников поступления радионуклидов в подземные воды. В 2004 г. пробы отбирались из 31 наблюдательной скважины (НС) и измерялись на суммарную бета-активность. В случае увеличения активности в 1,5–2 раза, проводился гамма-спектрометрический анализ для идентификации радионуклидов в пробе.

Исследование проб воды из НС, расположенных вокруг ХСО-1 (хранилище законсервировано) показало, что среднегодовая объемная суммарная бета-активность воды НС находится на уровне фоновых значений. Исключение составляет НС-21, где объемная активность  $\sum\beta$  (5,22 Бк/л) была выше фоновых значений. Отсеки ХСО-1 заполнены водой до перекрытия. Состав воды из ХСО-1 включает такие радионуклиды стационарного происхождения как  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^3\text{H}$ . Результаты контроля в НС-21 показывают, что происходит процесс фильтрации воды через бетонные стены хранилища ХСО-1, и в грунт поступают растворенные в воде радионуклиды. Из всех радионуклидов, содержащихся в воде ХСО-1, в воде скважин обнаружены только  $^{60}\text{Co}$  и  $^3\text{H}$  (содержание  $^{60}\text{Co}$  – 5,14 Бк/л). Отсутствие в водоносном горизонте остальных радионуклидов объясняется высокой степенью сорбции этих радионуклидов на суглинистых почвах. Загрязнение в НС-21  $^{60}\text{Co}$  остается на уровне предыдущих трех лет и составляет 12–13 % от уровня вмешательства по НРБ-99 [5].

Контроль воды из НС, расположенных на промплощадке, показал, что в НС-25 объемная активность  $\sum\beta$  (3,89 Бк/л) в 2004 г. осталась выше фоновой, увеличившись по сравнению с 2003 г. в 1,1 раза. В скважине НС-25 был обнаружен  $^{137}\text{Cs}$  с объемной активностью 3,98 Бк/л, содержание которого увеличилось в 1,2 раза. Загрязнение подземных вод в НС-25 наблюдается с 1986 г. (причина – протечки из ХЖО). Однако содержание  $^{137}\text{Cs}$  в НС-25 пока остается стабильным (в 2004 г. – 36 % от УВ по НРБ-99 [5]).

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы на глубину 5 см [14]. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – 3 точки контроля, в ЗН – 4 точки, в контрольном пункте (г. В.-Волочек) – 1 точка. В табл. 4.37 приведены усредненные

Таблица 4.37

Содержание радионуклидов в почве в районе КАЭС в 2004 г., кБк/м<sup>2</sup>  
(данные ЛВДК КАЭС)

Место контроля	$^{137}\text{Cs}$		$^{134}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2004 г.	среднее за 5 лет	2004 г.	среднее за 5 лет	2004 г.	среднее за 5 лет
СЗЗ	1,07	0,77	< 0,16	< 0,12	< 0,16	< 0,14
ЗН	0,57	0,54	< 0,16	< 0,12	< 0,17	< 0,14
г. В. Волочек	1,08	0,86	< 0,12	< 0,13	< 0,13	< 0,14

данные по СЗЗ и ЗН о содержании техногенных радионуклидов в почве в 2004 г. Из табл. 4.37 видно, что радиоактивность почвы обусловлена в основном  $^{137}\text{Cs}$  и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2004 г. значения плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  сохраняются на уровне средних значений последних лет.

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 4.38 [14]. Отбор проб продуктов проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах в 2004 г. осталось на уровне 2003 г. и было на два – три порядка ниже допустимых уровней по СанПиН-96 [6]. Исключение составляют грибы и ягоды, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в которых в 2004 г. увеличилась в 83 и 5 раз соответственно и составила около 40 % от допустимого уровня. Содержание  $^{131}\text{I}$  в молоке было ниже предела обнаружения. 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  $^{90}\text{Sr}$  ниже уровней, измеренных перед строительством станции.

Таблица 4.38

**Удельная активность сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС в 2004 г., Бк/кг сырой массы (данные ЛВДК КАЭС)**

Вид продукции	$^{137}\text{Cs}$		$^{90}\text{Sr}$
	2004 г.	2003 г.	2004 г.
Корнеплоды	< 0,18	< 0,12	-
Овощи	< 0,15	< 0,11	0,1
Ягоды	16,32	3,28	-
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>40</b>		<b>50</b>
Зерновая смесь	-	0,32	-
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>80</b>		<b>140</b>
Грибы	183,64	2,20	-
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>500</b>		<b>50</b>
Молоко	< 0,07	< 0,07	< 0,08
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>50</b>		<b>25</b>
Мясо	< 0,17	< 0,10	< 0,08
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>160</b>		<b>50</b>
Рыба	0,21	0,16	0,62
<b>Допустимая уд. Акт.</b>	<b>130</b>		<b>100</b>

- - анализ не проводился.

До пуска АЭС уровни  $\gamma$ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли (8–16) мкР/ч [14]. В 2004 г. по данным ЛВДК среднегодовое значение мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в СЗЗ и ЗН по регламентным маршрутам изменялось в диапазоне (12–14) мкР/ч, что практически не отличается от значения в контрольном пункте (12 мкР/ч) и находится на уровне значений, имевших место до пуска АЭС. Согласно данным АСКРО среднегодовые значения МЭД составляли: на промплощадке – 12 мкР/ч, в СЗЗ – 11 мкР/ч, в ЗН – 9 мкР/ч. Максимальные значения по данным регламентных маршрутов и АСКРО не превышали 19,6 мкР/ч.

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного [15] и Центрального УГМС [16] в 2004 г. среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне вокруг КАЭС колебались в пределах от 5 до 13 мкР/ч, максимальные значения достигали 17 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного  $\gamma$ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли (7–12) мкР/ч.

Контроль поглощенной дозы  $\gamma$ -излучения на местности вокруг КАЭС [14] в 2004 г. показал, что регистрируемые за год дозы в районе АЭС не имели значимого отличия от значений в кон-

трольном пункте и были следующими: для СЗЗ –  $(51-83) \cdot 10^{-5}$  Гр, для ЗН –  $(43-79) \cdot 10^{-5}$  Гр, для контрольной точки –  $50 \cdot 10^{-5}$  Гр.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2004 г. было невелико. Оно выражалось в некотором превышении фоновых уровней загрязнения воды озер Удомля и Песьво тритием и эпизодическим появлением в приземной атмосфере  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующего в составе глобального фона. Уровни загрязнения воды тритием в 83 раза ниже уровня вмешательства по НРБ-99 и не представляют опасности для здоровья населения.

#### 4.6. Кольская АЭС

В 2004 г. на Кольской АЭС (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 [17].

КоАЭС расположена за Полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра.

Вокруг КоАЭС установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) радиусом 5 км и зона наблюдения (ЗН), ограниченная окружностями 5 и 15 км. В зоне наблюдения КоАЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда, пос. Нива-1. Наиболее крупным является г. Полярные Зори, число жителей в котором составляет 17 782 человека. Общая численность населения, проживающего в ЗН – 20 690 человек.

Климат района размещения КоАЭС отличается относительной мягкостью, что объясняется воздействием теплых атлантических масс воздуха. Среднегодовая температура воздуха в 2004 г. составляла 0,8 °С, абсолютная максимальная и абсолютная минимальная температуры: +24,9 °С и -31,4 °С соответственно. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,4 м/с, максимальная – 25,9 м/с.

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.

Газоаerosольные выбросы КоАЭС осуществляются через две вентиляционные трубы 1-ой и 2-ой очереди энергоблоков. В табл. 4.39 приведены данные о газоаerosольных выбросах радионуклидов в атмосферу на КоАЭС в 2004 г. [17], там же, для сравнения, приведены данные за предыдущий год [4].

Анализ данных табл. 4.39 показывает, что фактические выбросы радионуклидов за год на АЭС составляли 1,1–3,4 % от разрешенных выбросов. Выбросы ИРГ на КоАЭС снизились по сравнению с предыдущим годом в 3 раза, выбросы  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  снизились в 1,7 и в 2,2 раза соответственно. В 2004 г. был зарегистрирован случай превышения величины контрольного уровня суточных



выбросов по  $^{131}\text{I}$  (25.03.04.) –  $6,0 \cdot 10^7$  Бк/сутки. Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов по ИРГ и  $^{131}\text{I}$  в 2004 г. не зарегистрировано [1, 17].

Таблица 4.39

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{60}\text{Co}$	$7,40 \cdot 10^9$	$1,88 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$	$+ 6,50 \cdot 10^7$
$^{131}\text{I}$	$1,80 \cdot 10^{10}$	$6,1 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^9$	$- 4,10 \cdot 10^8$
$^{137}\text{Cs}$	$2,00 \cdot 10^9$	$4,34 \cdot 10^7$	$9,75 \cdot 10^7$	$- 5,41 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,55 \cdot 10^{12}$	$2,29 \cdot 10^{13}$	$- 1,54 \cdot 10^{13}$

Примечание: с вводом в действие СПАС-03 [12] контроль в выбросах  $^{90}\text{Sr}$  не регламентируется.

Сброс охлаждающих и других вод АЭС осуществляется в губу Молочная оз. Бабинская Имандра. Бабинская и Иокостровская Имандра соединяются проливом Широкая Салма и имеют сток воды в Белое море из оз. Иокостровская Имандра через р. Нива. Озеро Иокостровская Имандра является источником технического и питьевого водоснабжения Кольской АЭС и ближайших от нее населенных пунктов (г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда).

Данные о жидких радиоактивных сбросах радионуклидов в 2004 г. в открытую гидрографическую сеть [1, 17] приведены в табл. 4.40.

Таблица 4.40

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{51}\text{Cr}$	$5,60 \cdot 10^{13}$	$1,60 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^6$	$- 3,50 \cdot 10^6$
$^{54}\text{Mn}$	$4,00 \cdot 10^{11}$	$1,00 \cdot 10^6$	-	$+ 1,00 \cdot 10^6$
$^{60}\text{Co}$	$8,80 \cdot 10^{10}$	$2,32 \cdot 10^7$	$1,05 \cdot 10^7$	$+ 1,27 \cdot 10^7$
$^{106}\text{Ru}$	$1,20 \cdot 10^{12}$	$4,49 \cdot 10^6$	$7,47 \cdot 10^6$	$- 2,98 \cdot 10^6$
$^{131}\text{I}$	$2,40 \cdot 10^{13}$	$1,43 \cdot 10^7$	$2,72 \cdot 10^6$	$+ 1,16 \cdot 10^7$
$^{134}\text{Cs}$	$1,90 \cdot 10^{11}$	$1,01 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	$- 9,90 \cdot 10^6$
$^{137}\text{Cs}$	$9,90 \cdot 10^{10}$	$1,93 \cdot 10^8$	$2,69 \cdot 10^7$	$+ 1,66 \cdot 10^8$
$^{144}\text{Ce}$	$5,10 \cdot 10^{12}$	$1,60 \cdot 10^7$	$2,32 \cdot 10^7$	$- 7,20 \cdot 10^6$

Согласно табл. 4.40, годовые сбросы радионуклидов на АЭС не превышали 0,2 % от установленных нормативов. Основной вклад в активность сбросов вносили  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$ . Суммарный сброс радионуклидов за 2004 г. составил  $3,5 \cdot 10^8$  Бк, что в 3,6 раза выше, чем в 2003 г.

Радиоэкологический мониторинг, включающий лабораторное исследование проб природных объектов и технологических сред АЭС, дозиметрический контроль на территории АЭС, СЗЗ и ЗН КоАЭС проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС), входящая в состав службы радиационной безопасности КоАЭС [17].

Пробы атмосферного воздуха на КоАЭС отбираются с помощью непрерывно действующих воздухофильтрующих установок, расположенных на промплощадке АЭС, в г. Полярные Зори и поселках Нива-1 и Зеленоборский. Используется фильтр типа ФПП-15-1,5 с площадью фильтрующей поверхности  $0,35 \text{ м}^2$ , периодичность замены фильтра – один раз в неделю.

Для сбора атмосферных выпадений и осадков применяются стандартные кюветы с площадью сбора  $0,25 \text{ м}^2$ . Кюветы размещены в пунктах постоянного наблюдения: 4 – на промплощадке АЭС, 6 – в СЗЗ и 5 – в ЗН. Периодичность сбора выпадений в этих пунктах – один раз в месяц. В кон-

трольном пункте (пос. Зеленоборский, 75 км от АЭС) пробы выпадений отбираются с помощью 3 кювет, экспонируемых в течение месяца.

Еженедельно проводится контроль радиоактивности технологических вод (ПЛК, ХФК), воды из подводящего канала, общего потока на выходе очистных сооружений, устья сбросного канала и охлаждающей воды 4-х блоков АЭС. Пробы воды из оз. Имандра отбираются ежемесячно в 6 точках.

Контроль за состоянием грунтовых вод на промплощадке АЭС и полигоне промотходов осуществляется с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 44 штук: 20 – на 1-ой очереди, 19 – на второй, 5 – на полигоне промотходов в районе ХСО.

В 16-ти постоянных пунктах наблюдения проводится отбор и радионуклидный анализ проб почвы, снежного покрова, растительности (травы), а в отдельных пунктах – хвои и ягеля.

Пробы донных отложений отбираются в 10-ти постоянных точках контроля акватории оз. Имандра в пределах СЗЗ и ЗН. Отбор проб водорослей осуществляется в зоне воздействия сточных вод АЭС (губа Молочная Бабинской Имандры) и за ее пределами (губа Заячья Иокостровской Имандры).

Контролируются пробы рыбы, свободно обитающей в оз. Имандра, а также садковой рыбы, выращиваемой в теплых сбросах АЭС. Осуществляется контроль загрязнения грибов, ягод, овощей и других продуктов питания местного произрастания.

Контроль радиационного фона осуществляется в непрерывном (АСКРО), постоянном (с использованием термолюминесцентных дозиметров экспонируемых на местности в течение года) и периодическом (с помощью переносных дозиметрических приборов МКС-01Р и ДРГ-01Т1 и передвижной радиометрической лаборатории) режимах. АСКРО включает в себя 5 автоматизированных метеостанций и 25 постов контроля мощности дозы  $\gamma$ -излучения, позволяющих получать информацию о радиационной обстановке, динамике ее изменения на промплощадке, в СЗЗ и ЗН 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 по радиоканалу.

Периодический контроль гамма-фона по установленным маршрутам проводится ежемесячно, а на территории очистных сооружений и полигона промотходов – еженедельно.

Измерения суммарной  $\beta$ -активности проб, служащей критерием для проведения более детального анализа, выполняются на низкофоновых установках УМФ-2000 и УМФ-1500М после предварительного концентрирования радионуклидов в пробах. Гамма-спектрометрические измерения проб проводятся на спектрометрических комплексах фирм TARGET и CANBERRA с автоматизированной обработкой  $\gamma$ -спектров.

Кроме того, используется 3-канальный спектрометр «ПРОГРЕСС-БГ», бета-канал которого позволяет проводить измерение содержания в пробе  $^{90}\text{Sr}$  без предварительной радиохимической обработки. В двух других каналах используются полупроводниковый и сцинтилляционный  $\gamma$ -датчики.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КоАЭС, независимо от АЭС, осуществляет Мурманское УГМС [18]. Расположение пунктов радиационного мониторинга в

100-км зоне вокруг КоАЭС приведено на рис. 4.8. В 2004 г. Мурманским УГМС проводился радиационный мониторинг:

- мощности дозы  $\gamma$ -излучения в 9 пунктах;
- объемной активности радионуклидов в воздухе с помощью непрерывно действующих ВФУ с суточной экспозицией в 2 пунктах;
- атмосферных радиоактивных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в 3 пунктах;
- атмосферных осадков для определения содержания в них трития в 1 пункте;
- воды для определения содержания  $^{90}\text{Sr}$  в 1 пункте.

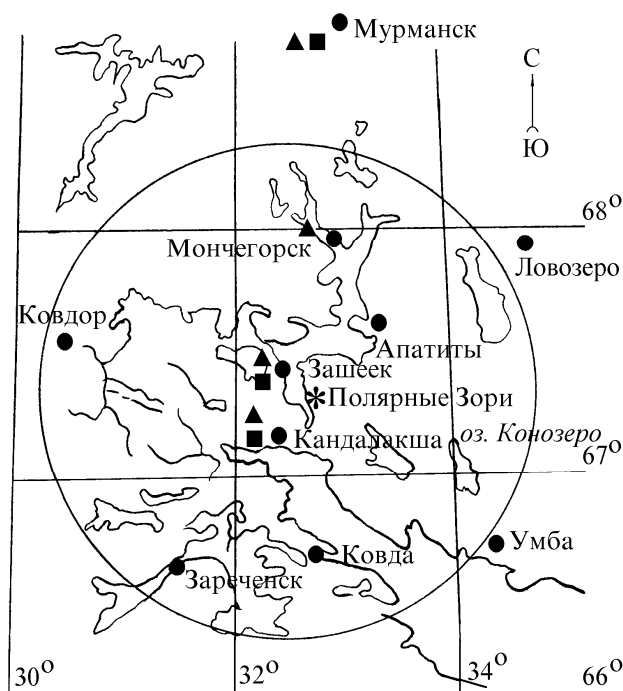


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КоАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей.

В отобранных пробах выпадений и атмосферных аэрозолей определялось содержание  $\Sigma\beta$ , а также отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения. Для радионуклидного анализа исследуемых проб в Мурманском УГМС применялась гамма-спектрометрическая установка фирмы CANBERRA с автоматизированной обработкой спектров. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун».

Атмосферные выпадения и объемная активность  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг АЭС в 2004 г. по данным Мурманского УГМС приведены в табл. 4.41 [18]. Там же, для сравнения, приведены данные о выпадениях и объемных активностях  $\Sigma\beta$  по Заполярному региону.

Годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне в 2004 г. немного снизились по сравнению с 2003 г. и находились на уровне региональных. Среднемесячная величина суточных выпадений  $\Sigma\beta$  колебалась

в пределах от 0,5 до 1,9 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Максимальные суточные выпадения наблюдались в п. Зашеек в апреле и составляли 6,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки.

Выпадения <sup>137</sup>Cs на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН КоАЭС по данным ЛООС в 2004 г. были примерно в 2 раза выше, чем в 2003 г. По данным КоАЭС в СЗЗ также регистрировался <sup>134</sup>Cs. Выпадения <sup>137</sup>Cs из атмосферы в 100-км зоне КоАЭС по данным Мурманского УГМС составляли в 2004 г. 0,93 Бк/м<sup>2</sup>-год, что немного выше фонового уровня (фоновые выпадения на территории Кольского полуострова по данным Мурманского УГМС в 2004 г. составляли 0,71 Бк/м<sup>2</sup>-год).

В связи с низким содержанием в атмосфере <sup>137</sup>Cs пробы из трех пунктов в 100-км зоне (Кандалакша, Мончегорск, Зашеек) объединялись и гамма-спектрометрический анализ проводился по объединенной пробе.

Среднемесячная объемная активность суммы β-активных радионуклидов в п.п. Зашеек и Кандалакша колебалась в 2004 г. по данным Мурманского УГМС [18] в пределах от 2,4·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> до 11,7·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (см. табл. 4.41), а среднегодовая – не превышала регионального фонового уровня. Максимальная среднесуточная объемная активность Σβ наблюдалась в мае в п. Зашеек – 28,0·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. По результатам ЛООС КоАЭС в 2004 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность Σβ в воздухе составляла 9,7·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, в ЗН – 5,1·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Эти величины не превышают регионального уровня.

Таблица 4.41

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м<sup>2</sup>-сутки) и объемной активности Σβ в воздухе (q, 10<sup>-5</sup> Бк/ м<sup>3</sup>) в 100-км зоне Ко АЭС в 2004 г. (данные Мурманского УГМС)**

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	1,4	5,8	1,2	1,9	9,5	1,1	16,3
	м	5,2	11,4	3,5	4,8	18,1		
Февраль	с	1,5	11,7	1,6	1,6	7,1	1,0	14,4
	м	5,7	27,8	6,2	3,7	13,0		
Март	с	1,6	8,4	1,7	1,7	6,3	1,1	8,9
	м	3,8	26,5	4,5	6,1	16,4		
Апрель	с	1,4	9,8	0,9	1,5	5,2	1,0	9,3
	м	6,5	25,0	2,9	5,6	10,6		
Май	с	0,8	7,1	0,8	0,7	4,3	1,5	6,9
	м	3,3	28,0	2,0	2,3	14,0		
Июнь	с	0,8	5,1	0,5	0,9	4,0	1,1	6,1
	м	5,4	11,9	1,2	3,9	7,9		
Июль	с	0,5	4,9	0,5	0,5	2,8	1,1	5,4
	м	1,6	13,0	1,2	2,5	8,4		
Август	с	0,6	3,6	0,6	0,6	3,0	1,3	3,6
	м	1,9	10,3	3,5	1,5	5,9		
Сентябрь	с	1,2	2,9	0,7	0,9	2,4	1,0	4,3
	м	3,9	7,2	1,5	2,0	9,5		
Октябрь	с	1,2	3,4	1,3	1,1	3,2	0,9	5,7
	м	2,5	7,6	3,1	3,4	9,0		
Ноябрь	с	1,2	4,4	1,1	1,4	3,0	1,0	6,1
	м	5,8	8,6	4,8	4,1	7,6		
Декабрь	с	1,1	4,1	1,2	1,4	2,6	0,9	13,2
	м	6,1	8,7	4,4	4,5	5,3		
Среднее:	2004 г.	1,1	5,9	1,0	1,2	4,5	1,1	8,4
	2003 г.	1,4	2,3	1,1	1,3	3,8		
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год		402	-	365	438	-	402	-

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п.п. Кандалакша и Зашеек, расположенных в 100-км зоне КоАЭС на расстояниях 35 и 8 км от АЭС соответственно, за 2000–2004 гг., выполненного в лабораториях Мурманского УГМС и НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.42.

Таблица 4.42

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземном слое воздуха 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
<b><math>^{137}\text{Cs}</math></b>							
Кандалакша	2000	0,5	0,26	0,11	1,6	0,6	1,7
	2001	1,7	2,9	1,7	0,9	1,8	1,9
	2002	3,5	1,5	1,8	1,2	2,0	2,1
	2003	1,9	1,4	1,2	1,6	1,5	1,1
	2004	2,4	1,6	1,3	1,3	1,6	1,0
Зашеек, ЗН	2000	0,7	0,5	17,6	1,5	5,1	1,7
	2001	1,7	1,4	1,0	0,4	1,1	1,9
	2002	1,5	0,9	1,5	0,7	1,2	2,1
	2003	2,1	1,9	1,7	1,9	1,9	1,0
	2004	2,1	1,9	1,7	1,9	1,9	1,0
<b><math>^{90}\text{Sr}</math></b>							
Кандалакша	2000	0,09	0,07	0,14	0,43	0,18	0,36
	2001	0,29	0,71	0,14	0,05	0,30	0,8
	2002	0,23	0,47	0,23	0,09	0,26	0,43
	2003	0,10	0,14	0,11	0,07	0,11	0,58
	2004	0,10	0,10	0,11	0,06	0,09	0,42
Зашеек, ЗН	2000	0,62	0,21	1,4	0,59	0,71	0,36
	2001	0,85	2,2	1,0	0,23	1,07	0,8
	2002	0,99	0,48	0,65	0,43	0,64	0,43
	2003	0,06	0,15	0,20	0,07	0,12	0,42
	2004	0,06	0,15	0,20	0,07	0,12	0,42

Из табл. 4.42 видно, что среднегодовые объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг АЭС в 2004 г. составляли  $1,6 \cdot 10^{-7}$  и  $0,09 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. В обоих пунктах объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. превышала фоновую по территории Заполярья в 1,6 и 1,9 раза соответственно. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. в этих пунктах была примерно в 4 раза ниже регионального значения. В п. Зашеек, расположенном в ЗН АЭС, объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. была на (20–30) % выше, чем в п. Кандалакша.

В табл. 4.43 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КоАЭС по данным ЛООС. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС в атмосферном воздухе присутствуют  $^{134}\text{Cs}$  ( $340 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) и  $^{137}\text{Cs}$  ( $770 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), объемные активности которых увеличились по сравнению с 2003 г. в 24 и 21 раз соответственно. Объемная активность  $^{60}\text{Co}$  ( $18 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в СЗЗ осталась на уровне 2003 г. В ЗН объемная активность  $^{60}\text{Co}$  и  $^{134}\text{Cs}$  была ниже предела обнаружения, а  $^{137}\text{Cs}$  – составляла  $12 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,6 раза выше, чем в 2003 г. На расстоянии 75 км от АЭС в контрольной точке объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере была менее  $4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  на территориях СЗЗ и ЗН были выше средневзвешенных объемных активностей по территории Заполярья (см. табл. 4.42) и территории РФ ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), но на шесть – семь порядков ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [5].

Таблица 4.43

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов  
в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН КоАЭС, 10<sup>-7</sup> Бк/м<sup>3</sup>  
(данные ЛООС КоАЭС)**

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs		<sup>60</sup> Co	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
СЗЗ*	770	36,5	340	14,3	18	22,5
Нива-1, ЗН	12	7,7	< 3,4	< 3,4	< 6,1	< 6,1
Зеленоборский (75 км от АЭС)	<4,0	< 4,0	< 3,4	< 3,4	< 6,1	< 6,1

\* – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС.

В 2004 г., как и в предыдущем году, в воде четырех наблюдательных скважин 1-ой очереди КоАЭС (107, 108, 303 и 304) объемная активность <sup>137</sup>Cs превышала уровень вмешательства согласно НРБ-99. Самое большое превышение наблюдалось в скважине 303 – в 133 раза выше УВ. Кроме <sup>137</sup>Cs в скважине 303 присутствует <sup>134</sup>Cs, объемная активность которого на 2 порядка выше УВ, а в скважине 304 – <sup>60</sup>Co. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs в скважинах 107 и 108 обусловлено выходом в зону контроля скважин застойной воды, поступившей в грунт в результате протечки в 1989 г. в аппаратном отделении 1-ой очереди. Повышение объемной активности радионуклидов в воде скважин 303 и 304 вызвано протечками в 2001 г. и в 2003 г. бакового хозяйства ОСК-1.

Содержание радионуклидов в почве по данным ЛООС приведено в табл. 4.44. В таблице также приводятся данные за предпусковой 1972 г. и средние значения за последние 5 лет. Только в СЗЗ АЭС по данным за последние 5 лет содержание <sup>137</sup>Cs в почве в 1,8 раза превышало значения <sup>137</sup>Cs в предпусковой период. В зоне наблюдения содержание <sup>137</sup>Cs и Σβ в почве в 2004 г. было ниже или на уровне предпускового 1972 г. и фоновый уровень (п. Зеленоборский).

Таблица 4.44

**Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в СЗЗ и ЗН КоАЭС, кБк/м<sup>2</sup>  
(данные ЛООС КоАЭС)**

Пункт контроля	<sup>137</sup> Cs			Σβ		
	2004 г.	1972 г.	Среднее за 5 лет	2004 г.	1972 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ	0,468	0,263	0,405	8,39	14,0	14,2
ЗН	0,356	0,381	0,371	11,4	18,3	14,9
Фон	0,401	0,422	0,371	9,2	13,0	13,8

Примечание: фоновая точка отбора проб находится в п. Зеленоборский в 75 км от КоАЭС.

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра по данным лаборатории КоАЭС представлена в табл. 4.45. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в воде всех исследованных водоемов увеличилась по сравнению с 2003 г. в среднем в 1,4 раза, но, тем не менее, составляла не более 0,1 % от уровня вмешательства, установленного НРБ-99 [5] для этого радионуклида. Объемная активность <sup>137</sup>Cs и Σβ в некоторых точках отбора воды была выше, чем в контрольном водоеме – р. Пиренге. Самая высокая активность <sup>137</sup>Cs наблюдалась в губе Молочная, куда поступают сточные воды КоАЭС и в проливе Широкая Салма. Объемная активность Σβ в губе Молочная также немного превышала фоновый уровень и объемные активности в других точках отбора проб. Объемная активность других радионуклидов была ниже порога обнаружения. В 2004 г. В НПО «Тайфун» возобновились измерения по содержанию <sup>90</sup>Sr в воде оз Имандра. Среднегодовая удельная активность <sup>90</sup>Sr в

воде оз. Имандра была низкая и составляла 2 мБк/л (0,04 % от УВ, установленных НРБ-99 [5]).

Таблица 4.45

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов в районе КоАЭС, мБк/л**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		Σβ	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
губа Глубокая – подводный канал	3,7	2,4	53	59
губа Молочная	8,5	7,7	61	52
Узкая Салма	3,0	< 2	47	48
Широкая Салма	8,6	5,6	42	51
р. Нива	4,1	2,9	55	53
водозабор п. Африканда	3,4	3,4	40	65
р. Пиренга – контрольный водоем	4,1	< 2	52	45

Основным источником хозяйственно-питьевого снабжения КоАЭС является оз. Имандра. Забор воды для нужд АЭС производится из губы Глубокая Иокостровской Имандры. Забор воды для населенных пунктов г. Полярные Зори, п.п. Зашеек и Африканда, расположенных в ЗН КАЭС, также осуществляется из Иокостровской Имандры. Объемная активность <sup>137</sup>Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1, п. Африканда колеблется в пределах от 3,4 до 4,1 мБк/л, а объемная активность Σβ – от 40 до 55 мБк/л.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра по данным ЛООС [17] приведена в табл. 4.46. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. Техногенная активность донных отложений определяется <sup>137</sup>Cs глобального и частично «станционного» происхождения (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Максимальное содержание <sup>137</sup>Cs в донных отложениях (103 Бк/кг в.-с.) имело место в сбросном канале. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs было зарегистрировано также на Форелевом хозяйстве (80 Бк/кг в.-с.). В среднем, удельная активность <sup>137</sup>Cs в донных отложениях в 2004 г. была на уровне предыдущего года.

Таблица 4.46

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе КоАЭС, Бк/кг в.-с.**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		Σβ	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Сбросной канал	103	39	177	193
губа Молочная (1)	17	16	141	147
губа Молочная (2)	12	9,9	117	260
Орловские острова	22	50	129	187
Кунчаст губа	36	61	153	231
Форелевое хоз-во	80	27	301	167
губа Камка	11	41	103	193
губа Глубокая	9,8	21	133	233
Сосновые острова	15	8,7	174	132
губа Заячья	11	13	250	311

Содержание Σβ в пробах рыбы (с учетом погрешности анализов) находилось на уровне предыдущих лет: средняя удельная активность для съедобной части составляла 90,9 Бк/кг сырой массы, для несъедобной части – 72,6 Бк/кг (в 2003 г. эти величины составляли 84,5 и 51,6 Бк/кг, в 2002 г. – 108 и 71 Бк/кг, в 2001 г. – 97 и 89 Бк/кг соответственно). Концентрация <sup>137</sup>Cs в тканях

рыб была ниже их допустимого содержания по действующим нормативам [6], составляющим 130 Бк/кг. Концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в тканях съедобной части различных видов рыб (сиг, окунь, голец, налим, форель), выловленных в десяти разных местах, в том числе и в садковом хозяйстве, колебалась от 3,2 до 49 Бк/кг, а в несъедобной части рыб – от 1,8 до 33 Бк/кг.  $^{90}\text{Sr}$  в рыбе обнаружен не был.

Удельная активность радионуклидов в грибах и ягодах в пределах погрешности измерения осталась на уровне предыдущих лет. Усредненная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в пластинчатых грибах составляла 9,3% от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [6]. В трубчатых грибах усредненная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла 4,9 % от норматива, в чернике – 10,5 %, в бруснике – 9 %. Удельная активность  $\Sigma\beta$  в ягодах соответствует «нулевому фону», который наблюдался до ввода 1-го энергоблока, а в грибах превышает «нулевой фон»: в пластинчатых грибах в ЗН в – 1,8 раза, в трубчатых грибах в СЗЗ и ЗН в – 1,5 раза.

Анализ сельскохозяйственной продукции (огурцы, томаты, зеленый лук, салат, сельдерей) тепличного хозяйства, расположенного в непосредственной близости от АЭС, на содержание радионуклидов показал, что средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в овощах ( $< 0,20$  Бк/кг сырой массы) не превышала 0,2 % от норматива, в огурцах и свекле средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составляла 0,44 и 0,22 Бк/кг сырой массы соответственно, что не превышает 0,2–0,4 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [6].

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 100-км зоне вокруг КоАЭС в 2003 г., по данным Мурманского УГМС [18], показывают, что по сравнению с 2003 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 7 до 13 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 7 до 16 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальное суточное значение МЭД (18 мкР/ч) наблюдалось в июне – июле в п. Зареченск. По данным ЛООС мощность дозы  $\gamma$ -излучения на промплощадке, СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2003 г., составляла в среднем (9–14) мкР/час и не превышала фоновых уровней.

Годовая поглощенная доза облучения, полученная прямым измерением на местности с помощью ТЛД и усредненная по зонам наблюдения, составляла  $61 \cdot 10^{-5}$  Гр для СЗЗ,  $59 \cdot 10^{-5}$  Гр – для ЗН и  $68 \cdot 10^{-5}$  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 приземной атмосфере 30-км зоны. Наблюдаемые уровни загрязнения на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов и не представляют опасности для здоровья населения. На территории промплощадки наблюдается загрязнение грунтовых вод  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , что может привести к дополнительному загрязнению окрестных водоемов этими радионуклидами.



#### 4.7. Курская АЭС

В 2004 г. на Курской АЭС (КуАЭС) эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000, введенные в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 гг. Проектная мощность каждого блока составляет 1 000 МВт [19].

КуАЭС расположена в 3 км от г. Курчатова и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм. Сейм впадает в р. Десну, а затем в р. Днепр в его среднем течении.

Радиус СЗЗ КуАЭС [19] составляет 1,7 км, а ЗН – 30 км. В зоне наблюдения проживает 162,7 тыс. человек, 93,4 тыс. из них проживает в городах. В городских населенных пунктах доля детей составляет 20–30 % населения, в сельской местности – 12–18 %.

В 2004 г. средняя годовая температура воздуха в районе АЭС [19] составила +7,3 °С, абсолютный максимум – +30,7 °С, абсолютный минимум – -21,4 °С Преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было западное, максимальная скорость ветра наблюдалась в апреле – мае и составляла 18 м/с, среднегодовая скорость – ~ 2,3 м/с.

Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на КуАЭС осуществляются через вентиляционную трубу высотой 150 м и венттрубу машзала высотой 60 м. Перед выбросом в атмосферу воздух проходит очистку на аэрозольных фильтрах. Для уменьшения активности в выбросах в окружающую среду используется камера выдержки (первая очередь, блоки № 1 и № 2) и установка подавления активности (вторая очередь, блоки № 3 и № 4). Данные о выбросах регламентируемых радионуклидов на КуАЭС в атмосферу в 2004 г. представлены в табл. 4.47 [1, 19].

Таблица 4.47

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	2,5·10 <sup>9</sup>	5,66·10 <sup>7</sup>	6,92·10 <sup>7</sup>	- 1,26·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> І	9,3·10 <sup>10</sup>	8,06·10 <sup>9</sup>	3,27·10 <sup>9</sup>	+ 4,79·10 <sup>9</sup>
<sup>134</sup> Сs	1,4·10 <sup>9</sup>	3,57·10 <sup>6</sup>	–	+ 3,57·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Сs	4,0·10 <sup>9</sup>	2,41·10 <sup>7</sup>	2,68·10 <sup>7</sup>	- 2,70·10 <sup>6</sup>
Сумма ИРГ	3,7·10 <sup>15</sup>	3,64·10 <sup>14</sup>	3,54·10 <sup>14</sup>	+ 1,00·10 <sup>13</sup>

Из приведенных в табл. 4.47 данных видно, что в 2004 г. годовые выбросы радионуклидов на КуАЭС не превышали допустимых нормативов и составляли (0,2 – 9,8) % от разрешенных выбросов. По данным [19] 13.04.2005 суточный выброс <sup>131</sup>І превысил контрольный уровень в 7,7 раза, однако, контрольный уровень месячных выбросов <sup>131</sup>І КуАЭС в апреле превышен не был. Выбросы <sup>131</sup>І в апреле составили 83,2 % от контрольного уровня.

Сбросы ХФК на КуАЭС производятся в р. Реут (приток р. Сейм), а ПЛК – в р. Сейм. Дебалансные воды (избыточные воды, прошедшие специальную обработку, которые по тем или иным причинам не могут быть использованы для подпитки технологических контуров) поступают на первой очереди в систему ПЛК, на второй – в ПЛК или ХФК.

Приемником технической (оборотной) воды на КуАЭС является водоем-охладитель, расположенный на ровной, местами заболоченной, пойме р. Сейм. Водоем-охладитель разделен на два рукава струераспределительной дамбой, предназначенной для равномерного распределения потока

нагретой воды по всей акватории. Средняя глубина водоема-охладителя составляет 4,5 м, максимальная – 11 м. Объем чаши водоема-охладителя составляет  $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ , площадь зеркала –  $21,5 \text{ км}^2$ , скорость течения – от 0,02 м/с (в летнюю межень) до 0,05 м/с (в весенний паводок).

По данным [1, 19] годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на КуАЭС в 2004 г. не превышали установленных нормативов. Сброс  $^{137}\text{Cs}$  со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2004 г. составил  $2,73 \cdot 10^7$  Бк при величине разрешенного сброса –  $3,23 \cdot 10^9$  Бк/год,  $^{90}\text{Sr}$  –  $1,65 \cdot 10^6$  Бк при разрешенном сбросе –  $5,06 \cdot 10^{10}$  Бк/год. Сбросы  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  были ниже минимально детектируемой активности. Фактический суммарный сброс всех радионуклидов не превышал 1 % от разрешенного сброса для КуАЭС.

В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО. 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 на внешней поверхности хранилищ ТРО колеблется от 100 до 220 мкР/ч. ЖРО хранятся на промплощадке в специальных хранилищах-ёмкостях ХЖО, мощность дозы на поверхности которых составляет (20–220) мкР/ч. Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК хранятся на иловых картах (МЭД – от 50 до 250 мкР/ч). Часть отходов (250 т) временно хранится на промплощадке инертных материалов на территории очистных сооружений. Удаленность мест хранения радиоактивных отходов от населенных пунктов составляет 2–3 км.

Радиационная обстановка вокруг КуАЭС в радиусе до 100 км контролируется УГМС ЦЧО (УГМС Центрально-Черноземных областей), а в радиусе до 30 км – лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) КуАЭС.

В 2004 г. контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в СЗЗ и ЗН КуАЭС был организован ЛВРК следующим образом [19]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы измерялась в объединенных за месяц пробах в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях и в разных направлениях от АЭС. Пробы отбирались с помощью ВФУ производительностью 1250 и 4800 м<sup>3</sup>/час;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, установленных на высоте 1 м. Время экспозиции проб составляло 1 месяц;
- определялось загрязнение питьевой воды, воды 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 гамма-излучению,  $\Sigma\beta$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Радионуклидный состав проб определялся  $\gamma$ -спектрометрическим методом на  $\gamma$ -спектрометрах фирмы «ORTEC» с германиевыми детекторами типа ДГДК-80-В, диапазон измере-

ния активности образцов –  $(10-10^5)$  Бк/пробу с погрешностью 35–60 %. Измерение суммарной  $\beta$ -активности проб проводилось на радиометрах типа РУБ-01П, КРК-1. Для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на местности использовались переносные дозиметры СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р.

В 2004 г. УГМС ЦЧО [20] в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводился радиационный мониторинг следующих параметров окружающей среды:

- объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на двух станциях в г. Курске и г. Курчатове (рис. 4.9);
- радиоактивных атмосферных выпадений на шести станциях (рис. 4.9) с помощью горизонтальных планшетов без бортиков площадью  $0,3 \text{ м}^2$  с суточной экспозицией;
- объемной активности радионуклидов в воде открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС (рис. 4.10);
- плотности загрязнения снега в марте во время маршрутного обследования в 20-км зоне КуАЭС в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске (рис. 4.10);

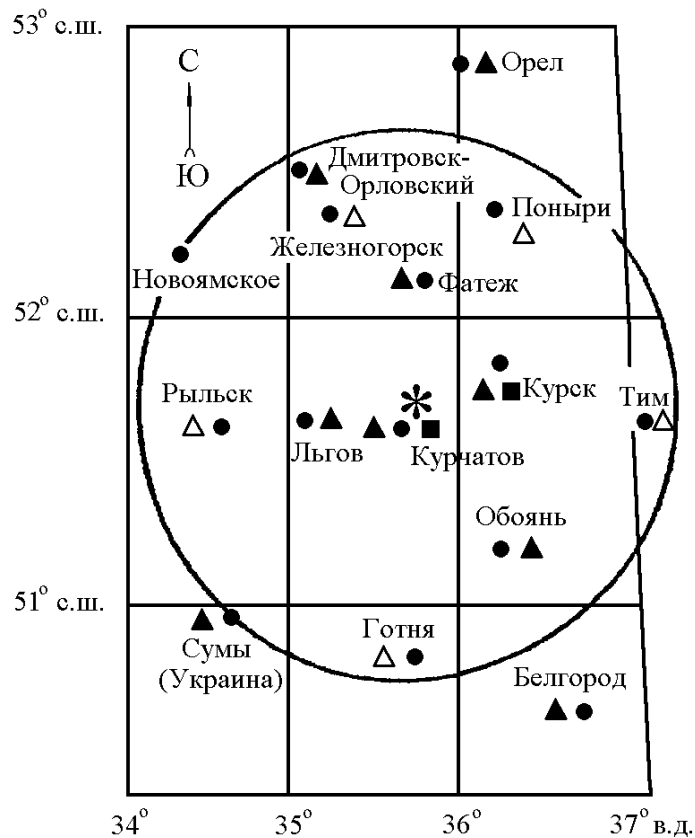


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг КуАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ – планируемые наблюдения.

- уровня радиоактивного загрязнения растительности в вегетационный период во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в девяти пунктах, совпадающих с пунктами отбора снега;
- мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на 12 стационарных пунктах, а также при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС.

