

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)**

**УПРАВЛЕНИЕ
МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
(УМЗ)**

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ТАЙФУН»
(НПО «ТАЙФУН»)**

**РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВ
В 2003 г.**

ЕЖЕГОДНИК

Санкт-Петербург
ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
2004

УДК 504.054

В Ежегоднике приводятся в обобщенном виде и анализируются данные наблюдений на территории Российской Федерации и некоторых сопредельных государств за техногенным радиоактивным загрязнением воздуха и атмосферных выпадений (потока радиоактивных продуктов из атмосферы на поверхность земли), за уровнем гамма-излучения на местности (мощностью экспозиционной дозы), за радиоактивным загрязнением почвенно-растительного покрова, поверхностных пресных и морских вод.

Перепечатка и снятие копий с Ежегодника запрещаются.

При использовании материалов ссылка на Ежегодник обязательна.

P 1502000000
069(02) – 00
ISBN 5-286 –

© Авторы, 2004
© НПО «Гайфун», 2004
© Росгидромет, 2004

Утверждено:

Первым заместителем Руководителя Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Ю.С. Цатуровым

Согласовано:

с Начальником Управления мониторинга загрязнения природной среды Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды В.В. Челюкановым;

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

Под редакцией С.М. Вакуловского

АВТОРЫ

Раздел 1.

Ким В.М.¹, Козлова Е.Г.¹, Волокитин А.А.¹, Чумичев В.Б.¹, Катрич И.Ю.¹, Герменчук М.Г.¹⁰, Жукова О.М.¹⁰, Шагалова Э.Д.¹⁰, Пивовар П.А.¹⁰, Голиков Ю.Н.¹⁰, Косолец О.О.¹¹, Гирий В.А.¹¹, Закорчевный В.О.¹¹, Лукьянова Ж.В.¹¹, Баканов М.Т.¹², Юдаков В.А.¹², Казак В.¹³, Гылкэ Г.¹³, Кузнецова И.Н.¹⁴

Раздел 2.

Ким В.М.¹, Прописнова М.В.¹, Чумичев В.Б.¹, Волокитин А.А.¹, Никитин А.И.¹, Валетова Н.К.¹, Катрич И.Ю.¹, Казанцева Г.А.², Широкова Н.В.², Козлова Н.Н.², Макарьевская Т.М.², Никифорова Г.И.², Чагина Н.Д.², Котова О.П.², Чирков В.А.², Кузнецова И.И.², Башкиров Н.И.², Банникова О.А.², Славская Л.А.², Кудринская Г.Б.², Верещагина Т.К.², Наумова Н.П.², Серебряков И.С.⁴, Брыкин С.Н.⁴, Савицкий Ю.В.⁵, Шишлов А.Е.⁵

Раздел 3.

Ким В.М.¹, Никитин А.И.¹, Прописнова М.В.¹, Чумичев В.Б.¹, Волокитин А.А.¹, Катрич И.Ю.¹, Валетова Н.К.¹, Соболевская А.П.², Короткова Т.Д.², Мокротоварова О.И.², Сафонов Ю.В.², Михайлова Г.И.², Шевченко Н.А.², Жданова Л.В.², Попова Е.И.², Коваль Г.В.², Шахов Д.Б.², Андриянова Н.В.², Казанцева Г.А.², Банникова О.А.², Широкова Н.В.², Чирков В.А.², Башкиров Н.И.², Котова О.П.², Чагина Н.Д.², Дюбург В.М.², Кудринская Г.Б.², Верещагина Г.К.², Наумова Н.П.², Савина В.А.², Серебряков И.С.⁴, Брыкин С.Н.⁴, Землянхин В.И.⁴, Вайзер В.И.⁷, Курович В.Н.⁸

Раздел 4.