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на гамма-спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная  $\beta$ -активность измерялась на радиометрах типа РУБ-01П5. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  определялась в НПО «Тайфун» радиохимическими методами.

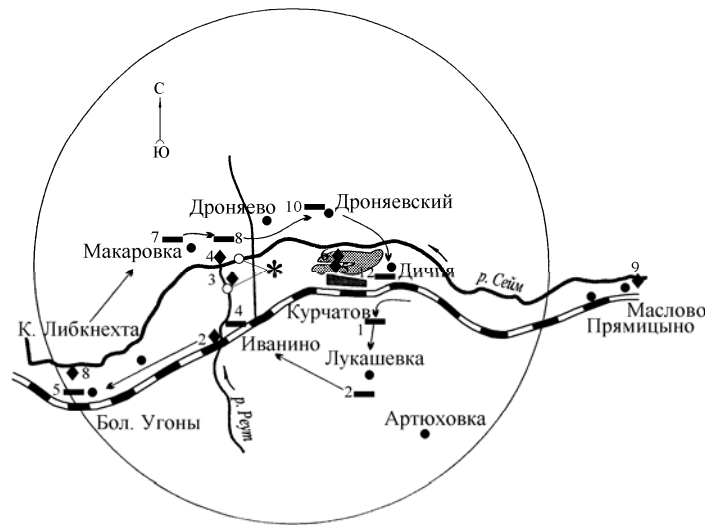


Рис. 4.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг КуАЭС:

- \* – 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.

### Атмосферные аэрозоли и выпадения

В табл. 4.48 приведены данные ЛВРК АЭС [19] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2003–2004 гг. и данные о величине годовых атмосферных выпадений. По данным ЛВРК КуАЭС в 2004 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по количественному и качественному составу по сравнению с 2003 г. существенных изменений не имел. По сравнению с предыдущим годом в 2004 г. в СЗЗ КуАЭС было зарегистрировано увеличение объемной активности  $^{58}\text{Co}$  (в 1,7 раза), а в ЗН –  $^{54}\text{Mn}$  (в 1,4 раза) и  $^{95}\text{Nb}$  (в 1,3 раза). В контрольном пункте содержание  $^{54}\text{Mn}$  в воздухе было в 9,4 раза больше, чем в 2003 г. Объемные активности остальных радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН остались на уровне 2003 г. или уменьшились. С увеличением расстояния от АЭС содержание радионуклидов в

воздухе уменьшается. По сравнению с СЗЗ в ЗН объемная активность  $^{60}\text{Co}$  и  $^{59}\text{Fe}$  ниже в 3 раза,  $^{95}\text{Nb}$  и  $^{137}\text{Cs}$  – в 1,5 раза. В контрольном пункте Селекционный еще регистрируются  $^{54}\text{Mn}$  и следы других радионуклидов, а объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  превышает фоновую для Центра ЕТР в 3 раза ( $0,096 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Однако все приведенные выше среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС были на пять – семь порядков меньше допустимых уровней, установленных НРБ-99 (см. табл. 4.48).

Таблица 4.48

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов ( $q$ ,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) в приземном воздухе СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2003 – 2004 гг. (данные ЛВРК КуАЭС)**

Радионуклид	q						ДОО <sub>НАС.</sub> по НРБ-99, Бк/м <sup>3</sup>
	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контр. пункт)		
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
$^{51}\text{Cr}$	< 8,0	< 6,3	< 3,31	< 2,87	< 3,50	< 2,38	2500
$^{54}\text{Mn}$	0,41	1,11	0,31	0,23	0,75	0,08	72
$^{59}\text{Fe}$	1,15	0,87	0,39	< 0,16	< 0,26	< 0,13	30
$^{58}\text{Co}$	0,56	0,33	0,19	0,29	< 0,07	0,09	68
$^{60}\text{Co}$	0,91	1,19	0,24	0,29	< 0,08	0,17	11
$^{65}\text{Zn}$	< 0,31	< 0,35	< 0,21	< 0,26	< 0,08	< 0,23	72
$^{94}\text{Nb}$	< 0,12	< 0,82	< 0,07	< 0,17	< 0,03	< 0,05	11
$^{95}\text{Nb}$	0,59	0,78	0,37	0,28	< 0,14	< 0,16	72
$^{95}\text{Zr}$	< 0,34	0,74	< 0,15	< 0,21	< 0,13	< 0,17	23
$^{134}\text{Cs}$	0,12	0,22	< 0,06	0,12	< 0,05	< 0,09	19
$^{137}\text{Cs}$	0,42	0,75	0,28	0,24	0,37	0,31	27

По данным АЭС в 2004 г. в радиоактивных выпадениях в СЗЗ и ЗН постоянно присутствовали  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , значения выпадений которых оставались на уровне предыдущего года. Среднегодовые выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения [19].

Данные УГМС ЦЧО [20] о максимальных и среднемесячных суточных объемных активностях  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в 100-км зоне КуАЭС в 2004 г. приведены в табл. 4.49. Из приведенных в табл. 4.49 данных видно, что максимальная среднесуточная объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась в январе в г. Курске и составляла  $88,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а среднемесячная – изменялась от  $3,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (декабрь, г. Курчатов) до  $18,70 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (август, г. Курчатов). Среднегодовые объемные активности  $\Sigma\beta$  в этих городах были ниже средней для территории РФ ( $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) и Центра ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>).

В табл. 4.49 также приведены данные УГМС ЦЧО [20] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных выпадениях  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне КуАЭС в 2004 г. Там же, для сравнения, приведены среднемесячные суточные выпадения для Центрально-Черноземных областей России (без учета станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.).

Среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне КуАЭС составляли  $1,1$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки, что не отличается от среднего значения для Центрально-Черноземных областей. Наибольшее значение выпадений  $\Sigma\beta$  за год было зарегистрировано в г. Курске ( $543$  Бк/м<sup>2</sup>·год). Максимальное суточное

Таблица 4.49

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений  
и объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2004 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	2004 г.		2003 г.
		<u>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>·сутки</u>														
Дмитровск-	с	0,9	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	0,9	0,8	1,1	0,8	1,1	0,7	0,9	1,1	341,0
Орловский	м	2,2	1,8	2,5	3,3	2,8	2,4	2,3	2,7	1,9	1,7	1,9	1,7			
Курск	с	1,4	2,0	1,9	1,5	1,2	1,5	1,1	1,4	1,7	1,5	1,4	1,4	1,5	1,7	543,0
	м	5,7	6,3	5,6	5,3	3,8	4,2	5,3	4,3	5,6	2,9	5,0	2,7			
Курчатов	с	1,1	1,2	0,9	1,1	1,0	1,0	1,4	0,8	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	395,7
	м	2,3	2,3	2,0	2,3	2,8	2,5	3,6	2,2	2,3	2,7	2,2	2,4			
Льгов	с	1,0	1,1	0,9	0,8	1,0	0,8	1,0	0,8	1,2	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	346,1
	м	2,6	2,2	1,7	1,7	2,2	2,2	1,9	2,5	1,8	1,8	2,0				
Обоянь	с	1,0	1,1	1,0	1,3	0,9	1,3	1,4	-	1,1	1,1	0,8	0,8	1,1	0,9	327,9
	м	2,0	3,1	2,5	3,4	3,2	2,6	3,4	-	1,8	2,2	1,5	1,6			
Фатеж	с	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	0,8	1,0	1,0	343,4
	м	1,5	2,8	2,7	2,2	1,7	2,5	2,0	2,7	1,6	2,1	1,9	1,7			
Среднее: по 100-км зоне КАЭС		1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	0,9	1,2	1,1	1,1	0,9	1,1	1,1	387,8
по ЦЧО России		1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	377,8
		<u>Объемная активность, 10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup></u>														
Курск	с	15,8	11,5	9,0	17,9	8,6	13,5	11,4	18,4	13,1	9,0	12,5	8,7	12,5	14,0	
	м	88,1	57,7	37,4	42,3	37,1	38,0	59,7	48,5	45,0	34,1	41,8	25,3			
Курчатов	с	-	-	-	-	-	-	-	18,7	10,3	4,1	8,7	3,0	9,0	4,2	
	м	-	-	-	-	-	-	-	28,2	18,9	8,4	18,5	7,2			

- - пробы не отбирались.

значение выпадений  $\Sigma\beta$  (6,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки в феврале) было также зарегистрировано в г. Курске. Следует отметить, что повышенные выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Курске наблюдаются с 2002 г. Стабильный уровень выпадений в г. Курчатове и в других пунктах Курской области позволяет утверждать, что повышение выпадений  $\Sigma\beta$  в г. Курске не связано с деятельностью КуАЭС, а обусловлено какими-то источниками, находящимися в Курске. Гамма-спектрометрическим анализом в пробах с повышенной суммарной бета-активностью, отобранных в г. Курске, регистрировались продукты распада радона-220 (ториевого) [20].

По результатам гамма-спектрометрического анализа суточных проб аэрозолей и объединенных за месяц суточных проб, проведенного УГМС ЦЧО, в табл. 4.50 представлены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе 100-км зоны АЭС, а также зарегистрированные в течение года максимальные суточные объемные активности. С целью оценки степени опасности для населения зарегистрированных в атмосфере радионуклидов, в таблице также приведены допустимые объемные активности радионуклидов в соответствии с НРБ-99 [5].

В течение 2004 г. среднемесячная объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере г. Курска изменялась от 0,07·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (март) до 0,22·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup> (май) и составляла в среднем за год 0,13·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>, что несколько ниже уровня прошлого года (0,15·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>). В г. Курчатове объемная активность <sup>137</sup>Cs была ниже, чем в г. Курске в 1,4 раза и составила 0,09·10<sup>-5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная активность <sup>137</sup>Cs в г. Курске в 4,6 раза превышала среднюю для не загрязненных территорий РФ, а в г. Курчатове – в 3,2 раза. Дополнительное поступление <sup>137</sup>Cs в приземную атмосферу г. Курска, вероятнее всего, обусловлено ветровым переносом <sup>137</sup>Cs с загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС территорий, вблизи которых расположен г. Курск.

Среднегодовые ( $q$ ) и максимальные суточные ( $q_m$ ) значения объемной активности радионуклидов в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО)

Радионуклид	г. Курск				г. Курчатов				ДОО <sub>НАС.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	$q$		$q_m$		$q$		$q_m$		
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
<sup>24</sup> Na	0,6	1,8	22,9	87	н	2,1	н	200	46
<sup>51</sup> Cr	н	н	8,2	6,8	н	0,22	4,1	7,6	2500
<sup>54</sup> Mn	0,03	0,03	3,3	3,7	0,16	0,07	2,3	3,0	72
<sup>59</sup> Fe	0,03	н	0,12	н	0,13	0,04	2,4	2,7	30
<sup>60</sup> Co	0,02	0,003	0,08	2,7	0,15	0,1	1,5	2,9	11
<sup>90</sup> Mo	н	0,1	1,6	3,9	0,1	0,2	2,2	7,6	27
<sup>95</sup> Zr	0,01	0,01	0,1	0,1	0,04	0,01	0,7	0,4	23
<sup>95</sup> Nb	0,03	0,02	0,17	0,2	0,1	0,03	1,2	1,5	72
<sup>131</sup> I	0,01	0,1	2,0	5,6	0,03	0,2	0,8	1,6	7,3
<sup>137</sup> Cs	0,13	0,15	3,7	3,0	0,09	0,1	0,9	2,6	27
<sup>140</sup> Ba	н	н	н	н	н	0,03	1,4	0,26	22

н – ниже предела обнаружения.

Кроме <sup>137</sup>Cs, в пробах наблюдались <sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co, <sup>59</sup>Fe, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, <sup>140</sup>Ba и такие короткоживущие радионуклиды как <sup>131</sup>I и <sup>24</sup>Na. Объемные активности большинства радионуклидов, за исключением <sup>137</sup>Cs, уменьшались с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске были меньше, чем в г. Курчатове. Средние за год объемные активности радионуклидов остались примерно на уровне средних за предыдущий год [20]. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных (ДОО<sub>НАС.</sub> по НРБ-99) на пять – семь, а средние – на шесть – восемь порядков. Наибольшие значения объемных активностей техногенных радионуклидов в атмосфере г.г. Курска и Курчатова, как и ранее, регистрировались при направлениях ветра от КуАЭС (см. рис. 4.11).

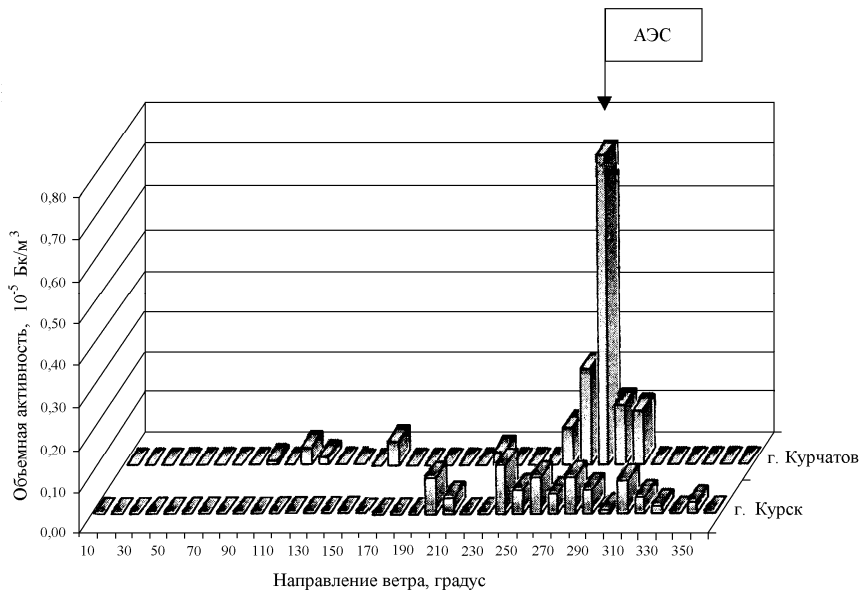


Рис. 4.11. Зависимость средней объемной активности техногенных радионуклидов за 2004 г. в атмосферных аэрозолях от преобладающего направления ветра в г.г. Курск и Курчатов

В табл. 4.51 представлены объемные активности <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и <sup>239,240</sup>Pu в приземном слое воздуха в г.г. Курске и Курчатове за последние пять лет. Из табл. 4.51 видно, что среднегодовые значения

объемных активностей представленных радионуклидов мало менялись за указанный период. Объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в г.г. Курске и Курчатове находились на уровне средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР.

Таблица 4.51

**Объемные активности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2000 – 2004 гг., Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО и НПО «Гайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Центра ЕТР
<b><math>^{137}\text{Cs}^*</math>, <math>10^{-7}</math></b>							
Курск	2000	12	22	14	14	16	6,7
	2001	10	16	16	19	15	3,8
	2002	13	26	25	11	19	8,8
	2003	12	24	17	9	15	4,1
	2004	8	17	15	10	13	9,6
Курчатов	2000	6	17	11	9	11	6,7
	2001	4	7	9	6	6	3,8
	2002	5	12	15	4	9	8,8
	2003	3	11	13	16	10	4,1
	2004	-	-	16**	5	10	9,6
<b><math>^{90}\text{Sr}</math>, <math>10^{-7}</math></b>							
Курск	2000	0,40	0,73	1,00	0,63	0,69	0,80
	2001	-	1,20	1,30	0,90	1,10	0,79
	2002	0,56	1,50	1,00	0,34	0,85	0,76
	2003	0,25	1,50	0,93	0,28	0,74	1,9
	2004	0,27	0,93	1,4	0,37	0,74	1,32
Курчатов	2000	0,41	2,70	0,93	0,29	1,10	0,80
	2001	-	0,73	1,20	0,15	0,69	0,79
	2002	0,28	0,98	1,00	0,29	0,64	0,76
	2003	0,08	0,59	0,56	1,50	0,68	1,9
	2004	-	-	1,9	0,24	1,1	1,32
<b><math>^{239,240}\text{Pu}</math>, <math>10^{-9}</math></b>							
Курск	2000	-	-	3,4	1,4	2,4	-
	2001	-	3,1	4,8	0,84	2,9	-
	2002	1,2	3,7	4,9	0,67	2,6	-
	2003	2,0	4,3	2,3	0,8	2,4	-
	2004	0,49	2,9	2,7	1,0	1,8	-

- – пробы не отбирались;
- \* – данные УГМС ЦЧО;
- \*\* – данные за два месяца.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся УГМС ЦЧО по объединенным за каждый месяц пробам пункта Курчатов и объединенным месячным пробам по трем пунктам – Курск, Льгов, Обоянь (зона 12), расположенным в зоне влияния КуАЭС (табл. 4.52).

Из табл. 4.52 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ . По сравнению с предыдущим годом в г. Курчатове выпадения  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  уменьшились в 2,1 и 2,2 раза соответственно, а  $^{137}\text{Cs}$  – незначительно увеличились. В зоне 12 в месячных пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов определялся только  $^{137}\text{Cs}$  и в октябре –  $^{60}\text{Co}$ . По сравнению с 2003 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в зоне 12 незначительно уменьшились. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Курчатове в 2004 г. в 6,7 раза превышали средние выпадения этого радионуклида для незагрязненных территорий Центра ЕТР, а в зоне 12 – в 2,7 раза. По данным УГМС ЦЧО, в отличие от данных ЛВРК, в ближней зоне наблюдения (г. Курчатов) в выпадениях присутствовал  $^{54}\text{Mn}$ .



Таблица 4.52

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>·месяц  
(данные УГМС ЦЧО)**

Месяц	Курчатов			Зона 12	
	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	<sup>137</sup> Cs	<sup>60</sup> Co
Январь	0,31	1,15	0,25	0,07	н
Февраль	0,20	1,12	0,43	0,09	н
Март	0,46	1,35	н	0,12	н
Апрель	0,28	0,57	0,19	0,11	н
Май	0,27	н	н	0,21	н
Июнь	0,32	н	н	0,24	н
Июль	0,36	0,34	н	0,14	н
Август	0,45	0,65	0,32	0,13	н
Сентябрь	0,51	0,74	0,38	0,18	н
Октябрь	0,53	1,05	0,93	0,13	0,05
Ноябрь	0,37	0,52	н	0,14	н
Декабрь	0,17	0,56	н	0,17	н
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год :					
2004 г.	4,23	8,05	2,50	1,73	0,05
2003 г.	3,87	16,70	5,43	1,98	н

Примечание: в зону 12 включены пункты Курск, Льгов, Обоянь;  
н – ниже предела обнаружения.

**Вода**

В 2004 г. ЛВРК КуАЭС ежемесячно проводила отбор проб воды открытых водоемов (водоем охладитель, р. Сейм, р. Реут) при помощи ручных пробоотборников. Объем пробы составлял не менее 40 л.

УГМС ЦЧО также ежемесячно проводила отбор проб поверхностных вод при маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС (рис. 4.10). Радионуклидный состав определялся в объединенных за год по каждому пункту пробах.

Объемные активности отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приёмников сточных вод в 2004 г., полученные ЛВРК АЭС и УГМС ЦЧО приведены в табл. 4.53.

Таблица 4.53

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов в 2004 г., мБк/л  
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co		Σβ	
	2004 г.	Среднее за 5 лет	2004 г.	Среднее за 5 лет	2004 г.	Среднее за 5 лет
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	н*		н*		50*	78*
Подводящий канал водоема-охладителя	40,0	49,2	< 20,8	< 28	-	-
	н*		н*		50*	68*
	< 27,5	66,6	< 20,0	< 31,9	-	-
<u>р. Сейм</u>						
Сброс ПЛК	40,0	59,2	< 21,7	< 29,9	-	-
Выше сброса ПЛК	< 26,7	< 34,0	< 20,01	< 30,7	-	-
Выше сброса ПЛК, д. Анахино, т. 9 на рис. 4.10 (фон)	н*		н*		30*	42*
Ниже сброса ПЛК	< 25,0	< 35,2	< 20,0	< 31,2	-	-
100 м ниже сброса ПЛК, т. 4 на рис. 4.10	н*		н*		30*	58*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны, т. 8 на рис. 4.10	н*		н*		40*	48*
<u>р. Реут</u>						
Сброс ХФК	51,7	88,3	< 23,3	64,6	-	-
Выше сброса ХФК	40,0	< 34,8	< 20,0	< 32,8	-	-
4 км выше сброса, т. 2 на рис. 4.10 (фон)	н*		н*		40*	72*
Ниже сброса ХФК	38,0	54,9	< 20,8	77,0	-	-
0,5 км ниже сброса, т. 3 на рис. 4.10	н*		н*		40*	78*

\* – данные УГМС ЦЧО;  
- – измерения не проводились;  
н – ниже предела обнаружения.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2004 г. в воде водоема-охладителя, р. Сейм и р. Реут (в сбросных водах и ниже сброса) эпизодически регистрировались радионуклиды техногенного происхождения:  $^{137}\text{Cs}$  с активностью до 51,7 мБк/л и  $^{60}\text{Co}$  с активностью до 23,3 мБк/л. Однако эти значения были на два – три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 ( $1,1 \cdot 10^4$  мБк/л и  $4,1 \cdot 10^4$  мБк/л соответственно).

По данным УГМС ЦЧО в 2004 г. наибольшая среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась в подводящем и отводящем каналах (в т.т. 5 и 6, см. рис. 4.10) – 50 мБк/л. Средние за год значения объемной активности  $\Sigma\beta$  в водных объектах, расположенных в зоне влияния КуАЭС, были близки к значениям в фоновых точках (т. 2 – р. Реут, т. 9 – р. Сейм) или несущественно их превышали. По данным гамма-спектрометрического анализа объемная активность техногенных радионуклидов в водных объектах не превышала предела обнаружения.

В районе КуАЭС водопотребление на коммунально-бытовые нужды осуществляется только из подземных источников. Для питьевых целей в г. Курчатове используется вода из Курчатовского и Дичнянского водозаборов. В 2004 г. ЛВРК КуАЭС проводился отбор проб питьевой воды в Дичнянском и Тарасовском водозаборах. Результаты анализов показали, что объемные активности радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$  – < 26 мБк/кг,  $^{60}\text{Co}$  – < 20 мБк/кг) были как минимум на два – три порядка ниже уровней вмешательства в воде по НРБ-99 [5]. Суммарная объемная гамма-активность воды из этих водозаборов составляла < 26 мБк/л и была сравнима со средним значением этой величины за последние пять лет (< 23 мБк/л).

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 р. Реут и в р. Сейм. Результаты анализа проб донных отложений [19] представлены в табл. 4.54.

Таблица 4.54

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС в 2003–2004 гг., Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Отводящий канал, водоема-охладителя	1,8	6,8	< 0,3	< 0,7
Подводящий канал, водоема-охладителя	2,6	2,2	< 0,7	< 0,3
Водоем-охладитель, 200 м ниже струерапределительной дамбы	1,9	27,7	< 0,7	< 1,4
Водоем-охладитель, район БНС-3	1,0	2,8	< 0,5	< 0,3
Водоем-охладитель, восточная часть	0,6	< 0,6	< 0,3	< 0,3
Водоем-охладитель, район СЭС	3,4	< 0,5	< 0,6	< 0,3
Водоем-охладитель, район ЛВРК	28,6	1,1	< 1,6	< 0,7
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	10,7	3,2	< 1,1	< 1,0
р. Сейм, 3-я насосная	1,1	3,3	< 0,7	< 0,8
р. Сейм, сброс ПЛК	-	39,2	-	28,2
р. Сейм (ниже сброса), х. Александровский	5,0	3,7	< 1,1	< 0,9
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	27,1	27,2	< 1,9	< 1,8
р. Реут, сброс ХФК	31,1	9,9	9,4	< 1,8
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	35,1	39,5	15,7	7,4

- - измерения не проводились.

Как видно из табл. 4.54, в 2004 г. в пробах донных отложений удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  изменялась в диапазоне от 0,6 до 35,1 Бк/кг в.-с.  $^{60}\text{Co}$  был зарегистрирован в двух местах отбора проб. В этих же местах отбора проб наблюдалось максимальное загрязнение донных отложений  $^{137}\text{Cs}$ : в

р. Реут в 100 м ниже сброса ХФК удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  составляла 35,1 и 15,7 Бк/кг в.-с. соответственно и в месте сброса ХФК – 31,1 и 9,4 Бк/кг в.-с. соответственно. Зарегистрированные ЛВРК уровни загрязнения донных отложений были в 300 и более раз ниже нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды 05.01.2003 г.: для  $^{137}\text{Cs}$  –  $10^4$  Бк/кг, для  $^{60}\text{Co}$  –  $10^4$  Бк/кг.

Для контроля за уровнем загрязнения грунтовых вод ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды при помощи ручных пробоотборников из контрольных наблюдательных скважин [19], расположенных вокруг хранилищ ЖРО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов 1-ой, 2-ой очереди. В 2004 г. среднегодовая объемная суммарная  $\beta$ -активность воды в контрольных скважинах в основном определялась природным радионуклидом  $^{40}\text{K}$  и не превышала допустимого уровня по НРБ-99 (1 Бк/л).

### Снег

Наибольшая плотность загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  (0,99 Бк/м<sup>2</sup>) и наибольшая объемная активность  $\Sigma\beta$  в талой воде (60 мБк/л) наблюдались в пробе из пункта 8 (3 км на восток от п. Макаровка) (см. рис. 10 и табл. 4.55). Значения плотности загрязнения снежного покрова  $\Sigma\beta$  и объемной активности  $\Sigma\beta$  в талой воде по пунктам наблюдения находились на уровне значений фоновой пробы (0,53 Бк/м<sup>2</sup> и 32 мБк/л соответственно) и прошлого года или незначительно их превышали.

Таблица 4.55

Содержание  $\Sigma\beta$  в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2003 – 2004 гг.  
(данные УГМС ЦЧО)

Пункт отбора пробы	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
п. 1 - 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,51	0,38	31	32
п. 2 - 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,76	0,51	46	36
п. 4 - 1,5 км на запад от д. Иваново	0,25	0,52	15	44
п. 5 - западная окраина д. Большие Угоны	0,38	0,61	23	52
п. 7 - северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,61	0,62	37	42
п. 8 - 3 км на восток от д. Макаровка	0,99	0,35	60	30
п. 10 - 0,5 км на запад от п. Дроняевский	0,74	0,66	44	40
п. 12 - метеостанция г. Курчатов	0,23	0,53	14	42
п. 13 - метеостанция г. Курск (фон)	0,53	0,44	32	41

### Почва и растительность

Пробы почвы отбирались ЛВРК КуАЭС в местах расположения пунктов отбора проб атмосферных выпадений из поверхностного слоя земли. Результаты анализа проб показали, что основным техногенным радионуклидом во всех пробах почвы является  $^{137}\text{Cs}$ . Средние значения удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в почве в СЗЗ и ЗН составляли 67,1 Бк/кг и 65,6 Бк/кг при средних значениях за последние 5 лет 35,5 Бк/кг и 47,8 Бк/кг соответственно.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2004 г. контролировалось УГМС ЦЧО при ежемесячных маршрутных обследованиях в 20-км зоне КуАЭС в мае, июне, июле и августе в восьми пунктах вокруг АЭС, совпадающих с пунктами отбора проб снега (рис. 4.10), и на аэрологической станции в г. Курске. В пробах растительности определялась удельная активность техногенных  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $\Sigma\beta$  и

природных  $^{40}\text{K}$  и  $^7\text{Be}$  (табл. 4.56) радионуклидов. По данным УГМС ЦЧО [20], усредненное по всем измерениям содержание  $^{137}\text{Cs}$  в растительности в 20-км зоне АЭС незначительно уменьшилось по сравнению с 2003 г. и составило 3,2 Бк/кг в.с. Максимальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в растительном покрове наблюдалась в июле в пункте 1 – 6,7 Бк/кг. Наибольшая осредненная по четырем измерениям (май – август) удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  наблюдалась в пункте 12 – 5,5 Бк/кг. В 2004 г.  $^{60}\text{Co}$  во всех пробах растительности был ниже предела обнаружения. Наибольшая суммарная бета-активность растительности наблюдалась в июле в пункте 4 – 784 Бк/кг. Среднегодовые значения суммарной бета-активности и активности техногенных и природных радионуклидов незначительно отличаются от средних значений прошлого года и фоновых.

Таблица 4.56

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2004 г.  
(данные УГМС ЦЧО)**

Пункт отбора пробы	Плотность загрязнения, Бк/м <sup>2</sup>				Удельная активность, Бк/кг в.с.			
	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^7\text{Be}$	$\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}$	$^{40}\text{K}$	$^7\text{Be}$
п. 1 – 3 км на юго-запад от д. Дичня	469	4,52	683	188	411	3,78	591	157
п. 2 – 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	423	5,19	619	112	342	3,98	482	88
п. 4 – 1,5 км на запад от д. Иваново	523	3,42	736	95	484	3,33	677	90
п. 5 – западная окраина д. Большие Угоны	420	1,77	708	106	456	1,70	649	99
п. 7 – северо-восточный выезд из д. Макаровка	582	3,71	889	103	574	3,53	829	95
п. 8 – 3 км на восток от д. Макаровка	393	2,05	750	167	319	1,65	619	108
п. 10 – 0,5 км на запад от п. Дроняевский	386	3,83	601	141	327	3,18	497	105
п. 12 – метеостанция г. Курчатова	464	5,55	579	164	348	3,78	399	110
п. 13- метеостанция г. Курск (фон)	344	3,86	569	64	357	4,05	605	69

В 2004 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на радиационный контроль были отобраны продукты питания местного производства (колхозов и агрофирм) [19]: молоко, мясо, рыба, зерновые культуры, овощи и грибы. Полученные значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в пищевых продуктах не превышали нормативов СанПиН-96 [6].

#### Дозы гамма-излучения на местности

По данным УГМС ЦЧО ежемесячные измерения МЭД во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС показали, что в 2004 г. МЭД изменялась в пределах от 7 до 19 мкР/ч при среднем значении за год 12 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного  $\gamma$ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов стационарной сети изменялись, как и в 2003 г., от 10 мкР/ч (с. Новоямское) до 22 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Повышенные значения МЭД в Дмитровске-Орловском связаны с остаточным радиоактивным загрязнением его территории после аварии на ЧАЭС.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2004 г. среднегодовая величина МЭД в СЗЗ составила 11 мкР/ч, в ЗН – 9 мкР/ч, что практически не отличается по величине от значений МЭД предпускового периода станции в 1975 г. для СЗЗ и ЗН [19].

Поглощенная за год доза в районе КуАЭС изменялась от  $70 \cdot 10^{-5}$  до  $149 \cdot 10^{-5}$  Гр.

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС следует, что в 2004 г. эффективная доза облучения критической группы населения г. Курчатова радионуклидами газоаerosольного выброса составляла, как и в предыдущем году, 0,16 мкЗв/год при регламентированной величине эффективного дозового предела от выбросов АЭС – 10 мкЗв/год.

Таким образом, проведенный радиационный мониторинг показал, что радиационная обстановка в 100-км зоне КуАЭС в последние годы остается стабильной. Влияние Курской АЭС в 2004 г. выразилось, в основном, в присутствии в приземной атмосфере СЗЗ, ЗН и 100-км зоны продуктов деления и нейтронной активации, в основном  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ . Объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе были в  $10^5 - 10^6$  раз меньше допустимых уровней и не представляли опасности для здоровья населения.

#### 4.8. Ленинградская АЭС

В 2004 г. на Ленинградская 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 [21].

ЛАЭС расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 4.12). Первая очередь АЭС расположена примерно в 5 км к юго-западу от г. Сосновый Бор, вторая очередь – на 2 км западнее.

Площадь Копорской губы Финского залива, на берегу которой расположена ЛАЭС, ориентировочно составляет  $250 \text{ км}^2$ , объем воды –  $2,4 \text{ км}^3$ ; средняя глубина – 9,5 м, максимальная – 28 м. Береговая часть залива образует мысы и небольшие бухты; берега отмельные, дно ровное песчаное с гравием, галькой и валунами. Береговой сток Копорской губы формируют четыре небольших реки: Коваши, Воронка, Систа и Пейпия. Наиболее полноводными из них являются р. Систа (средний годовой расход воды  $9 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и р. Коваши (средний годовой расход воды  $4,2 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Кроме указанных выше водоемов в ЗН располагаются озера, наиболее крупные из которых: оз. Копанское (площадь озера –  $9,85 \text{ км}^2$ , максимальная глубина – 25 м), оз. Глубокое (площадь озера –  $4,6 \text{ км}^2$ , максимальная глубина – 22,2 м, площадь зеркала в 30-км зоне –  $3 \text{ км}^2$ ), оз. Лубенское (площадь озера –  $3,9 \text{ км}^2$ , максимальная глубина – 1,6 м, площадь зеркала в 30-км зоне –  $3,9 \text{ км}^2$ ) и оз. Калищенское (мелководное, зарастающее, питается болотными водами и соединяется небольшой протокой с р. Коваши).

Климат в районе размещения ЛАЭС – умеренно теплый, влажный [21]. Наиболее холодные месяцы – январь и февраль со среднемесячными температурами минус  $9,3 \text{ }^\circ\text{C}$  и минус  $4,5 \text{ }^\circ\text{C}$  соответственно. Средние даты становления устойчивого снежного покрова – первая половина декабря. Максимальная высота снежного покрова наблюдается в марте (30–70 см). Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой  $+12,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . За теплый период с апреля по октябрь в среднем выпадает 450 мм осадков, за холодный период – 220 мм. Среднегодовая скорость ветра в районе размещения ЛАЭС в 2004 г. составила 3,1 м/с. Количество штилевых дней в году – 2,2 % (8 дней). Наибольшие скорости ветра наблюдаются в осенне-зимний период (15–23 м/с). Преобладающее направление ветра в летний период – юго-западное, со средней скоростью 2,2 м/с. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяют неустойчивый характер погоды во все сезоны года.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 454 га. СЗЗ ЛАЭС определена площадью радиусом 3 км, ЗН – площадью радиусом 30 км (38 % площади (1 060 км<sup>2</sup>) занимает акватория Финского залива) [21]. В ЗН проживает 102,5 тыс. человек, из них 7,5 % – дети. Наиболее крупные населенные пункты: г. Сосновый Бор (62,6 тыс. человек), градообразующим предприятием которого является ЛАЭС, и п. Лебяжье (5,5 тыс. человек).

На территории промплощадки ЛАЭС расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ). На территории площадки комплекса переработки отходов расположены основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТРО), а также системы их переработки [21].

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 2004 г. и для сравнения в 2003 г. даны в табл. 4.57 [21].

Таблица 4.57

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	4,0·10 <sup>9</sup>	2,17·10 <sup>8</sup>	1,56·10 <sup>8</sup>	+ 6,10·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	9,3·10 <sup>10</sup>	9,04·10 <sup>8</sup>	1,15·10 <sup>9</sup>	- 2,46·10 <sup>8</sup>
<sup>134</sup> Cs	1,4·10 <sup>9</sup>	5,18·10 <sup>7</sup>	5,89·10 <sup>7</sup>	- 7,10·10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,5·10 <sup>9</sup>	1,59·10 <sup>8</sup>	1,51·10 <sup>8</sup>	+ 8,00·10 <sup>6</sup>
Сумма ИРГ	3,7·10 <sup>15</sup>	7,40·10 <sup>14</sup>	3,76·10 <sup>14</sup>	+ 3,64·10 <sup>14</sup>

Из приведенных в табл. 4.57 данных видно, что годовые выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2004 г. не превышали разрешенных и составляли не более 20 % от них. По сравнению с 2003 г. на ЛАЭС в 2 раза (на 97 %) увеличились выбросы ИРГ. Выбросы <sup>60</sup>Со, <sup>131</sup>I и <sup>134</sup>Cs остались практически на уровне предыдущего года.

Основными источниками водопользования ЛАЭС являются Копорская губа и р. Систа. Копорская губа используется в качестве водоема-охладителя АЭС. Забор морской воды осуществляется с пятиметровых глубин двумя открытыми каналами с ограждающими дамбами (в их морской части) и двумя водозаборными сооружениями (с насосными станциями) совмещенного типа. Производительность действующих водозаборов – по 120 м<sup>3</sup>/с на каждую очередь [21]. Вода р. Систы используется в качестве централизованного источника системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Сосновый Бор, промзоны и собственно ЛАЭС [21].

Сбросы ЛАЭС (дебалансные воды, технические, воды промливневых и хозяйственных канализаций) производятся в Копорскую губу. Данные о сбросах радионуклидов со сточными водами ЛАЭС в 2004 г. в сравнении с 2003 г. и разрешенными сбросами приведены в табл. 4.58 [21].

Таблица 4.58

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Со	3,9·10 <sup>9</sup>	8,05·10 <sup>5</sup>	4,97·10 <sup>5</sup>	+ 3,08·10 <sup>5</sup>
<sup>137</sup> Cs	1,1·10 <sup>9</sup>	1,05·10 <sup>6</sup>	1,03·10 <sup>6</sup>	+ 2,0·10 <sup>4</sup>

Из табл. 4.58 видно, что в сбросных водах в 2004 г. из техногенных радионуклидов присутствовали  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , годовые сбросы которых не превышали установленных нормативов. Однако сбросы  $^{137}\text{Cs}$  увеличились по сравнению с 2003 г. в 1,6 раз (на 62 %), а  $^{60}\text{Co}$  – остались практически на уровне 2003 г., увеличившись на 2 %. Объемная активность этих радионуклидов в сбросных водах по данным ЛАЭС находится на уровне значений в воде заборных каналов, что говорит об отсутствии поступления радиоактивных веществ в Копорскую губу Финского залива со сбросными водами станции [21]. За последние 6 лет (период эксплуатации программно управляемых спектрометрических устройств, расположенных в сбросных каналах 1 и 2 очереди) не было выявлено ни одного случая поступления радиоактивных веществ в сбросные каналы ЛАЭС.

Радиационная обстановка вокруг ЛАЭС в радиусе до 100 км контролируется Северо-Западным УГМС, а в радиусе до 30 км – лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД) ЛАЭС (рис. 4.12).

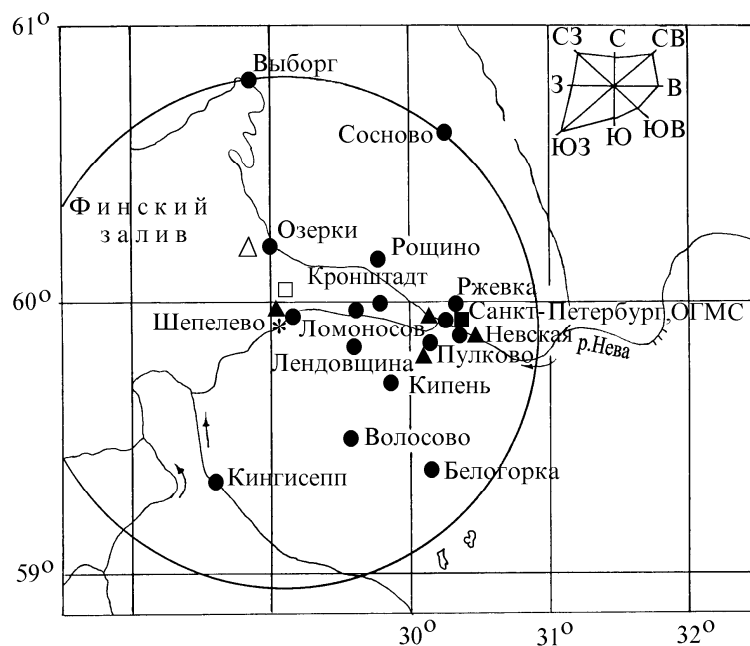


Рис. 4.12. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг ЛАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ □ – планируемые наблюдения.

В 2004 г. в СЗЗ и ЗН ЛАЭС ЛВД проводила контроль [21]:

- объемной активности радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения путем отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью  $600 \text{ м}^3/\text{ч}$  на аэрозольные фильтры ФПП-15-1,7. Время экспозиции фильтров – одна неделя;
- радиоактивности атмосферных выпадений седиментационным методом с использованием металлических кювет площадью  $0,3 \text{ м}^2$ , время экспозиции которых составляло 1 месяц;
- радиоактивного загрязнения питьевой воды, воды 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.

Гамма-спектрометрический анализ отобранных проб проводился на двухканальном гамма-спектрометре фирмы «ORTEC» с двумя полупроводниковыми детекторами из сверхчистого германия. Для измерения суммарной  $\beta$ -активности проб использовался радиометр РИБ-03Р «СИВУЧ». Для измерения малых активностей – радиометр УМФ-2000.

Для контроля мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения и годовой поглощенной дозы ЛВД АЭС 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;
- поисковый прибор СРП-68-01;
- радиометр-дозиметр МКС-01Р.

Северо-Западное УГМС [15] в 2004 г. в 100-км зоне вокруг ЛАЭС контролировало следующие параметры окружающей среды:

- объемную активность радионуклидов в приземной атмосфере путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на станции в г. Санкт-Петербурге;
- радиоактивные атмосферные выпадения с суточной экспозицией в четырех пунктах;
- мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на 15 стационарных пунктах наблюдения.

Гамма-спектрометрический анализ и измерение суммарной  $\beta$ -активности проб аэрозолей и выпадений проводился в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в НПО «Тайфун».

### Атмосферные аэрозоли и выпадения

В табл. 4.59 приведены данные ЛВД ЛАЭС [21] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2003–2004 гг. Из табл. 4.59 видно, что содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН в 2004 г. несколько увеличилось по сравнению с предыдущим годом. Основная доля активности в воздухе СЗЗ и ЗН обусловлена  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{51}\text{Cr}$ . Как и в 2003 г. объемные активности всех зарегистрированных радионуклидов в СЗЗ были выше, чем в ЗН:  $^{134}\text{Cs}$ , – в 3 раза,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{51}\text{Cr}$  – в 2,6 раза,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{54}\text{Mn}$  – в 2 раза.

Таблица 4.59

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе ЛАЭС в 2003–2004 гг.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВД ЛАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		ДОО <sub>НАЭС</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
$^{137}\text{Cs}$	112	111	43	35	27
$^{134}\text{Cs}$	6	5	2	1	19
$^{60}\text{Co}$	49	40	22	22	11
$^{54}\text{Mn}$	8	11	4	3	72
$^{51}\text{Cr}$	35	21	13	8	2500



В 2004 г. среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН была выше средневзвешенной объемной активности для Севера ЕТР ( $3,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в 29,5 и 11,3 раза соответственно. В целом, содержание техногенных радионуклидов в СЗЗ и ЗН было на шесть – девять порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [5]. По данным [21] основная доля активности (после распада короткоживущих продуктов распада радона) в приземном слое воздуха приходится на радионуклид космогенного происхождения  $^7\text{Be}$ .

Данные Северо-Западного УГМС [15] о среднемесячных и среднегодовых величинах объемных активностей радионуклидов в приземной атмосфере в г. Санкт-Петербурге приведены в табл. 4.60 и 4.61. В табл. 4.60 приведены данные об объемной активности  $\Sigma\beta$ .

Максимальная среднесуточная объемная активность  $\Sigma\beta$  наблюдалась в г. Санкт-Петербурге в сентябре и составляла  $47,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>. Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в 2004 г., равная  $8,9 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, была на уровне средневзвешенной объемной активности для Севера ЕТР. В течение 2004 г. случаев пятикратного и более превышения среднесуточной объемной активности  $\Sigma\beta$  в воздухе над фоновыми значениями не наблюдалось.

Таблица 4.60

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и объемные активности (q,  $10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>)  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне ЛАЭС в 2004 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	4,5	0,3	0,6	0,2	0,7	9,2
	м	2,0	20,0	2,6	2,2	1,3		
Февраль	с	0,5	4,5	0,2	0,5	0,4	0,6	12,6
	м	1,7	9,1	1,5	1,6	1,5		
Март	с	0,3	6,7	0,3	0,3	0,3	0,5	7,0
	м	1,3	28,1	1,9	1,3	1,8		
Апрель	с	0,6	13,1	0,5	0,6	0,4	0,5	6,7
	м	2,1	27,0	2,7	1,8	1,2		
Май	с	0,6	12,6	0,5	0,6	0,3	0,4	8,3
	м	2,9	36,0	2,1	2,3	1,2		
Июнь	с	0,6	11,1	0,7	0,5	0,6	0,4	9,3
	м	2,1	24,0	3,0	2,3	2,2		
Июль	с	0,5	11,1	0,8	0,3	0,4	0,6	12,3
	м	2,2	25,0	3,1	1,7	1,6		
Август	с	0,6	12,4	0,4	0,4	0,2	0,5	9,5
	м	1,8	32,0	1,3	1,9	1,0		
Сентябрь	с	0,7	8,8	0,7	0,9	0,4	0,6	7,4
	м	1,9	47,7	2,8	2,8	2,1		
Октябрь	с	0,7	8,1	0,3	0,5	0,3	0,8	7,4
	м	2,4	30,0	1,1	2,2	0,7		
Ноябрь	с	0,5	6,9	0,2	0,3	0,4	1,0	6,0
	м	1,7	32,9	2,0	1,2	1,0		
Декабрь	с	0,4	5,8	0,3	0,3	0,4	0,7	11,8
	м	1,4	27,7	1,1	2,3	1,1		
Среднее: Бк/ м <sup>2</sup> ·сутки 10 <sup>-5</sup> Бк/ м <sup>3</sup>		0,5	8,9	0,4	0,5	0,3	0,6	8,9
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> ·год		183		146	183	110	219	

Из табл. 4.60 видно, что в г. Санкт-Петербурге проявляются весенние и осенние сезонные колебания значений активности  $\Sigma\beta$ , связанные с сухой погодой и ветрами. Это обусловлено тем [15], что суммарная бета-активность проб аэрозолей связана с наличием в воздушной среде частиц, содержащих в основном естественные радионуклиды ториевого, радиевого рядов. Последнее обстоя-

тельство подтверждается измерениями гамма-активности свежесобраных ежедневных проб аэрозолей на полупроводниковом спектрометре в г. Санкт-Петербурге. Гамма-спектрометрический анализ ежедневных проб аэрозолей в день поступления обнаруживает, помимо  $^7\text{Be}$ , наличие короткоживущих продуктов распада ториевого ряда.

Согласно табл. 4.61, в воздухе в г. Санкт-Петербург из техногенных радионуклидов регистрировались  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  и естественные радионуклиды  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^7\text{Be}$ , причем основная доля активности в воздухе приходится на космогенный радионуклид  $^7\text{Be}$ . Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. увеличилась по сравнению с 2003 г. в 1,3 раза и составляла  $0,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, но не превышала средневзвешенного значения для Севера ЕТР ( $1,12 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе ( $7,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) увеличилось незначительно и в 1,9 раза превышало средневзвешенное значение для Севера ЕТР ( $3,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Таблица 4.61

**Объемные активности радионуклидов в приземном воздухе г. Санкт-Петербурга в 2004 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные Северо-Западного УГМС и НПО «Тайфун»)**

Месяцы	$^{90}\text{Sr}^*$	$^{137}\text{Cs}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$	$^7\text{Be}$
Январь	0,7	7	7	9	60	8600
Февраль	0,7	6	8	6	80	13700
Март	0,7	8	26	18	330	11500
Апрель	1,6	15	69	44	800	31600
Май	1,6	14	31	34	350	28700
Июнь	1,6	8	22	12	200	23100
Июль	0,6	4	19	14	140	18900
Август	0,6	3	17	12	130	2650
Сентябрь	0,6	6	16	17	170	17400
Октябрь	0,8	6	20	19	160	10800
Ноябрь	0,8	4	24	19	220	9500
Декабрь	0,8	5	< 5	13	110	10700
Среднее: 2004 г.	0,9	7,2	23,6	18,1	229,2	15595,8
2003 г.	0,7**	6,3**	13,7**	11,5**	157,5**	9525,0**

\* – данные НПО «Тайфун»;

\*\* – данные за четыре месяца [4].

По данным Северо-Западного УГМС [15] о среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадениях  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2004 г., приведенным в табл. 4.60, максимальное значение суточных выпадений  $\Sigma\beta$  наблюдалось в январе на ст. Невская Устьева – 3,1 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Годовые выпадения  $\Sigma\beta$  во всех пунктах 100-км зоны ЛАЭС остались примерно на уровне 2004 г. и не превышали региональных выпадений на Севере ЕТР.

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений в СЗЗ и ЗН ЛАЭС [21] свидетельствует о том, что в 2004 г., как и в предшествующем году, основным техногенным радионуклидом в выпадениях был  $^{137}\text{Cs}$ . Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в ЗН остались на уровне 2003 г., а в СЗЗ – увеличились в 1,3 раза.

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

В Копорской губе в сбросном и подводящем каналах ЛАЭС по данным ЛВД [21] регистрировались  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , которые обуславливают основную часть объемной активности воды Копорской губы. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в воде подводящего и сбросного каналов в 2004 г. было одинаковым, оставалось на уровне предыдущего года и составляло 25 мБк/л, что на три порядка

ниже УВ по НРБ-99 (41 Бк/л) [5]. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в воде подводящего и сбросного каналов в 2004 г. составляла 39 и 40 мБк/л соответственно, что незначительно выше значений 2003 г. и на два порядка ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) по НРБ-99 [5]. Максимальные объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в воде Копорской губы не превышали уровней 2003 г. [21]. В воде из р. Сисы (источнике питьевого водоснабжения) содержание  $^{137}\text{Cs}$  было таким же, как в Копорской губе, и составляло 36 мБк/л.  $^{60}\text{Co}$  в р. Сисе не регистрировался.

Контроль грунтовых вод в НС (на промплощадке – 40 скважин, на территории КПО – 90 скважин) в 2004 г. проводился ежеквартально с помощью ручного пробоотборника [21]. Радиометрический анализ проб подземных вод из НС не выявил превышения нормативов по суммарной  $\beta$ -активности. Среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в воде скважин незначительно увеличилась по сравнению с предыдущим годом, оставаясь на уровне предшествующих пяти лет. Максимальное значение в НС промплощадки в 2004 г. составило 0,93 Бк/л, а на территории КПО – 0,77 Бк/л.

По данным гамма-спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным техногенным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание  $^{60}\text{Co}$  в пробах почвы было ниже минимально детектируемой активности. В ЗН содержание  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. (1,24 кБк/м<sup>2</sup>) оставалось на уровне средних значений за последние 5 лет (1,19 кБк/м<sup>2</sup>), а в СЗЗ (1,89 кБк/м<sup>2</sup>) – превышало среднее значение за последние 5 лет в 1,4 раза и находилось на уровне загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в контрольном пункте.

Удельная активность продуктов питания местного производства по данным ЛВД ЛАЭС и ЦГСЭН-38 приведена в табл. 4.62.

Таблица 4.62

**Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЛВД ЛАЭС и ЦГСЭН-38)**

Вид пробы	$^{137}\text{Cs}$	
	2004 г.	2003 г.
Овощи	2,65	1,00
Корнеплоды	2,43	0,99
Ягоды	4,20	1,60
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>40</b>	
Молоко*	1,22	0,90
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>50</b>	
Грибы	87,0	104,6
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>500</b>	
Рыба	2,49	2,36
<b>Допустимая уд. акт.</b>	<b>130</b>	

\* – данные ЦГСЭН-38.

Из таблицы 4.62 видно, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в продуктах питания в 2004 г. было выше, чем в 2003 г., но значительно ниже нормативов установленных СанПиН-96 [6]. По данным ЦГСЭН-38  $^{131}\text{I}$  в молоке зафиксирован не был.

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2004 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 10 до 17 мкР/ч, максимальные среднесуточные значения достигали 20 мкР/ч (в Выборге), что соответствует природным флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Согласно данным АСКРО ЛАЭС [21] средние значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения на местности в 2004 г. составляли: на промплощадке – 13 мкР/час, в СЗЗ – 10 мкР/час, в ЗН – 14 мкР/час, в контрольном пункте Бегуницы (в 32 км от АЭС) – 14 мкР/час. Максимальные значения МЭД в СЗЗ и ЗН составляли 22–23 мкР/час.

По данным измерений по регламентным маршрутам ЛВД АЭС [21] средние значения мощности дозы  $\gamma$ -излучения на местности в 2004 г. составляли: на промплощадке – 18 мкР/час, в СЗЗ – 17 мкР/час, в ЗН – 16 мкР/час, в контрольном пункте Бегуницы – 15 мкР/час. Максимальное значение МЭД в СЗЗ и ЗН составляло 18–19 мкР/час. Годовая поглощенная доза  $\gamma$ -излучения на местности в СЗЗ и ЗН в 2004 г. варьировала от  $105 \cdot 10^{-5}$  до  $123 \cdot 10^{-5}$  Гр.

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  $^{137}\text{Cs}$  и присутствием в приземной атмосфере 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 – девять порядков ниже допустимых по НРБ-99. В 100-км зоне вокруг ЛАЭС содержание радиоактивных продуктов в 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, вторая – энергоблоки № 3 и № 4, третья – энергоблок № 5. В 2004 г. на НВАЭС [22] находились в эксплуатации 3 энергоблока: два (№ 3 и № 4) – с мощностью 417 МВт и один (№ 5) – 1000 МВт. Энергоблоки № 1 и № 2 остановлены в 1984 и 1990 гг. соответственно. Приведенные в январе 2004 г. в ядерно-безопасное состояние энергоблоки № 1 и № 2 находятся на стадии подготовки к выводу из эксплуатации.

НВАЭС расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области. 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) соответственно. К северу от промплощадки на расстоянии 3–7 км расположен г. Нововоронеж (35,6 тыс. жителей), градообразующим предприятием которого является НВАЭС.

Район НВАЭС является зоной интенсивного земледелия, животноводства и птицеводства. Здесь хорошо развита транспортная сеть: водные, железнодорожные (на расстоянии 9 км от АЭС проходит железнодорожная магистраль) и автомобильные дороги (на расстоянии 11 и 27 км от АЭС проходят дороги федерального назначения). В 55 км на север от промплощадки расположен крупный государственный «Воронежский заповедник».

Площадка НВАЭС [23] расположена в лесостепной почвенно-климатической зоне с преобладанием черноземов. Рельеф района представляет собой полого-волнистую равнину, местами пересеченную оврагами; залесенность около 20 %.

В районе НВАЭС климат умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года [22]. Среднегодовая температура в районе НВАЭС в 2004 г. составила (+8 °С), с максимальной отметкой в августе (+34 °С) и минимальной в феврале (-14 °С). Среднегодовая относительная влажность воздуха в 2004 г. составила 78 %; годовое количество атмосферных осадков – 728 мм. В районе НВАЭС чаще всего наблюдаются состояния устойчивости атмосферы близкие к нейтральным. Преобладающим направлением ветра в 2004 г. было юго-восточное. Среднегодовое значение скорости ветра составило 2 м/с, максимальная скорость ветра наблюдалась в ноябре – 9 м/с.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [23] имеет радиусы: 2,25 км – от вентиляционной трубы 3 и 4 блоков и 2 км – от вентиляционной трубы 5 блока. ЗН имеет радиус 30 км от НВАЭС. Площадь СЗЗ ~ 17,8 км<sup>2</sup>, площадь ЗН – 2 809,7 км<sup>2</sup>. В зоне наблюдения проживает более 100 тыс. человек, 17 % составляют дети; доля городского населения составляет 42 %, сельского – 58 %. Плотность населения в 10-км зоне составляет 137 чел./км<sup>2</sup>, в 30-км зоне – 36 чел./км<sup>2</sup>. 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.

На НВАЭС действует установка брикетирования металлических ТРО – пресс «Брикет-1». В 2004 г. на установке было переработано 157 м<sup>3</sup> отходов. После переработки их объем уменьшился до 52 м<sup>3</sup>. Кроме того, на НВАЭС имеется 5 установок по переработке ЖРО – установки глубокого упаривания типа УГУ-500. В 2004 г. на них было переработано 337,5 м<sup>3</sup> отходов. После переработки солевой плав, затаренный в контейнеры из нержавеющей стали, хранится в ХТРО.

Высокоактивные РАО, временно хранящиеся на 3 и 4 блоках в бассейнах выдержки, и на 5 блоке – в отдельно стоящем хранилище отработавшего топлива, вывозятся на перерабатывающие предприятия. Средне- и низкоактивные жидкие и твердые РАО хранятся в специальных хранилищах, расположенных на промплощадке и в СЗЗ НВАЭС. На конец 2004 г. количество РАО и ОЯТ на НВАЭС составляло 57 001 т объемом 37 843 м<sup>3</sup> с суммарной активностью β- и γ-излучающих радионуклидов  $1,8 \cdot 10^{19}$  Бк [22].

Источниками выбросов на АЭС являются: вентиляционные трубы энергоблоков (3 трубы, высотой 120 м каждая), вентиляционная система горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов. Данные [22] о газоаэрозольных выбросах регламентируемых радионуклидов на НВАЭС в атмосферу в 2004 г. и для сравнения в 2003 г. приведены в табл. 4.63.

Из приведенных в табл. 4.63 данных видно, что в 2004 г. на НВАЭС фактические годовые выбросы радионуклидов были на один – два порядка ниже разрешенных. Однако, по данным [22] в 2004 г. наблюдались случаи превышения суточных контрольных уровней выбросов: 18 июня – по

<sup>131</sup>I в 42 раза (при этом месячный контрольный уровень был превышен в 3,4 раза), 5 июня – по ИРГ в 2,3 раза (месячный контрольный уровень превышен не был).

Таблица 4.63

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

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Co	7,40·10 <sup>9</sup>	3,16·10 <sup>8</sup>	5,50·10 <sup>8</sup>	- 2,34·10 <sup>8</sup>
<sup>131</sup> I	1,80·10 <sup>10</sup>	6,49·10 <sup>9</sup>	1,20·10 <sup>9</sup>	+ 5,29·10 <sup>9</sup>
<sup>134</sup> Cs	9,00·10 <sup>8</sup>	3,26·10 <sup>7</sup>	3,20·10 <sup>7</sup>	+ 6,00·10 <sup>5</sup>
<sup>137</sup> Cs	2,00·10 <sup>9</sup>	9,19·10 <sup>7</sup>	1,60·10 <sup>8</sup>	- 6,81·10 <sup>7</sup>
Сумма ИРГ	6,90·10 <sup>14</sup>	9,56·10 <sup>13</sup>	7,70·10 <sup>13</sup>	+ 1,86·10 <sup>13</sup>

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются: р. Дон, пруд-охладитель 5 блока, пруды рыбопроизводного хозяйства «Нововоронежский» (рыбхоз), артезианские водозаборы подземных вод.

Наливной пруд-охладитель 5 блока расположен в пойме р. Дон выше береговой насосной станции № 1, 2 (см. рис. 4.13). Объем пруда составляет 32 млн. м<sup>3</sup>, площадь водного зеркала – 4,9 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 6,8 м, максимальная – 16 м. Площадь активной зоны пруда 3,89 км<sup>2</sup>. Коэффициент эффективности пруда-охладителя составляет 0,85. Для повышения охлаждающей способности пруд разделен струенаправляющей дамбой длиной 2,3 км. Поскольку коэффициент эффективности водоема недостаточен, в летние месяцы при работающем 5 блоке температура воды в пруду повышается до +(40–57) °С, что не только снижает выработку электроэнергии, но и ухудшает санитарно-гигиенические характеристики водоема, отрицательно сказывается на флоре и фауне, за исключением отдельных теплолюбивых видов. Для улучшения качества воды во время весеннего паводка производится водообмен (продувка) пруда. Заполнение происходит водой из подводящего канала 3 и 4 блоков. 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 1, 2 блоков, с установки химводопробоподготовки и чеков рыбхоза, продувочные и дебалансные воды из циркуляционной системы 3 и 4 блоков 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 механические воды из реакторного отделения 5 блока, циркуляционные воды 5 блока и инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод, сбрасываются в водоем-охладитель 5 блока.

Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [23].

Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производится. Однако в 1985 г. произошло загрязнение подземных вод в районе ХЖО-2 в результате нештатной утечки ЖРО из емкостей хранилища в подстилающий грунт с последующей инфильтрацией в первый не питьевой водоносный горизонт. По данным [22] в 2004 г. активность подземных вод была много меньше критерия низкоактивных РАО (10 кБк/кг). До 90 % загрязнения приходится на  $^{60}\text{Co}$ , остальное – на  $^{137}\text{Cs}$  и другие техногенные радионуклиды. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.13): на участке русла р. Дон, преимущественно между сбросным каналом 1, 2 блоков и БНС-1, 2, в ковше, устье и в средней части русла сбросного канала 1, 2 блоков, а также в средней части русла отводного канала на рыбхоз [22].

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС представлены в табл. 4.64 [22, 24]. В штатном режиме работы НВАЭС в открытую гидрографическую сеть сбрасываются  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$ , фактические сбросы которых в 2004 г. не превышали разрешенных величин (2,5 % от разрешенного сброса для  $^{137}\text{Cs}$ , 1,1 % – для  $^{90}\text{Sr}$  и 0,35 % – для  $^3\text{H}$ ). Сбросы других регламентируемых радионуклидов ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ) также не превышали разрешенных величин. Годовой сброс  $^{60}\text{Co}$  в р. Дон с загрязненными подземными водами из района ХЖО-2 в 2004 г. не превышал 15 % от разрешенного сброса, а в рыбопитомник «Нововоронежский» – 36 % от разрешенного сброса.

Таблица 4.64

**Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на НВАЭС, Бк**

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
			2004 г.	2003 г.	
Сброс в р. Дон	$^{137}\text{Cs}$	$4,2 \cdot 10^{10}$	$3,5 \cdot 10^8$	$5,4 \cdot 10^8$	$- 1,9 \cdot 10^8$
	$^{60}\text{Co}$	$6,2 \cdot 10^{11}$	$9,0 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^{10}$	$- 2,8 \cdot 10^{10}$
	$^{90}\text{Sr}$	$7,8 \cdot 10^{11}$	$9,3 \cdot 10^9$	-	-
	$^3\text{H}$	$5,7 \cdot 10^{15}$	$1,3 \cdot 10^{12}$	-	-
Сброс в пруд-охладитель 5 блока	$^{137}\text{Cs}$	$3,3 \cdot 10^9$	$7,9 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^9$	$- 3,1 \cdot 10^8$
Сброс ХФК на поля фильтрации НВАЭС	$^{137}\text{Cs}$	$4,6 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^7$	$- 3,82 \cdot 10^7$
	$^{60}\text{Co}$	$2,4 \cdot 10^8$	$3,3 \cdot 10^7$	-	-
	$^{90}\text{Sr}$	$3,0 \cdot 10^{10}$	$3,9 \cdot 10^6$	-	-
	$^3\text{H}$	$6,0 \cdot 10^{13}$	$1,9 \cdot 10^{13}$	-	-
Рыбопитомник «Нововоронежский»	$^{137}\text{Cs}$	$4,1 \cdot 10^7$	$7,04 \cdot 10^6$	$7,3 \cdot 10^6$	$- 2,6 \cdot 10^5$
	$^{60}\text{Co}$	$7,0 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^7$	$+ 2,4 \cdot 10^8$

Примечание: фактический сброс  $^{90}\text{Sr}$  в 2003 г. составил  $5,40 \cdot 10^8$  Бк/год при разрешенном сбросе  $4,17 \cdot 10^{10}$  Бк/год; - – данные отсутствуют.

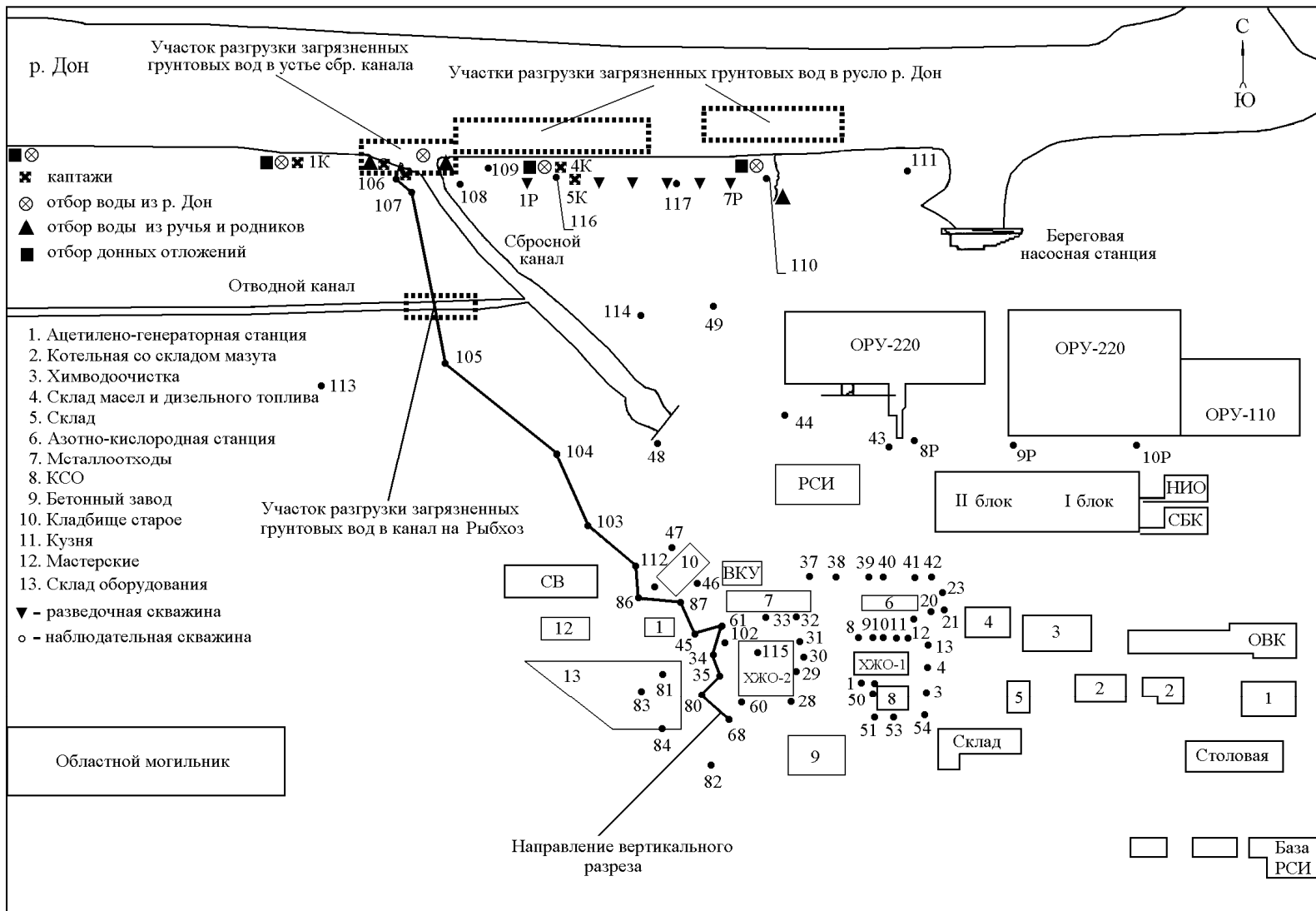


Рис. 4.13. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2 на НВАЭС



Радиационный мониторинг окружающей среды вокруг НВАЭС в радиусе до 100 км проводится УГМС ЦЧО (рис. 4.14), а в радиусе до 50 км – лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) НВАЭС.

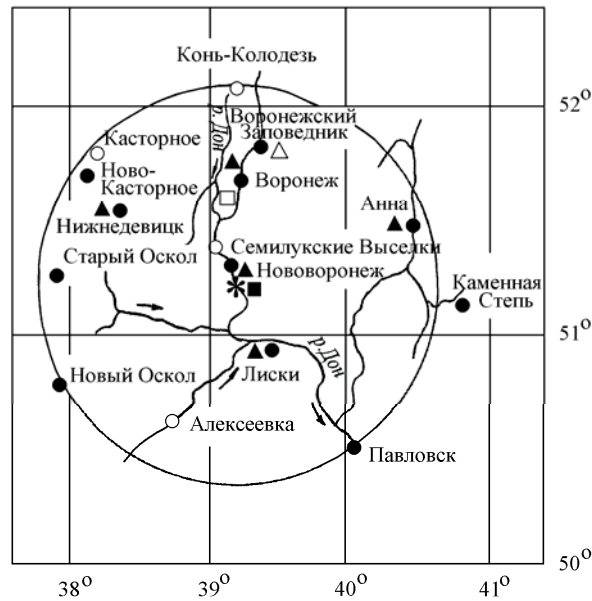


Рис. 4.14. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг НВАЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения

В 2004 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды [22]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха измерялась на семи стационарных постах (контрольным пунктом служил г. Лиски, расположенный в юго-восточном направлении в 50 км от АЭС). Пробы отбирались с помощью ВФУ с расходом 70–80 м<sup>3</sup>/ч на фильтр из ткани ФПП-15;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась на 33 стационарных постах (г. Лиски – контрольный пункт) с помощью кювет с площадью 0,25 м<sup>2</sup> и высотой бортиков 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага;
- содержание техногенных радионуклидов в воде, донных отложениях, в водной растительности и рыбе открытых водоемов, в подземных водах на территории промплощадки и в СЗЗ, а также в питьевой артезианской воде;
- содержание радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, зерне, картофеле и других овощах и фруктах);
- мощность эквивалентной дозы внешнего  $\gamma$ -излучения с помощью системы АСКРО НВАЭС, состоящей из 20 пунктов, и во время маршрутных обследований; также контролировалась годовая поглощенная доза  $\gamma$ -излучения на местности.

В указанных объектах ЛВРК производился контроль радионуклидного состава по гамма-излучению и  $\Sigma\beta$ . Радионуклидный состав проб определялся  $\gamma$ -спектрометрическим методом. Измерение суммарной  $\beta$ -активности проб проводилось на радиометрах типа РУБ-1. Для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на местности использовались переносные дозиметры ДРГ-01Т, а для измерения поглощенной дозы на местности – ТЛД-500. Содержание трития в сбросных водах НВАЭС контролировалось  $\alpha$ -,  $\beta$ -радиометром спектрометрическим «Wallac-1414».

В 2004 г. УГМС ЦЧО [25] в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводило наблюдения (рис. 4.14):

- за объемной активностью радионуклидов в воздухе путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на станции в г. Нововоронеж;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах с помощью планшетов с суточной экспозицией;
- за мощностью дозы  $\gamma$ -излучения на 13 стационарных постах.

Радионуклидный состав проб в УГМС ЦЧО определялся на гамма-спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная  $\beta$ -активность измерялась на радиометрах типа РУБ-01П5. Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  определялась в НПО «Тайфун» радиохимическим методом.

#### Атмосферные аэрозоли и выпадения

В табл. 4.65 приведены данные ЛВРК НВАЭС [22] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции в 2003–2004 гг. По данным ЛВРК НВАЭС в 2004 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по качественному составу по сравнению с 2003 г. существенных изменений не имел. Объемные активности радионуклидов, кроме  $^{60}\text{Co}$ , в СЗЗ и ЗН, снизились: в СЗЗ – в 1,2–2,8 раза, в ЗН – в 1,2–4 раза. Анализ результатов измерений показывает, что содержание радионуклидов в воздухе уменьшается с увеличением расстояния от АЭС. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте изменялась в пределах от  $38 \cdot 10^{-7}$  до  $28 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 4 – 6 раз выше средневзвешенной объемной активности для Центра ЕТР ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В целом, наблюдаемые в 2004 г. в окрестностях АЭС объемные активности техногенных радионуклидов были на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов ДОА<sub>НАС.</sub> по НРБ-99 [5].

Таблица 4.65

**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>НАС.</sub> , Бк/м <sup>3</sup>
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	
$^{54}\text{Mn}$	29	35	5	16	3	н	72
$^{58}\text{Co}$	н	28	1	4	н	н	68
$^{60}\text{Co}$	45	45	11	10	н	н	11
$^{90}\text{Sr}$	-	14	-	18	-	21	2,7
$^{137}\text{Cs}$	38	49	31	27	28	33	27

н – ниже предела обнаружения;

- – данные не поступали.

Данные УГМС ЦЧО [25] о максимальных и среднемесячных объемных активностях  $\Sigma\beta$  в приземном воздухе г. Нововоронежа в 2004 г. приведены в табл. 4.66. Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в 2004 г. в г. Нововоронеже увеличилась по сравнению с 2003 г. в 1,4 раза и составила  $15,3 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что не превышает средневзвешенную объемную активность для Центра ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднемесячная объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземном слое атмосферы изменялась от  $5,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (март) до  $27,6 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> (август). Максимальное суточное значение объемной  $\Sigma\beta$ -активности наблюдалось в октябре –  $143,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Таблица 4.66

**Среднемесячные (с) и максимальные (м) объемные активности и выпадения  $\Sigma\beta$  из приземной атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2004 г. (данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
<b>Объемная активность, <math>10^{-5}</math> Бк/м<sup>3</sup></b>															
Нововоронеж	с	14,3	12,8	5,4	14,8	9,9	12,2	11,6	27,6	18,3	22,1	25,5	9,4	15,3	10,6
	м	44,2	106,0	13,2	34,5	26,3	31,4	30,9	79,0	52,6	143,0	91,5	20,1		
<b>Выпадения, Бк/м<sup>2</sup>-сутки</b>															
Анна	с	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1	1,2	1,2	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1
	м	2,4	2,2	2,2	2,4	3,0	7,7	3,1	3,7	2,8	2,2	2,5	2,3		
Воронеж	с	1,1	1,2	0,9	1,1	1,3	0,9	1,0	0,9	1,2	1,3	0,9	1,0	1,1	1,1
	м	2,7	2,8	2,1	2,4	2,7	2,8	3,9	1,7	3,3	4,0	2,1	2,7		
Лиски	с	1,2	0,8	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,0	1,3	1,2	0,8	0,8	1,1	1,0
	м	2,4	2,1	2,4	2,5	3,1	3,0	2,9	1,7	2,9	2,0	2,2	2,4		
Нижнедевицк	с	0,9	1,2	1,1	0,9	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1
	м	2,1	2,3	2,8	1,8	3,3	2,9	3,8	2,3	2,0	2,1	2,3	1,8		
Нововоронеж	с	1,0	1,0	0,6	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	1,2	0,9	1,1	1,0	1,0
	м	2,7	2,4	2,0	3,1	2,3	2,4	2,4	2,0	2,2	2,2	2,0	2,6		

Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в г. Нововоронеже в 2004 г., полученные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.67.

Таблица 4.67

**Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2004 г.,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)**

Месяц	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>60</sup> Co	<sup>58</sup> Co	<sup>54</sup> Mn	<sup>59</sup> Fe	<sup>110m</sup> Ag	<sup>7</sup> Be	<sup>22</sup> Na	<sup>40</sup> K	<sup>228</sup> Ac
Январь	5	н	0,28	3	н	1	н	н	15900	1	60	3
Февраль	6	н	0,28	2	н	1	н	н	15000	2	70	2
Март	6	н	0,28	2	н	1	н	н	20800	3	60	2
Апрель	8	н	0,81	4	н	2	н	н	34500	4	120	5
Май	12	н	0,81	н	н	1	н	н	42700	5	70	7
Июнь	10	н	0,81	29	97	19	11	2	39600	6	н	н
Июль	8	н	0,86	25	35	24	20	2	40600	4	70	5
Август	20	3	0,86	11	5	7	н	н	57000	6	310	14
Сентябрь	25	н	0,86	4	5	4	н	н	32900	3	100	5
Октябрь	15	н	0,31	205	515	1222	52	10	23800	н	100	8
Ноябрь	8	н	0,31	3	н	5	н	н	19100	2	110	7
Декабрь	5	н	0,31	3	н	3	н	н	14600	н	40	6
Среднее: 2004 г.	11	н	0,57	24	55	108	7	1	29700	3	90	5
2003 г.	13	н	0,83	9	7	7	1	1	22200	3	77	1
ДОА <sub>НАС</sub> , Бк/м <sup>3</sup>	27	19	2,7	11	68	72	30	15	2000	72	31	-

н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.67 видно, что в 2004 г. среднемесячная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в атмосфере на метеостанции г. Нововоронежа изменялась от  $5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (январь, декабрь) до  $25 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (сентябрь) при среднегодовом значении  $11 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,2 раза ниже, чем в 2003 г., и в 1,7 раза выше средневзвешенной по территории Центра ЕТР объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере составляла  $0,57 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза ниже значения предыдущего года и в 2,3 раза ниже средневзвешенного значения по Центру ЕТР ( $1,32 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Кроме  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в приземной атмосфере г. Нововоронежа эпизодически регистрировались практически все радионуклиды, присутствующие в выбросах НВАЭС:  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и др. Среднегодовые объемные активности большинства радионуклидов в 2004 г. увеличились. В октябре в воздухе были зафиксированы продукты нейтронной активации ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ), превышающие на один – три порядка значения среднемесячных объемных активностей данных радионуклидов за остальные месяцы года. Однако в целом, наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на пять – восемь порядков) предельно допустимых объемных активностей радионуклидов для населения ДОА<sub>НАС.</sub>, установленных НРБ-99 [5].

Данные УГМС ЦЧО [25] о годовых, среднемесячных и максимальных суточных выпадениях  $\Sigma\beta$  в 100-км зоне НВАЭС в 2004 г. приведены в табл. 4.66. Среднегодовые суточные выпадения  $\Sigma\beta$  в 2004 г. в различных пунктах 100-км практически не изменились по сравнению с 2003 г. и были в несколько ниже средних для территории Центра ЕТР (1,3 Бк/м<sup>2</sup>-сутки). Максимальные суточные выпадения  $\Sigma\beta$  наблюдались в г. Анна в июне и составляли 7,7 Бк/м<sup>2</sup>-сутки. Пятикратного и более превышения фонового уровня выпадений в 2004 г. в 100-км зоне АЭС не наблюдалось.

Результаты  $\gamma$ -спектрометрического анализа проб выпадений, полученные УГМС ЦЧО [25], приведены в табл. 4.68. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции г. Нововоронежа и для объединенных месячных проб метеостанций Анна, Воронеж, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Таблица 4.68

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>-месяц (данные УГМС ЦЧО)**

Месяц	г. Нововоронеж		Зона 13	
	$^{137}\text{Cs}$	$^{60}\text{Co}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{60}\text{Co}$
Январь	0,13	н	0,07	н
Февраль	0,33	н	0,08	н
Март	0,14	н	0,09	н
Апрель	н	н	0,14	н
Май	н	н	0,18	н
Июнь	0,23	н	0,16	н
Июль	0,43	н	0,19	н
Август	0,33	н	0,21	н
Сентябрь	н	н	0,17	н
Октябрь	0,38	н	0,16	н
Ноябрь	0,34	н	0,19	н
Декабрь	н	н	0,14	н
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год:				
2004 г.	2,31	н	1,78	н
2003 г.	2,87	0,41	1,72	0,10

н – ниже порога обнаружения.

Из радионуклидов техногенного происхождения в месячных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал  $^{137}\text{Cs}$ . Выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Нововоронеже составили  $2,31 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$ , а в зоне 13 –  $1,78 \text{ Бк/м}^2\text{-год}$ , что, соответственно, в 3,1 и 2,4 раза выше средних значений выпадений  $^{137}\text{Cs}$  по Центру ЕТР. В 2004 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в г. Нововоронеже уменьшились в 1,2 раза, а в зоне 13 – остались на уровне предыдущего года.

По данным ЛВРК НВАЭС [22] в 2004 г. на расстояниях до 50 км от станции в выпадениях регистрировались  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Выпадения  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$  в СЗЗ и в контрольном пункте Лиски, увеличились в 2–4 раза по сравнению с предыдущим годом, а  $^{137}\text{Cs}$  – остались на уровне 2003 г.

### Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2004 г. определялось ЛВРК НВАЭС в р. Дон в шести точках, в пруде-охладителе – в трех точках и в пруде рыбхоза – в одной точке.

В табл. 4.69 приведены данные об объемных активностях  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в поверхностных водах в районе АЭС [22]. Видно, что объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. осталась примерно на уровне предыдущего года (исключение составляет сбросной канал 1, 2 блоков, где объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  увеличилась в 2,3 раза). Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  изменялась от 13 мБк/л (100 м ниже сброса 1, 2 блоков) до 36 мБк/л (сбросной канал) и была на три порядка ниже УВ по НРБ-99 (11 Бк/л). Содержание  $^{60}\text{Co}$  в воде было ниже предела обнаружения во всех точках отбора.

В устье отводного канала на рыбхоз (левый берег) [24] объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в течение года варьировала от  $< 0,08 \text{ Бк/л}$  до  $< 0,4 \text{ Бк/л}$ , а  $^{60}\text{Co}$  – от  $< 0,06 \text{ Бк/л}$  до  $< 0,5 \text{ Бк/л}$ , в устье сбросного канала 1, 2 блоков (левый берег) – от  $< 0,3 \text{ Бк/л}$  до  $< 0,6 \text{ Бк/л}$  и от  $< 0,4 \text{ Бк/л}$  до  $< 0,7 \text{ Бк/л}$  соответственно. В дренажных трубах в устье сбросного канала 1, 2 блоков объемная активность  $^{60}\text{Co}$  достигала 89 Бк/л, что в 2 раза превышает УВ по НРБ-99 [5].

Таблица 4.69

Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС (данные ЛВРК НВАЭС)

Место отбора проб	Вода				Донные отложения			
	$^{137}\text{Cs}$ , мБк/л		$^{60}\text{Co}$ , Бк/л		$^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг в.-с.		$^{60}\text{Co}$ , Бк/кг в.-с.	
	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.
<u>р. Дон</u>								
4 км выше сброса 1, 2 блоков	16	15	н	н	22	36	н	н
Старица	20	25	н	н	12	239	1	9
Водозабор 1, 2 блоков	12	16	н	н	3	37	0,4*	5
Сбросной канал 1, 2 блоков	16	36	н	н	-	-	-	-
100 м ниже сброса 1, 2 блоков	15	13	н	< 0,2	18	14	94	40
6 км ниже сброса 1, 2 блоков	18	16	н	н	29	35	9	7
<u>Пруд-охладитель 5 блока</u>								
Сброс 5 блока	13	18	н	н	-	-	-	-
Пляж	19	17	н	н	3	9	н	н
Водозабор 5 блока	12	18	н	н	2	2	н	н
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	15	19	н	н	5	5	8	5

- - данные не поступали;

н – ниже предела обнаружения;

\* – уточненные данные за 2003 г., поступившие в 2005 г.

В 2004 г. ЛВРК НВАЭС также проводила контроль содержания техногенных радионуклидов в донных отложениях в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбохоза «Нововоронежский» (табл. 4.69) [22]. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях пруда-охладителя в 2004 г. увеличилась в 2 раза и составляла в среднем 5,5 Бк/кг в.-с.; в рыбопроизводном пруде – осталась на уровне предыдущего года (5 Бк/кг в.-с.). В р. Дон удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  почти во всех точках отбора увеличилась. Значительное увеличение по сравнению с 2003 г. наблюдалось в старице р. Дон – в 20 раз. Диапазон изменения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в р. Дон составлял от 14 до 239 Бк/кг в.-с. Содержание  $^{60}\text{Co}$  – колебалось от предела обнаружения до 40 Бк/кг. Наличие  $^{60}\text{Co}$  в донных отложениях, отобранных в р. Дон ниже устья сбросного канала 1 и 2 блоков и в рыбопроизводных прудах рыбохоза «Нововоронежский», по данным АЭС [23] прослеживается с 1995 г. В 2004 г. объемная активность  $^{60}\text{Co}$  в р. Дон ниже сбросного канала 1, 2 блоков и в прудах рыбохоза уменьшилась по сравнению с предыдущим годом в 1,3–2,4 раза, а в старице и в водозаборе 1, 2 блока – увеличилась примерно в 10 раз.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в водной растительности в 2004 г. [24] в р. Дон ниже по течению от устья сбросного канала 1, 2 блоков и в устье отводного канала на рыбохоз составляла (4–8) Бк/кг в.-с. Содержание  $^{60}\text{Co}$  в водной растительности в устье отводного канала на рыбохоз составляло 51 Бк/кг в.-с., в р. Дон на 100 м ниже устья сбросного канала 1, 2 блока – 132 Бк/кг в.-с. (что в 1,5 раза ниже показаний предыдущего года), в р. Дон на 15 км ниже устья сбросного канала 1, 2 блока – 12 Бк/кг в.-с. (что соответствует уровню предыдущего года).