Ким В.М.¹, Никитин А.И.¹, Чумичев В.Б.¹, Волокитин А.А.¹, Катрич И.Ю.¹, Прописнова М.В.¹, Мурсагулова О.А.¹, Бигильдеева Н.Р.², Ардаков Г.Н.², Шахов Д.Б.², Попова Е.И.², Казанцева Г.А.², Мастакова Н.В.², Широкова Н.В.², Банникова О.А.², Хрисанфов Ю.В.², Мокротоварова О.И.², Михайлова Г.И.², Короткова Т.Д.², Черемисов В.А.², Богучарский А.Г.², Демьянова Г.Н.², Когай В.М.², Буренина Г.П.², Сопин С.Е.², Рафиков Е.М.³, Епихин А.И.³, Степанов С.В.³, Козлов Е.П.³, Мышов А.С.³, Колтик И.И.³, Филатов И.М.³, Сорока А.А.³, Бугаева Л.Г.³, Белев В.Я.³, Карабнев Е.И.³, Стасенко В.В.³, Отченашева Л.Н.³, Маматов А.П.³, Зверева Г.Н.³, Скворода Г.А.³, Краснов И.М.³, Паршин А.М.³, Носарева Ю.А.³, Галиев Р.С.³, Банников Г.Н.³, Серебряков И.С.⁴

Раздел 5.

Ким В.М.¹, Попова Е.И.², Рощупкин Г.Т.², Чайковская Э.Л.², Сысолятина Е.В.², Банникова О.А.², Широкова Н.В.², Польский О.Г.⁶, Шмонов М.Г.⁶, Лакаев В.С.⁶, Верещагина Г.К.², Кудринская Г.Б.², Наумова Н.П.²

¹ – НПО «Тайфун», ² – УГМС, ³ – АЭС, ⁴ – ВНИИХТ, ⁵ – ГХК, ⁶ – МосНПО «Радон», ⁷ – ФЭИ, ⁸ – Филиал НИФХИ, ⁹ – СК «Радон», ¹⁰ – РЦРКМ Республики Беларуси, ¹¹ – ЦГО Украины, ¹² – ГУ Кыргызгидромет, ¹³ – Гидрометеорологической Республики Молдова, ¹⁴ – Гидрометцентр России.

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	7
Введение	11
1. Обобщенные данные о радиоактивном загрязнении объектов природной среды	13
1.1. Радиоактивное загрязнение природной среды на территории РФ.....	15
1.2. Радиоактивное загрязнение природной среды на территории сопредельных государств ..	30
Список литературы к разделу 1	48
2. Радиационная обстановка в районах расположения предприятий ядерно-топливного цикла	50
2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Минатома РФ.....	50
2.2. Производственное объединение «Маяк»	52
2.3. Горно-химический комбинат	65
2.4. Сибирский химический комбинат	83
2.5. Приаргунское производственное горно-химическое объединение	93
2.6. ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»	98
2.7 Ангарский электролизно-химический комбинат.....	105
Список литературы к разделу 2	110
3. Радиационная обстановка в районах расположения различных радиационно-опасных объектов и пунктов захоронения радиоактивных отходов	112
3.1. ПО «Севмашпредприятие»	112
3.2. РОО на территории Мурманской области	118
3.3. РОО на территории Камчатской области	121
3.4. НИИ атомных реакторов, г. Димитровград	125
3.5. ФЭИ и другие объекты г. Обнинска	128
3.6. Пункты захоронения радиоактивных отходов	140
Список литературы к разделу 3	153
4. Радиационная обстановка в районах расположения АЭС	155
4.1. Балаковская АЭС	155
4.2. Белоярская АЭС	163
4.3. Билибинская АЭС	177
4.4. Волгодонская АЭС	182
4.5. Калининская АЭС	187
4.6. Кольская АЭС	197
4.7. Курская АЭС	207
4.8. Ленинградская АЭС	220
4.9. Нововоронежская АЭС	226
4.10. Смоленская АЭС.....	239
Список литературы к разделу 4	246
5. Радиоактивное загрязнение отдельных населенных пунктов территорий и акваторий.....	248

5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области.....	248
5.2. Южно – Уральский регион	252
5.3. Радиоактивное загрязнение отдельных территорий и населенных пунктов Иркутской области.....	256
Список литературы к разделу 5	261
Основные выводы о радиоактивном загрязнении природной среды на территории РФ в 2003 г.	262
Приложение 1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Минатома РФ в 2003 г.	265
Приложение 2. Список упоминавшихся радионуклидов и их периоды полураспада	273

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
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
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	– воздушно-фильтрующая установка
ВНИИНМ	– ВНИИ неорганических материалов
ВНИИТФ	– ВНИИ технической физики
ВНИИХТ	– ВНИИ химической технологии
ВНИИЭФ	– ВНИИ экспериментальной физики
ВХТРО	– временное хранилище твердых радиоактивных отходов
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 _Б	– допустимая концентрация радионуклида в воздухе для населения категории Б по НРБ-76/87
ДО _{НАС.}	– допустимая объемная активность радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-96 и НРБ-99
ДУ _{НАС.}	– 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
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
КуАЭС	– Курская АЭС
КЧХК	– Кирово-Чепецкий химкомбинат
ЛАЭС	– Ленинградская АЭС
ЛВДК	– лаборатория внешнего дозиметрического контроля
ЛВРК	– лаборатория внешнего радиометрического контроля
ЛКВРБ	– лаборатория контроля внешней радиационной безопасности
МВК	– межведомственный комитет
МС	– метеостанция
МСЗ	– машиностроительный завод
МЭД	– мощность экспозиционной дозы γ -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
ОСП	– основные санитарные правила
ОРБ	– отдел радиационной безопасности
ОЯТ	– отработанное ядерное топливо
ПЗРО	– пункт захоронения радиоактивных отходов
ПЛК	– промливневая канализация
ПО	– производственное объединение
ППГХО	– Приаргунское производственное горно-химическое объединение
ПС	– пьезометрическая скважина (подземная)
ПСЗ	– Приборостроительный завод
ПСЛ	– промсанлаборатория
ПХРВ	– полигон хранения радиоактивных веществ
РАО	– радиоактивные отходы
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
СФ	– Свердловский филиал (НИКИЭТ)
СХК	– Сибирский химический комбинат
СФМ	– Станция фонового мониторинга
ТЛД	– термолюминесцентный дозиметр
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 ГУП (ПО «Маяк»)
ФГУП МП	– 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 отработанного ядерного топлива
ХСО	– хранилище слабоактивных отходов
ХТРО	– хранилище твердых радиоактивных отходов
ХФК	– хозфекальная канализация
ЦМС	– Центр мониторинга загрязнения окружающей среды
ЦСЭН	– Центр санэпиднадзора
ЦЧО	– Центральные черноземные области
ЦГМС	– Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
ЧАЭС	– Чернобыльская АЭС
ЧМЗ	– Чепецкий механический завод
ЭВЗ	– экстремально высокое загрязнение
ЭМЗ	– электромеханический завод
ЭРОА	– эквивалентная равновесная объемная активность радона
ЭХЗ	– электролизно-химический завод
ЭХП	– комбинат «Электрохимприбор»
ЯТЦ	– ядерно-топливный цикл

ВВЕДЕНИЕ

Основное содержание Ежегодника составляют обобщенные за истекший 2003 г. материалы об уровнях радиоактивного загрязнения техногенными радионуклидами различных объектов природной среды – 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), способные повлиять на степень радиоактивного загрязнения природной среды. В основном, 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 в 2003 г., получены, главным образом, путем анализа и обобщения результатов наблюдений, проводившихся на стационарных пунктах наблюдения подразделениями, входящими в систему радиационного мониторинга (СРМ) Росгидромета. В Ежегодник также включены предоставленные в НПО «Тайфун» данные радиационного мониторинга на территориях отдельных сопредельных государств, результаты наблюдений служб внешней дозиметрии РОО и научных публикаций. В Ежегоднике использованы данные обследований радиоактивного загрязнения территорий суши или акваторий, проводившихся в 2003 г. или ранее, обработка материалов которых была завершена только в 2003 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 2002 г. в Ежегоднике представлены данные только из пяти сопредельных государств: Республик Беларусь, Армения, Молдова, Украина и Кыргызской Республики.

В разделе 1 Ежегодника приводятся обобщенные данные о радиоактивном загрязнении 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 Минатома РФ.