Причиной поступления  $^{60}\text{Co}$  в р. Дон и пруды рыбохоза является разгрузка подземных вод из зоны локализации низкоактивных солевых промышленных отходов ХЖО-2 в устье сбросного канала 1 и 2 блоков. Колебания содержания этого радионуклида в гидробионтах, вероятно, связаны с природными явлениями (количество осадков, уровень воды в р. Дон и др.).

В 2004 г. в наблюдательных скважинах зоны загрязнения ХЖО-2 [22] среднегодовая объемная активность  $^{60}\text{Co}$  увеличилась по сравнению с 2003 г. в 1,2–6 раз и изменялась от 2 Бк/л (в скважине № 104) до 970 Бк/л (в скважине № 35) (см. рис. 4.13). В 2004 г. зафиксировано превышение уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде  $^{60}\text{Co}$  (УВ = 41 Бк/л по НРБ-99 [5]) в 16 скважинах (№ 34, 35, 45, 46, 61, 80, 81, 85, 86, 87, 102, 105, 108, 114, 115, 116), по содержанию в воде  $^{137}\text{Cs}$  (УВ = 11 Бк/л) – в одной скважине (№ 35). В других скважинах ХЖО-2 как в зоне загрязнения, так и вне зоны, объемная активность данных техногенных радионуклидов была значительно меньше критерия УВ. В скважинах вокруг других хранилищ, энергоблоков и полей фильтрации НВАЭС объемные активности техногенных радионуклидов снизились в среднем в 1,5 раза и были на два – три порядка меньше соответствующих критериев УВ и на протяжении всех лет наблюдений остаются стабильными.

В воде питьевых артезианских водозаборов промзоны НВАЭС и г. Нововоронежа в 2004 г. объемная активность техногенных радионуклидов были ниже предела обнаружения [22]. Объемная суммарная активность  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучающих нуклидов в воде была значительно меньше нормируемых по НРБ-99.

Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. [22] в СЗЗ составляла 14 кБк/м<sup>2</sup>, что в 1,5 раза выше показателей предыдущего года (при среднем значении за последние 5 лет – 11 кБк/м<sup>2</sup>), в

ЗН – 11 кБк/м<sup>2</sup>, что в 1,4 раза выше, чем в 2003 г. (при среднем значении за последние 5 лет – 9 кБк/м<sup>2</sup>), в контрольном пункте Лиски – 4 кБк/м<sup>2</sup>, что в 2,5 раза ниже показателя предыдущего года (при среднем значении за последние 5 лет – 6 кБк/м<sup>2</sup>). Содержание <sup>137</sup>Cs в почве во всех пунктах контроля в 2–7 раз выше уровня глобального загрязнения на территории РФ (1,9 кБк/м<sup>2</sup>).

Удельная активность техногенных радионуклидов в растительности на заливной пойме р. Дон (левый берег) в д. Старая Хворостань (15 км вниз по течению от НВАЭС) составляла: для <sup>137</sup>Cs – 1 Бк/кг в.с., для <sup>60</sup>Co – < 1 Бк/кг в.с. Содержание <sup>137</sup>Cs в местной сельскохозяйственной продукции [22, 24] в 2004 г. было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [6]: в молоке – 0,9 Бк/кг сырой массы, в мясе – 0,4 Бк/кг сырой массы, в пшенице – 0,2 Бк/кг сырой массы, в картофеле – 0,3 Бк/кг сырой массы, в моркови, свекле, капусте – 0,4 Бк/кг сырой массы, в яблоках – < 3 Бк/кг сырой массы. Помимо <sup>137</sup>Cs, в продуктах был зарегистрирован <sup>60</sup>Co [24]: в молоке – < 0,03 Бк/кг сырой массы, в картофеле – < 0,4 Бк/кг сырой массы, в моркови, свекле, капусте – < 0,1 Бк/кг сырой массы, в яблоках – < 3 Бк/кг сырой массы. <sup>131</sup>I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

В рыбе рыбхоза «Нововоронежский» [24] с 1997 г. регистрируется <sup>60</sup>Co. В 2004 г. удельная активность <sup>60</sup>Co в ней составляла по данным ИБФ – 0,3 Бк/кг сырой массы, а удельная активность <sup>137</sup>Cs – от 0,08 до 0,2 Бк/кг сырой массы. Содержание <sup>60</sup>Co в рыбе в р. Дон варьировало от 0,04 Бк/кг сырой массы в 15 км ниже по течению от НВАЭС до 0,2 Бк/кг сырой массы в районе устья сбросного канала 1, 2 блоков.

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2004 г. вне загрязненных участков в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО НВАЭС [22] составляли 9,7 и 8,5 мкР/ч соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 15,1 мкР/ч, в ЗН – 15,4 мкР/ч. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2004 г. [22], среднегодовая МЭД в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте Лиски составляла 10 мкР/час, а на территории промплощадки – 11 мкР/час, при максимальных значениях 14 и 15 мкР/час соответственно. Годовая накопленная доза внешнего  $\gamma$ -облучения в СЗЗ варьировала в диапазоне (40,9–73,0) · 10<sup>-5</sup> Гр, в ЗН – (53,0–61,7) · 10<sup>-5</sup> Гр, что находится на уровне значений в контрольном пункте Лиски – 51,3 · 10<sup>-5</sup> Гр.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [25] в 100-км зоне вокруг НВАЭС, среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения изменялись от 8 до 17 мкР/ч. Максимальное значение МЭД наблюдалось в г. Павловске (19 мкР/ч). Эти значения практически не отличаются от результатов 2003 г.

Таким образом, в 2004 г. на территории НВАЭС, в СЗЗ (за исключением загрязненных площадей), в 30-км и в 100-км зонах наблюдения независимо от направления и расстояния до НВАЭС радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды находилось на уровне предшествующих лет. Приведенные выше результаты наблюдений позволяют сделать вывод, что в штатном режиме работы НВАЭС оказывает влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне НВАЭС, которое выражается в повышенной по сравнению с фоновой объемной активностью <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере, а также в появлении в атмосфере близлежащих населенных пунктов продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых в 10<sup>5</sup>–10<sup>8</sup> раз ниже установленных нормативов. Радиационный инцидент, произошедший в 1985 г., через много лет привел к загрязнению <sup>60</sup>Co

подземных вод, донных отложений в р. Дон и прудах рыбхоза «Нововоронежский», небольших участков почвы в устье сбросного канала, водной растительности и рыбы в прудовом хозяйстве.

#### 4.10. Смоленская АЭС

На Смоленской АЭС (САЭС) эксплуатируется три энергоблока с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 мВт [26].

САЭС расположена на юге Смоленской области в 35 км от г. Рославля. 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 её притока р. Сельчанка в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС – умеренно-континентальный. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом и со средней температурой от (-4°C) до (-16°C). Лето тёплое. Самая высокая температура наблюдается в июле. Средняя годовая температура ≈ +7°C. 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.

На территории промплощадки САЭС находится комплекс зданий входящих в систему обращения радиоактивных отходов, в которую входят: хранилище жидких и твёрдых отходов (ХЖТО), хранилище жидких отходов (ХЖО). Для хранения отработавшего ядерного топлива на территории промплощадки оборудовано хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ).

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 2004 г. представлено в табл. 4.70 [26]. Там же для сравнения приведены данные за 2003 г. [1, 26].

Таблица 4.70

**Выбросы регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк**

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
<sup>60</sup> Co	2,5·10 <sup>9</sup>	1,61·10 <sup>8</sup>	1,41·10 <sup>7</sup>	+ 1,47·10 <sup>8</sup>
<sup>90</sup> Sr	2,4·10 <sup>8</sup>	5,65·10 <sup>6</sup>	1,95·10 <sup>7</sup>	- 1,39·10 <sup>7</sup>
<sup>131</sup> I	9,3·10 <sup>10</sup>	3,25·10 <sup>8</sup>	5,3·10 <sup>8</sup>	- 2,05·10 <sup>8</sup>
<sup>137</sup> Cs	4,0·10 <sup>9</sup>	1,37·10 <sup>7</sup>	1,86·10 <sup>7</sup>	- 4,90·10 <sup>6</sup>
Сумма ИРГ	3,7·10 <sup>15</sup>	1,25·10 <sup>14</sup>	2,18·10 <sup>14</sup>	- 9,30·10 <sup>13</sup>

Из табл. 4.70 видно, что в 2004 г. выбросы всех радионуклидов не превышали 6 % от разрешенных выбросов, установленных органами Минприроды РФ и Минздравом РФ применительно к промзоне САЭС. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ.



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 р. Гнездна и далее в водоем-охладитель;
- из баков душевых вод санпропускников через очистные сооружения ХФК в водоем-охладитель;
- из приемков грунтовых вод машзалов и баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения проливневой канализации (ПЛК) в водоем-охладитель.

Данные о сбросах отдельных радионуклидов со сточными водами САЭС в водоем-охладитель приведены в табл. 4.71 [1, 26]. Общий объем сброса сточных вод в 2004 г. составлял  $56\,567\text{ м}^3$  [26] с активностью  $1,20 \cdot 10^7$  Бк.

Таблица 4.71

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
		2004 г.	2003 г.	
$^{54}\text{Mn}$	$8 \cdot 10^9$	$9,27 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^6$	$- 5,43 \cdot 10^5$
$^{60}\text{Co}$	$1,6 \cdot 10^9$	$3,99 \cdot 10^6$	$3,40 \cdot 10^6$	$+ 5,90 \cdot 10^5$
$^{90}\text{Sr}$	$1,8 \cdot 10^{10}$	$8,28 \cdot 10^5$	$1,76 \cdot 10^6$	$- 9,32 \cdot 10^5$
$^{134}\text{Cs}$	$1,7 \cdot 10^{10}$	$2,60 \cdot 10^4$	$6,77 \cdot 10^5$	$- 6,51 \cdot 10^5$
$^{137}\text{Cs}$	$4,6 \cdot 10^9$	$7,09 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^7$	$- 3,01 \cdot 10^6$

Из приведенных в табл. 4.71 данных видно, что сбросы радионуклидов на САЭС в 2004 г. не превышали разрешенных и составляли  $1,5 \cdot 10^{-6} - 2,5 \cdot 10^{-3}$  от установленных нормативов. Кроме указанных в табл. 4.71 радионуклидов, в сбросных водах в небольших количествах присутствовали  $^{95}\text{Nb}$  и  $^{95}\text{Zr}$  с суммарной активностью  $2,02 \cdot 10^5$  Бк.

Размер зоны наблюдения для САЭС определен радиусом 30 км. Площадь территории составляет  $2797,7\text{ км}^2$ . В состав территории зоны наблюдения входят земли Рославльского, Починковского и Ельнинского районов Смоленской области, Куйбышевского района Калужской области и Рогнединского района Брянской области. Дополнительно в зону наблюдения включены г. Рославль, п. Остёр и 54 малых населённых пункта и исключено 18 малых населённых пунктов, что увеличило зону наблюдения на  $328,4\text{ км}^2$  [26]. Численность населения, проживающего в районе зоны наблюдения САЭС, составляет 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. чел., сельское – 21,2 тыс. чел.

СЗЗ САЭС определена радиусом 3 км.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН осуществляется лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) САЭС, а в 100-км зоне АЭС – Центральным УГМС. В СЗЗ и ЗН САЭС в 2004 г. ЛВРК осуществлялись следующие виды контроля:

- контроль мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности;
- контроль объемной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы и активности радиоактивных выпадений на местности;
- контроль за содержанием радионуклидов в почве и в продуктах питания местного производства;

- контроль объемной активности радионуклидов в воде сбросных каналов, ПЛК и ХФК промплощадки, в воде открытых водоемов и удельной активности в гидробионтах и рыбе;
- контроль протечек в грунтовые воды из баков ХЖО, ХОЯТ;
- контроль источников питьевого водоснабжения и греющих сред теплосети.

Отбор проб атмосферных аэрозолей в зоне наблюдения САЭС проводился аспирационным методом с использованием установок «Гайфун-4», расположенных на постах постоянного наблюдения, с экспозицией 10 дней. Отбор проб атмосферных выпадений осуществлялся седиментационным методом с использованием кюветы, установленной в СЗЗ на территории очистных сооружений. Отбор проб производился каждые 10 дней. Пробы объединялись за квартал и измерялись на гамма-спектрометре. Отбор проб почвы производился 1 раз в год в пунктах постоянного наблюдения. Отбор проб сельскохозяйственной продукции производился в хозяйствах, расположенных в зоне наблюдения САЭС, один раз в год после сбора урожая. Пробы донных отложений отбирались из поверхностных слоев: на мелководье путем снятия слоя стеклянной банкой емкостью 1 л, на глубоких местах – дночерпателем.

В 2004 г. в 100-км зоне САЭС Центральным УГМС [16] на 7 стационарных пунктах проводились наблюдения за МЭД и на 4 пунктах – наблюдения за атмосферными выпадениями (см. рис. 4.15). Наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе не проводились.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС, представленных в табл. 4.72, суточные атмосферные выпадения  $\Sigma\beta$  в течение 2004 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 3,5 Бк/м<sup>2</sup>-сутки (п. Ельня, октябрь), а среднегодовые значения находились в пределах от 0,4 до 0,8 Бк/м<sup>2</sup>-сутки, т.е. в пределах фоновых уровней и не отличались от данных 2003 г.

Таблица 4.72

**Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м)  $\Sigma\beta$  атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2004 г., Бк/м<sup>2</sup>-сутки (данные Центрального УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.
Ельня	с	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3	0,7	0,4	0,4
	м	2,0	1,8	2,5	1,9	1,9	1,0	2,5	2,5	2,5	3,5	2,2	1,9		
Смоленск	с	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4
	м	1,4	1,3	1,7	1,8	1,5	0,9	2,0	1,2	1,9	2,7	1,7	2,5		
Жуковка	с	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8
	м	1,4	1,2	1,2	1,1	1,3	1,0	1,0	1,2	2,4	2,0	1,3	1,2		
Спас-Деменск	с	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5
	м	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2,0	1,1		

По данным ЛВРК САЭС [26] в выпадениях на территории СЗЗ из техногенных радионуклидов были зарегистрированы <sup>137</sup>Cs, <sup>60</sup>Co и <sup>54</sup>Mn. Выпадения <sup>137</sup>Cs в 2004 г. уменьшились в 2 раза по сравнению с 2003 г., <sup>60</sup>Co – увеличились в 2,5 раза, а <sup>54</sup>Mn – увеличились более, чем на порядок величины.

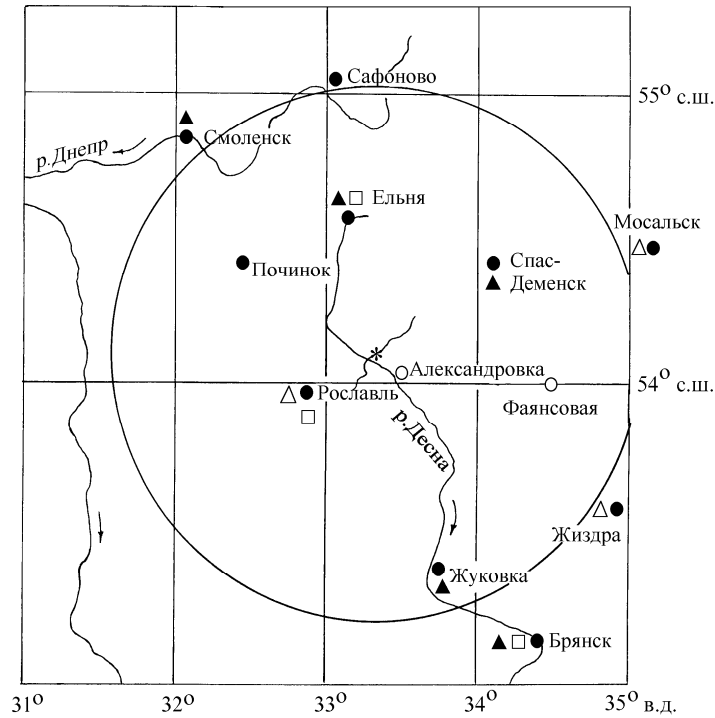


Рис. 4.15. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг САЭС:

- \* – АЭС;
- – наблюдения за  $\gamma$ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ □ – планируемые наблюдения

В табл. 4.73 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН. Данные об объемной активности техногенных радионуклидов в контрольном пункте Кириллы, расположенном в 35 км на юго-запад от АЭС, в 2003–2004 гг. в [26] не приводятся, вероятно, измерения не проводились. Наибольшие объемные активности радионуклидов в воздухе наблюдались в СЗЗ. Техногенные радионуклиды  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{60}\text{Co}$ , отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона, регистрировались и в ЗН САЭС, однако, объемные активности этих радионуклидов в ЗН были в 3–30 раз меньше, чем в СЗЗ. В 2004 г. объемные активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе СЗЗ и ЗН уменьшились по сравнению с 2003 г. в 1,3–1,5 раза, а объемные активности  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  и  $^{51}\text{Cr}$  увеличились в 1,3–3,2 раза. Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в СЗЗ и ЗН АЭС в 2004 г., как и в 2003 г., была соответственно в 5 и 1,4 раза выше, чем средневзвешенная объемная активность в Центре ЕТР ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). В то же время, наблюдаемые объемные активности техногенных радионуклидов в приземной атмосфере вокруг АЭС были на пять – восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99.

Таблица 4.73

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС,  $10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (данные ЛВРК АЭС)**

Место отбора проб	$^{137}\text{Cs}$		$^{134}\text{Cs}$		$^{60}\text{Co}$		$^{54}\text{Mn}$		$^{51}\text{Cr}$	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
СЗЗ	32	40	6,0	4,0	332	105	193	85*	161	106*
ЗН	8,7	13,4	0,8	0,6	11,5	7	8,8	5	41	20

\* – уточненные данные за 2003 г., поступившие в 2005 г.

В табл. 4.74 приведены данные об активности радионуклидов в почве в СЗЗ, ЗН и в контрольном пункте Кириллы в 2003–2004 гг.

Таблица 4.74

**Содержание радионуклидов в почве в районе САЭС, кБк/м<sup>2</sup>  
(данные ЛВРК АЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
<sup>137</sup> Cs	0,65	2,1	2,4	9,8	1,8	6,7
<sup>134</sup> Cs	0,03	0,08	0,03	0,07	< 0,01	< 0,1

По данным ЛВРК АЭС в 2004 г. содержание <sup>137</sup>Cs в почве в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте Кириллы в среднем было на уровне глобального загрязнения по территории РФ. Содержание в почве <sup>134</sup>Cs уменьшилось по сравнению с 2003 г. примерно в 2,5 раза и наблюдалось только в СЗЗ и ЗН САЭС. Содержание в почве <sup>60</sup>Co было ниже 0,07 кБк/м<sup>2</sup>.

В воде рек Сельчанка и Гнездна, куда осуществляется сброс дебалансных вод САЭС, а также в воде р. Десна ниже плотины ЛВРК САЭС в 2004 г. из техногенных радионуклидов регистрировался только <sup>137</sup>Cs со среднегодовой объемной активностью 4,4 мБк/л, 4,7 мБк/л и 5,5 мБк/л соответственно. Эти значения в 1,6 раза ниже значений 2003 г. и ниже средних значений за последние 5 лет, но в 1,5–1,9 раза выше объемной активности <sup>137</sup>Cs в фоновой точке. Зарегистрированные в воде открытых водоемов объемные активности <sup>137</sup>Cs на три порядка ниже УВ по НРБ-99 [5], поэтому присутствие <sup>137</sup>Cs с данной концентрацией в воде открытых водоемов не накладывает каких-либо ограничений на водопользование по радиационному признаку. Даже при использовании ее в качестве питьевой, расчетное значение годовой дозы внутреннего облучения при потреблении 730 л/год воды из водохранилища ниже пределов доз для населения, установленных НРБ-99.

В табл. 4.75 представлены результаты обследования ЛВРК САЭС донных отложений в водоемах в районе САЭС. Как видно из табл. 4.75, наибольшая удельная активность <sup>137</sup>Cs в 2004 г. в донных отложениях, наблюдалась в районе д. Трояново, а также в р. Соложа. Кроме <sup>137</sup>Cs в донных отложениях всех исследованных водоемов в районе САЭС присутствует <sup>60</sup>Co, максимальная удельная активность которого отмечена в районе очистных сооружений. Содержание <sup>137</sup>Cs в донных отложениях в 2004 г. в среднем уменьшилось, а <sup>60</sup>Co в районе очистных сооружений увеличилось в 17 раз.

Таблица 4.75

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов  
в районе САЭС в 2003–2004 гг., Бк/кг в.-с.  
(данные ЛВРК АЭС)**

Место отбора проб	<sup>137</sup> Cs		<sup>60</sup> Co	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
р. Соложа	97	120	< 1,8	1,4
д. Трояново	100	99	4,8	3,0
Очистные сооружения	34	30	40	2,3
Плотина	89	150	< 1,6	4,8
Городской пляж	93	94	< 2,5	3,3
р. Десна	8,2	12	< 1,5	3,4

В зерновых культурах (пшеница) окрестных хозяйств [26] удельная активность <sup>137</sup>Cs в 2004 г. составляла 0,62 Бк/кг сырой массы, в рыбе – 5,6 Бк/кг сырой массы. Содержание <sup>137</sup>Cs в продуктах питания в окрестностях САЭС было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [6].

Контроль герметичности баков ХЖТО и ХОЯТ 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 литр в лабораторных условиях. В скважинах ХЖТО и ХОЯТ радионуклиды при минимально детектируемой активности  $^{137}\text{Cs} \sim 2$  мБк/л не были обнаружены.

Мощность дозы  $\gamma$ -излучения регистрировалась в СЗЗ и ЗН на постах постоянного наблюдения переносными приборами с периодичностью один раз в 10 дней и круглосуточно в населенных пунктах зоны наблюдения измерителями радиационного фона СТРК, на территории промплощадки – переносным прибором по установленному регламенту маршруту.

Среднегодовая величина мощности дозы  $\gamma$ -излучения по данным АСКРО САЭС в СЗЗ и ЗН составляла 10,3 мкР/ч. При маршрутных обследованиях на территории СЗЗ и ЗН САЭС среднее значение МЭД было равным 15 мкР/ч.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС в 2004 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 9 до 12 мкР/ч, максимальные среднесуточные значения достигали 19 мкР/ч (в п. Ельня), что соответствует природным флуктуациям естественного  $\gamma$ -фона.

Годовая поглощенная доза на местности измерялась термолюминесцентными дозиметрами ТЛД-500К в корпусе ДПГ-03, размещенными на постах постоянного наблюдения и в населенных пунктах 30-км зоны САЭС. Пространственное распределение годовой поглощенной дозы внешнего облучения на местности, характеризующее величину суммарного воздействия природных и техногенных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от АЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировал в пределах  $(49-85) \cdot 10^{-5}$  Гр, что находится на уровне естественного радиационного фона.

Из анализа приведенных выше данных следует, что САЭС оказывает незначительное влияние на радиационную обстановку в 30-км зоне наблюдений, которое выражается в присутствии в объектах окружающей среды  $^{60}\text{Co}$ . 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 этих радионуклидов в воздухе на несколько порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99.

#### Список литературы к разделу 4

1. Брыкин С.Н., Землянухин В.Н., Серебряков И.С. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М: ФГУП ВНИИХТ, 2005.
2. Максимов В.Я. Результаты радиационного мониторинга окружающей среды в районе расположения Балаковской АЭС в 2004 г. – Балаково: Балаковская АЭС, 2005.
3. Бигильдеева Н.Р., Шахов Д.Б. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе Балаковской АЭС в 2004 г. – Самара: Приволжское УГМС, 2005.

4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометиздат, 2004. – 273 с.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
6. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.3.2.560 – 96). – М.: 1997.
7. Рафиков Е.М., Колтик И.И. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2004 г. – Заречный: Белоярская АЭС, 2005.
8. Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В., Белозеров А.Б. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2004 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2005.
9. Филатов И.М., Астапов А.А. Результаты радиационного мониторинга в районе расположения Билибинской АЭС в 2004. Отчет. – Билибино: Билибинская АЭС, 2005.
10. Ткаченко Н.В. Отчет по оперативно-производственной работе по мониторингу радиоактивного загрязнения КЛМС ГУ Чукотского УГМС в 2004 году. – Певек: Чукотское УГМС, 2005.
11. Галиев Р.С., Банников Г.Н. О радиационной обстановке в районе расположения Ростовской АЭС за 2004 г. Отчет. – Волгодонск: Ростовская АЭС, 2005.
12. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) СП 2.6.1.27–2000. – М: 2000.
13. Бурого С.Г. Годовой отчет по оперативно-производственной работе радиометрической лаборатории Ростовского областного ЦГМС Северо-Кавказского УГМС в 2004 г. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское УГМС, 2005.
14. Сорока А.А., Бугаева Л.Г., Отченашева Л.Н., Носарева Ю.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2004 г. – Удомля: Калининская АЭС, 2005.
15. Хрисанфов Ю.В. Обзор радиоактивного загрязнения природной среды на территории, обслуживаемой Северо-Западным УГМС. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2005.
16. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2004 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2005.
17. Пыткин Ю.Н., Белев В.Я., Евполов И.В. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2004 г. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2005.
18. Семенов А.В., Мокротоварова О.И., Дворникова Н.Я. Обзор радиационной обстановки на территории деятельности Мурманского УГМС в 2004 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2005.
19. Стасенко В.В., Полянских С.А. О радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2004 год. Отчет. – Курчатова: Курская АЭС, 2005.
20. Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Сопин С. Е. и др. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе Курской АЭС за 2004 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2005.

21. Епихин А.И., Козлов Е.П., Степанов С.В. О радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2004 г. Отчет. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2005.
22. Викин В.А., Бордачев В.В., Зверева Г.Н. Результаты радиационного контроля окружающей среды на Нововоронежской атомной станции за 2004 г. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2005.
23. Викин В.А., Бордачев В.В., Зверева Г.Н. Результаты радиационного контроля окружающей среды на Нововоронежской атомной станции за 2003 г. Отчет. – Нововоронеж: Нововоронежская АЭС, 2004.
24. Жбанников В.В. Результаты выполнения «Регламента комплексного контроля участка радиоактивного загрязнения в районе ХЖО-2 НВАЭС» за 2004 г. Отчет. – Нововоронеж, 2005 г.
25. Кобзев И.П., Черемисов В.А. Об оперативно-производственной деятельности УГМС ЦЧО по радиационному мониторингу за 2004 г. Отчет. – Курск: УГМС ЦЧО, 2005.
26. Краснов И.М., Паршин А.М., Сковорода Г.А. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2004 г. Отчет. – Десногорск: Смоленская АЭС, 2005.

## 5. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ

### 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 2004 г. наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземной атмосфере проводились ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки на фильтр ФПП-15-1,5 в п. Подмосковная [1]. Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, два из которых расположены на территории г. Москвы (ВВЦ и ЦВС), остальные — на территории области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения измерялась ежедневно на 16 станциях г. Москвы и области. Помимо этого, в п. Балчуг проводился отбор проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития.

Данные об объемной активности суммы бета-излучающих радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) в приземном слое воздуха и выпадений  $\Sigma\beta$  на подстилающую поверхность за 2004 г. представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Москвы и Московской области в 2004 г. (данные Центрального УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2004 г.	2003 г.	
Выпадения, Бк/м <sup>2</sup> ·сутки															
Подмосковная	с	1,2	1,3	0,7	1,2	1,7	1,4	1,4	0,8	0,7	1,1	1,5	1,0	1,2	1,0
	м	3,7	4,5	4,3	3,8	4,7	3,8	4,5	2,8	2,9	2,5	3,8	3,5		
Балчуг	с	0,8	1,4	1,2	0,7	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9	0,7	1,1	1,0	1,0
	м	2,9	4,0	4,7	2,5	4,9	4,0	3,1	3,1	3,1	3,9	3,1	3,2		
ВВЦ	с	1,6	0,9	0,9	1,2	1,2	1,1	0,3	1,4	1,2	1,3	0,7	0,7	1,0	0,9
	м	4,3	9,8	4,3	4,7	4,1	4,1	0,9	4,0	2,5	3,4	1,8	3,8		
ЦВС	с	0,9	0,5	1,0	0,3	0,8	0,4	0,6	0,6	1,4*	1,4*	1,4*	0,7*	0,8	0,7
	м	2,4	1,9	4,6	1,6	2,4	2,8	3,1	2,7	3,2*	3,8*	3,8*	2,1*		
Новый Иерусалим	с	0,6	1,1	0,5	1,2	1,3	1,3	0,8	1,3	1,1	1,0	1,0	0,7	1,0	0,9
	м	2,7	3,5	2,2	4,2	4,1	4,3	4,3	3,5	2,5	2,3	3,3	2,0		
Среднее:															
- по зоне наблюдения		1,0	1,0	0,9	0,9	1,2	1,1	0,8	1,0	1,1	1,4	1,0	0,9	1,0	0,9
- по Центру ЕТР		1,2	1,2	1,1	1,4	1,7	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	1,3	1,0	1,3	1,0
Объемная активность, · 10 <sup>-5</sup> Бк/м <sup>3</sup>															
Подмосковная	с	15,7	9,1	5,5	6,6	9,9	12,8	13,8	18,3	19,5	15,0	11,8	16,0	12,8	22,9
	м	45,6	18,8	17,3	52,1	18,7	27,1	26,2	40,8	39,2	38,2	36,6	32,7		

\* – пост ЦВС закрыт 10 сентября, наблюдения перенесены в Тушино.

Из табл. 5.1 видно, что в 2004 г. среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере в п. Подмосковная составила  $12,8 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> и была в 1,8 раза ниже по сравнению с предыдущим годом [2] и в 1,4 раза ниже средневзвешенной объемной активности по Центру ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Максимальная среднесуточная объемная активность  $\Sigma\beta$  ( $52,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>) наблюда-



лась в апреле и превышала фоновое значение за предыдущий месяц более чем в 9 раз. Техногенных радионуклидов в пробе повышенной активности обнаружено не было.

Среднегодовая объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в приземной атмосфере п. Подмосковная в 2004 г. по данным НПО «Тайфун» составляла  $3,9 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> и была в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР (см. раздел 1), а  $^{90}\text{Sr}$  –  $0,33 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 4 раза ниже средневзвешенной по территории Центра ЕТР ( $1,32 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Содержание естественных радионуклидов –  $^7\text{Be}$ ,  $^{22}\text{Na}$  и  $^{40}\text{K}$  – в воздухе составляло  $133 \cdot 10^{-5}$ ,  $1,5 \cdot 10^{-7}$  и  $0,73 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

Среднегодовые выпадения  $\Sigma\beta$  в 2004 г. в пунктах контроля (см. табл. 5.1) [1] колебались в диапазоне 0,8–1,2 Бк/м<sup>2</sup>·сутки. Максимальные среднесуточные выпадения (9,8 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) были зарегистрированы в феврале на метеостанции ВВЦ в г. Москве. В среднем, выпадения  $\Sigma\beta$  в 2004 г. (1,0 Бк/м<sup>2</sup>·сутки) остались на уровне предыдущего года [2] и не превышали регионального уровня (1,3 Бк/м<sup>2</sup>·сутки для Центра ЕТР).

Выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в объединенной по пяти пунктам пробе в 2004 г. увеличились в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и составили 0,64 Бк/м<sup>2</sup>·год, что примерно в 1,3 раза ниже значения по территории Центра ЕТР (см. раздел 1).

Объемная активность трития в атмосферных осадках в п. Балчуг по данным НПО «Тайфун» в 2004 г. составляла 2,2 Бк/л, что не превышает среднего содержания трития в осадках на территории России (2,4 Бк/л).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на территории г. Москвы и области [1] изменялась от 9 мкР/ч (г. Дмитров) до 14,5 мкР/ч (г. Клин), что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальные значения МЭД не превышали 18 мкР/ч.

Радиационная обстановка в г. Москве также систематически контролируется ГУП МосНПО «Радон» [3], согласно программам и постановлениям Правительства Москвы «О мерах по повышению радиационной безопасности населения г. Москвы». Система радиационно-экологического мониторинга г. Москвы охватывает всю территорию города (~ 1000 км<sup>2</sup>) и состоит из стационарных и мобильных средств контроля, центрального лабораторного комплекса и информационно-аналитического центра [3]. Схема радиационного мониторинга в г. Москве представлена на рис. 5.1.

Стационарные средства контроля ГУП МосНПО «Радон» включают в себя:

- наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере на пяти постоянных постах путем непрерывного отбора проб с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью 1 200 м<sup>3</sup>/ч на фильтр ФПП-15-1,5; экспозиция проб – одна неделя;
- наблюдения за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах, совпадающих с пунктами отбора проб аэрозолей. Пробы отбирались с недельной экспозицией с помощью высокооборотных кювет;
- сеть постов контроля водного бассейна: шесть стационарных гидропостов, расположенных на створах рек Москва, Сетунь, Сходня, Яуза и в устье Соболевского ручья (как наиболее вероятного места поступления промышленных загрязнений), на которых отбор проб воды и донных отложений производился раз в месяц, а также 63 пункта, в которых пробы отбирались раз в год;

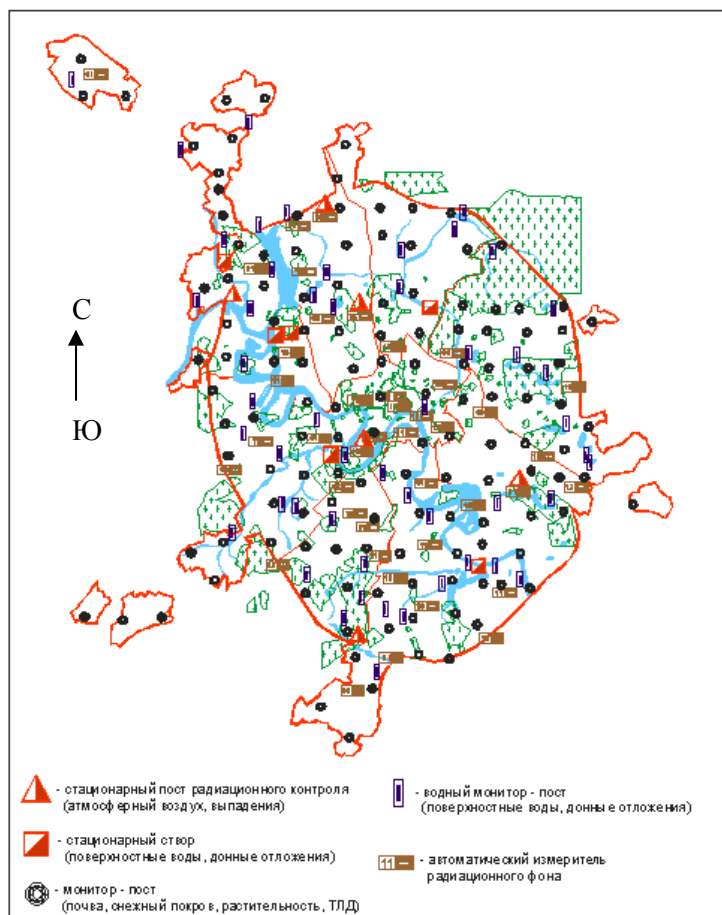


Рис. 5.1. Схема радиационно-экологического мониторинга г. Москвы

- наземную режимную сеть наблюдения (134 пункта) за радиоактивностью почв и грунтов по пробам, отобранным 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 гамма-съемки по магистралям и улицам города в районах промышленных и жилых застроек города;
- измерение МЭД переносными дозиметрами во время отбора проб объектов окружающей среды;
- 300 термолюминесцентных дозиметров для определения интегральной поглощенной дозы облучения от внешних источников облучения на местности.

В процессе мониторинга в 2004 г. было отобрано и проанализировано более 2 500 проб объектов окружающей среды.

В табл. 5.2 приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в г. Москве в 2004 г. [3] и для сравнения в 2003 г.

Таблица 5.2

**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	
	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.	2004 г.	2003 г.
Объемная активность в приземной атмосфере, $10^{-5}$ Бк/м <sup>3</sup>	11	13	0,13	0,25	0,22	0,20	1,7	2,1	250	130	0,24	0,20	-	-
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/м <sup>2</sup> ·год	256	438	21,9	29,2	21,9	29,2	204	237	548	475	0,66	0,58	-	-
Содержание радионуклидов: почва, грунт, Бк/м <sup>2</sup>											410	420	120	130
Бк/кг	-	370	18	17	23	22	390	365	-	-	-	7	-	-
донные отложения, Бк/кг	347	290	15	13	16	15	300	300	н	н	7	5	-	-
Объемная активность в поверхностных водах, мБк/л	80	160	2,6	3,6	4,8	6,1	11	10	-	-	0,9	1,2	4,7	5,9

- - измерения не проводились;  
н - ниже предела обнаружения.

Из табл. 5.2 видно, что среднегодовая объемная активность  $\Sigma\beta$  в приземной атмосфере г. Москвы несколько уменьшилась по сравнению с 2003 г. и была в 1,6 раза ниже средневзвешенного значения по территории Центра ЕТР ( $18,0 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>137</sup>Cs в приземной атмосфере в 2004 г. увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2003 г. и в 3,8 раза превышала средневзвешенное по территории центра ЕТР значение ( $6,3 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>7</sup>Be в воздухе менялась в течение года в зависимости от сезона и достигала максимума в середине лета (до  $700 \cdot 10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>) [3].

Кроме указанных в табл. 5.2 радионуклидов, в приземной атмосфере г. Москвы постоянно регистрируются естественные <sup>210</sup>Pb и <sup>22</sup>Na [3]. В 2004 г. объемная активность <sup>22</sup>Na увеличилась в 1,6 раза по сравнению с 2003 г. и составляла ( $5,4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>), а <sup>210</sup>Pb – осталась на уровне предыдущего года и составляла ( $54 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>). Зарегистрированные объемные активности данных радионуклидов были на три – восемь порядков ниже допустимых по НРБ-99 ( $72$  Бк/м<sup>3</sup> – для <sup>22</sup>Na,  $0,11$  Бк/м<sup>3</sup> – для <sup>210</sup>Pb) [4].

Выпадения  $\Sigma\beta$  на территории г. Москвы в 2004 г. (см. табл. 5.2) были в 1,8 раза ниже фонового уровня ( $1,3$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и выпадений 2003 г. Выпадения <sup>137</sup>Cs незначительно увеличились по сравнению с предыдущим годом, но не превышали средневзвешенных по территории Центра ЕТР ( $0,75$  Бк/м<sup>2</sup>·год).

В донных отложениях [3] наблюдались <sup>226</sup>Ra (15 Бк/кг), <sup>232</sup>Th (16 Бк/кг), <sup>40</sup>K (300 Бк/кг) и <sup>137</sup>Cs (7 Бк/кг) (см. табл. 5.2). Содержание <sup>137</sup>Cs и <sup>226</sup>Ra в донных отложениях в р. Москве распределено неравномерно. В 2004 г. максимальная удельная активность <sup>137</sup>Cs (480 Бк/кг) имела место в районе Соболевского ручья, принимающего свыше 30 лет промстоки предприятий и институтов с радиоактивной спецификой научной и производственной деятельности, а также в 200 м ниже (470 Бк/кг). За счет шлюзовых разнонаправленных движений воды, повышенные значения наблю-

дались и выше по течению от места впадения ручья в Москву-реку. Максимум содержания  $^{226}\text{Ra}$  в донных отложениях отмечался ниже выхода водоотводного канала (164 км) – 59 Бк/кг и ниже ММДЦ СИТИ (огороженный слив) – 56 Бк/кг. Удельная активность  $^{40}\text{K}$  и  $^{232}\text{Th}$  равномерно распределена на протяжении 75 % русла реки. Повышенные значения удельной активности  $^{232}\text{Th}$  наблюдались в луке Серебряного бора – 47 Бк/кг и у плотины Карамышево (190 км) – 44 Бк/кг, а также ниже выхода водоотводного канала и выше Южного речного вокзала (155 км) – 40 Бк/кг.

В центре города на СПРК-2 в течение всего года измерялась эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) в воздухе основного дозоформирующего природного радионуклида  $^{222}\text{Rn}$  [3]. Среднее значение ЭРОА  $^{222}\text{Rn}$  составило 2,9 Бк/м<sup>3</sup> с диапазоном изменения в течение года от 0,4 до 10,1 Бк/м<sup>3</sup>. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в центре города в течение года не превышала  $2 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, а  $^{90}\text{Sr}$  –  $0,4 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, что на пять порядков ниже ДОА<sub>НАС</sub> для  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  по НРБ-99 [4].

С целью определения радиологических условий проживания населения в 2004 г. было проведено обследование на содержание ЭРОА радона 908 квартир, 10 служебных помещений, 90 подвалов зданий, 112 школ и 123 детских образовательных учреждения [3]. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений ЭРОА радона находилась в пределах от 3 до 68 Бк/м<sup>3</sup>, в подвалах – от 9 до 410 Бк/м<sup>3</sup>, а в помещениях первого этажа дошкольных учреждений и школ – от 5 до 118 Бк/м<sup>3</sup>. Выборочные измерения ЭРОА торона в обследованных помещениях и подвальных пространствах показали значения от 0,2 до 4,4 Бк/м<sup>3</sup>. Согласно НРБ-99 [4], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м<sup>3</sup>.

В 2004 г. ГУП МосНПО «Радон» [3] продолжил работы по выявлению и дезактивации участков радиоактивного загрязнения (УРЗ), которые включили в себя 8 000 км маршрутов автомобильной гамма-съемки, пешеходную  $\gamma$ -съемку, охватившую 29 км<sup>2</sup> городской территории, и дезаквационные работы. Было выявлено и дезактивировано 30 УРЗ. Вывезено на переработку 114,45 тонн РАО, обследовано 35 рынков и вывезено 1012 кг загрязненных продуктов питания. При обследовании Московского Инженерно-Физического института был обнаружен УРЗ площадью 10 м<sup>2</sup>, мощность дозы на котором достигала 2,6 мР/ч.