В разделе 3 приводятся результаты изучения влияния на радиоактивное загрязнение природной среды предприятий разных 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 и районах РФ по данным СРМ Росгидромета, а также результаты обследования радиоактивного загрязнения 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 концентраций некоторых радионуклидов в воздухе и в питьевой воде по старым и новым нормам радиационной безопасности:

Наименование радионуклида	Воздух, Бк/м ³			Питьевая вода, Бк/л			
	НРБ-76/87 [3] ДК _Б	НРБ-96 [4] ДОА _{НАС.}	НРБ-99 ДОА _{НАС.}	НРБ-76/87 ДК _Б	НРБ-96 ДУА _{НАС.}	СанПиН	НРБ-99 УВ
³ H	11·10 ⁻³ (пары)	7,6·10 ³	1,9·10 ³	15·10 ⁴	3·10 ⁴	-	7,7·10 ³
⁹⁰ Sr	1,5	5,7	2,7	15	45	8	5,0
¹³¹ I	5,6	18	7,3	37	57	-	6,3
¹³⁷ Cs	18	29	27	560	96	8	11
^{239, 240} Pu	1,1·10 ⁻³	2,9·10 ⁻³	2,5·10 ⁻³	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:

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

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

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

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

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

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

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

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. ОБОБЩЕННЫЕ ДАННЫЕ О РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Основным источником радиоактивного загрязнения атмосферы техногенными радионуклидами 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 можно пренебречь [5]. На Европейской территории России существенный вклад в загрязнение воздуха вносит вторичная ветровая миграция радиоактивной пыли в регионах, загрязненных в результате Чернобыльской аварии, произошедшей в 1986 г., а на Азиатской территории России – в регионах, загрязненных в 1957 г. и 1967 г. в результате аварийных ситуаций на ПО «Маяк» Челябинской области. Все остальные источники радиоактивного загрязнения на территории РФ носят локальный характер. Сведения о радиоактивном загрязнении окружающей среды на территориях, загрязненных вследствие радиационных аварий в предшествующие годы, были приведены в наших предыдущих Ежегодниках за 1991 – 2002 гг. (см., например, [6]).

Поступление радиоактивных веществ в объекты 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 на территории РФ и указаны АЭС и основные РОО Минатома РФ. Подробно организация СРМ описана в [7]. 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 природной среды Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УМЗ Росгидромета) через территориальные Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) и подчиняющиеся им региональные радиометрические лаборатории.

В 2003 г. в составе СРМ фактически работали: 401 пункт по отбору проб радиоактивных выпадений, 51 пункт по отбору проб радиоактивных аэрозолей, 30 пунктов по отбору проб осадков и 14 пунктов по отбору проб речной воды для определения содержания трития, 42 пункта по отбору проб пресной воды и восемь пунктов по отбору проб морской воды для анализа на содержание ^{90}Sr , 1 301 пункт по измерению мощности экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения на

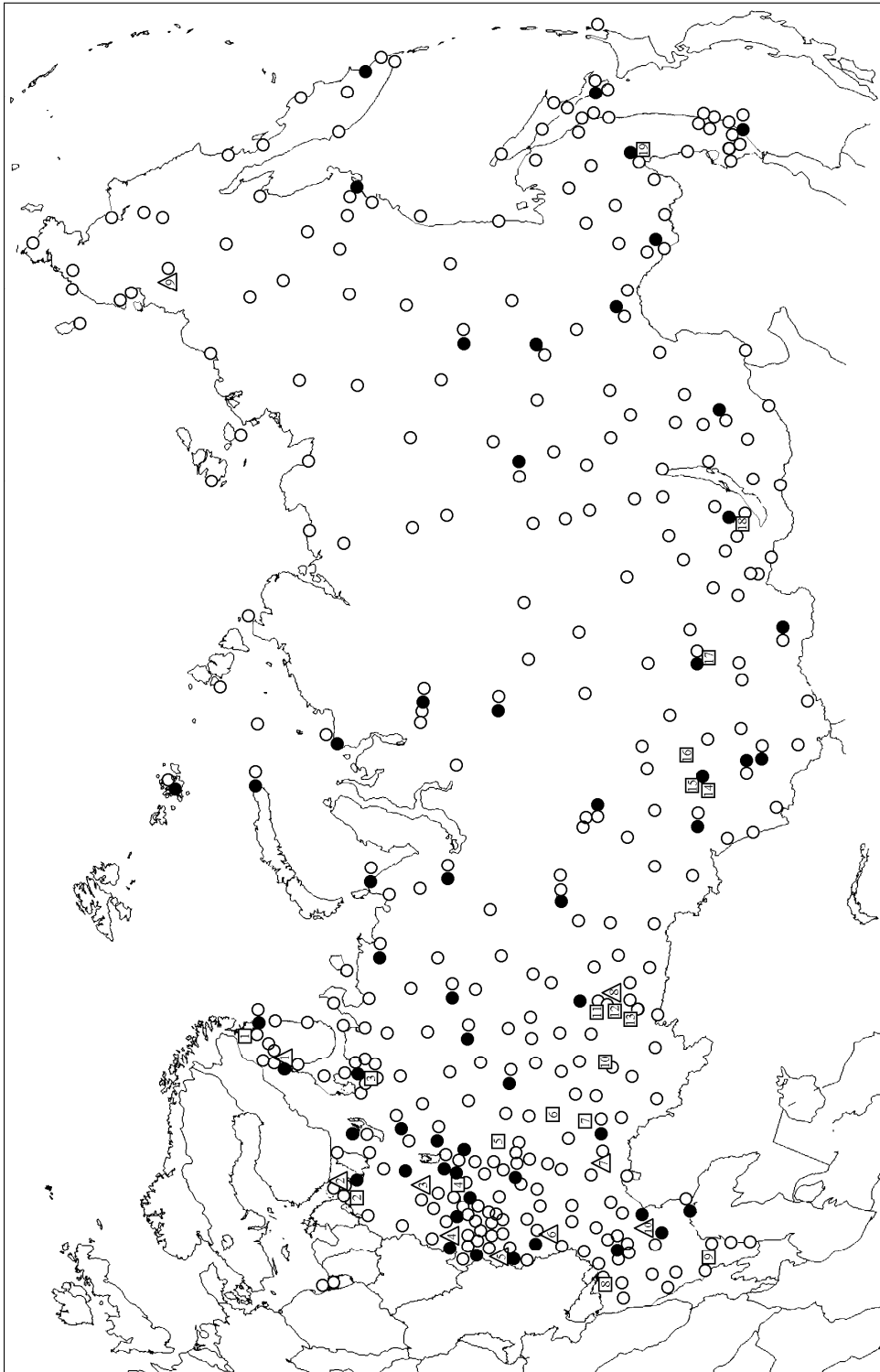


Рис. 1.1. Схема расположения радиационноопасных объектов и пунктов радиационного контроля Росгидромета

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

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

местности [8]. В 30-км зонах некоторых радиационно опасных объектов (РОО) проводились маршрутные обследования с отбором проб воды из поверхностных водоемов, растительности, снега, почвы и гамма-съёмкой местности.

Полученные в 2003 г. данные СРМ о радиационной обстановке на территории РФ приведены ниже.

1.1. Радиоактивное загрязнение природной среды на территории РФ

Приземная атмосфера

Наблюдения за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы на территории РФ в 2003 г., как и в предыдущие годы, проводились ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующих установок на фильтр ФПП-15-1,5. Суммарная β -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 β -активности проб аэрозолей определялась объемная активность суммы β -активных радионуклидов $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха. В Ежегоднике приводятся результаты только вторых измерений, т.е. объемная активность суммы долгоживущих β -активных радионуклидов. Если среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ по первому измерению превышает $3,75 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ 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 γ -излучающих радионуклидов, а затем радиохимический анализ этих проб для определения ^{90}Sr . Кроме того, проводится радиохимический анализ объединенных проб, отобранных в окрестностях некоторых РОО, с целью определения в них изотопов плутония: ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$. Методики отбора проб объектов природной среды, подготовки счетных образцов и их анализа описаны в [9 – 17].