Кроме того, в 2004 г. было проведено 57 инспекционных проверок организаций-владельцев радиоактивных веществ и радиоактивных отходов [3]. Выявлено 20 557 просроченных закрытых радиоактивных источников, из них захоронено 5 245 (20 % от общего числа).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы на территории г. Москвы в 2004 г. [3] составляла 13 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальные значения не превышали 15 мкР/ч. Годовая поглощенная доза по показаниям ТЛД составляла 0,8 мЗв/год.

Таким образом, радиационный мониторинг окружающей природной среды на территории г. Москвы и Московской области показал, что контролируемые параметры объектов природной среды, за исключением УРЗ, в 2004 г. находились на уровне многолетних значений, характерных для радиационного фона столицы и Центра ЕТР, и не превышали установленных нормативов.

## 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 контроль 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. и выноса радионуклидов с высохших берегов оз. Карачай, куда сливались низкоактивные РАО, в 1967 г.

Подробные данные о происхождении ВУРС, его протяженности, радионуклидном составе загрязнения и его уровнях приведены в [5]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  по состоянию на 1997 г.

На территории этого радиоактивного следа, который примерно совпадает с районом предполагаемых нештатных выбросов ПО «Маяк», Уральское УГМС в 12 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и мощностью экспозиционной дозы [6].

Выпадения  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 2004 г. [6], а также за предыдущие годы [2], приведены в табл. 5.3. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 2.1 в разделе 2 и рис. 4.3 в разделе 4. Выпадения  $\Sigma\beta$  в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе,  $^{137}\text{Cs}$  – в объединенной за месяц пробе,  $^{90}\text{Sr}$  – в пробе, объединенной за квартал.

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что годовые выпадения  $\Sigma\beta$  незначительно меняются в течение последних трех лет и не превышают фоновых данных по Уральскому региону.

Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на территории ВУРС, также как и фоновые по территории Уральского региона, в 2004 г. увеличились в 1,7 раза по сравнению с 2003 г. и превышали региональные фоновые в 2,5 раза. Максимальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$ , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в апреле и в июне ( $0,5 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{месяц}$ ), тогда как в среднем по Уральскому региону выпадения составляли  $0,13 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{месяц}$ . По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались в п. Муслимово ( $7,6 \text{ Бк}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ), который входит в 100-км зону наблюдения вокруг ПО «Маяк».

Таблица 5.3

Выпадения  $\Sigma\beta$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2002–2004 гг., Бк/м<sup>2</sup>·год

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			$^{137}\text{Cs}$			$^{90}\text{Sr}$		
	2004 г.	2003 г.	2002 г.	2004 г.	2003 г.	2002 г.	2004 г.	2003 г.	2002 г.
Аргаяш	292	292	329	5,9	2,4	7,2	3,5	3,7	9,4
Байны	146	146	-	4,2	6,0	3,6	4,4	1,9	3,4
Богданович	183	183	183	3,4	1,2	н	3,8	2,0	2,6
Бродокалмак	256	329	329	5,4	2,4	2,4	5,3	3,2	6,7
Ирбит	146	146	146	3,9	1,2	2,4	1,9	2,8	2,3
Каменск-Уральский	146	183	146	6,6	2,4	2,4	4,7	1,8	4,7
Камышлов	146	146	183	1,4	1,2	1,2	2,0	2,9	3,3
Муслюмово	292	365	292	7,6	4,8	3,6	9,1	7,3	15,5
Новый Завод	110	146	146	0,5	1,2	2,4	3,6	1,8	5,2
Рыбниковское	146	183	146	0,8	2,4	2,4	6,1	2,0	5,0
Тавда	146	146	146	6,3	2,4	1,2	2,8	2,3	5,2
Талица	146	146	146	2,2	2,4	2,4	4,2	1,7	3,2
Среднее по территории ВУРС	183	219	183	4,0	2,4	2,4	4,2	2,8	5,5
Фон для Уральского региона	183	183	183	1,6	1,2	1,2	1,9	1,6	1,92

В 2004 г. в среднем на территории всего Уральского региона выпадения  $^{90}\text{Sr}$  увеличились в 1,2 раза. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$ , усредненные по территории ВУРС, также увеличились примерно в 1,5 раза и превышали региональный фон в 2,3 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в четвертом квартале (1,17 Бк/м<sup>2</sup>·квартал). Максимальные годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  наблюдались в п. Муслюмово (9,1 Бк/м<sup>2</sup>·год), на остальных пунктах наблюдения они изменялись от 1,9 Бк/м<sup>2</sup>·год до 6,1 Бк/м<sup>2</sup>·год.

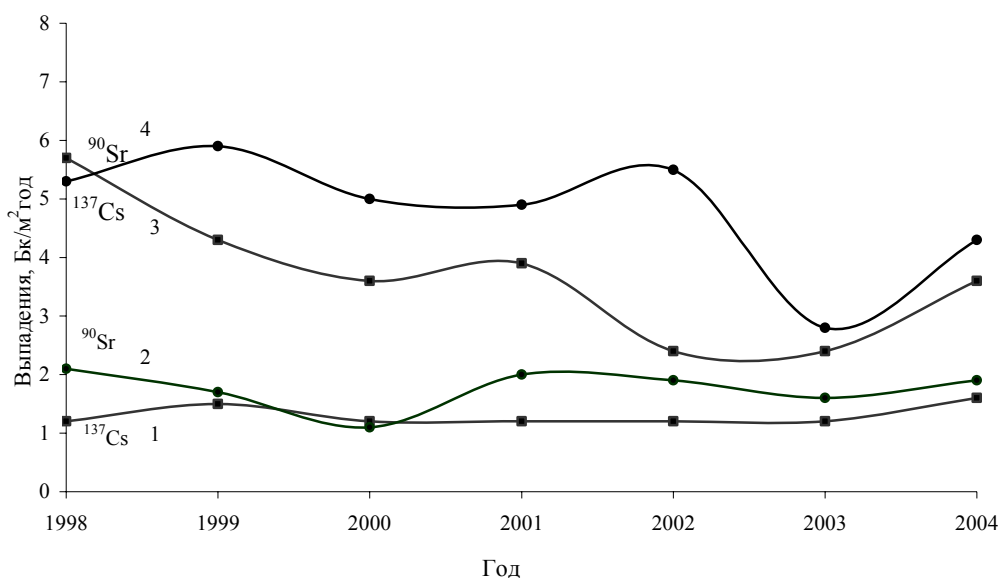


Рис. 5.2. Динамика выпадений радионуклидов на подстилающую поверхность на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа:

- 1, 2 – фоновые уровни выпадений по Уральскому региону;
- 3, 4 – выпадения, усредненные по территории ВУРС

Динамика годовых выпадений  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на территории ВУРС в период с 1998 по 2004 гг. приведена на рис. 5.2. Из рис. 5.2 видно, что выпадения радионуклидов со временем имеют тенденцию к уменьшению. За данный период выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в среднем уменьшились в 1,8 и 1,5

раза соответственно. Отношение содержания  $^{90}\text{Sr}$  к содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в выпадениях варьирует в пределах 0,9–2,3.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС в 2004 г. колебалась от 9 до 12 мкР/ч и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона и территории РФ.

### **Пос. Двуреченск**

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в п. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится захоронение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. Источником возможного загрязнения окружающей среды является естественный радионуклид  $^{232}\text{Th}$  и его дочерние продукты распада [6]. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3-х км от пос. Двуреченск. Кроме того, Двуреченск расположен в 100-км зоне наблюдения вокруг Белоярской АЭС.

С 1991 г. в пос. Двуреченск действует пост Уральского УГМС, проводящий регулярные с наблюдениями за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и измерения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения 3 раза в сутки. Результаты наблюдений за атмосферными выпадениями  $\Sigma\beta$ , а также результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2001–2004 гг. представлены в табл. 5.4.

Анализ данных о выпадениях радионуклидов за последние четыре года показал, что годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в пос. Двуреченск не превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в пос. Двуреченск в 2004 г. также были на фоновом уровне, а выпадения  $^{90}\text{Sr}$  – на уровне 2003 г. и превышали фоновый уровень в 2,1 раза. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения в 2004 г. составляла 9 мкР/ч, что соответствует фоновому значению. 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 и, возможно, деятельностью Белоярской АЭС.

### **Г. Новоуральск**

В г. Новоуральске, входящем в 100-км зону Белоярской АЭС, расположен Уральский электрохимический комбинат (УЭХК), который производит слабообогащенный уран для ядерных реакторов и ведет переработку оружейного урана с демонтированных боеголовок. В 2004 г. комбинатом в открытую гидрографическую сеть было сброшено  $1,80 \cdot 10^8$  Бк  $\alpha$ -активных изотопов урана (в 5,5 раз меньше, чем в 2003 г.), что составляет 6,5 % от величины разрешенного сброса, а в воздух выброшено  $2,10 \cdot 10^8$  Бк (в 1,7 раза больше, чем в 2003 г.)  $\alpha$ -активных изотопов урана, что составляет 2,8 % от величины разрешенного выброса [7].

Таблица 5.4

Среднемесячные и среднегодовые значения выпадений из атмосферы  $\Sigma\beta$  (Бк/м<sup>2</sup>-сутки), <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr (Бк/м<sup>2</sup>-месяц) в некоторых городах Свердловской области 2004 г.

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	0,3	н	0,17	0,4	1,1	0,53	0,3	н	0,19
Февраль	0,5	н	0,17	0,4	1,1	0,53	0,6	0,9	0,19
Март	0,5	0,9	0,17	0,5	н	0,53	0,3	2,1	0,19
Апрель	0,4	н	0,16	0,6	н	0,57	0,2	н	0,17
Май	0,3	н	0,16	0,5	0,4	0,57	0,6	н	0,17
Июнь	0,5	0,3	0,16	0,8	н	0,57	0,5	0,7	0,17
Июль	0,6	н	0,77	0,6	н	0,17	0,4	н	0,32
Август	0,3	0,5	0,77	0,6	0,9	0,17	0,3	н	0,32
Сентябрь	0,5	н	0,77	0,6	н	0,17	0,5	н	0,32
Октябрь	0,5	0,1	0,2	0,6	н	0,38	0,5	1,2	0,24
Ноябрь	0,4	н	0,2	0,7	н	0,38	0,3	0,9	0,24
Декабрь	0,4	н	0,2	0,3	н	0,38	0,4	0,9	0,24
Сумма, Бк/м <sup>2</sup> -год									
2004 г.	146	1,8	3,9	183	3,5	5,0	146	6,7	2,8
2003 г.	110	2,6	3,6	183	2,1	3,8	146	1,5	1,6
2002 г.	146	2,4	5,2	183	4,8	2,6	146	1,2	3,8
2001 г.	183	1,2	4,3	219	4,8	3,9	146	2,4	5,8
Фон для Уральского региона, Бк/м <sup>2</sup> -год									
2004 г.	183	1,6	1,9	183	1,6	1,9	183	1,6	1,9
2003 г.	183	1,2	1,6	183	1,2	1,6	183	1,2	1,6
2002 г.	183	1,2	1,9	183	1,2	1,9	183	1,2	1,9
2001 г.	183	1,2	2,0	183	1,2	2,0	183	1,2	2,0

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

Радиационный мониторинг окружающей среды в г. Новоуральске проводится Уральским УГМС. В городе организованы наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения 3 раза в сутки [6]. Результаты наблюдений приведены в табл. 5.4. Видно, что годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Новоуральске в течение последних трех лет не меняются и не превышают фоновых значений для Уральского региона. В 2004 г. суммарные выпадения <sup>137</sup>Cs за год увеличились в 1,7 раза по сравнению с 2003 г. и в 2,2 раза превышали уровень регионального фона. Выпадения <sup>90</sup>Sr в 2004 г. увеличились в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и в 2,6 раза превышали уровень регионального фона. Среднее за год значение МЭД составляло 10 мкР/ч, что соответствует естественному фону. 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 наблюдаемые выпадения этих радионуклидов сравнимы или меньше средних выпадений в 100-км зоне Белоярской АЭС.

### Г. Лесной

В г. Лесном расположен комбинат «Электрохимприбор» (ЭХП), на котором производится демонтаж ядерного оружия. Комбинат ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана. Согласно [7], в 2004 г. выбросы изотопов урана в атмосферу на ЭХП не изменились по сравнению с 2003 г. и составили  $6,31 \cdot 10^8$  Бк, что практически совпадает с величиной разрешенного для этих радионуклидов выброса комбината, равного  $6,32 \cdot 10^8$  Бк/год.

С 1992 г. в г. Лесном Уральское УГМС проводит наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов посредством планшета с суточной экспозицией и за мощностью экспозиционной



дозы  $\gamma$ -излучения 3 раза в сутки. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений приведены в табл. 5.4.

Анализ результатов показывает, что годовые выпадения  $\Sigma\beta$  в г. Лесном не изменяются последние три года и не превышают фоновый уровень для Уральского региона. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  в 2004 г. увеличились в 4,8 раза по сравнению с 2003 г. и в 4,5 раза превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  также увеличились в 1,8 раза по сравнению с 2003 г. и в 1,5 раза превышали фоновый уровень Уральского региона. Среднегодовое значение МЭД составляло 11 мкР/ч, что не отличается от фоновых уровней. Поскольку  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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 Уральского региона следует, что в 2004 г. выпадения  $^{137}\text{Cs}$  из атмосферы на перечисленных выше локальных территориях превышали фоновые значения, характерные для всего Уральского региона, в 1,5–4,5 раза. Фоновые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  по всему Уральскому региону в 2004 г. незначительно увеличились, а на рассматриваемых территориях выпадения  $^{90}\text{Sr}$  превышали фоновый уровень в 1,5–2,6 раза. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля.

### 5.3. Территории ЕТР, загрязненные после аварии на Чернобыльской АЭС

После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. некоторые территории ЕТР были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущих продуктов аварии:  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

В пятнадцати областях России есть территории с плотностью загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  более 1 Ки/км<sup>2</sup>, в пяти областях (Рязанской, Тульской, Брянской, Орловской, Калужской) – более 5 Ки/км<sup>2</sup>, а в Брянской области – более 15 Ки/км<sup>2</sup>. Наибольшие площади загрязненных территорий приходятся на Брянскую и Тульскую области. В табл. 5.5 представлены данные распределения населенных пунктов, расположенных в загрязненных районах ЕТР, по уровням загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$ , полученных в 1986–2004 гг.

Как видно из табл. 5.5, наиболее высокие уровни загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в населенных пунктах наблюдаются в Брянской области. Здесь в течение 2004 г. по данным УГМС ЦЧО [8] регистрировались повышенные значения мощности экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения. На отдельных территориях Гордеевского, Злынковского, Клинецкого, Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  более 15 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД колебались от 31 до 68 мкР/ч (с. Ущерпье Клинецкого района). На загрязненных территориях 18 районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  5–15 Ки/км<sup>2</sup> максимальные значения МЭД находились в пределах от 12 до 42 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района, п. Красная Гора Красногорского района). На территориях с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  1–5 Ки/км<sup>2</sup> значения МЭД колебались в пределах от 12 до

22 мкР/ч (с. Мартьяновка Клинцовского района). Эти значения МЭД мало отличаются от данных 2003 г.

Таблица 5.5

**Распределение количества населенных пунктов (н/п) Российской Федерации на территориях, загрязненных после Чернобыльской аварии, по уровням загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs (по состоянию на январь 2005 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>
Башкортостан	16	16			
Белгородская	550	390	160		
Брянская	2009	1312	426	215	53
Волгоградская	5	4	1		
Воронежская	1210	1118	92		
Калужская	593	319	249	25	
Курская	1111	979	132		
Ленинградская	160	117	43		
Липецкая	214	163	51		
Марий-Эл	25	25			
Мордовия	398	380	18		
Московская	9	9			
Нижегородская	141	141			
Новгородская	85	85			
Орловская	1605	977	626	2	
Пензенская	202	181	21		
Ростовская	2	2			
Рязанская	581	389	191	1	
Саратовская	13	13			
Смоленская	89	89			
Тамбовская	123	122	1		
Тульская	2379	1311	1005	63	
Ульяновская	133	132	1		
Чувашия	34	34			
Всего:					
на 01.01.2005 *	11687	8308	3017	306	53
на 01.01.1999 [9]	11695	7529	3664	428	74

\* – по состоянию на 01.01.2005 в Брянской области находится три пункта, с плотностью загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs более 40 Ки/км<sup>2</sup>.

На загрязненных после Чернобыльской аварии территориях объемные активности <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере вышли на доаварийные уровни, а <sup>137</sup>Cs – все ещё превышают уровни, наблюдаемые на территории РФ вне загрязненных зон ( $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>). Объемная активность <sup>137</sup>Cs в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне в Брянской области населенном пункте, в 2004 г. составляла  $8,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 3 раза выше фонового уровня. Среднемесячные объемные активности <sup>137</sup>Cs изменялись от  $4 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в феврале) до  $13 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> (в сентябре). Наибольшие уровни наблюдались во время весенних и осенних полевых сельхозработ. Максимальные из наблюдаемых величин были на семь порядков меньше ДОА<sub>НАС</sub> по НРБ-99 [4].

Выпадения <sup>137</sup>Cs за год в среднем по загрязненной территории в 2004 г. составляли  $2,7$  Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 4 раза больше, чем в среднем по не загрязненным территориям ЕТР. Максимальные выпадения <sup>137</sup>Cs в 2004 г., как и раньше, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли  $16,4$  Бк/м<sup>2</sup>·год.

Динамика изменения выпадений <sup>137</sup>Cs на загрязненных территориях ЕТР за период 1998–2004 гг. представлена на рис. 5.3. Там же показаны выпадения этого радионуклида вне загрязненных зон ЕТР. Из рис. 5.3 видно, что выпадения <sup>137</sup>Cs на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях ЕТР за указанный период уменьшились в 2,1 раза.

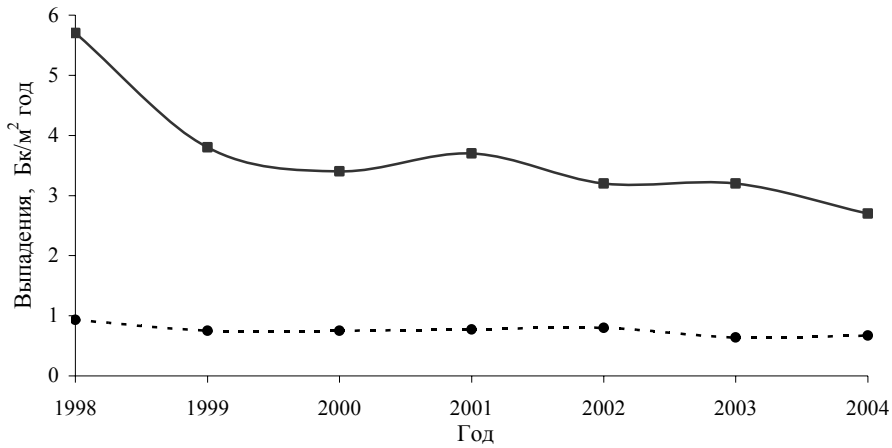


Рис. 5.3. Динамика изменения выпадений  $^{137}\text{Cs}$  на загрязненных после Чернобыльской аварии территориях:  
—■— среднегодовые выпадения по загрязненной территории;  
- - • - - средневзвешенные по территории ЕТР выпадения вне загрязненных зон.

#### 5.4. Радиационный мониторинг водных объектов Дальневосточного региона

Дальневосточный регион включает в себя Камчатскую, Магаданскую, Сахалинскую, Читинскую область, Приморский и Хабаровский край, республику Саха (Якутия) и Чукотку.

В 2004 г. контроль за загрязнением поверхностных вод суши Дальневосточного региона осуществлялся силами пяти УГМС, в процессе которого отбирались пробы поверхностных вод шести рек и одного озера. Радионуклидный анализ проб проводился Приморским УГМС.

Загрязнение рек и озер в Дальневосточном регионе, как и на всей территории РФ, в 2004 г. было обусловлено, главным образом, смывом радионуклидов с поверхности почвы. Основной вклад в радиоактивность воды из радионуклидов техногенного происхождения вносят  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  [10]. В табл. 5.6 приведены среднегодовые значения объемных активностей  $^{90}\text{Sr}$  в реках ДВ и в оз. Ханка в 1985–2004 гг., а на рис. 5.4 – изменение усредненной по всем рекам ДВ среднегодовой объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  и среднегодовой объемной активности  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Ханка за указанный период.

Из представленных в табл. 5.6 и на рис. 5.4 данных видно, что объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках ДВ и в оз. Ханка с 1985 по 2000 гг. заметно уменьшилась (в 2,2 раза), а с 2000 г. сохраняется примерно на одном уровне. В 2004 г. средняя объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в реках составляла 3,3 мБк/л, изменяясь в отдельных реках от 1,8 до 5,5 мБк/л. Наибольшая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$ , как и в предыдущие годы, наблюдалась в р. Амур, наименьшая – в р. Камчатка. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в оз. Ханка в 2004 г. незначительно увеличилась по сравнению с 2003 г. и составляла 24,4 мБк/л. В целом, объемные активности  $^{90}\text{Sr}$  в реках ДВ региона и в оз. Ханка значительно ниже УВ по НРБ-99 (5,0 Бк/л) [4].

Таблица 5.6

Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пресных водоемах Дальневосточного региона, мБк/л

Год	Пункт отбора проб						
	р. Амур, п. Комсомольск	р. Селенга, п. Мостовой	р. Камчатка, п. Ключи	р. Колыма, п. Среднеколымск	р. Индигирка, п. Индигирский	р. Яна, п. Верхояльск	оз. Ханка, п. Астраханка
1985	6,7	12,2	4,4	5,4	7,7	5,9	47,6
1986	8	5,3	3	4,2	3,8	8,1	44,1
1987	11,7	7,9	4	1,6	7,3	7,1	53,1
1988	12,5	5,7	2,8	5	3,3	4,3	60,8
1989	8	4,4	4,4	4,3	3,7	2,1	40,9
1990	9,3	3,4	3,4	4,2	3,5	-	36,1
1991	11,5	5,8	5	4	4,6	3,9	45,1
1992	8,3	4,1	2,5	3,9	3,7	3,3	37,0
1993	5,8	4,6	2,9	3,6	3,7	2,4	29,8
1994	5,8	6,4	1,3	2,5	3,4	2,8	30,1
1995	6,6	4	1,4	4,3	5,1	3	26,8
1996	6,1	3,3	-	3,1	4,5	3,2	23,7
1997	4,8	3,4	3	4,6	2,6	2,4	26,6
1998	6,3	4,6	3,4	3,6	2,8	3,3	19,4
1999	7,1	4	1,7	2,5	2,9	2,3	26,9
2000	5,7	2,9	1,8	3	3,2	2,9	21,8
2001	5	2,9	2	3,4	3,2	2,2	16,9
2002	5,6	3,1	2,5	2,8	3,6	2,6	16,4
2003	5,3	4	2,7	2,8	3,4	2,2	21,2
2004	5,5	2,9	1,8	3,4	3,6	2,7	24,4

- - измерения не проводились.

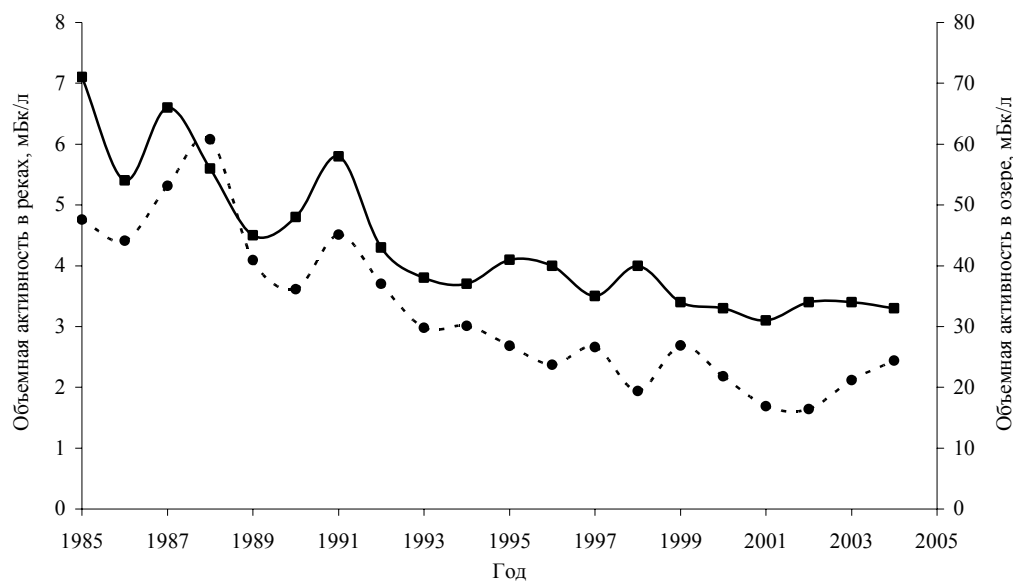


Рис. 5.4. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в пресных водоемах ДВ региона:

—■— среднее по рекам региона;  
 - - ● - - оз. Ханка.

В 2004 г. Приморским УГМС был проведен анализ 18 проб воды, отобранных из различных источников на территории Приморского края (стоки, скважины и т.д.) [10]. Из результатов анализа, приведенных в табл. 5.7, видно, что во многих пробах воды присутствует  $^{226}\text{Ra}$  (и соответственно  $^{222}\text{Rn}$ ), в количестве 2,4–15,3 мБк/л, что на два – три порядка меньше УВ по НРБ-99 [4]. Объемная активность  $\Sigma\beta$  в разных источниках изменялась от 30 мБк/л (с. Андреевка, база отдыха) до 250 мБк/л (г. Липовцы, шахта № 4), что значительно ниже уровня вмешательства. В г. Владивостоке объемная активность  $\Sigma\beta$  составляла в среднем по трем источникам 110 мБк/л.

**Объемная активность радионуклидов в воде различных источников  
на территории Приморского края в 2004 г., мБк/л**

Место отбора	Дата отбора	$\Sigma\beta$	Радионуклиды			
			$^{137}\text{Cs}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{40}\text{K}$
с. Андреевка, скв.№1	08.05	140	4,2±2,4	< 1,2	< 1,9	40,6±21,9
с. Андреевка, база отдыха	28.05	30	3,7±2,1	< 1,0	2,4±1,8	46,0±20,9
г. Артем, шахта им. Артема	28.04	110	4,4±2,3	< 1,1	< 1,7	39,2±20,8
г. Артем, скв.2015	15.07	120	< 2,6	< 1,5	< 2,3	< 21,2
г. Артем, скв.18-1272	16.07	80	3,2±2,6	< 1,1	< 2,2	26,6±22,7
г. Артем, шахта им. Артема	24.08	80	< 2,2	< 1,2	< 2,0	20,7±19,8
г. Артем	24.08	50	2,3±2,2	< 1,1	< 1,8	28,1±20,3
г. Артем, шахта им. Артема	18.11	130	< 6,1	< 3,5	< 6,0	< 51,0
пос. Артемовский	15.07	190	3,3±2,8	< 1,4	15,3±3,8	< 23,1
пос. Артемовский, скв.Ю-297	23.07	180	< 2,3	< 1,2	2,9±2,3	25,8±22,2
г. Владивосток, ул. Радио 28, скв.№1	23.03	150	4,8±2,2	< 2,7	< 1,7	64,6±23,9
г. Владивосток, ул. Четвертая, скв.№1	28.04	130	4,4±2,2	< 1,1	< 1,7	39,1±20,3
г. Владивосток, ТД «Филимонов»	28.05	60	3,8±2,6	< 1,3	< 2,0	40,8±23,8
п. Лазовый, источник	19.10	80	3,4±2,9	< 1,6	< 2,5	55,2±29,2
г. Липовцы, шахта №4	05.04	250	10,2±4,0	< 1,9	6,0±3,2	89,1±37,4
г. Липовцы, скв.18764	12.08	230	4,1±4,0	< 2,1	3,8±3,5	34,8±34,0
г. Липовцы, скв.37060	12.08	90	< 3,8	< 2,1	4,3±3,8	< 33,3
г. Липовцы, шахта №4	03.11	130	< 6,2	< 3,3	< 5,8	< 47,9
г. Находка, база отдыха	10.06	180	3,6±2,3	< 2,0	2,7±2,0	33,0±20,9
г. Партизанск, шахта №5	22.03	140	12,4±6,2	< 3,0	< 4,3	134±59
г. Партизанск, шахта Подгороденская	05.05	50	3,0±2,7	< 1,5	5,7±2,8	34,5±24,6
г. Партизанск, насосная	19.10	110	4,1±3,1	< 1,6	3,6±2,8	49,2±29,3
разрез Павловский	27.04	70	7,4±4,1	< 2,0	3,9±3,2	73,5±20,8
п. Смоляниново	24.08	90	< 2,2	< 1,2	< 2,0	29,5±21,5
Хасанский район, база отдыха	27.06	130	4,0±2,2	< 1,1	< 1,8	41,2±21,2
шахта Глубокая	02.11	110	3,3±2,9	< 1,5	< 2,5	45,2±28,0
шахта Авангард	03.11	110	< 2,5	< 1,5	< 2,4	37,0±25,3
УВ по НРБ-99 [4]		1000	11000	600	500	22000

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в исследованных пробах воды варьировало от менее 2,2 мБк/л (п. Смоляниново) до 12,4 мБк/л (г. Партизанск, шахта № 5) и было на три – четыре порядка ниже УВ по НРБ-99. Усредненная объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  во Владивостоке составляла 4,3 мБк/л.

На радиационную обстановку в отдельных акваториях Дальневосточного региона могут оказывать влияние:

- наличие загрязненной зоны, появившейся в результате аварии АПЛ в бухте Чажма в 1985 г.;
- захоронения в морях радиоактивных веществ, проводившиеся ранее;
- некоторые РОО по обслуживанию и ремонту атомного флота.

В 2004 г. во время экспедиции сотрудниками Института географии ДВО РАН были отобраны пробы донных отложений в Уссурийском заливе Приморского края. Согласно результатам анализа, приведенным в табл. 5.8, удельная активность  $^{226}\text{Ra}$  в пробах донных отложений составляла в среднем 17,8 Бк/кг,  $^{232}\text{Th}$  – 20,7 Бк/кг,  $^{40}\text{K}$  – 504 Бк/кг. Практически во всех пробах содержался  $^{137}\text{Cs}$ , удельная активность которого в среднем составляла 1,79 Бк/кг. В двух пробах (№№ 51, 55) был обнаружен  $^{60}\text{Co}$ . В четырех пробах содержались следы  $^{60}\text{Co}$  [10]. Наличие в пробах донных отложений  $^{60}\text{Co}$ , образовавшегося в результате аварии АПЛ в бухте Чажма в 1985 г., показывает его расползание по Уссурийскому заливу вследствие постоянных течений морской воды от места аварии.

**Удельная активность радионуклидов в пробах донных отложений, отобранных в Усуйском заливе в 2004 г., Бк/кг**

Шифр пробы	Радионуклиды				
	<sup>60</sup> Со	<sup>137</sup> Cs	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K
50	н	2,19 ± 0,17	21,1 ± 1,2	17,5 ± 0,9	466 ± 12
51	1,92 ± 0,17	3,06 ± 0,24	28,6 ± 1,5	22,4 ± 1,2	421 ± 13
52	н	1,10 ± 0,12	15,2 ± 1,1	11,4 ± 0,8	999 ± 20
53	н	1,85 ± 0,20	21,0 ± 1,4	25,8 ± 1,3	772 ± 19
54	н	1,93 ± 0,36	44,6 ± 3,3	35,5 ± 2,5	774 ± 31
55	0,45 ± 0,12	2,59 ± 0,15	12,9 ± 0,9	11,4 ± 0,7	247 ± 8
57	следы	2,17 ± 0,23	32,5 ± 1,4	28,3 ± 1,1	758 ± 16
58-1	следы	1,67 ± 0,17	20,0 ± 1,2	17,9 ± 0,9	407 ± 11
59	следы	1,75 ± 0,27	14,6 ± 1,6	10,9 ± 1,2	256 ± 14
60	следы	3,39 ± 0,26	19,8 ± 1,5	15,0 ± 1,1	525 ± 15
61	н	н	11,6 ± 1,4	10,6 ± 1,1	241 ± 13
62	н	0,64 ± 0,11	16,6 ± 1,7	14,1 ± 1,4	305 ± 16
63	н	1,53 ± 0,32	20,5 ± 1,2	18,9 ± 1,0	442 ± 12
64	н	0,92 ± 0,09	11,4 ± 0,8	9,0 ± 0,6	436 ± 11
Среднее		1,79 ± 0,21	20,7 ± 1,4	17,8 ± 1,1	504 ± 15

н - ниже предела обнаружения

В 2002–2004 гг. в летний период проводились работы по обследованию мест захоронений отравляющих веществ и радиоактивных отходов в дальневосточных морях по программе МЧС России. Работы проводились на научно-исследовательских судах ДВНИГМИ: НИС «Павел Гордиенко» и НИС «Профессор Хромов». Во время экспедиции специалисты ДВНИГМИ на ряде станций отобрали пробы донных отложений для исследования содержания антропогенных радионуклидов. Основной объем работ был выполнен в Японском море (37 проб). В Охотском море было отобрано 9 проб, в северо-западной части Тихого океана у берегов полуострова Камчатка – 3 пробы. Данные гамма-спектрометрического анализа проб донных отложений, а также координаты отбора проб представлены в табл. 5.9 [10].

Из антропогенных радионуклидов в пробах донных отложений присутствовал только <sup>137</sup>Cs. Из табл. 5.9 видно, что удельные активности <sup>137</sup>Cs в исследованных районах дальневосточных морей составляли от < 0,30 до 14,2 Бк/кг сухого веса. Повышенное содержание <sup>137</sup>Cs было отмечено в ряде районов в Японском море. Однако, как видно из рис. 5.5 и 5.6, наибольшее содержание <sup>137</sup>Cs наблюдалось на западе Японского моря вблизи материковой линии и не связано с районами захоро-

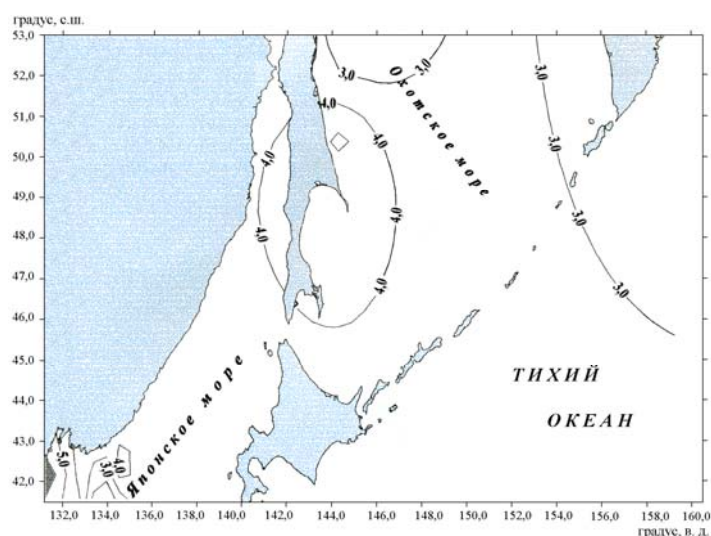


Рис. 5.5. Распределение содержания <sup>137</sup>Cs в донных отложениях в дальневосточных морях (Бк/кг сухого веса)

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях дальневосточных морей в 2002–2004 гг., Бк/кг сухого веса

Район	Место отбора проб		Глубина отбора, м	Дата отбора	Удельная активность
	Координаты точки				
	широта, с. ш.	долгота, в. д.			
Японское море	41° 45'	131° 52'	3304	09.09.02	5,9±0,4
	41° 50'	131° 56'	3268	10.09.02	7,8±0,4
	41° 55'	132° 00'	3203	11.09.02	6,7±0,6
	41° 59'	131° 59'	3076	11.09.02	5,5±0,4
	41° 59'	132° 05'	3133	11.09.02	9,7±0,6
	41° 58'	132° 13'	3049	11.09.02	1,47±0,18
	41° 40'	133° 49'	3521	13.09.02	< 0,36
	41° 54'	133° 56'	3550	13.09.02	< 0,39
	41° 55'	134° 20'	3573	13.09.02	< 0,35
	41° 39'	134° 00'	3547	15.09.02	0,75±0,19
	41° 47'	133° 44'	3538	15.09.02	< 0,32
	41° 55'	133° 39'	3420	16.09.02	2,2±0,2
	42° 19'	132° 44'	3100	17.09.02	4,9±0,4
	42° 25'	132° 44'	2685	17.09.02	4,2±0,6
	42° 35'	131° 07'	42	13.08.03	3,8±0,2
	42° 35'	131° 09'	32	13.08.03	< 0,56
	42° 10'	131° 11'	2290	14.08.03	14,2±0,7
	41° 54'	133° 56'	3545	15.08.03	0,99±0,32
	41° 57'	133° 57'	3545	16.08.03	< 0,30
	43° 27'	135° 24'	1425	07.09.03	3,85±0,29
	42° 27'	132° 57'	2519	09.09.03	1,93±0,19
	42° 22'	132° 48'	2872	09.09.03	2,14±0,18
	42° 14'	133° 45'	3100	09.09.03	3,07±0,58
	42° 22'	134° 41'	2690	09.09.03	5,9±0,40
	41° 41'	133° 25'	3437	04.07.04	1,29±0,28
	41° 41'	133° 31'	3467	06.07.04	< 0,82
	41° 39'	133° 30'	3462	07.07.04	< 0,46
	41° 24'	132° 09'	3455	08.07.04	< 0,65
	41° 25'	132° 03'	3342	09.07.04	2,6±0,5
	41° 30'	132° 03'	3334	09.07.04	3,1±0,7
	41° 34'	132° 03'	3328	10.07.04	3,0±0,3
	41° 34'	132° 09'	3335	10.07.04	4,5±0,7
	41° 40'	134° 01'	3488	12.07.04	< 0,55
41° 41'	134° 30'	3518	14.04.04	< 0,91	
41° 39'	134° 18'	3508	15.07.04	2,4±0,4	
42° 18'	133° 00'	3095	16.07.04	3,0±0,7	
41° 49'	131° 59'	3232	16.07.04	7,2±0,8	
Охотское море	53° 54'	145° 54'	1650	24.08.03	2,20±0,20
	53° 30'	146° 05'	1750	26.08.03	< 1,2
	53° 14'	146° 06'	1786	23.06.04	< 1,0
	53° 14'	145° 42'	1731	23.06.04	2,0±0,6
	53° 30'	146° 05'	1783	23.06.04	< 0,98
	53° 54'	145° 54'	1648	24.06.04	< 0,77
	52° 30'	144° 49'	691	24.06.04	2,8±0,3
	50° 05'	144° 24'	147	25.06.04	5,8±0,6
	49° 50'	144° 29'	150	26.06.04	4,1±1,2
Тихий океан, северо-западная часть	52° 30'	159° 08'	5799	17.06.04	1,6±0,6
	52° 30'	159° 03'	2450	17.06.04	2,6±0,4
	52° 26'	159° 09'	2829	17.06.04	2,6±0,4

нений. Среднегодовые удельные активности  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в Японском море в 2002–2004 гг. изменялись в пределах 3,2–4,7 Бк/кг (см. табл. 5.10), а в местах захоронений изменялись от 0,97 до 2,9 Бк/кг. В Охотском море содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в 2003–2004 гг. находились в пределах от <0,77 до 5,8 Бк/кг сухого веса со средними значениями 2,2 и 3,7 Бк/кг соответственно. В северо-западной части Тихого океана у берегов Камчатки пробы донных отложений отбирались только в 2004 г. Средняя удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в них была немного меньше,

чем в донных отложениях в Японском и Охотском морях в этом же году, и составляла 2,3 Бк/кг сухого веса.

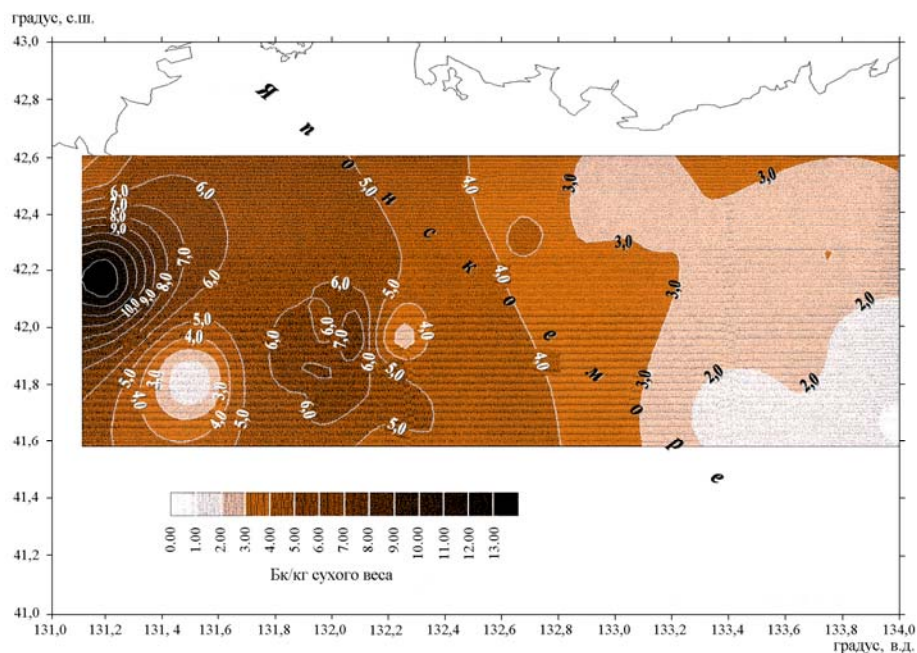


Рис. 5.6. Распределение содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в Японском море в 2002–2004 гг.

Таблица 5.10

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях дальневосточных морей, Бк/кг сухого веса

Место отбора проб	Год	Количество проб	Удельная активность	
			Диапазон изменения	Средняя
Японское море	1994	7	< 0,24 – 2,2	1,1
	2002	14	< 0,35 – 9,3	4,7
	2003	10	< 0,56 – 13,9	4,4
	2004	14	< 0,46 – 7,2	3,2
Японское море, район захоронений	2002	6	< 0,36 – 2,1	1,4
	2003	2	< 0,30 – 0,97	0,97
	2004	5	< 0,30 – 4,5	2,9
Охотское море	1995	4	2,0 – 4,4	3,25
	2002	-	-	-
	2003	2	< 1,2 – 2,2	2,2
	2004	7	< 0,77 – 5,8	3,7
Тихий океан, северо-западная часть	1995	2	2,7 – 2,8	2,25
	2002	-	-	-
	2003	-	-	-
	2004	3	1,6 – 2,6	2,3

Примечание: величины «<» при расчете средних удельных активностей не учитывались;

удельные активности приведены с поправкой на распад на 01.07.2004;

\* – данные [11];

- – измерения не проводились.

В 1994–1995 гг. в районах захоронения радиоактивных отходов ВМФ РФ и бывшего СССР в северо-западной части Тихого океана проводились совместные Российско-Японско-Корейские экспедиции по обследованию состояния радиоактивного загрязнения морской воды и донных отложений [11]. Места отбора проб в 1994–1995 гг. и 2002–2004 гг. близки между собой. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях в районах, обследованных в 1994–1995 гг., представлено в табл. 5.10. Как видно из табл. 5.10, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях (с учетом распада) в Японском



и Охотском морях, а также у берегов Камчатского полуострова за десять лет практически не изменились.

### 5.5. Загрязнение территорий техногенными радионуклидами в регионе озера Байкал

Факт загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территорий, прилегающих к оз. Байкал, объявленному ЮНЕСКО «природным объектом мирового наследия», был установлен работами Госкомгидромета еще в 1972–1973 гг. [12, 13]. Оно сформировалось вследствие переноса в атмосфере радиоактивных продуктов ядерных взрывов, проводившихся на полигонах планеты, в частности – на Семипалатинском и Северном полигонах.

Как известно, перенос радиоактивных продуктов ядерных взрывов воздушными потоками с Семипалатинского полигона происходит в соответствии с общей циркуляцией атмосферы преимущественно в восточном направлении через все регионы Сибири, включая оз. Байкал. При этом максимальные радиоактивные выпадения имели место на участках встречи атмосферных потоков с горными системами Алтая и Юга Восточной Сибири [12, 13]. Позднее, в 1991–1998 гг. эти результаты были подтверждены геоэкологическими и радиоэкологическими исследованиями [14–18].

К настоящему времени на всей территории Байкальского региона Научно-техническим предприятием НТП «Сосновгеос» совместно с институтом геохимии СО РАН (г. Иркутск) проведен отбор проб почвы и анализ содержания в них природных радионуклидов в 4000 пунктах, (в некоторых с целью контроля по два – три раза) на общей площади 430 000 км<sup>2</sup>. Количественный анализ на содержание  $^{137}\text{Cs}$  (около 10 тыс. проб) и  $^{90}\text{Sr}$  (100 проб) выполнен в Аналитическом центре ОИГТМ СО РАН (г. Новосибирск) – базовой лаборатории научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай», внешний контроль выполнен в лабораториях НПО «Тайфун» и Висконсинского университета США. Анализ проб на плутоний (34 пробы) проведен в Испытательном лабораторном центре ГСЭН Красноярского края. Собраны данные геологических партий о регистрации повышений радиационного фона в период проведения ядерных испытаний (1949–1962 гг.), а в НПО «Тайфун» получены результаты ежедневных наблюдений за выпадениями  $\Sigma\beta$ , производившихся на 20 метеостанциях региона в период с 1954 по 1962 гг. Этими организациями на территории Юга Восточной Сибири, в т.ч. Байкальского региона, зафиксированы локальные выпадения 26 ядерных испытаний, проведенных на Семипалатинском полигоне (рис. 5.7), и от ряда испытаний мегатонной мощности, проведенных в 1961–1962 гг. на Северном полигоне (рис. 5.8). Эти локальные радиоактивные выпадения происходили на территории Байкальского региона обычно на вторые, реже третьи сутки после испытаний (но иногда и в день взрыва), интенсивность выпадений  $\Sigma\beta$  обычно составляла от 30 до 1000–2500 мКи/км<sup>2</sup>·сутки при фоновых значениях выпадений 0,1–1,0 мКи/км<sup>2</sup>·сутки, а после испытания 12.08.1953 опытного образца водородной бомбы в отдельных пунктах региона были зафиксированы повышения радиационного фона до 10 мР/час.

Проведенными радиоэкологическими исследованиями в пределах Байкальского региона выделено три участка остаточного радиоактивного загрязнения, два из которых – южное Прибайкалье и северное Прибайкалье (рис. 5.9) – связаны с воздействием соответственно Семипалатинского

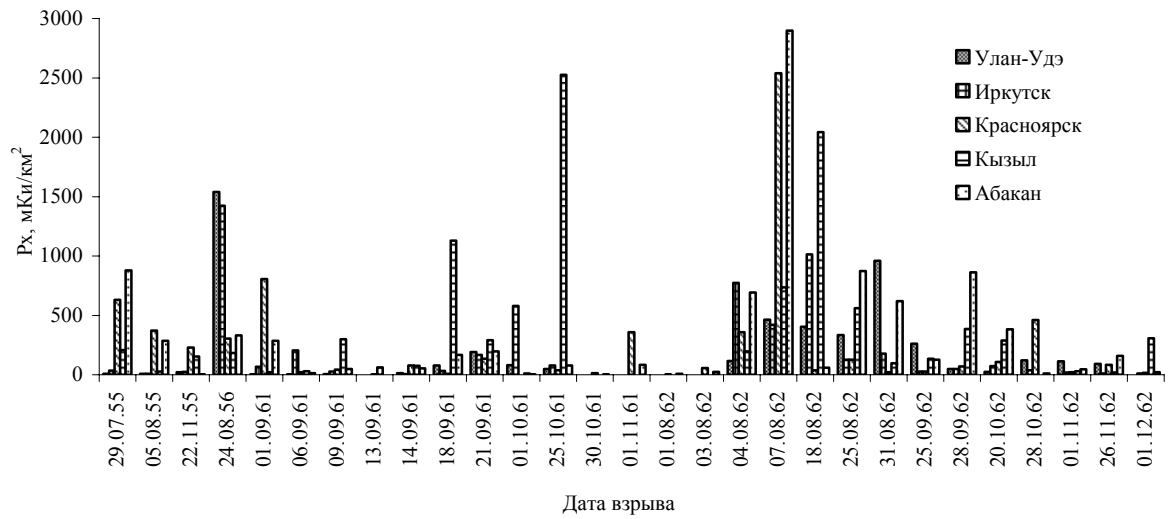


Рис.5.7. Выпадения (Рх) суммы β-излучающих радионуклидов от ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне

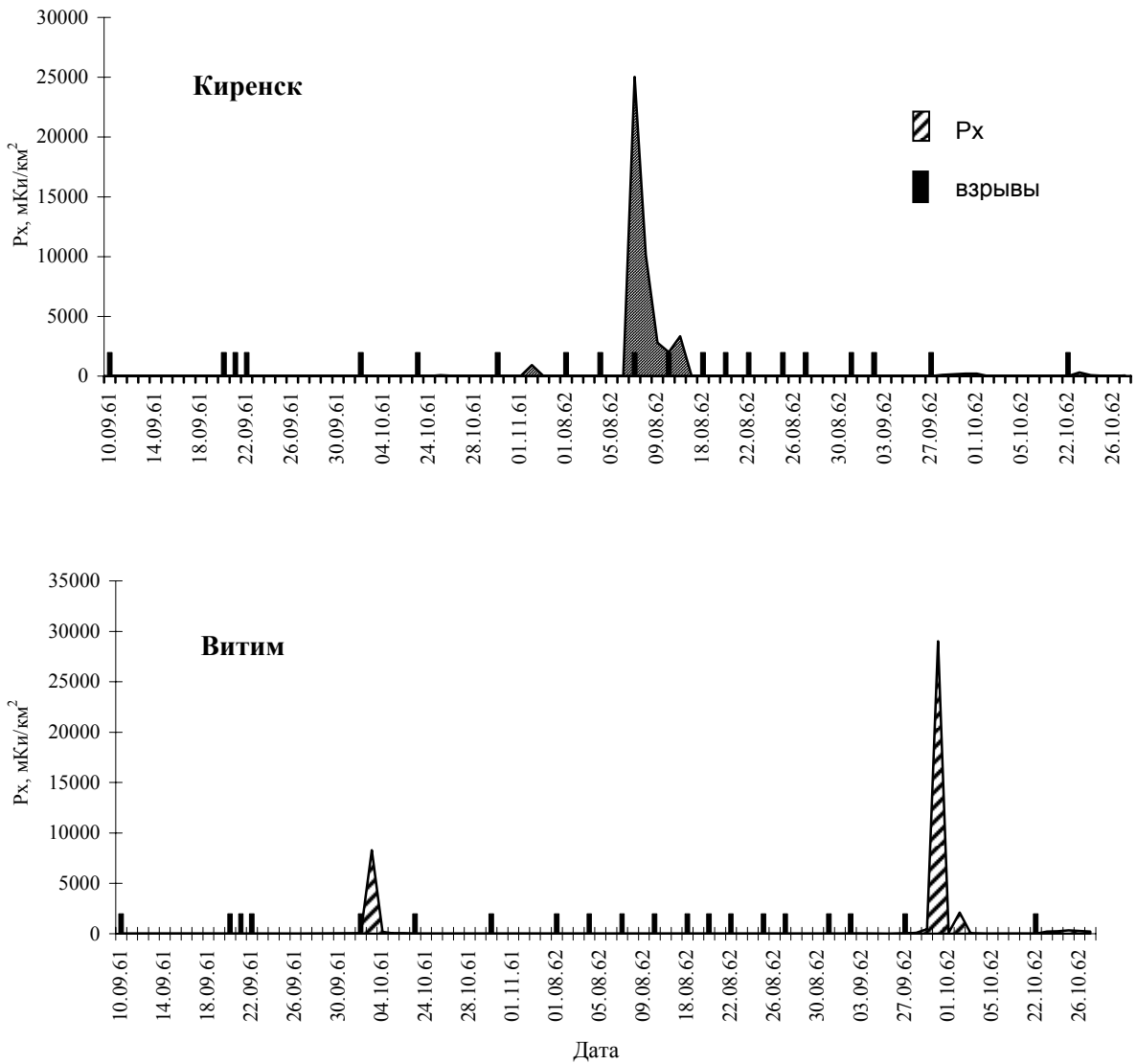


Рис. 5.8. Выпадения (Рх) суммы β-излучающих радионуклидов на метеостанциях Киренск и Витим (10.09.1961–21.10.1962)

и Северного полигонов, а третий – с воздействием местного радиационного объекта – подземного ядерного взрыва шифр «Рифт-2».

**Для южного Прибайкалья** в соответствии с розой ветров преобладало влияние Семипалатинского полигона. Из 26 ядерных взрывов, сопровождавшихся локальными радиоактивными выпадениями на этой территории, главный вклад в радиационное воздействие внесли два мощных наземных испытания 12.08.1953 и 24.08.1956. Эти взрывы, совместно с первым ядерным испытанием 29.08.1949, оказавшим основное радиационное воздействие на Алтайский край, входят в тройку ядерных взрывов, оказавших основное радиационное воздействие на территорию южной Сибири и сформировавших почти 90 % коллективной дозы облучения населения за пределами полигона [19].

Испытание 12.08.1953 опытного образца водородной бомбы мощностью 400 кт тротилового эквивалента (ТЭ) привело к самому сильному радиационному загрязнению местности [20]. На территории Сибири его радиоактивный след сформировался в юго-восточном направлении с последующим разворотом на восток и северо-восток. Осевая часть следа прошла по линии Кызыл-Иркутск-Сосновоозерск (Республика Бурятия), а затем на север Читинской области. Южную оконечность оз. Байкал след пересек на вторые сутки после взрыва (рис. 5.9). Наиболее сильное повышение радиоактивности до 10 мР/ч и более (зашкаливало все типы поисковых радиометров) зафиксировано геологическими партиями на отрезке от г. Кызыл (Республика Тыва) до севера Читинской области.

Радиоактивное облако от взрыва 24.08.1956 мощностью 27 кт ТЭ прошло в восточном направлении на оз. Байкал, локальные радиоактивные выпадения от него зафиксированы в широкой полосе от г. Кызыл до г. Красноярска. Максимальный уровень радиоактивного воздействия (рис. 5.10) имел место на территории южного Прибайкалья (дальний радиоактивный след), где в г.г. Иркутске и Улан-Удэ за пять дней после взрыва выпало 1400–1500 мКи/км<sup>2</sup> β-активных осадков.

По данным метеостанции г. Иркутска локальные радиоактивные выпадения от взрывов 12.08.1953 и 24.08.1956 происходили в южном Прибайкалье в условиях сильного дождя (суточное выпадение осадков 10–19 мм), что многократно увеличивало их интенсивность и привело к формированию дальнего радиоактивного следа (удаленного максимума радиоактивных выпадений).

В границах коллективного радиоактивного следа от этих двух ядерных взрывов существенному радиационному загрязнению (в два и более раз превышающему уровень глобального фона) подверглись Слюдянский район, прибрежные части Иркутского и Ольхонского районов и южная часть Усть-Ордынского Бурятского автономного округа на общей площади около 10 000 км<sup>2</sup>. Загрязнение имеет неравномерный пятнисто-мозаичный характер. На отдельных локальных участках плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs достигает 100–270 мКи/км<sup>2</sup>, <sup>90</sup>Sr – 60–150 мКи/км<sup>2</sup>, что в 2–5 раз превышает уровень глобального фона; содержание плутония составляет от 3 до 7 Бк/кг, что в 10 раз превышает фоновые значения.

# ЮЖНАЯ СИБИРЬ

## КАРТА ПЛОТНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ Cs-137

Масштаб 1:10 000 000

Составили: Л.Г.Коршунов, В.И.Медведев, А.А.Мясников, Ф.В.Сухоруков

По материалам: НТП «Сосновгеос», ГП «Сосновгеолсервис» (Байкальский регион, республика Хакасия), ОИГГиМ СО РАН (Новосибирская область, Алтайский край, республика Алтай) 2003 г.

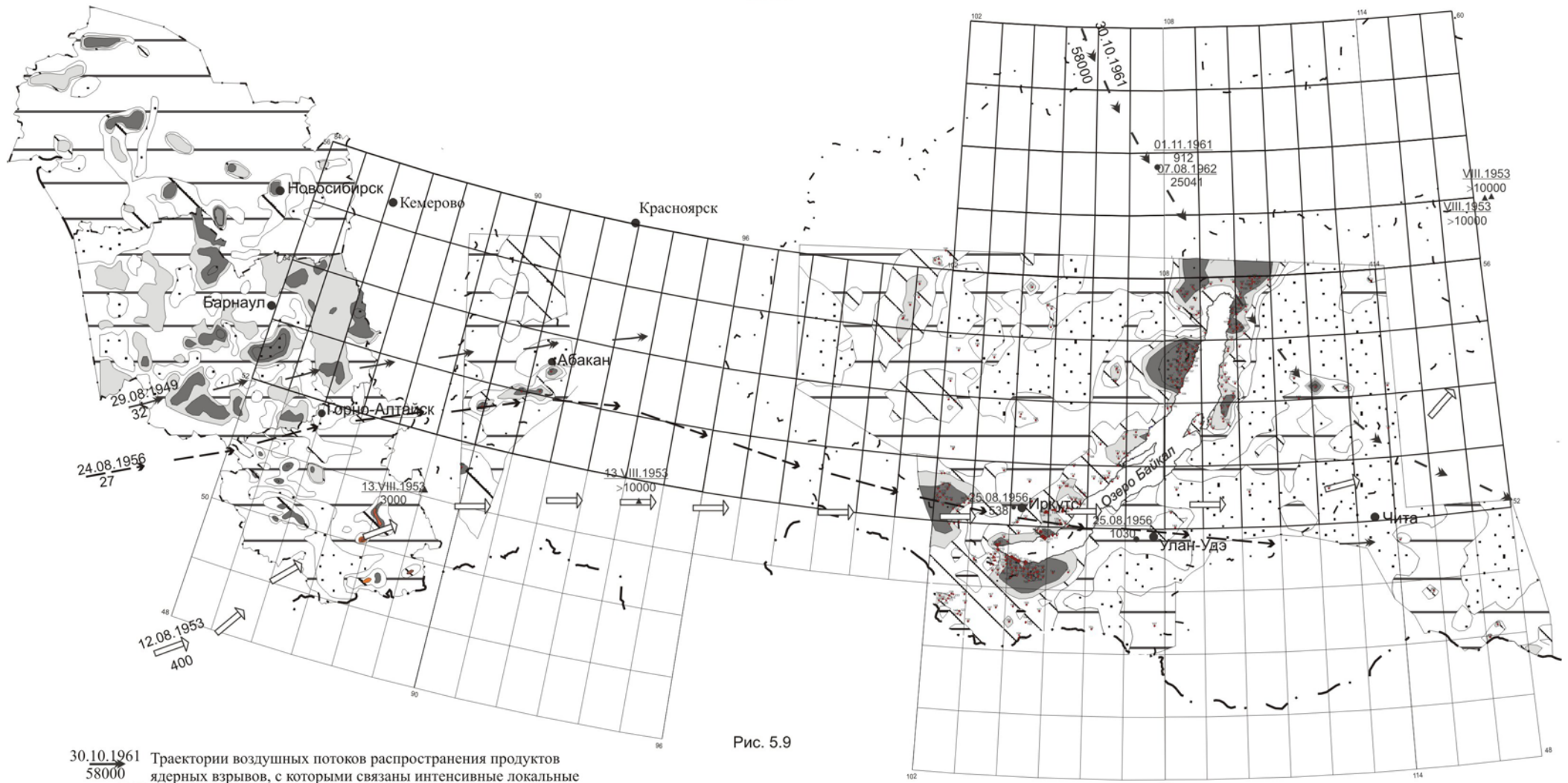


Рис. 5.9

30.10.1961 Траектории воздушных потоков распространения продуктов ядерных взрывов, с которыми связаны интенсивные локальные радиоактивные выпадения

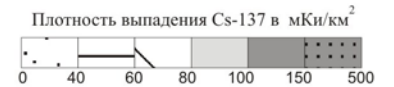
24.08.1956 радиоактивные выпадения

12.08.1953 — Дата проведения ядерного взрыва  
400 — Мощность ядерного взрыва

29.08.1949  
32

▲ 13.VIII.1953 >10000 Пункты, где локальные радиоактивные выпадения зафиксированы геологическими организациями (числитель – дата выпадения, знаменатель – величина МЭД в мкР/ч)

● 25.08.1956 1030 Пункты, где локальные радиоактивные выпадения зафиксированы метеостанциями (числитель – дата выпадения, знаменатель – интенсивность бета-активных радионуклидов, мКи/км<sup>2</sup>·сутки)



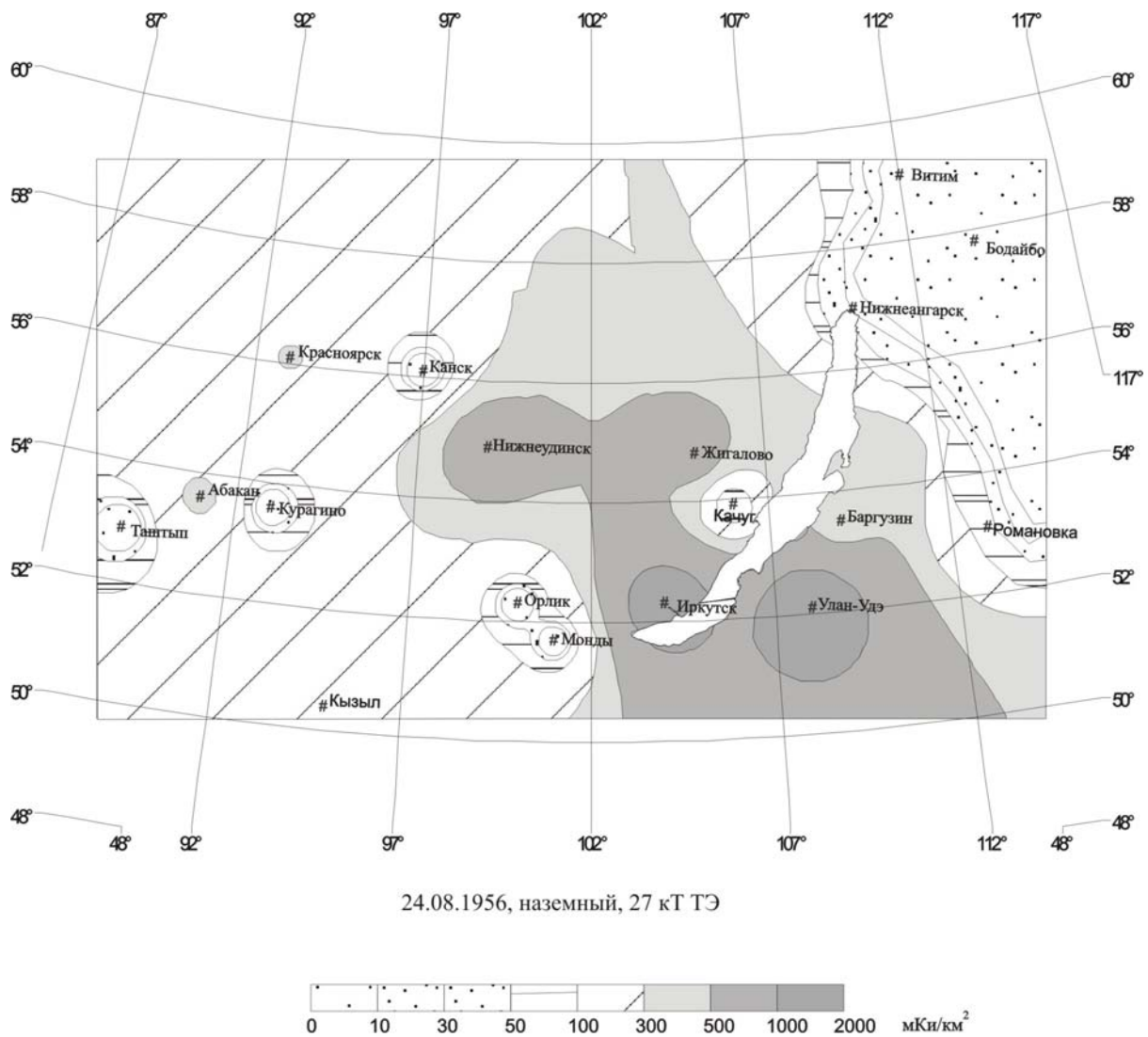


Рис. 5.10 Локальные выпадения бета-активности от ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне, в мКи/км<sup>2</sup> (по данным ежесуточных наблюдений на метеостанциях Восточной Сибири)

По предварительным данным [21, 22], расчеты максимально возможной эффективной дозы внешнего облучения для населенных пунктов, расположенных в районах Прибайкалья с наиболее высокой плотностью загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs (более 90 мКи/км<sup>2</sup>), показали, что в ряде случаев величина накопленной дозы составляет 5–12 сЗв. С учетом внутреннего облучения за счет <sup>131</sup>I, потребляемого с молоком местного производства, суммарные дозы облучения могут составлять уже от 10 до 30 сЗв.

Количество населенных пунктов Прибайкалья, где плотность загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs превышает 90 мКи/км<sup>2</sup>, а дозы внешнего облучения могут превышать 5 сЗв при суммарных дозах облучения более 10 сЗв, составляет около 50-ти. С целью проверки этих предварительных результатов оценки доз облучения по 13 населенным пунктам южного Прибайкалья НТП «Сосновгеос» в 1998 г. было проведено детальное радиэкологическое опробование. Материалы по плотности загрязнения почвы <sup>137</sup>Cs были рассмотрены Межведомственной экспертной группой и признаны отвечающими требованиям научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай» [23]. По результатам оценки Межведомственной экспертной группы средний запас (плотность выпадения)

$^{137}\text{Cs}$  в 11 населенных пунктах составляет от 90 до 173 мКи/км<sup>2</sup>, и в двух населенных пунктах – 71,5–77,5 мКи/км<sup>2</sup> (табл. 5.11), т.е. соответствует первичным материалам, на основе которых проведена предварительная оценка доз облучения.

Таблица 5.11

**Средняя плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  в населенных пунктах Иркутской области, мКи/км<sup>2</sup> (результаты оценки Межведомственной экспертной группы)**

Населенный пункт	Плотность загрязнения, мКи/км <sup>2</sup>
<u>Слюдянский район</u>	
Култук	122,2
Слюдянка	117,2
Утулик	117,0
Байкальск	173,2
Солзан	118,3
Мурино	121,2
порт Байкал	90,0
<u>Иркутский район</u>	
Большая Речка	89,2
Листвянка	95,2
Горячий Ключ	123,1
Малое Голоустное	100,7
Баяндаевский район Усть-Ордынского БАО	
Духовщина	77,5
Осинский район Усть-Ордынского БАО	
Борохал и Горхон	71,5

В 2003–2004 гг. обследование радиационно-загрязненной площади южного Прибайкалья проводилось уже в рамках Межакадемического интеграционного проекта «Изучение современного техногенного загрязнения Байкальского региона и медико-генетическая оценка отдаленных последствий радиационного воздействия на его коренное население», который был принят совместно Президиумом СО РАН и Президиумом СО РАМН на основании результатов работ, проведенных НТП «Сосновгеос» в 1995–2002 гг. В проекте был задействован широкий круг академических институтов, имеющих опыт работ по Алтайскому краю. В качестве тестового объекта для проведения исследований было выбрано с. Малое Голоустное, расположенное в 40 км к востоку от г. Иркутска по направлению движения радиоактивных облаков от наземных ядерных взрывов 12.08.1953 и 24.08.1956 (рис. 5.11). Село Малое Голоустное характеризуется высоким уровнем радиационного загрязнения почв (плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  – до 200 мКи/км<sup>2</sup>, удельная активность плутония – до 6,9 Бк/кг) и отсутствием химического загрязнения, что обеспечивает оценку влияния на здоровье населения радиационного фактора в чистом виде. Медицинскими обследованиями было охвачено свыше 400 жителей села, в т.ч. у 50 человек был проведен отбор крови на цитогенетический анализ. В 90 % случаев обнаружены ярко выраженные отклонения от нормы [16]. По общему числу (38 %) двуударных хромосомных aberrаций – маркеров радиационного воздействия и суммарному числу колец с дицентриками, на порядок превышающему норму, радиационное воздействие на данную выборку жителей скорее соответствует не «малым» (5–25 сЗв), а «средним» (25–72 сЗв) дозам облучения.

Согласно предварительным ретроспективным оценкам, выполненным на основе данных о плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  (которая в разных точках опробования составляет для с. Малое Голоустное от 100 до 200 мКи/км<sup>2</sup>) его жители могли получить дозу внешнего облучения от 10 до 26 сЗв [17]. Результаты определения индивидуальных доз облучения жителей с. Малое Голоустное,

выполненные по утвержденным методикам прямыми дозиметрическими измерениями в аттестованном Испытательном лабораторном центре ГСЭН Красноярского края, приведены в табл. 5.12.

Таблица 5.12

**Индивидуальные дозы облучения жителей с. Малое Голоустное, определенные биодозиметрическими методами**

Метод определения доз облучения	Количество определений	Доза облучения, сЗв		
		минимальное	максимальное	среднее
ЭПР зубной эмали	6	48	188	75
учет хромосомной аберрации	18	< 23	68	28
использование микроядерного теста	3	< 26	57	34

Таким образом, определение доз облучения жителей с. Малое Голоустное от радиационного воздействия, выполненные как методом реконструкции по величине содержания  $^{137}\text{Cs}$  в почве, так и путем прямых дозиметрических измерений, показывает, что жители многих населенных пунктов южного Прибайкалья вследствие воздействия ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне получили дозу облучения более 5 сЗв, а некоторых – более 25 сЗв.

**Для северного Прибайкалья** преобладало влияние Северного полигона, в частности через северную оконечность оз. Байкал прошли радиоактивные следы от испытания 30.10.1961 термоядерного устройства мощностью 58 мегатонн ТЭ (рис. 5.8, 5.9) – самого мощного из ядерных взрывов на планете [24], а также от серии испытаний 5, 20, 25 и 27 августа 1962 г. ядерных устройств мощностью от 1,5 до 10 мегатонн ТЭ. На вторые – третьи сутки после испытаний метеостанциями региона были зафиксированы интенсивные локальные выпадения  $\sum\beta$  величиной до 25000–29000 мКи/км<sup>2</sup>·сутки в г.г. Киренске и Витиме (рис. 5.8) и до 900–4500 мКи/км<sup>2</sup>·сутки в г.г. Нижнеангарске, Бодайбо и п. Чуя. В пределах коллективного радиоактивного следа от этих сверхмощных ядерных испытаний НТП «Сосновгеос» проведено целевое радиоэкологическое опробование почв северо-западного побережья оз. Байкал на площади 20 000 км<sup>2</sup> (опробовано 200 почвенных разрезов – взято около 1000 почвенных проб). Установлено, что в пределах обследованной площади радиационному загрязнению с плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  более 100 мКи/км<sup>2</sup> подверглась территория в 7 000 км<sup>2</sup>. На отдельных локальных участках северного побережья оз. Байкал плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  достигает 300–580 мКи/км<sup>2</sup>, что в 6–10 раз превышает уровень глобального фона, а содержание плутония в почвах достигает 2,9–5,7 Бк/кг, что также в 10 раз превышает уровень глобального и регионального (для Сибири) фонов. Определение содержания  $^{90}\text{Sr}$  не проводилось. Поскольку целевому радиоэкологическому опробованию подверглась лишь часть радиоактивного следа, проходящего в пределах Иркутской области, причем все участки, где метеостанциями были зафиксированы максимальные уровни выпадений  $\sum\beta$  (относительно густонаселенная долина р. Лена), остались не опробованными, то при продолжении исследований, как площадь, так и установленные уровни радиоактивного загрязнения могут существенно измениться в сторону увеличения.



### РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПЛОТНОСТЬ ВЫПАДЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137

Карта составлена в «НТП Сосновгеос» с использованием материалов  
ГП «Сосновгеолсервис», ИГХ СО РАН и ПГО «Иркутскгеология»

Авторы: Л.Г.Коршунов, В.И.Медведев  
Масштаб 1 : 500 000  
2004г.

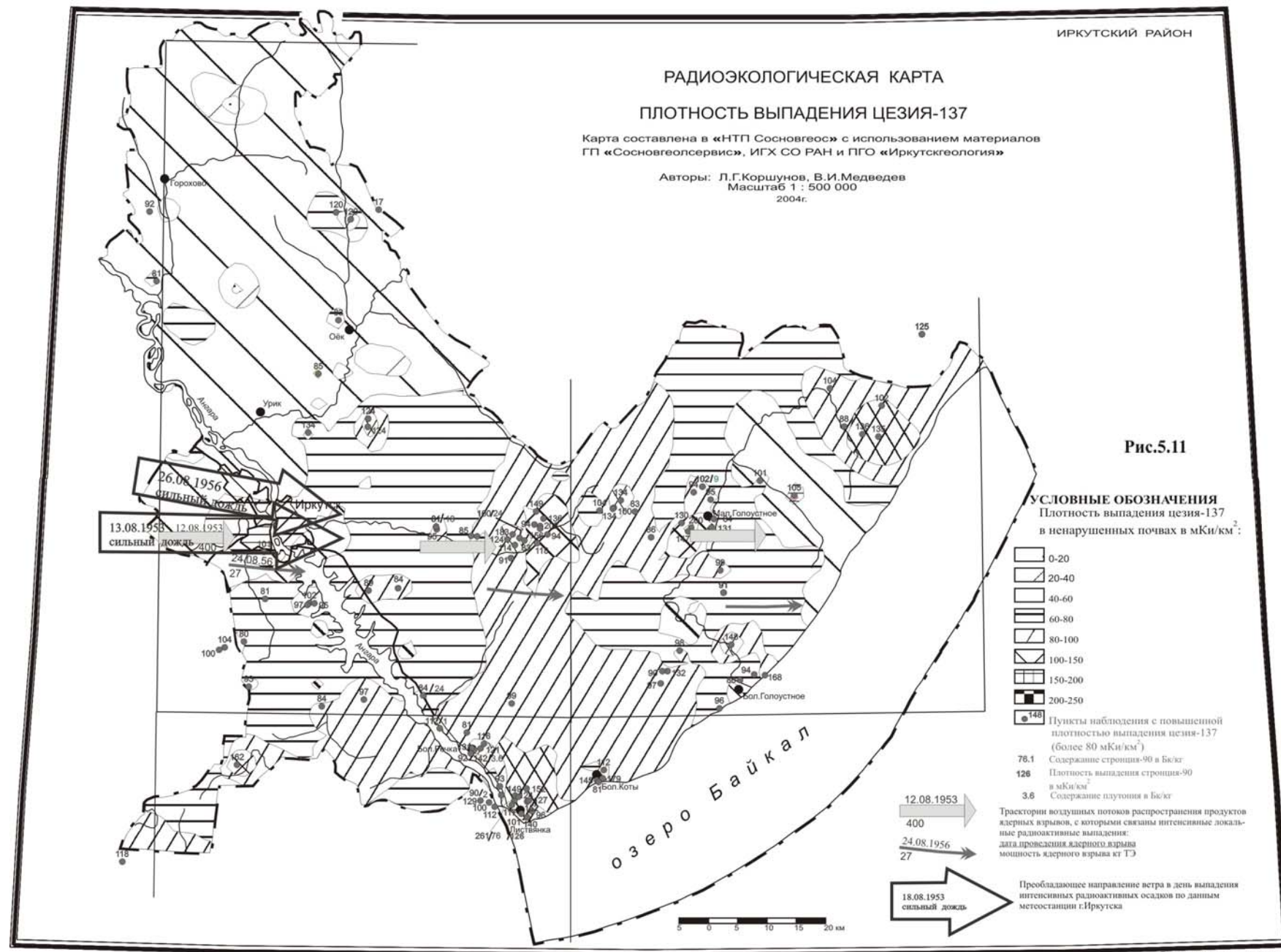


Рис.5.11

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
Плотность выпадения цезия-137  
в ненарушенных почвах в мКи/км<sup>2</sup>:

- 0-20
- 20-40
- 40-60
- 60-80
- 80-100
- 100-150
- 150-200
- 200-250

- Пункты наблюдения с повышенной плотностью выпадения цезия-137 (более 80 мКи/км<sup>2</sup>)
- 78.1 Содержание стронция-90 в Бс/кг
- 126 Плотность выпадения стронция-90 в мКи/км<sup>2</sup>
- 3.6 Содержание плутония в Бс/кг

Траектории воздушных потоков распространения продуктов ядерных взрывов, с которыми связаны интенсивные локальные радиоактивные выпадения:  
дата проведения ядерного взрыва  
мощность ядерного взрыва кт ГЭ

12.08.1953  
400

24.08.1956  
27

18.08.1953  
сильный дождь

Преобладающее направление ветра в день выпадения интенсивных радиоактивных осадков по данным метеостанции г.Иркутска



**Район проведения подземного ядерного взрыва шифр «Рифт-3».** 31 июля 1982 г. в долине р. Обусы на территории Осинского района Усть-Ордынского Бурятского автономного округа в скважине на глубине 860 м был произведен подземный ядерный взрыв (ПЯВ) «в мирных целях» мощностью 8,5 кт ТЭ (шифр «Рифт-3»).

В связи с жалобами жителей близлежащих населенных пунктов на резкое ухудшение здоровья, что подтверждалось и данными районной больницы, на объекте «Рифт-3» в период с 1991 по 2003 гг. восемь раз различными специализированными организациями (в т.ч. четыре раза силами НТП «Сосновгеос») проводилось радиационное обследование территории, местных продуктов питания и питьевых вод. Всеми этими обследованиями было установлено, что современная радиационная обстановка в районе «Рифт-3» является безопасной для проживания, а продукты питания местного производства: мясо, молоко, огородные овощи, а также ягоды, грибы и питьевая вода являются радиоэкологически чистыми. Вопрос о причинах негативной динамики показателей состояния здоровья, как взрослого, так и детского населения Осинского района до последнего времени оставался открытым.

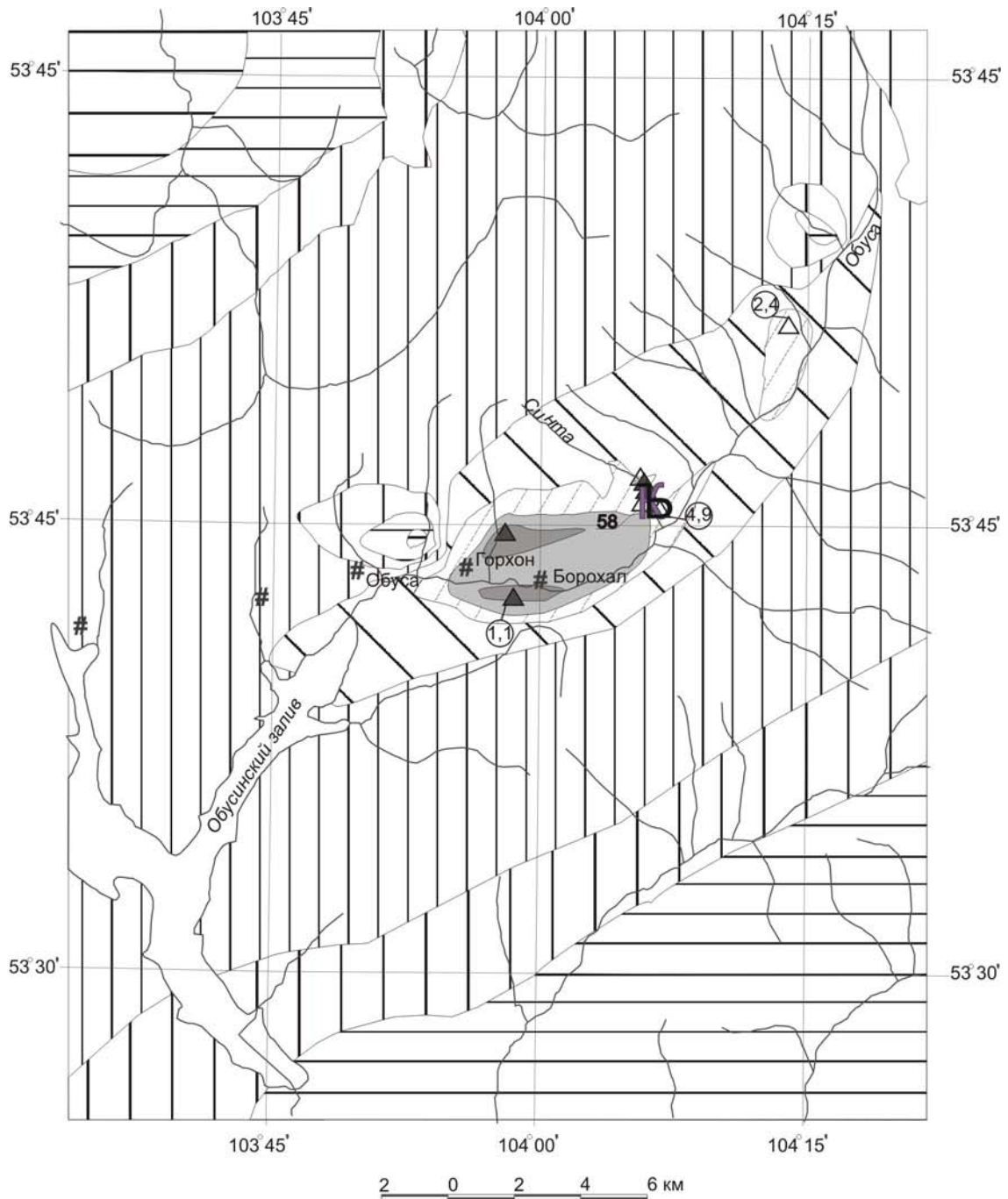
В 2003–2004 гг. вопрос о радиационном воздействии объекта «Рифт-3» был включен в программу работ по Межакадемическому интеграционному проекту «Изучение современного техногенного загрязнения Байкальского региона и медико-генетическая оценка отдаленных последствий радиационного воздействия на его коренное население». К исследованиям был привлечен широкий круг научных и производственных организаций, имеющих опыт работ по оценке радиационного воздействия Семипалатинского и Северного испытательных полигонов и других ядерных объектов.

На этом этапе работ был получен ряд новых данных. Томским политехническим университетом [25] были получены данные (радиография годовых колец деревьев), что этот подземный ядерный взрыв сопровождался истечением на поверхность Земли радиоактивных инертных газов (ИРГ). Радиография среза сосны, растущей в 1 км западнее объекта «Рифт-3», фиксирует в годовом кольце 1982 г. (год проведения ПЯВ) максимум накопления радиоактивных элементов, в 2,5 раза превышающий фон, существовавший и в 1949–1962 гг. (период проведения в СССР ядерных испытаний в атмосфере).

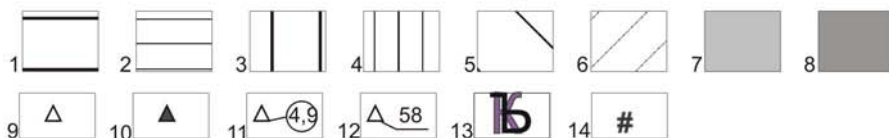
О направлении движения струи ИРГ в приземной атмосфере говорит положение ореола остаточного загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , которые являются продуктами распада радиоактивных изотопов – ксенона и криптона. В целом, территория Осинского района за пределами зоны влияния ПЯВ характеризуется фоновым загрязнением  $^{90}\text{Sr}$ , составляющим 30–40 мКи/км<sup>2</sup>, что коррелирует с первичной плотностью загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  на самом объекте «Рифт-3» – 32 мКи/км<sup>2</sup>, установленной в почве, законсервированной под экраном бурового шлама. Непосредственно по долине р. Обусы от объекта на запад, в соответствии с преобладающим направлением дувшего в день взрыва ветра (восточного), на расстоянии 12 км через населенные пункты Борохал и Горхон (рис. 5.12) протягивается ореол загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  – 80–100 мКи/км<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – до 57 мКи/км<sup>2</sup> и Pu – до 4,9 Бк/кг. Вблизи пос. Борохал загрязнение пашен  $^{137}\text{Cs}$  также достигает 89 мКи/км<sup>2</sup>.