В табл. 1.1 приведены среднемесячные, взвешенные по отдельным регионам РФ объемные активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 2003 г. Там же показаны значения объемных активностей за каждый месяц и среднегодовые, взвешенные по Европейской и Азиатской территориям России (ЕТР и АТР соответственно) и по РФ в целом, а также данные за предыдущие 5 лет. Данные по пп. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных активностей по АТР и РФ 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 воздухо-фильтрующих установок с августа 1998 г. наблюдения здесь не проводятся.

Таблица 1.1

Объемные активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере на территории РФ в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Крайний Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное
Январь	–	14,35	10,52	14,67	5,08	17,96	13,64
Февраль	–	13,92	8,08	14,93	6,18	10,86	12,14
Март	–	11,38	8,08	16,83	8,94	13,38	11,57
Апрель	–	7,08	8,04	21,37	7,78	19,31	10,86
Май	–	3,57	6,98	18,50	12,06	14,06	8,03
Июнь	–	4,61	6,75	14,57	8,56	12,40	7,60
Июль	–	4,43	8,63	20,19	13,00	10,72	8,77
Август	–	6,24	4,99	16,41	10,45	15,77	8,61
Сентябрь	–	3,06	7,10	20,08	12,92	11,40	7,80
Октябрь	–	6,68	9,09	30,17	9,67	10,35	11,39
Ноябрь	–	11,04	5,20	15,83	6,44	9,55	10,08
Декабрь	–	14,20	4,96	13,18	5,57	7,22	10,83
Среднее:							
2003 г.	–	8,4	7,4	18,1	8,9	12,8	10,1
2002 г.	–	10,2	7,5	15,6	11,9	14,0	10,8
2001 г.	–	11,9	8,4	15,4	15,7*	10,7	10,8
2000 г.	–	12,3	8,3	15,5	14*	20,6**	12,3
1999 г.	–	11,0	7,5	20,4	24 *	–	11,8
1998 г.	9,9	10,1	6,6	20,8	21,5*	17,0**	11,6
Азиатская территория России							
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средневзвешенное	Средневзвешенное по РФ		
Январь	38,22	26,88	17,79	27,68	22,28		
Февраль	33,91	21,29	25,92	25,19	20,18		
Март	33,26	22,33	19,82	24,37	19,46		
Апрель	20,71	13,82	24,53	17,62	15,02		
Май	27,09	12,79	22,16	18,05	14,21		
Июнь	21,22	15,56	20,99	18,00	14,01		
Июль	22,30	12,75	14,45	15,33	12,81		
Август	31,23	10,22	10,68	15,23	12,69		
Сентябрь	22,62	10,64	10,94	13,50	11,31		
Октябрь	30,95	8,83	13,66	15,00	13,61		
Ноябрь	39,32	17,15	14,43	21,78	18,31		
Декабрь	32,64	21,63	15,65	22,98	17,29		
Среднее:							
2003 г.	29,5	16,2	17,6	19,6	15,9		
2002 г.	20,7	18,9	16,6	18,9	15,9		
2001 г.	21,4	20,7	18,6	20,5	16,8		
2000 г.	22,0	21,0	19,8	20,6	17,4		
1999 г.	21,7	22,3	22,7	22,2	18,6		
1998 г.	14,9	23,9	19,8	21,2	18,2		

– – нет данных;

* – данные только по Курску;

** – неполные данные (см. соответствующий Ежегодник)

Средневзвешенное по территории РФ значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе в 2003 г. осталось на уровне 2002 г. ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднегодовые объемные активности в регионах (см. табл. 1.2) в основном уменьшились или остались на уровне 2002 г. кроме Западной Сибири, где среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в 2003 г. была почти в 2 раза выше, чем в остальных регионах АТР и в полтора раза выше, чем в предыдущие 5 лет. Как видно из табл. 1.1 на террито-

рии РФ, также как и на территориях всех регионов РФ (кроме Западной Сибири), за последние шесть лет наблюдается уменьшение объемной активности $\Sigma\beta$.