Этот остаточный ореол радиационного загрязнения долины р. Обусы не представляет опасности для проживания, но по  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  он превышает региональный фон в 2–2,5 раза, а по Pu – в

10 раз и маркирует зону, где радиационное воздействие объекта «Рифт-3» на жителей близлежащих населенных пунктов могло быть наиболее значительным.



**Рис. 5.12** Схема радиационного загрязнения окрестностей объекта «Рифт-3»  
 1-8 — плотность осадка  $^{137}\text{Cs}$ , мКи/км<sup>2</sup>: 1 — 0-20; 2 — 20-40; 3 — 40-50; 4 — 50-60; 5 — 60-70; 6 — 70-80; 7 — 80-90; 8 — более 90; 9-10 — пункты наблюдения с плотностью осадка  $^{137}\text{Cs}$ , мКи/км<sup>2</sup>: 9 — 80-90; 10 — более 90; 11 — пункты отбора проб на Pu и его содержание в Бк/кг; 12 — пункт опробования на  $^{90}\text{Sr}$  и плотность осадка  $^{90}\text{Sr}$  в мКи/км<sup>2</sup>; 13 — объект «Рифт-3»; 14 — населенные пункты



В соответствии с этими результатами в качестве тестовых объектов для оценки доз облучения населения были выбраны населенные пункты Борохал и Горхон, расположенные в долине р. Обусы на расстоянии, соответственно, 7 и 9 км от объекта «Рифт-3».

Для 19 жителей этих населенных пунктов, оказавшихся в зоне влияния ПЯВ, были проведены измерения индивидуальных доз облучения методом ЭПР зубной эмали, выполненные в аттестованном Испытательном лабораторном центре ГСЭН Красноярского края (табл. 5.13).

Таблица 5.13

**Индивидуальные (суммарные) эффективные дозы внешнего облучения,**

Населенный пункт	Расстояние от ПЯВ, км	Количество обследованных человек	Дозы, определенные методом ЭПР, сЗв		
			минимальное значение	максимальное значение	среднее значение
Борохал и Горхон	7–9	12	4	239	69
Обуса	15	6	1,5	62	28
Бильчир	25	1			19

Значительная разница в индивидуальных дозах облучения жителей одного и того же населенного пункта может объясняться тем, что одни из них в ближайшие часы и дни после проведения ПЯВ находились дома при закрытых окнах и дверях, или даже вне поселка, а другие (были и такие) уже на следующий день пасли скот в урочище Хандагай в 1,5 км от места проведения ПЯВ.

Полученные в результате работ по Межакадемическому проекту данные об уровне радиационного воздействия и индивидуальных дозах облучения жителей тестовых населенных пунктов в пределах участков остаточного радиационного загрязнения являются предварительными. Хотя они определены по методикам, утвержденным органами Госсанэпиднадзора РФ, но нуждаются в уточнении ввиду ограниченного числа измерений. Необходимо также определение для Байкальского региона полного перечня населенных пунктов, жители которых получили вследствие ядерных испытаний дозу облучения 5 и > 25 сЗв.

**Список литературы к разделу 5**

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе по радиационному мониторингу Центрального УГМС в 2004 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2005.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2003 году. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
3. Польский О.Г., Вербов В.В., Шмонов М.Г., Лакаев В.С. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2004 г. – Москва: ГУП МосНПО «Радон», 2005.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 252 с.

6. Белозеров А.Б., Банникова О.А., Казанцева Г.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2004 г. Ежегодник. – Екатеринбург: Урал-гидромет, 2005.
7. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Росатома и атомной промышленности в 2004 году. – М: ВНИИХТ, 2005.
8. Кобзев И.П., Черемисов В.А. Об оперативно-производственной деятельности УГМС ЦЧО по радиационному мониторингу за 2004 г. Отчет. – Курск: УГМС ЦЧО, 2005.
9. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1998 году. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000.
10. Чайковская Э.Л., Рошупкин Г.Т. и др. Радиационная обстановка на территории Дальневосточного края в 2004 году. Ежегодник. – Владивосток: Приморское УГМС, 2005.
11. Pettersson H.B.L., Amano H., Berezhnov V.I., Chaykovskaya E., Chumichev V.B., Cvhung C.S., Gstaud J., Hirose K., Hong G.H., Kim S.H., Lee S.H., Morimoto T., Nikitin A., Oda K., Pjvinec P.P., Suzuki E., Tkalin A., Togawa O., Veletova N.K., Volkov Y., Yoshida K. Anthropogenic radionuclides in sediments in the NW Pacific Ocean and its marginal seas: results of the 1994-1995 Japanese-Korean-Russian expeditions // *The Science of the Total Environment*. 1999. Vol.237/238. P.213–224.
12. Фридман Ш.Д., Артемов Е.М., Балясный Н.Д. и др. Результаты наземной гамма-спектрометрической съемки цезия-137 и естественных радиоактивных элементов в почвах районов СССР (1969–1973 гг.). Отчет. – М.: ИПГ, 1977.
13. Болтнева Л.И., Израэль Ю.А., Ионов В.А. и др. Глобальное загрязнение цезием-137 и стронцием-90 и дозы внешнего облучения на территории СССР. – «Атомная энергия», 1977, т.42, вып.5, с.355–360.
14. Медведев В.И., Китаев Н.А., Мясников А.А. и др. Распределение цезия-137 в почвах Прибайкалья. – Доклады Академии Наук, 1996, т.349, № 1, с.93–96.
15. Медведев В.И., Мясников А.А., Коршунов Л.Г., Ковешников А.М. Радиоэкологическое состояние территории Байкальского геоэкологического полигона. Международный симпозиум по прикладной геохимии стран СНГ. – М.: 1997, с.180–181.
16. Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Осипова Л.П. и др. Оценка радиационного воздействия Семипалатинского ядерного полигона на Прибайкалье. Материалы III Международной научно-практической конференции «Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения». – Северск – Томск, 2005 г., с.129, 130.
17. Нпомнящих А.И., Черняго Б.П., Медведев В.И. и др. Об отдаленных последствиях радиоактивных выбросов и выпадений в Иркутской области и Усть-Ордынском округе. Материалы II Международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск, 2004 г., с.436–439.
18. Медведев В.И., Коршунов Л.Г., Коваленко В.В. и др. Радиационное воздействие подземного ядерного взрыва шифр «Рифт-3» на территорию и население Осинского района Иркутской области. Материалы III Международной научно-практической конференции «Меди-

цинские и экологические эффекты ионизирующего излучения». – Северск – Томск, 2005 г., с.131–133.

19. Дубасов Ю.В., Зеленцов С.А., Красилов Г.А. и др. Хронология ядерных испытаний в атмосфере на Семипалатинском полигоне и их радиационная характеристика. Вестник научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай». 1994, № 4, с.80.
20. Логачев В.А., Логачева Л.А. Изменение во времени взглядов на критерии и методы обеспечения радиационной безопасности населения. Вестник научной программы «Семипалатинский полигон – Алтай». 1995, № 3, с.47.
21. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1998 году. Ежегодник. Под ред. Махонько К.П. – С-Пб: Гидрометеиздат, 2000. с.236.
22. Прокофьев О.Н. Справка о дозах в населенных пунктах на территории Иркутской области, где выявлены наиболее высокие плотности осадка цезия-137 на почве. – С-Пб: НИИ радиационной гигиены Госсанэпиднадзора РФ, 1997.
23. Лагутин А.А. Проведение экспертизы результатов определения плотности загрязнения цезием-137 почв Иркутской области. Отчет НИИ экологического мониторинга – Барнаул, 2001.
24. Израэль Ю.А., Вилков А.С., Ковалева А.Ф. Радиоактивное заражение территории бывшего Советского Союза от испытательных ядерных взрывов на Новой Земле осенью 1991 года. – Метеорология и гидрология, 1995, № 5, с.6.
25. Архангельская Т.А. Радиографические исследования срезов деревьев для ретроспективной оценки радиоэкологической ситуации. Материалы II Международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». – Томск, 2004, с.55–58.

## О С Н О В Н Ы Е   В Ы В О Д Ы

### О ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2004 г.

В 2004 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 радионуклидов в воздухе, характеризующие загрязнение приземной атмосферы, за пределами загрязненных зон составляли: для суммы долгоживущих техногенных и природных  $\beta$ -активных радионуклидов ( $\Sigma\beta$ ) –  $16,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>137</sup>Cs –  $2,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, для <sup>90</sup>Sr –  $1,19 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>. По сравнению с 2003 г. загрязнение атмосферы  $\Sigma\beta$  и <sup>137</sup>Cs практически не изменилось (разница в величинах не превышает 12 %), а объемная активность <sup>137</sup>Cs уменьшилась в 1,5 раза. Наблюдаемые объемные активности <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в приземной атмосфере в 2004 г. были на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99 для этих радионуклидов. Средневзвешенные по территории РФ выпадения  $\Sigma\beta$  ( $1,4$  Бк/м<sup>2</sup>·сутки) и <sup>137</sup>Cs (менее  $0,4$  Бк/м<sup>2</sup>·год) из атмосферы на подстилающую поверхность также не изменились по сравнению с 2003 г. Выпадения <sup>90</sup>Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа.

В атмосфере г.г. Курска, Курчатова, Нововоронежа и Обнинска, расположенных в окрестностях РОО, в 2004 г. наблюдались отдельные случаи появления в воздухе продуктов деления и нейтронной активации. Но объемные активности этих радионуклидов были на пять и более порядков ниже допустимых нормативов, установленных НРБ-99. Появление их в атмосфере указанных населенных пунктов связано с деятельностью Курской и Нововоронежской АЭС, а также ФЭИ в г. Обнинске.

Накопление на почве изотопов, выпадающих из атмосферы, в 2004 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 <sup>90</sup>Sr, накопившегося на почве в процессе глобальных выпадений, атмосферными осадками и паводковыми водами и выпадениями трития с осадками. В реках ЕТР и АТР (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемные активности <sup>90</sup>Sr в 2004 г. составляли в среднем 7,6 и 4,7 мБк/л соответственно, и мало отличались от уровней 2003 г. (6,4 и 4,5 мБк/л соответственно). В целом, объемная активность <sup>90</sup>Sr в реках была примерно на три порядка ниже норматива уровня вмешательства для населения (5 Бк/л) по НРБ-99.

Усредненная по территории РФ объемная активность трития в осадках (по данным ежемесячных наблюдений на 30 пунктах) мало отличалась от уровня 2003 г. (2,5 Бк/л) и составляла 2,4 Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2004 г. составили  $21,6 \cdot 10^{15}$  Бк.

Объемная активность трития (<sup>3</sup>H) в основных реках РФ в 2004 г. колебалась в пределах от 1,7 до 3,0 Бк/л при среднем значении 2,4 Бк/л, что практически не отличалось от уровня 2003 г. (2,5 Бк/л). Наибольшая объемная активность воды наблюдалась в р. Амур (п. Хабаровск), но она была более чем на три порядка ниже допустимой объемной активности трития в питьевой воде по НРБ-99 ( $7,7 \cdot 10^3$  Бк/л). Из сравнения концентраций трития в реках и осадках можно сделать вывод,

что объемные активности трития в реках обусловлены, в основном, выпадениями трития с атмосферными осадками.

Объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  в морях РФ мало изменилась по сравнению с 2003 г. В 2004 г. максимальная объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  наблюдалась в Черном море (без данных по Азовскому морю, загрязнение в котором примерно в 1,5 раза выше, чем в Черном) – 10,7 мБк/л, а минимальная – у берегов восточной Камчатки в Тихом океане и в Охотском море – 1,8 мБк/л.

В ЕТР вследствие Чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными  $^{137}\text{Cs}$  оставались некоторые районы Брянской, Тульской, Орловской, Калужской и других областей (в пятнадцати 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 продолжала 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  $^{137}\text{Cs}$  уменьшились по сравнению с 2003 г. и в среднем составляли 2,7 Бк/м<sup>2</sup>·год, что в 4 раза выше, чем выпадения вне загрязненных территорий ЕТР. Наибольшие выпадения  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора – 16,4 Бк/м<sup>2</sup>·год. В этом районе средняя плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  – 5,3 Ки/км<sup>2</sup>, но в окрестностях есть участки с плотностью загрязнения более 100 Ки/км<sup>2</sup>, которые являются источниками радиоактивной пыли. Объемная активность  $^{137}\text{Cs}$  в г. Брянске, ближайшем к загрязненной зоне населенном пункте, в 2004 г. составляла  $8,5 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>, что в 2,7 раза выше фонового уровня для ЕТР, но на семь порядков ниже ДОО<sub>НАС</sub> по НРБ-99.

Годовые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на территории ВУРСа в 2004 г. в среднем составляли 4,2 и 4,0 Бк/м<sup>2</sup>·год, соответственно, и превышали средние фоновые выпадения  $^{90}\text{Sr}$  для Уральского региона – в 2,3 раза,  $^{137}\text{Cs}$  – в 2,5 раза. Выпадения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на территории ВУРС по сравнению с 2003 г. увеличились в 1,5 и 1,7 раза соответственно.

В 2004 г. уровни загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне ПО «Маяк» по-прежнему оставались самыми высокими на территории РФ. Годовые выпадения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2004 г. повысились в 1,3 раза и превышали региональный фоновый уровень в 5 и 3,5 раза соответственно. Максимальные выпадения  $^{137}\text{Cs}$  (33,1 Бк/м<sup>2</sup>·год) и  $^{90}\text{Sr}$  (13,2 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  $^{137}\text{Cs}$  ( $144 \cdot 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup>) в приземной атмосфере п. Новогорный, в 2004 г. была самой низкой за последние пять лет, но все еще

в 51,4 раза превышала средневзвешенную объемную активность этого радионуклида по территории РФ. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  ( $85 \cdot 10^{-7}$  Бк/ $\text{м}^3$ ) в п. Новогорный была в 1,6 раза ниже уровня 2003 г., но в 70 раз превышала средневзвешенную объемную активность  $^{90}\text{Sr}$  по территории РФ. Объемные активности  $^{238}\text{Pu}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$  в п. Новогорный уменьшились более чем в 2 раза и составляли  $1,2 \cdot 10^{-7}$  Бк/ $\text{м}^3$  и  $1,8 \cdot 10^{-7}$  Бк/ $\text{м}^3$  соответственно. Наблюдаемые в приземной атмосфере в п. Новогорный объемные активности радионуклидов на 4–6 порядков ниже соответствующих критериев по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный уменьшилась по сравнению с 2003 г. в 1,5 раза и составляла 60,4 Бк/л, что в 25 раз выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность  $^{90}\text{Sr}$  (26 Бк/л) в воде р. Течи (п. Муслумово), принимающей сбросы ПО «Маяк», была в 2,4 раза выше, чем в 2003 г., и в 5,2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в воде р. Течи в 2004 г. увеличилась в среднем в 2,5 раза и в 100 раз превышала уровни загрязнения тритием рек РФ, однако, наблюдаемая величина в 25 раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99.

Как уже отмечалось ранее, по-прежнему существует проблема, в основном, неконтролируемого промышленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами уранового и ториевого рядов при добыче и переработке полезных ископаемых, в частности, месторождений естественного урана. Для контроля радиационной обстановки вокруг добывающих и перерабатывающих предприятий необходима организация дополнительных стационарных пунктов наблюдения для проведения радиационного мониторинга окружающей среды.

В целом, в 2004 г. радиационная обстановка на территории Российской Федерации сохранилась примерно на уровне 2003 г., а уровни загрязнения объектов окружающей среды техногенными радионуклидами 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.



**ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ РОСАТОМА В 2004 Г.**

Таблица П1

**Выбросы радионуклидов в атмосферу организациями Росатома в 2004 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
			в 2004 г.	в 2003 г.	
ФОСФОР-32	ФГУП ГХК	$5,6 \cdot 10^{11}$	$1,27 \cdot 10^{11}$	$9,19 \cdot 10^{10}$	$+ 3,55 \cdot 10^{10}$
КАЛИЙ-40	ОАО ПШХО	$2,04 \cdot 10^9$	$4,29 \cdot 10^9$	$3,96 \cdot 10^9$	$+ 3,30 \cdot 10^8$
	ОАО ЧМЗ	$2,80 \cdot 10^9$	$3,16 \cdot 10^8$	$2,01 \cdot 10^9$	$- 1,69 \cdot 10^9$
ХРОМ-51	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,56 \cdot 10^8$	$5,58 \cdot 10^8$	$- 4,02 \cdot 10^8$
	ФГУП ГХК	$4,30 \cdot 10^{10}$	$5,27 \cdot 10^9$	$4,16 \cdot 10^9$	$+ 1,12 \cdot 10^9$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$6,70 \cdot 10^7$	$1,20 \cdot 10^8$	$- 5,30 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$3,67 \cdot 10^8$	$1,63 \cdot 10^1$	$+ 3,67 \cdot 10^8$
МАРГАНЕЦ-54	ФГУП ГХК	$3,00 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^7$	$+ 3,00 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$2,7 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^8$	$- 2,60 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$7,45 \cdot 10^7$	$2,42 \cdot 10^7$	$+ 5,03 \cdot 10^7$
ЖЕЛЕЗО-59	ФГУП ГХК	$1,00 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^7$	$8,00 \cdot 10^6$	$+ 2,00 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$6,79 \cdot 10^7$	$1,47 \cdot 10^6$	$+ 6,64 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$1,40 \cdot 10^7$	$5,40 \cdot 10^7$	$- 4,00 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-57	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,80 \cdot 10^8$	$8,30 \cdot 10^6$	$2,60 \cdot 10^7$	$- 1,77 \cdot 10^7$
КОБАЛЬТ-58	ФГУП ГХК	$3,06 \cdot 10^9$	$4,22 \cdot 10^8$	$1,96 \cdot 10^8$	$+ 2,26 \cdot 10^8$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$1,80 \cdot 10^8$	$4,50 \cdot 10^8$	$- 2,70 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$7,30 \cdot 10^6$	$4,78 \cdot 10^6$	$+ 2,52 \cdot 10^6$
КОБАЛЬТ-60	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,36 \cdot 10^7$	$8,90 \cdot 10^6$	$+ 4,70 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$3,08 \cdot 10^9$	$6,74 \cdot 10^8$	$2,54 \cdot 10^8$	$+ 4,20 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$1,90 \cdot 10^9$	$8,90 \cdot 10^5$	$6,70 \cdot 10^6$	$- 5,81 \cdot 10^6$
	ФГУП ИРМ	$2,40 \cdot 10^{10}$	$8,07 \cdot 10^6$	$4,63 \cdot 10^8$	$- 4,55 \cdot 10^8$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,92 \cdot 10^7$	$1,57 \cdot 10^7$	$+ 3,47 \cdot 10^6$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$4,76 \cdot 10^5$	$9,07 \cdot 10^5$	$- 4,31 \cdot 10^5$
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$3,27 \cdot 10^6$	$6,09 \cdot 10^7$	$- 5,76 \cdot 10^7$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$6,04 \cdot 10^6$	$4,12 \cdot 10^6$	$+ 1,92 \cdot 10^6$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,88 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$	$+ 6,50 \cdot 10^7$
	КУРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$5,66 \cdot 10^7$	$6,92 \cdot 10^7$	$- 1,26 \cdot 10^7$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,59 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$+ 8,00 \cdot 10^6$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$3,20 \cdot 10^8$	$5,50 \cdot 10^8$	$- 2,30 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,61 \cdot 10^8$	$1,40 \cdot 10^7$	$+ 1,47 \cdot 10^8$
ЦИНК-65	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,04 \cdot 10^7$	$1,22 \cdot 10^7$	$- 1,80 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$5,00 \cdot 10^8$	$1,18 \cdot 10^8$	$6,60 \cdot 10^7$	$+ 5,20 \cdot 10^7$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,68 \cdot 10^7$	-	$+ 1,68 \cdot 10^7$
СТРОНЦИЙ-90	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,23 \cdot 10^8$	$8,03 \cdot 10^8$	$- 8,00 \cdot 10^7$
	ФГУП СХК	$5,18 \cdot 10^9$	$2,13 \cdot 10^8$	$3,48 \cdot 10^8$	$- 1,35 \cdot 10^8$
	ФГУП ГХК	$2,67 \cdot 10^{10}$	$8,01 \cdot 10^8$	$3,28 \cdot 10^8$	$+ 4,73 \cdot 10^8$
	ФГУП НИЦ СНИИП	$1,49 \cdot 10^9$	2,50	2,40	$+ 1,00 \cdot 10^{-1}$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$3,70 \cdot 10^9$	$4,40 \cdot 10^7$	$3,10 \cdot 10^7$	$+ 1,30 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$8,72 \cdot 10^9$	$9,96 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^8$	$- 2,54 \cdot 10^7$
	ФГУП НИИП	$3,00 \cdot 10^4$	$1,00 \cdot 10^4$	$1,14 \cdot 10^4$	$- 1,40 \cdot 10^3$
	ФГУП НИТИ	$3,60 \cdot 10^5$	$3,83 \cdot 10^3$	$3,27 \cdot 10^5$	$- 3,23 \cdot 10^5$
	ФГУП ИРМ	$9,62 \cdot 10^7$	$1,31 \cdot 10^6$	$4,50 \cdot 10^5$	$+ 8,60 \cdot 10^5$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,40 \cdot 10^8$	$5,65 \cdot 10^6$	$1,95 \cdot 10^7$	$- 1,39 \cdot 10^7$
ЦИРКОНИЙ-95	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,75 \cdot 10^7$	-	$+ 1,75 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$1,1 \cdot 10^9$	$8,00 \cdot 10^6$	$9,00 \cdot 10^5$	$+ 7,1 \cdot 10^6$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$7,20 \cdot 10^6$	$1,30 \cdot 10^7$	$- 5,80 \cdot 10^6$
НИОБИЙ-95	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$4,90 \cdot 10^7$	$4,26 \cdot 10^6$	$+ 4,47 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	$1,10 \cdot 10^9$	$2,00 \cdot 10^7$	$9,00 \cdot 10^5$	$+ 1,91 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$7,40 \cdot 10^6$	$1,60 \cdot 10^7$	$- 8,60 \cdot 10^6$
ЦИРКОНИЙ-95 + НИОБИЙ-95	ФГУП ПО «МАЯК»	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,78 \cdot 10^7$	$1,89 \cdot 10^7$	$- 1,10 \cdot 10^6$
РУТЕНИЙ-103	ФГУП ГХК	$2,12 \cdot 10^8$	$1,00 \cdot 10^6$	$8,00 \cdot 10^5$	$+ 2,00 \cdot 10^5$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$1,30 \cdot 10^7$	$5,10 \cdot 10^6$	$+ 7,90 \cdot 10^6$
СЕРЕБРО-110М	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$5,80 \cdot 10^7$	$1,00 \cdot 10^8$	$- 4,20 \cdot 10^7$

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
			в 2004 г.	в 2003 г.	
РУТЕНИЙ-106	ФГУП ПО «МАЯК» ФГУП ГХК	6,66·10 <sup>10</sup> 8,26·10 <sup>10</sup>	5,24·10 <sup>7</sup> 1,15·10 <sup>9</sup>	7,09·10 <sup>7</sup> 7,33·10 <sup>8</sup>	- 1,85·10 <sup>7</sup> - 2,15·10 <sup>9</sup>
СУРЬМА-124	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	5,22·10 <sup>6</sup>	-	+ 5,22·10 <sup>6</sup>
СУРЬМА-125	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 <sup>10</sup>	3,17·10 <sup>7</sup>	1,25·10 <sup>7</sup>	+ 1,92·10 <sup>7</sup>
ЦЕЗИЙ-134	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 <sup>10</sup>	5,80·10 <sup>8</sup>	7,24·10 <sup>8</sup>	- 1,44·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ГХК	7,20·10 <sup>7</sup>	1,20·10 <sup>7</sup>	5,00·10 <sup>6</sup>	+ 7,00·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	1,00·10 <sup>8</sup>	5,90·10 <sup>4</sup>	-	+ 5,90·10 <sup>4</sup>
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	2,95·10 <sup>6</sup>	9,32·10 <sup>6</sup>	- 6,37·10 <sup>6</sup>
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	-	4,26·10 <sup>4</sup>	- 4,26·10 <sup>4</sup>
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	1,30·10 <sup>3</sup>	3,75·10 <sup>6</sup>	+ 1,30·10 <sup>3</sup>
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	7,50·10 <sup>4</sup>	1,44·10 <sup>6</sup>	- 1,37·10 <sup>6</sup>
	КУРСКАЯ АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	3,57·10 <sup>6</sup>	-	+ 3,57·10 <sup>6</sup>
	КОЛЬСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	-	1,04·10 <sup>7</sup>	- 1,04·10 <sup>7</sup>
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	5,18·10 <sup>7</sup>	5,89·10 <sup>7</sup>	- 7,10·10 <sup>6</sup>
	НОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	9,00·10 <sup>8</sup>	3,30·10 <sup>7</sup>	3,20·10 <sup>7</sup>	+ 1,00·10 <sup>6</sup>
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,40·10 <sup>9</sup>	-	5,51·10 <sup>6</sup>	- 5,51·10 <sup>6</sup>
ЦЕЗИЙ-137	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 <sup>10</sup>	1,97·10 <sup>7</sup>	1,43·10 <sup>7</sup>	+ 5,40·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГХК	6,21·10 <sup>9</sup>	5,09·10 <sup>8</sup>	2,66·10 <sup>8</sup>	+ 2,43·10 <sup>8</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	2,00·10 <sup>9</sup>	8,90·10 <sup>7</sup>	4,70·10 <sup>7</sup>	+ 4,20·10 <sup>7</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	5,86·10 <sup>9</sup>	4,69·10 <sup>8</sup>	3,57·10 <sup>9</sup>	- 3,10·10 <sup>9</sup>
	ФГУП НИИП	1,80·10 <sup>4</sup>	1,27·10 <sup>4</sup>	1,50·10 <sup>4</sup>	- 2,30·10 <sup>3</sup>
	ФГУП НИТИ	1,10·10 <sup>6</sup>	1,01·10 <sup>4</sup>	3,30·10 <sup>5</sup>	- 3,20·10 <sup>5</sup>
	ФГУП ИРМ	1,92·10 <sup>8</sup>	1,16·10 <sup>7</sup>	1,27·10 <sup>7</sup>	- 1,10·10 <sup>6</sup>
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	8,76·10 <sup>6</sup>	1,99·10 <sup>7</sup>	- 1,11·10 <sup>7</sup>
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	1,54·10 <sup>7</sup>	4,47·10 <sup>7</sup>	- 2,93·10 <sup>7</sup>
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	1,20·10 <sup>3</sup>	9,69·10 <sup>6</sup>	+ 1,20·10 <sup>3</sup>
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	4,79·10 <sup>5</sup>	2,24·10 <sup>6</sup>	- 1,76·10 <sup>6</sup>
	КОЛЬСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	4,34·10 <sup>7</sup>	9,75·10 <sup>7</sup>	- 5,41·10 <sup>7</sup>
	КУРСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	2,41·10 <sup>7</sup>	2,68·10 <sup>7</sup>	- 2,70·10 <sup>6</sup>
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	2,17·10 <sup>8</sup>	1,56·10 <sup>8</sup>	+ 6,10·10 <sup>7</sup>
	НОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	2,00·10 <sup>9</sup>	9,20·10 <sup>7</sup>	1,60·10 <sup>8</sup>	- 6,80·10 <sup>7</sup>
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	4,00·10 <sup>9</sup>	1,37·10 <sup>7</sup>	1,86·10 <sup>7</sup>	- 4,90·10 <sup>6</sup>	
БАРИЙ-140	ФГУП ГХК	5,00·10 <sup>8</sup>	8,00·10 <sup>7</sup>	2,40·10 <sup>7</sup>	+ 5,60·10 <sup>7</sup>
ЦЕРИЙ-141	ФГУП ГХК	6,80·10 <sup>7</sup>	2,00·10 <sup>6</sup>	5,00·10 <sup>6</sup>	- 3,00·10 <sup>6</sup>
ЦЕРИЙ-144	ФГУП ПО «МАЯК»	2,96·10 <sup>11</sup>	1,35·10 <sup>7</sup>	3,05·10 <sup>7</sup>	- 1,70·10 <sup>7</sup>
	ФГУП ГХК	7,11·10 <sup>10</sup>	1,68·10 <sup>9</sup>	9,25·10 <sup>8</sup>	+ 7,50·10 <sup>8</sup>
ЕВРОПИЙ-152	ФГУП ГХК	3,00·10 <sup>8</sup>	7,00·10 <sup>6</sup>	-	+ 7,00·10 <sup>6</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	2,40·10 <sup>7</sup>	2,70·10 <sup>4</sup>	3,60·10 <sup>4</sup>	- 9,00·10 <sup>3</sup>
ЕВРОПИЙ-154	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	6,90·10 <sup>6</sup>	8,80·10 <sup>4</sup>	3,30·10 <sup>5</sup>	- 2,42·10 <sup>5</sup>
СВИНЕЦ-214	ОАО ППГХО	2,79·10 <sup>14</sup>	7,42·10 <sup>13</sup>	7,30·10 <sup>13</sup>	+ 1,20·10 <sup>12</sup>
ВИСМУТ-214	ОАО ППГХО	7,20·10 <sup>13</sup>	5,42·10 <sup>13</sup>	5,33·10 <sup>13</sup>	+ 9,00·10 <sup>11</sup>
ПОЛОНИЙ-210	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	4,00·10 <sup>6</sup>	6,51·10 <sup>4</sup>	7,80·10 <sup>3</sup>	+ 5,73·10 <sup>4</sup>
ПОЛОНИЙ-218	ОАО ППГХО	8,44·10 <sup>14</sup>	1,43·10 <sup>13</sup>	1,40·10 <sup>13</sup>	+ 3,00·10 <sup>11</sup>
РАДОН-222	ОАО ППГХО	8,51·10 <sup>14</sup>	3,20·10 <sup>14</sup>	3,29·10 <sup>14</sup>	- 9,00·10 <sup>12</sup>
	ФГУП ВНИИХТ	1,85·10 <sup>10</sup>	1,53·10 <sup>9</sup>	8,11·10 <sup>7</sup>	+ 1,53·10 <sup>9</sup>
БЕРИЛИЙ-7	ИФВЭ	1,50·10 <sup>12</sup>	3,50·10 <sup>10</sup>	5,50·10 <sup>10</sup>	- 2,00·10 <sup>10</sup>
ХЛОР-38	ИФВЭ	4,50·10 <sup>13</sup>	3,60·10 <sup>11</sup>	5,00·10 <sup>11</sup>	- 1,40·10 <sup>11</sup>
СКАНДИЙ-46	ФГУП ГХК	1,00·10 <sup>7</sup>	4,00·10 <sup>6</sup>	4,00·10 <sup>6</sup>	-
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	1,90·10 <sup>6</sup>	-	+ 1,90·10 <sup>6</sup>
СУММА АЛЬФА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ	ФГУП ПО «МАЯК»	7,40·10 <sup>9</sup>	3,39·10 <sup>8</sup>	4,45·10 <sup>8</sup>	- 1,06·10 <sup>8</sup>
	НПО ИИ им. В.Г. Хлопина	1,36·10 <sup>8</sup>	9,30·10 <sup>5</sup>	8,72·10 <sup>5</sup>	+ 5,80·10 <sup>4</sup>
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	5,24·10 <sup>8</sup>	9,07·10 <sup>6</sup>	1,01·10 <sup>7</sup>	- 1,03·10 <sup>6</sup>
	ФГУП УЭХК	7,40·10 <sup>9</sup>	2,10·10 <sup>8</sup>	1,27·10 <sup>8</sup>	+ 8,30·10 <sup>7</sup>
	ФГУП АЭХК	1,65·10 <sup>14</sup>	2,80·10 <sup>8</sup>	2,50·10 <sup>8</sup>	+ 3,00·10 <sup>7</sup>
	ФГУП НИИ НПО «Луч»	3,70·10 <sup>7</sup>	9,14·10 <sup>6</sup>	8,00·10 <sup>6</sup>	+ 1,14·10 <sup>6</sup>
	ФГУП СХК	6,81·10 <sup>9</sup>	2,19·10 <sup>9</sup>	2,13·10 <sup>9</sup>	+ 6,00·10 <sup>7</sup>
	ОАО МСЗ	6,75·10 <sup>8</sup>	1,46·10 <sup>8</sup>	1,51·10 <sup>8</sup>	- 5,00·10 <sup>6</sup>
ФГУП ВНИИНМ	7,40·10 <sup>6</sup>	5,23·10 <sup>5</sup>	7,03·10 <sup>5</sup>	- 1,80·10 <sup>5</sup>	
КЖН (СМЕСЬ КОРОТКОЖИВУЩИХ НУКЛИДОВ)	ФГУП НИИП	1,90·10 <sup>7</sup>	2,35·10 <sup>6</sup>	3,00·10 <sup>6</sup>	- 6,50·10 <sup>5</sup>
	ИФВЭ	3,00·10 <sup>16</sup>	1,50·10 <sup>14</sup>	2,00·10 <sup>14</sup>	- 5,00·10 <sup>13</sup>
РАДИЙ-226	ОАО ЧМЗ	2,81·10 <sup>8</sup>	3,16·10 <sup>7</sup>	2,57·10 <sup>8</sup>	- 2,25·10 <sup>8</sup>

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2004 г. по сравнению с 2003 г.	
			в 2004 г.	в 2003 г.		
ДЖН (СМЕСЬ ДОЛГОЖИВУЩИХ НУКЛИДОВ)	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$7,90 \cdot 10^9$	$7,95 \cdot 10^8$	$7,95 \cdot 10^8$	-	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$1,20 \cdot 10^9$	$2,10 \cdot 10^9$	- $9,00 \cdot 10^8$	
	ОАО ППГХО	$1,75 \cdot 10^{11}$	$2,49 \cdot 10^{10}$	$1,50 \cdot 10^{10}$	+ $9,90 \cdot 10^9$	
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$5,42 \cdot 10^9$	$2,19 \cdot 10^9$	$5,55 \cdot 10^9$	- $3,36 \cdot 10^9$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,00 \cdot 10^9$	$1,64 \cdot 10^9$	- $6,40 \cdot 10^8$	
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА	ОАО ЧМЗ	$3,34 \cdot 10^7$	$1,69 \cdot 10^7$	$2,08 \cdot 10^7$	- $3,90 \cdot 10^6$	
	ОАО НЗХК	$2,71 \cdot 10^9$	$2,33 \cdot 10^9$	$2,29 \cdot 10^9$	+ $4,00 \cdot 10^7$	
	ПО ЭХЗ	$3,70 \cdot 10^9$	$9,55 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^8$	- $5,42 \cdot 10^7$	
	ФГУП ПО СТАРТ	$2,22 \cdot 10^5$	$1,80 \cdot 10^4$	$3,24 \cdot 10^4$	- $1,44 \cdot 10^4$	
	ОАО ЧМЗ	$4,83 \cdot 10^9$	$9,07 \cdot 10^8$	$9,39 \cdot 10^8$	- $3,22 \cdot 10^7$	
	ФГУП КОМБИНАТ ЭХП	$6,32 \cdot 10^8$	$6,31 \cdot 10^8$	$6,30 \cdot 10^8$	+ $1,01 \cdot 10^6$	
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$4,20 \cdot 10^{10}$	$1,09 \cdot 10^{10}$	$1,44 \cdot 10^{10}$	- $3,50 \cdot 10^9$	
	ФГУП НИИП	$3,40 \cdot 10^6$	$1,18 \cdot 10^5$	$1,24 \cdot 10^5$	- $6,00 \cdot 10^3$	
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$2,96 \cdot 10^{10}$	$8,02 \cdot 10^9$	$5,07 \cdot 10^9$	+ $2,95 \cdot 10^9$	
	ФГУП ВНИИХТ	$1,01 \cdot 10^7$	$3,02 \cdot 10^6$	$4,30 \cdot 10^6$	- $1,28 \cdot 10^6$	
	ФГУП ПСЗ	$3,77 \cdot 10^8$	$7,58 \cdot 10^4$	$1,30 \cdot 10^5$	- $5,42 \cdot 10^4$	
СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$7,40 \cdot 10^5$	$1,85 \cdot 10^5$	$1,48 \cdot 10^5$	+ $3,70 \cdot 10^4$	
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$4,95 \cdot 10^8$	$7,87 \cdot 10^6$	$7,10 \cdot 10^6$	+ $7,70 \cdot 10^5$	
	ФГУП ГХК	$1,39 \cdot 10^9$	$1,16 \cdot 10^8$	$6,60 \cdot 10^7$	+ $5,00 \cdot 10^7$	
	ФГУП ВНИИХТ	$4,14 \cdot 10^4$	-	$1,10 \cdot 10^3$	- $1,10 \cdot 10^3$	
СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ	ОАО ЧМЗ	$7,66 \cdot 10^8$	$8,56 \cdot 10^7$	$6,39 \cdot 10^8$	- $5,53 \cdot 10^8$	
	ОАО ППГХО	$1,92 \cdot 10^9$	$8,33 \cdot 10^8$	$8,10 \cdot 10^8$	+ $2,30 \cdot 10^7$	
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	ФГУП СХК	$6,88 \cdot 10^{11}$	$5,00 \cdot 10^{10}$	$8,20 \cdot 10^{10}$	- $3,20 \cdot 10^{10}$	
	ФГУП ВНИИНМ	$7,40 \cdot 10^6$	$7,74 \cdot 10^5$	$2,90 \cdot 10^6$	- $2,13 \cdot 10^6$	
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	$1,04 \cdot 10^9$	$6,37 \cdot 10^6$	$7,02 \cdot 10^6$	- $6,50 \cdot 10^5$	
СУММА ИРГ	ФГУП СХК	$6,29 \cdot 10^{15}$	$1,24 \cdot 10^{15}$	$1,21 \cdot 10^{15}$	+ $3,00 \cdot 10^{13}$	
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,95 \cdot 10^{15}$	$5,80 \cdot 10^{13}$	$4,00 \cdot 10^{13}$	+ $1,80 \cdot 10^{13}$	
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,73 \cdot 10^{15}$	$1,32 \cdot 10^{15}$	$1,09 \cdot 10^{15}$	+ $2,30 \cdot 10^{14}$	
	ФГУП НИИП	$1,10 \cdot 10^{14}$	$2,95 \cdot 10^{11}$	$2,87 \cdot 10^{11}$	- $2,58 \cdot 10^{12}$	
	ФГУП НИТИ	$4,50 \cdot 10^{14}$	$1,32 \cdot 10^{11}$	$1,19 \cdot 10^{12}$	- $1,06 \cdot 10^{12}$	
	ФГУП ИРМ	$2,53 \cdot 10^{14}$	$1,22 \cdot 10^{14}$	$1,12 \cdot 10^{14}$	+ $1,00 \cdot 10^{13}$	
	ФГУП ГХК	$7,53 \cdot 10^{15}$	$1,91 \cdot 10^{15}$	$4,15 \cdot 10^{14}$	+ $1,50 \cdot 10^{15}$	
	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,65 \cdot 10^{15}$	$7,30 \cdot 10^{13}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	- $4,60 \cdot 10^{13}$	
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,30 \cdot 10^{11}$	$5,61 \cdot 10^{11}$	- $3,31 \cdot 10^{11}$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$8,65 \cdot 10^{12}$	$2,25 \cdot 10^{12}$	+ $6,40 \cdot 10^{12}$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$2,00 \cdot 10^{15}$	$4,19 \cdot 10^{14}$	$5,14 \cdot 10^{14}$	- $9,50 \cdot 10^{13}$	
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,19 \cdot 10^{12}$	$7,98 \cdot 10^{12}$	- $7,90 \cdot 10^{11}$	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,60 \cdot 10^{13}$	$1,68 \cdot 10^{13}$	+ $9,22 \cdot 10^{12}$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,55 \cdot 10^{12}$	$2,29 \cdot 10^{13}$	- $1,54 \cdot 10^{13}$	
	КУРСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$3,64 \cdot 10^{14}$	$3,54 \cdot 10^{14}$	+ $1,00 \cdot 10^{13}$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$7,40 \cdot 10^{14}$	$3,76 \cdot 10^{14}$	+ $3,64 \cdot 10^{14}$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$9,60 \cdot 10^{13}$	$7,70 \cdot 10^{13}$	+ $1,90 \cdot 10^{13}$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$1,24 \cdot 10^{14}$	$2,18 \cdot 10^{14}$	- $9,40 \cdot 10^{13}$	
	СУММА НУКЛИДОВ ИОДА	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$5,75 \cdot 10^8$	$1,60 \cdot 10^9$	- $1,03 \cdot 10^9$
		ФГУП ГХК	$1,56 \cdot 10^{10}$	$6,84 \cdot 10^8$	$3,19 \cdot 10^8$	+ $3,65 \cdot 10^8$
ФГУП СХК		$3,64 \cdot 10^{11}$	$2,39 \cdot 10^9$	$2,92 \cdot 10^9$	- $5,30 \cdot 10^8$	
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,29 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^9$	- $7,00 \cdot 10^7$	
ФГУП ИРМ		$1,01 \cdot 10^9$	$7,88 \cdot 10^6$	$3,03 \cdot 10^6$	+ $4,85 \cdot 10^6$	
БАЛАКОВСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$3,03 \cdot 10^8$	$1,59 \cdot 10^8$	+ $1,44 \cdot 10^8$	
БИЛИБИНСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$6,00 \cdot 10^9$	$6,00 \cdot 10^9$	-	
ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$9,60 \cdot 10^7$	$3,80 \cdot 10^8$	- $2,84 \cdot 10^8$	
КАЛИНИНСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$4,92 \cdot 10^7$	$4,09 \cdot 10^7$	+ $8,30 \cdot 10^6$	
КОЛЬСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$6,14 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^9$	- $4,06 \cdot 10^8$	
КУРСКАЯ АЭС		$9,30 \cdot 10^{10}$	$8,06 \cdot 10^9$	$3,27 \cdot 10^9$	+ $4,79 \cdot 10^9$	
ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС		$9,30 \cdot 10^{10}$	$9,04 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^9$	- $2,46 \cdot 10^8$	
НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС		$1,80 \cdot 10^{10}$	$6,50 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^9$	+ $5,30 \cdot 10^9$	
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		$9,30 \cdot 10^{10}$	$3,25 \cdot 10^8$	$5,32 \cdot 10^8$	- $2,07 \cdot 10^8$	

\* – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

**Сбросы радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2004 г., Бк**

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Сниж. (-), увел. (+) сброса радионуклида в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
			за 2004 г.	за 2003 г.	
Натрий-24	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{14}$	$6,97 \cdot 10^{13}$	$6,59 \cdot 10^{13}$	$+ 3,78 \cdot 10^{12}$
	ФГУП СХК	$7,77 \cdot 10^{14}$	$7,55 \cdot 10^{13}$	$7,19 \cdot 10^{13}$	$+ 3,60 \cdot 10^{12}$
Фосфор-32	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{13}$	$1,32 \cdot 10^{13}$	$8,38 \cdot 10^{12}$	$+ 4,82 \cdot 10^{12}$
	ФГУП СХК	$4,07 \cdot 10^{13}$	$9,17 \cdot 10^{12}$	$8,76 \cdot 10^{12}$	$+ 4,10 \cdot 10^{11}$
Скандий-46	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$4,37 \cdot 10^{10}$	$5,08 \cdot 10^{10}$	$- 7,15 \cdot 10^9$
Хром-51	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	$1,50 \cdot 10^{12}$	$1,01 \cdot 10^{12}$	$+ 4,91 \cdot 10^{11}$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$3,10 \cdot 10^{12}$	$4,46 \cdot 10^9$	$4,26 \cdot 10^6$	$+ 4,46 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$5,60 \cdot 10^{13}$	$1,62 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^6$	$- 3,48 \cdot 10^6$
Марганец-54	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{11}$	$4,82 \cdot 10^9$	$3,70 \cdot 10^9$	$+ 1,12 \cdot 10^9$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$2,47 \cdot 10^{10}$	$5,00 \cdot 10^4$	-	$+ 5,00 \cdot 10^4$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,20 \cdot 10^{11}$	$3,22 \cdot 10^8$	$2,49 \cdot 10^7$	$+ 2,97 \cdot 10^3$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$3,30 \cdot 10^9$	$1,30 \cdot 10^7$	$3,10 \cdot 10^7$	$- 1,80 \cdot 10^7$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$4,00 \cdot 10^{11}$	$1,00 \cdot 10^6$	-	$+ 1,00 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$8,00 \cdot 10^9$	$9,27 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^6$	$- 5,43 \cdot 10^5$
Железо-59	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$3,05 \cdot 10^{10}$	$3,71 \cdot 10^{10}$	$- 6,64 \cdot 10^9$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$9,10 \cdot 10^9$	$3,90 \cdot 10^6$	$3,70 \cdot 10^6$	$+ 2,00 \cdot 10^5$
Кобальт-60	ФГУП ГХК	$3,74 \cdot 10^{11}$	$6,85 \cdot 10^{10}$	$4,63 \cdot 10^{10}$	$+ 2,22 \cdot 10^{10}$
	ФГУП НИТИ	$6,06 \cdot 10^6$	$8,38 \cdot 10^5$	$6,95 \cdot 10^5$	$+ 1,43 \cdot 10^5$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$5,00 \cdot 10^{10}$	$7,29 \cdot 10^8$	$5,30 \cdot 10^7$	$+ 6,76 \cdot 10^8$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^8$	$1,60 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^7$	$- 6,00 \cdot 10^6$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$8,80 \cdot 10^{10}$	$2,31 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^7$	$+ 1,21 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$6,15 \cdot 10^{11}$	$9,30 \cdot 10^9$	-	$+ 9,30 \cdot 10^9$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,90 \cdot 10^9$	$8,05 \cdot 10^5$	$4,97 \cdot 10^5$	$+ 3,08 \cdot 10^5$
	СевРАО ОФ №2	$5,53 \cdot 10^6$	$5,00 \cdot 10^6$	-	$+ 5,00 \cdot 10^6$
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,60 \cdot 10^9$	$3,99 \cdot 10^6$	-	$+ 3,99 \cdot 10^6$	
Медь-64	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	$1,62 \cdot 10^{12}$	$1,63 \cdot 10^{12}$	$- 7,00 \cdot 10^9$
Цинк-65	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$4,48 \cdot 10^{10}$	$3,87 \cdot 10^{10}$	$+ 6,10 \cdot 10^9$
Мышьяк-76	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{12}$	$8,57 \cdot 10^{11}$	$6,13 \cdot 10^{11}$	$+ 2,44 \cdot 10^{11}$
Стронций-90	ФГУП ГХК	$8,14 \cdot 10^{10}$	$1,10 \cdot 10^{10}$	$7,88 \cdot 10^9$	$+ 3,13 \cdot 10^9$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	$1,87 \cdot 10^{12}$	$1,84 \cdot 10^{12}$	$+ 3,05 \cdot 10^{10}$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$1,85 \cdot 10^8$	$5,69 \cdot 10^6$	$8,76 \cdot 10^5$	$+ 4,81 \cdot 10^6$
	СевРАО ОФ №2	$6,75 \cdot 10^5$	$6,20 \cdot 10^5$	-	$+ 6,20 \cdot 10^5$
	ФГУП НИТИ	$8,29 \cdot 10^6$	$1,53 \cdot 10^6$	$1,28 \cdot 10^6$	$+ 2,50 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$9,31 \cdot 10^{10}$	$3,00 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^7$	$+ 4,80 \cdot 10^6$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,50 \cdot 10^{12}$	$3,72 \cdot 10^5$	-	$+ 3,72 \cdot 10^5$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$5,40 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^5$	$1,50 \cdot 10^5$	-
	КУРСКАЯ АЭС	$5,06 \cdot 10^{10}$	$1,65 \cdot 10^6$	$3,97 \cdot 10^7$	$- 3,80 \cdot 10^7$
	НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	$7,84 \cdot 10^{11}$	$9,30 \cdot 10^9$	$5,40 \cdot 10^8$	$+ 8,76 \cdot 10^9$
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,80 \cdot 10^{10}$	$8,28 \cdot 10^5$	$1,76 \cdot 10^6$	$- 9,32 \cdot 10^5$	
Цирконий-95	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$5,23 \cdot 10^9$	$5,00 \cdot 10^9$	$+ 2,25 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,70 \cdot 10^{10}$	$5,88 \cdot 10^4$	-	$+ 5,88 \cdot 10^4$
Ниобий-95	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$4,99 \cdot 10^9$	$5,40 \cdot 10^9$	$- 4,14 \cdot 10^8$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,39 \cdot 10^5$	$2,28 \cdot 10^5$	$- 8,90 \cdot 10^4$
Рутений-103	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$4,05 \cdot 10^9$	$5,20 \cdot 10^9$	$- 1,15 \cdot 10^9$
Рутений-106	ФГУП ГХК	$3,89 \cdot 10^{12}$	$5,13 \cdot 10^9$	$3,10 \cdot 10^9$	$+ 2,03 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,20 \cdot 10^{12}$	$4,48 \cdot 10^6$	$7,50 \cdot 10^6$	$- 3,02 \cdot 10^6$
Сурьма-124	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$7,56 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^8$	$+ 5,56 \cdot 10^7$
Иод-131	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	$3,62 \cdot 10^{10}$	$3,30 \cdot 10^{10}$	$+ 3,23 \cdot 10^9$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,10 \cdot 10^{11}$	$4,80 \cdot 10^5$	$6,10 \cdot 10^4$	$+ 4,19 \cdot 10^5$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,40 \cdot 10^{13}$	$1,43 \cdot 10^7$	$2,70 \cdot 10^6$	$+ 1,16 \cdot 10^7$

Продолжение таблицы П2

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Сниж. (-), увел. (+) сброса радионуклида в 2004 г. по сравнению с 2003 г.
			за 2004 г.	за 2003 г.	
Цезий-134	ФГУП ГХК	$2,96 \cdot 10^{10}$	$5,26 \cdot 10^8$	$5,60 \cdot 10^8$	$- 3,43 \cdot 10^7$
	ФГУП НИТИ	$7,58 \cdot 10^5$	$9,00 \cdot 10^4$	$6,06 \cdot 10^4$	$+ 2,94 \cdot 10^4$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,30 \cdot 10^9$	$7,30 \cdot 10^7$	$9,20 \cdot 10^7$	$- 1,90 \cdot 10^7$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,90 \cdot 10^{11}$	$1,01 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	$- 9,90 \cdot 10^6$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$1,70 \cdot 10^{10}$	$2,60 \cdot 10^4$	-	$+ 2,60 \cdot 10^4$
Цезий-137	ФГУП ГХК	$1,15 \cdot 10^{11}$	$7,20 \cdot 10^9$	$1,14 \cdot 10^{10}$	$- 4,21 \cdot 10^9$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	$3,58 \cdot 10^{10}$	$5,81 \cdot 10^{10}$	$- 2,23 \cdot 10^{10}$
	ФГУП НИТИ	$7,96 \cdot 10^6$	$2,39 \cdot 10^6$	$1,40 \cdot 10^6$	$+ 9,90 \cdot 10^5$
	ЗФ СевРАО	$1,48 \cdot 10^6$	$1,36 \cdot 10^6$	-	$+ 1,36 \cdot 10^6$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$3,68 \cdot 10^{11}$	$7,60 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^7$	$+ 6,44 \cdot 10^7$
	НОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$4,17 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^9$	-	$+ 1,20 \cdot 10^9$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,40 \cdot 10^8$	$1,40 \cdot 10^8$	-
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$9,90 \cdot 10^{10}$	$1,90 \cdot 10^8$	$2,70 \cdot 10^7$	$+ 1,63 \cdot 10^8$
	КУРСКАЯ АЭС	$3,23 \cdot 10^9$	$2,70 \cdot 10^7$	$2,13 \cdot 10^7$	$+ 5,70 \cdot 10^6$
	ЛЕНИНГРАДСК. АЭС	$1,10 \cdot 10^9$	$1,05 \cdot 10^6$	$1,03 \cdot 10^6$	$+ 2,00 \cdot 10^4$
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$4,60 \cdot 10^9$	$7,10 \cdot 10^8$	-	$+ 7,10 \cdot 10^8$	
Барий-140	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$2,72 \cdot 10^{10}$	$3,17 \cdot 10^{10}$	$- 4,55 \cdot 10^9$
Церий-141	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$8,81 \cdot 10^9$	$9,40 \cdot 10^9$	$- 5,93 \cdot 10^8$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$2,10 \cdot 10^{13}$	$4,20 \cdot 10^5$	-	$+ 4,20 \cdot 10^5$
Церий-144	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,35 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^{10}$	$+ 1,52 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$5,10 \cdot 10^{12}$	$1,60 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^7$	$- 7,00 \cdot 10^6$
Европий-152	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$5,14 \cdot 10^9$	$4,90 \cdot 10^9$	$+ 2,39 \cdot 10^8$
Европий-154	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{10}$	$7,56 \cdot 10^8$	$7,00 \cdot 10^8$	$+ 5,56 \cdot 10^7$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$7,00 \cdot 10^5$	$4,00 \cdot 10^5$	$+ 6,60 \cdot 10^6$
Свинец-210	ОАО ППГХО	-	$2,50 \cdot 10^9$	$3,40 \cdot 10^9$	$- 9,00 \cdot 10^8$
Полоний-210	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$5,00 \cdot 10^7$	$2,30 \cdot 10^6$	-	$+ 2,30 \cdot 10^6$
	ОАО ППГХО	-	$2,00 \cdot 10^9$	$2,80 \cdot 10^9$	$- 8,00 \cdot 10^8$
Радий-226	ОАО ППГХО	-	$7,00 \cdot 10^8$	$1,50 \cdot 10^9$	$- 8,00 \cdot 10^8$
Торий 230	ОАО ППГХО	-	$2,20 \cdot 10^9$	$3,50 \cdot 10^9$	$- 1,30 \cdot 10^9$
Уран 238	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$3,33 \cdot 10^7$	$1,61 \cdot 10^6$	$1,11 \cdot 10^7$	$- 9,49 \cdot 10^6$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$6,35 \cdot 10^9$	$9,85 \cdot 10^7$	$7,40 \cdot 10^7$	$+ 2,45 \cdot 10^7$
Плутоний 239	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^6$	$2,81 \cdot 10^6$	$2,50 \cdot 10^6$	$+ 3,10 \cdot 10^5$
Сумма нуклидов тория	ОАО ППГХО	-		$3,50 \cdot 10^9$	$- 3,00 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов урана	ОАО ППГХО	$6,35 \cdot 10^{10}$	$1,12 \cdot 10^{10}$	$2,21 \cdot 10^{10}$	$- 1,09 \cdot 10^{10}$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$3,33 \cdot 10^7$	$1,61 \cdot 10^6$	$1,11 \cdot 10^7$	$- 9,49 \cdot 10^6$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$6,35 \cdot 10^9$	$9,85 \cdot 10^7$	$7,40 \cdot 10^7$	$+ 2,45 \cdot 10^7$
	ФГУП ПСЗ	$1,30 \cdot 10^6$	$4,60 \cdot 10^5$	$1,20 \cdot 10^5$	$+ 3,40 \cdot 10^5$
Нептуний-239	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{12}$	$3,68 \cdot 10^{12}$	$3,69 \cdot 10^{12}$	$- 7,00 \cdot 10^9$
	ФГУП СХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	$7,51 \cdot 10^{12}$	$6,23 \cdot 10^{12}$	$+ 1,28 \cdot 10^{12}$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^6$	$2,81 \cdot 10^6$	$2,50 \cdot 10^6$	$+ 3,10 \cdot 10^5$
Сумма альфа активных Радионуклидов	ФГУП УЭХК	$2,78 \cdot 10^9$	$1,80 \cdot 10^8$	$9,93 \cdot 10^8$	$- 8,13 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$3,97 \cdot 10^8$	$2,32 \cdot 10^8$	$3,04 \cdot 10^8$	$- 7,12 \cdot 10^7$
	ОАО МСЗ	$2,70 \cdot 10^{10}$	$4,25 \cdot 10^9$	$4,01 \cdot 10^9$	$+ 2,44 \cdot 10^8$
Сумма бета-активных радионуклидов*	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$8,01 \cdot 10^8$	$6,10 \cdot 10^6$	$+ 7,95 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$4,12 \cdot 10^8$	$3,00 \cdot 10^8$	$3,11 \cdot 10^8$	$- 1,05 \cdot 10^7$

\* – данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

Площадь загрязненных радионуклидами земель и водоемов в 2004 г., 10<sup>3</sup> м<sup>2</sup>

Наименование показателя	Всего	С мощностью дозы гамма-излучения, мкГр/час			С плотностью загрязнения, кБк/м <sup>2</sup>				С α-активными нуклидами		Радионуклиды, определяющие загрязнение
		< 0,5	от 0,5 до 2	> 2	стронцием-90		цезием-137		без трансурановых	с трансурановыми	
					< 100	> 100	< 500	> 500			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>РОСАТОМ</b>	<b>480826,14</b>	<b>367109,27</b>	<b>47961,78</b>	<b>65755,12</b>	<b>84627,04</b>	<b>378241,01</b>	<b>393309,85</b>	<b>69960,49</b>	<b>1007,42</b>	<b>30419,0</b>	
ОАО ППГХО	8275,40	107,35	4101,70	4066,35	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ГУП ГМЗ	846,37	108,05	479,77	258,55	-	-	-	-	-	-	U-естеств.
ОАО ЗАБ ГОК	43,20	39,49	3,50	0,21	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Th-естеств.
ОАО МСЗ	387,25	247,37	91,13	48,75	-	-	-	-	387,25	-	сумма нуклидов U; Ra-226
ОАО НЗХК	430,33	-	24,11	406,22	-	-	-	-	430,33	-	сумма нуклидов U
ОАО ЧМЗ	1987,0	883,0	814,0	290,0	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Th-естеств.
ПОЛИМС (МЗП)	9,25	9,25	-	-	-	-	-	-	9,25	-	Th-232; Ra-226
ОАО КЧХК	721,50	688,30	33,20	-	-	-	132,64	19,28	44,0	192,50	сумма нуклидов Pu; сумма нуклидов U; Cs-137
ФГУП ГХК	4704,41	4297,1	111,75	295,59	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	452160,0	357465,0	38561,0	56134,0	79000,0	373160,0	386460,0	65700,0	-	300993,0	сумма нуклидов Pu; Sr-90; Cs-137
ФГУП СХК	10393,0	2645,0	3537,0	4211,0	5315,0	5068,0	6162,0	4221,0	-	2908	Sr-90; Cs-137
ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	99,47	89,22	10,25	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-	120,0	-	U-обедненн.
ГП ПО СТАРТ	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	15,0	сумма нуклидов U
КОМБИНАТ ЭХП	13,35	13,35	-	-	-	-	-	-	13,35	-	U-238
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	385,45	303,95	73,5	8,00	149,35	-	384,85	-	-	81,5	Sr-90; Cs-137
ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	41,88	40,78	1,10	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП ВНИИХТ	2,44	0,64	1,80	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Pu-239; Ra-226
ГУП ГНЦ РФ ИТЭФ	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	Co-60; Cs-137
ГУП НПО РИ	3,24	2,01	1,03	0,20	-	-	3,04	0,20	3,24	-	Ra-226
ОАО ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЛУЧ	0,26	0,06	0,02	0,18	-	-	-	-	-	-	Ra-226 Th-232
НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	155,82	32,22	110,00	13,6	155,82	-	155,82	-	-	-	Sr-90; Co-60, Cs-137
ЗФ ФГУП СЕВРАО	11,63	1,60	0,96	9,07	-	-	4,63	7,00	-	-	Cs-137
ОФ № 2 ФГУП СЕВРАО	3,43	0,02	1,91	1,50	2,32	1,11	2,32	1,11	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП ДАЛЬРАО Ф. ФОКИНО	16,45	0,50	4,05	11,90	4,55	11,90	4,55	11,90	-	-	Sr-90; Cs-137
в том числе:											
на промплощадке											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>63660,36</b>	<b>20429,36</b>	<b>18017,73</b>	<b>25213,32</b>	<b>8942,55</b>	<b>39777,51</b>	<b>27097,46</b>	<b>21638,99</b>	<b>363,00</b>	<b>39057,00</b>	
АООТ ППГХО	7102,0	-	3153,60	3948,40	-	-	-	-	-	-	U-естеств.; Ra-226
ГУП ГМЗ	846,37	108,05	479,77	258,55							U-естеств.
ОАО ЗАБГОК	43,20	39,49	3,50	0,21							U-естеств.; Th-естеств.
ОАО МСЗ	9,38	7,50	1,13	0,75	-	-	-	-	9,38		сумма нуклидов U Ra-226

Продолжение таблицы ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОАО НЗХК	217,03	-	3,16	213,87	-	-	-	-	217,03	-	сумма нуклидов U
ОАО ЧМЗ	1987,00	883,00	814,00	290,00							U-естеств. Th-естеств.
ОАО КЧХК	134,00	134,00	-	-	-	-	0,64	1,28	-	134,00	сумма нуклидов Pu
ФГУП ГХК	4289,19	3895,20	98,45	295,59							Cs-137
ФГУП ПО «МАЯК»	38465,0	12305,0	10026,0	16134,0	3465,0	35000,0	20765,0	17700,0	-	36000,0	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ФГУП СХК	10093,0	2630,0	3417,0	4046,0	5315,0	4768,0	6162,0	3921,0	-	2908,0	Sr-90;Cs-137
РФЯЦ ВНИИ-ЭФ	120,00	120,00	-	-	-	-	-	-	120,0	-	U-обедненн.
ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	99,47	89,22	10,25								Sr-90;Cs-137
ГП ПО СТАРТ	15,00	15,00	-	-	-	-	-	-	-	15,00	сумма нуклидов U
КОМБИНАТ ЭХП	13,35	13,35	-	-	-	-	-	-	13,35	-	U-238
ГНЦ РФ НИИ-АР	149,55	149,55	-	-	149,35	-	148,95	-	-	-	Cs-137
ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	36,53	35,43	1,10	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90;Cs-137
ФГУП ВНИИХТ	2,44	0,64	1,80	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Pu-239; Ra-226
ГУП ГНЦ РФ ИТЭФ	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	Cs-137; Co-60
ГУП НПО РИ	3,24	2,01	1,03	0,20	-	-	3,04	0,20	3,24	-	Ra-226
ОАО ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЛУЧ	0,26	0,06	0,02	0,18	-	-	-	-	-	-	Ra-226 Th-232
НОВОРОНЕЖ. АЭС	6,83	0,23	-	6,60	6,83	-	6,83	-	-	-	Cs-137
ЗФ ФГУП СЕВРАО	11,63	1,60	0,96	9,07	-	-	4,63	7,00	-	-	Cs-137
ОФ № 2 ФГУП СЕВРАО	3,43	0,02	1,91	1,50	2,32	1,11	2,32	1,11	-	-	Sr-90;Cs-137
ФГУП ДАЛЬРАО Ф. ФОКИНО	12,45	-	4,05	8,40	4,05	8,40	4,05	8,40	-	-	Sr-90;Cs-137
в санитарно-защитной зоне											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>219723,84</b>	<b>159724,37</b>	<b>22477,67</b>	<b>37521,8</b>	<b>59684,34</b>	<b>158303,5</b>	<b>194787,4</b>	<b>38321,5</b>	<b>512,42</b>	<b>2090,33</b>	
ОАО МСЗ	257,87	169,87	60,0	28,0	-	-	-	-	257,87	-	сумма нуклидов U Ra-226
АООТ ППГХО	755,40	107,35	530,10	117,95	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ОАО НЗХК	201,30	-	8,95	192,35	-	-	-	-	201,30	-	сумма нуклидов U
ПОЛИМС (МЗП)	9,25	9,25	-	-	-	-	-	-	9,25	-	Ra-226; Th-232
ОАО КЧХК	208,50	181,50	27,00	-	-	-	132,00	18,00	44,0	58,50	Cs-137; сумма нуклидов U; сумма нуклидов Pu
ФГУП ГХК	67,78	54,66	13,12	-	-	-	-	-	-	-	
ФГУП СХК	300,0	15,0	120,0	165,0	-	300,0	-	300,0	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	217535,0	159000,0	21535,0	37000,0	59535,0	158000,0	179535,0	38000,0	-	208893,0	Sr-90; Cs-137 сумма нуклидов Pu
ГНЦ РФ НИИАР	235,9	154,4	73,5	8,0	-	-	235,9	-	-	81,5	Cs-137
НОВОРОНЕЖ АЭС	148,84	31,84	110,00	7,0	148,84	-	14884	-	-	-	Cs-137; Co-60
ФГУП ДАЛЬРАО Ф.ФОКИНО	4,0	0,50	-	3,50	0,50	3,50	0,50	3,50	-	-	Sr-90; Cs-137

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
в зоне наблюдения											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>197441,94</b>	<b>186955,56</b>	<b>7466,38</b>	<b>3020,0</b>	<b>16000,15</b>	<b>180160,0</b>	<b>186160,15</b>	<b>10000,0</b>	<b>132,0</b>	<b>56100,0</b>	
АООТ ППГХО	418,00	-	418,00	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ОАО МСЗ	120,0	70,0	30,0	20,0	-	-	-	-	120,0	-	
ОАО КЧХК	379,00	372,80	6,20	-	-	-	-	-	-	-	Cs-137
ОАО НЗХК	12,0	-	12,0	-	-	-	-	-	12,0	-	сумма нуклидов U
ФГУП ГХК	347,44	347,26	0,18	-	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	196160,0	186160,0	7000,0	3000,0	16000,0	180160,0	186160,0	10000,0	-	56100,0	Sr-90; Cs-137; сумма нуклидов Pu
ГУП ГНЦ РФ ФЭИ	5,35	5,35	-	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90; Cs-137
НОВОВОРО-НЕЖ. АЭС	0,15	0,15	-	-	0,15	-	0,15	-	-	-	Sr-90
<b>Загрязненные земли</b>											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>376275,39</b>	<b>268709,9</b>	<b>46131,15</b>	<b>61434,37</b>	<b>84620,04</b>	<b>274446,01</b>	<b>295036,85</b>	<b>64231,49</b>	<b>620,17</b>	<b>200611,50</b>	
ОАО ППГХО	8275,40	107,35	4101,70	4066,35	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ГУП ГМЗ	846,37	108,05	479,77	258,55	-	-	-	-	-	-	U-естеств.
ОАО ЗАБ ГОК	43,20	39,49	3,50	0,21	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Th-естеств.
ОАО МСЗ	207,25	147,37	41,13	18,75	0	0	0	0	207,25	0	сумма нуклидов U; Ra-226
ОАО НЗХК	430,33	-	24,11	406,22	-	-	-	-	430,33	-	сумма нуклидов U
ОАО ЧМЗ	1987,0	883,0	814,0	290,0	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Th-естеств.
ПОЛИМС (МЗП)	9,25	9,25	-	-	-	-	-	-	9,25	-	Th-232; Ra-226
ОАО КЧХК	721,50	688,30	33,20	-	-	-	132,64	19,28	44,0	192,50	сумма нуклидов Pu; сумма нуклидов U; Cs-137
ФГУП ГХК	4553,41	4297,1	111,75	144,59	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	351563	259465	37061	55037	79000	272563	288460	63103	-	200396	сумма нуклидов Pu; Sr-90; Cs-137
ФГУП СХК	7185,0	2620,0	3371,0	1194,0	5315,0	1870,0	6096,0	1089,0	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	99,47	89,22	10,25	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	120,0	120,0	-	-	-	-	-	-	120,0	-	U-обедненн.
ГП ПО СТАРТ	15,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	15,0	сумма нуклидов U
КОМБИНАТ ЭХП	13,35	13,35	-	-	-	-	-	-	13,35	-	U-238
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	184,95	176,95	-	8,00	149,35	-	184,85	-	-	8,00	Sr-90; Cs-137
ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	41,88	40,78	1,10	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90; Cs-137
ФГУП ВНИИХТ	2,44	0,64	1,80	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Pu-239; Ra-226
ГУП ГНЦ РФ ИТЭФ	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	Co-60; Cs-137
ГУП НПО РИ	3,24	2,01	1,03	0,20	-	-	3,04	0,20	3,24	-	Ra-226
ОАО ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЛУЧ	0,26	0,06	0,02	0,18	-	-	-	-	-	-	Ra-226 Th-232
НОВОВОРО-НЕЖ. АЭС	148,82	32,22	110,00	6,6	148,82	-	148,82	-	-	-	Sr-90; Co-60 Cs-137
ЗФ ФГУП СЕВРАО	11,63	1,60	0,96	9,07	-	-	4,63	7,00	-	-	Cs-137
ОФ № 2 ФГУП СЕВРАО	3,43	0,02	1,91	1,50	2,32	1,11	2,32	1,11	-	-	Sr-90; Cs-137



Продолжение таблицы ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ФГУП ДАЛЬРАО Ф. ФОКИНО	16,45	0,50	4,05	11,90	4,555	11,90	4,55	11,90	-	-	Sr-90;Cs-137
в том числе:	7102,0	-	3153,60	3948,40	-	-	-	-	-	-	U-естеств.; Ra-226
на промплощадке	846,37	108,05	479,77	258,55							U-естеств.
<b>РОСАТОМ</b>	<b>60467,36</b>	<b>20419,36</b>	<b>17971,73</b>	<b>22076,32</b>	<b>8942,55</b>	<b>36745,51</b>	<b>27031,46</b>	<b>18672,99</b>	<b>363,00</b>	<b>36015,00</b>	
ОАО МСЗ	9,38	7,50	1,13	0,75	-	-	-	-	9,38		сумма нук- лидов U Ra-226
ОАО НЗХК	217,03	-	3,16	213,87	-	-	-	-	217,03	-	сумма нук- лидов U
ОАО ЧМЗ	1987,00	883,00	814,00	290,00							U-естеств. Th-естеств.
ОАО КЧХК	134,00	134,00	-	-	-	-	0,64	1,28	-	134,00	сумма нук- лидов Pu
ФГУП ГХК	4138,19	3895,20	98,45	144,59							Cs-137
ФГУП ПО «МАЯК»	38331,0	12305,0	10026,0	16000,0	3465,0	34866,0	20765,0	17566,0	-	35866,0	Sr-90;Cs- 137 сумма нук- лидов Pu
ФГУП СХК	7185	2620	3371	1194	5315	1870	6096	1089	-	-	Sr-90;Cs-137
РФЯЦ ВНИИЭФ	120,00	120,00	-	-	-	-	-	-	120,00	-	U-обедненн.
ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	99,47	89,22	10,25								Sr-90;Cs-137
ГП ПО СТАРТ	15,00	15,00	-	-	-	-	-	-	-	15,00	сумма нук- лидов U
КОМБИНАТ ЭХП	13,35	13,35	-	-	-	-	-	-	13,35	-	U-238
ГНЦ РФ НИИАР	149,55	149,55	-	-	149,35	-	148,95	-	-	-	Cs-137
ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	36,53	35,43	1,10	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90;Cs-137
ФГУП ВНИИХТ	2,44	0,64	1,80	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Pu-239; Ra- 226
ГУП ГНЦ РФ ИТЭФ	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	Cs-137; Co-60
ГУП НПО РИ	3,24	2,01	1,03	0,20	-	-	3,04	0,20	3,24	-	Ra-226
ОАО ОПЫТНЫЙ ЗАВОД ЛУЧ	0,26	0,06	0,02	0,18	-	-	-	-	-	-	Ra-226 Th-232
НОВОВОРОНЕЖ АЭС	6,83	0,23	-	6,60	6,83	-	6,83	-	-	-	Cs-137
ЗФ ФГУП СЕВ- РАО	11,63	1,60	0,96	9,07	-	-	4,63	7,00	-	-	Cs-137
ОФ № 2 ФГУП СЕВРАО	3,43	0,02	1,91	1,50	2,32	1,11	2,32	1,11	-	-	Sr-90;Cs-137
ФГУП ДАЛЬРАО Ф. ФОКИНО	12,45	-	4,05	8,40	4,05	8,40	4,05	8,40	-	-	Sr-90;Cs-137
в санитарно- защитной зоне											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>131393,34</b>	<b>74252,37</b>	<b>20764,17</b>	<b>36376,8</b>	<b>59677,3</b>	<b>70275,9</b>	<b>94509,34</b>	<b>35558,5</b>	<b>452,42</b>	<b>121196,5</b>	
ОАО МСЗ	197,87	139,87	40,0	18,0	-	-	-	-	197,87	-	сумма нук- лидов U Ra-226
АООТ ПШГХО	755,40	107,35	530,10	117,95	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ОАО НЗХК	201,30	-	8,95	192,35	-	-	-	-	201,30	-	сумма нук- лидов U
ПОЛИМС (МЗП)	9,25	9,25	-	-	-	-	-	-	9,25	-	Ra-226; Th- 232
ОАО КЧХК	208,50	181,50	27,00	-	-	-	132,00	18,00	44,0	58,50	Cs-137; сумма нук- лидов U; сумма нук- лидов Pu
ФГУП ГХК	67,78	54,66	13,12	-	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	129772,0	73700,0	20035,0	36037,0	59535,0	70237,0	94235,0	35537,0	-	121130,0	Sr-90; Cs- 137 сумма нук- лидов Pu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
в зоне наблюдения											
ГНЦ РФ НИИАР	35,4	27,4	-	8,0	-	35,4	-	-	-	8,0	Cs-137
НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	141,84	31,84	110,00	-	141,84	-	141,84	-	-	-	Cs-137; Co-60
ФГУП ДАЛЬРАО Ф.ФОКИНО	4,0	0,50	-	3,50	0,50	3,50	0,50	3,50	-	-	Sr-90;Cs-137
<b>РОСАТОМ</b>	<b>184621,94</b>	<b>174185,56</b>	<b>7436,38</b>	<b>3000,0</b>	<b>16000,15</b>	<b>167460,0</b>	<b>173460,15</b>	<b>10000,0</b>	<b>12,0</b>	<b>43400,0</b>	
АООТ ППГХО	418,00	-	418,00	-	-	-	-	-	-	-	U-естеств. Ra-226
ОАО КЧХК	379,00	372,80	6,20	-	-	-	-	-	-	-	Cs-137
ОАО НЗХК	12,0	-	12,0	-	-	-	-	-	12,0	-	сумма нуклидов U
ФГУП ГХК	347,44	347,26	0,18	-	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	183460,0	173460,0	7000,0	3000,0	16000,0	167460,0	173460,0	10000,0	-	43400,0	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ГУП ГНЦ РФ ФЭИ	5,35	5,35	-	-	-	-	-	-	-	-	Sr-90;Cs-137
НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	0,15	0,15	-	-	0,15	-	0,15	-	-	-	Sr-90
<b>Загрязненные водоемы</b>											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>104343,50</b>	<b>98252,0</b>	<b>1789,50</b>	<b>4302,0</b>	<b>7,0</b>	<b>103795,0</b>	<b>98273,50</b>	<b>5729,0</b>	<b>180,0</b>	<b>103578,50</b>	
ОАО МСЗ	180,00	100,00	50,00	30,00	-	-	-	-	180,0	-	U обогащенный Ra-226
ФГУП ПО «МАЯК»	100597,0	98000,0	1500,0	1097,0	-	100597,0	98000,0	2597,0	-	100597,0	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ФГУП ГХК	151,00	-	-	151,00	-	-	-	-	-	-	
ФГУП СХК	3208,00	25,00	166,00	3017,00	-	3198,00	66,00	3132,00	-	2908,00	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ГНЦ РФ НИИАР	200,50	127,00	73,50	-	-	-	200,50	-	-	73,50	Cs-137
НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	7,00	-	-	7,00	7,00	-	7,00	-	-	-	Co-60
в том числе:											
на промплощадке											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>3193,00</b>	<b>10,00</b>	<b>46,00</b>	<b>3137,00</b>	<b>-</b>	<b>3032,00</b>	<b>66,00</b>	<b>2966,00</b>	<b>-</b>	<b>3042,00</b>	
ФГУП ГХК	151,00	-	-	151,00	-	-	-	-	-	-	
ФГУП ПО «МАЯК»	134,0	-	-	134,0	-	134,0	-	134,0	-	134,0	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ФГУП СХК	2908,00	10,00	46,00	2852,00	-	2898,00	66,00	2832,00	-	2908,00	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
в санитарно-защитной зоне											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>88330,50</b>	<b>85472,00</b>	<b>1713,50</b>	<b>1145,00</b>	<b>7,00</b>	<b>88063,00</b>	<b>85507,50</b>	<b>2763,00</b>	<b>60,00</b>	<b>87836,50</b>	
ОАО МСЗ	60,00	30,00	20,00	10,00	-	-	-	-	60,00	-	U-обогащен Ra-226
ФГУП ПО «МАЯК»	87763,00	85300,00	1500,00	963,00	-	87763,00	85300,00	2463,00	-	87763,00	Sr-90;Cs-137 сумма нуклидов Pu
ФГУП СХК	300,00	15,00	120,00	165,00	-	300,00	-	300,00	-	-	Sr-90;Cs-137
ГНЦ РФ НИИАР	200,50	127,00	73,50	-	-	-	200,50	-	-	73,50	Cs-137
НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	7,00	-	-	7,00	7,00	-	7,00	-	-	-	Co-60
в зоне наблюдения											
<b>РОСАТОМ</b>	<b>12820,00</b>	<b>12770,00</b>	<b>30,00</b>	<b>20,00</b>	<b>-</b>	<b>12700,00</b>	<b>12700,00</b>	<b>-</b>	<b>120,00</b>	<b>12700,00</b>	
ОАО МСЗ	120,00	70,00	30,00	20,00	-	-	-	-	120,00	-	U-обогащен Ra-226
ФГУП ПО «МАЯК»	12700,00	12700,00	-	-	-	12700,00	12700,00	-	-	12700,00	Sr-90; Cs-137 сумма нуклидов Pu

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СПИСОК УПОМИНАВШИХСЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ ПЕРИОДЫ ПОЛУРАСПАДА

<sup>3</sup> H	тритий	12,35 (лет)	<sup>131</sup> I	йод-131	8,04 (сут)
<sup>7</sup> Be	бериллий-7	53,3 (сут)	<sup>132</sup> I	йод-132	2,30 (час)
<sup>14</sup> C	углерод-14	5,73·10 <sup>3</sup> (лет)	<sup>132</sup> Te	теллур-132	78,2 (час)
<sup>22</sup> Na	натрий-22	2,60 (лет)	<sup>133</sup> I	йод-133	20,8 (час)
<sup>24</sup> Na	натрий-24	15,0 (час)	<sup>135</sup> I	йод-135	6,61 (час)
<sup>32</sup> P	фосфор-32	14,3 (сут)	<sup>133</sup> Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
<sup>40</sup> K	калий-40	1,28·10 <sup>9</sup> (лет)	<sup>135</sup> Xe	ксенон-135	9,083 (час)
<sup>41</sup> Ar	аргон-41	1,83 (час)	<sup>135m</sup> Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
<sup>44</sup> Ti	титан-44	47,3 (лет)	<sup>138</sup> Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
<sup>46</sup> Sc	скандий-46	83,8 (сут)	<sup>134</sup> Cs	цезий-134	2,062 (лет)
<sup>51</sup> Cr	хром-51	27,7 (сут)	<sup>137</sup> Cs	цезий-137	30,174 (лет)
<sup>54</sup> Mn	марганец-54	312,5 (сут)	<sup>133</sup> Ba	барий-133	10,5 (лет)
<sup>56</sup> Mn	марганец-56	2,6 (час)	<sup>140</sup> Ba	барий-140	12,74 (сут)
<sup>55</sup> Fe	железо-55	2,72 (лет)	<sup>140</sup> La	лантан-140	1,68 (сут)
<sup>59</sup> Fe	железо-59	45 (сут)	<sup>139</sup> Ce	церий-139	139,3 (сут)
<sup>57</sup> Co	кобальт-57	270,9 (сут)	<sup>141</sup> Ce	церий-141	32,5 (сут)
<sup>58</sup> Co	кобальт-58	70,8 (сут)	<sup>144</sup> Ce	церий-144	284,3 (сут)
<sup>60</sup> Co	кобальт-60	5,27 (лет)	<sup>144</sup> Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
<sup>59</sup> Ni	никель-59	7,50·10 <sup>4</sup> (лет)	<sup>145</sup> Sm	самарий-145	340 (сут)
<sup>63</sup> Ni	никель-63	100,1 (лет)	<sup>147</sup> Pm	прометий-147	2,62 (лет)
<sup>64</sup> Cu	медь-64	12,7 (час)	<sup>152</sup> Eu	европий-152	13,33 (лет)
<sup>65</sup> Zn	цинк-65	243,9 (сут)	<sup>154</sup> Eu	европий-154	8,80 (лет)
<sup>68</sup> Ge	германий-68	288 (сут)	<sup>153</sup> Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
<sup>68</sup> Ga	галлий-68	68,0 (мин)	<sup>169</sup> Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
<sup>75</sup> Se	селен-75	118,45 (сут)	<sup>170</sup> Tm	тулий-170	128,6 (сут)
<sup>76</sup> As	мышьяк-76	26,32 (час)	<sup>182</sup> Ta	тантал-182	115,0 (сут)
<sup>85</sup> Kr	криптон-85	10,71 (лет)	<sup>192</sup> Ir	иридий-192	74,02 (сут)
<sup>85m</sup> Kr	криптон-85m	4,48 (час)	<sup>203</sup> Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
<sup>87</sup> Kr	криптон-87	76,31 (мин)	<sup>204</sup> Tl	таллий-204	3,78 (лет)
<sup>88</sup> Kr	криптон-88	2,84 (час)	<sup>209</sup> Po	полоний-209	102 (лет)
<sup>89</sup> Sr	стронций-89	50,5 (сут)	<sup>210</sup> Pb	свинец-210	22,3 (лет)
<sup>90</sup> Sr	стронций-90	29,12 (лет)	<sup>210</sup> Po	полоний-210	138,4 (сут)
<sup>88</sup> Y	иттрий-88	107,15 (сут)	<sup>212</sup> Pb	свинец-212	10,64 (час)
<sup>90</sup> Y	иттрий-90	2,67 (сут)	<sup>220</sup> Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
<sup>91</sup> Y	иттрий-91	58,5 (сут)	<sup>222</sup> Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
<sup>91m</sup> Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	<sup>226</sup> Ra	радий-226	1,6·10 <sup>3</sup> (лет)
<sup>95</sup> Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	<sup>228</sup> Ra	радий-228	5,75 (лет)
<sup>95</sup> Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	<sup>228</sup> Ac	актиний-228	6,13 (час)
<sup>99</sup> Mo	молибден-99	2,75 (сут)	<sup>232</sup> Th	торий-232	1,405·10 <sup>10</sup> (лет)
<sup>99m</sup> 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 2004 году  
Ежегодник**

***Научный редактор* Вакуловский Сергей Мстиславович**

***Составитель* Ким Вера Михайловна**

ЛР №020228 от 10.11.1996

Технический редактор Ким В.М. Художник Виноградова Л.А.

Компьютерная верстка Белова Л.К.

Утверждено и подписано к печати 22.09.2005. Формат издания 60x84/8.

Печать цифровая, лазерная. Печ. л. 36. Тираж 350 экз. Индекс 2. Заказ ИД-2

---

Оригинал-макет подготовлен ГУ НПО «Тайфун», 249038, г. Обнинск, Калужская область,  
пр. Ленина, 82.

Отпечатано в АНО «Метеоагентство Росгидромета», 123242, г. Москва, Нововаганьковский  
переулок, д.7/12.