Объемная активность $\Sigma\beta$ вблизи загрязненной в результате аварии на ЧАЭС зоны (гг. Курск, Брянск) вышла на уровни, наблюдающиеся на незагрязненной территории ЕТР. Средние за 2003 г. значения объемных активностей $\Sigma\beta$ в воздухе Курска ($13,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Брянска ($7,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) были ниже усредненных значений в Центре ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и мало отличались от среднего значения по всей территории ЕТР. Среднемесячная средневзвешенная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере регионов страны в 2003 г. изменялась в пределах $(3,1 - 39,3) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Минимальные среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ наблюдались в сентябре в Заполярье, а максимальные – в ноябре в Западной Сибири.

Таблица 1.2

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

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

н/р – не работает;

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

** – данные за неполный год (при расчете средних значений не учитывались)

На территории ЕТР максимальные среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ наблюдались в октябре в Самаре ($52 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

На территории АТР максимальные среднемесячные объемные активности наблюдались в августе ($101 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в октябре, ноябре ($87 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) в г. Омске, в январе и в ноябре в г. Барнауле ($83 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В течение года в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание долгоживущих β-активных радионуклидов в приземной атмосфере некоторых пунктов наблюдения. В 2003 г. в г. Омске было зарегистрировано 3 случая превышения критерия по объемной активности Σβ в приземной атмосфере $3,7 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³ при измерении через сутки после окончания отбора пробы: 25–26.08 – $7,08 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³, 27–28.08 – $4,74 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³, 3–4.09 – $4,17 \cdot 10^{-2}$ Бк/м³. Изотопный анализ пробы показал отсутствие в них техногенных радионуклидов.

Кроме того, в 2003 г. на территории РФ было зарегистрировано 136 случаев (в 2002 г. – 92 случая) пятикратного и более превышения объемных активностей Σβ в приземной атмосфере над фоновыми уровнями при измерении на 5-е сутки после отбора пробы.

В большинстве случаев повышенное загрязнение наблюдалось не более одних суток и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория.

Наиболее высокие значения среднесуточных объемных активностей Σβ отмечались в Челябинской области, на Европейской территории России и в центральной части Красноярского края. Максимальные среднесуточные объемные активности Σβ наблюдались, в основном, в 100-км зонах радиационно опасных объектов: в п.п. Новогорный (ПО «Маяк», Челябинская область) – $1468 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Нововоронеж (Нововоронежская АЭС, Воронежская область) – $449 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Подмосковная (Московская область) – $305 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Красноярск (Горнохимический комбинат – ГХК, Красноярский край) – $344 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, расположенные на территории населенных пунктов или в их окрестностях.

Максимальные превышения объемной активности Σβ приземной атмосферы над фоновыми значениями в 2003 г. наблюдались в Новогорном (в 125 раз) и в Нововоронеже (в 50 раз).

В табл. 1.3 приведены среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе в 2003 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 предыдущие пять лет. Результаты наблюдений на Крайнем Севере в таблице 1.3 не приводятся по причине, указанной выше. В таблице также приведены объемные активности ¹³⁷Cs по п. Новогорный, расположенному в 100-км зоне ПО «Маяк». Данные по п.п. Новогорный, Бродокалмак, Аргаяш (зона влияния ПО «Маяк») при расчете средневзвешенных объемных активностей по АТР и РФ не учитывались.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе в среднем по РФ уменьшилась по сравнению с 2002 г. примерно на 15 % и составила $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. За исключением 2002 г., когда наблюдалось аномально жаркое и сухое лето, значения объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе последние пять лет остаются примерно на одном уровне.

Таблица 1.3

Среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере на территории РФ в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³

Европейская территория России							
Месяц	Кр. Север	Заполярье	Север	Центр	Брянск, Курск	Юг	Средневзвешенное
Январь	-	1,0	5,0	10,5	14,3	7,0	4,4
Февраль	-	1,0	5,3	4,5	9,3	7,0	3,4
Март	-	1,0	4,3	34,5	11,2	7,0	7,9
Апрель	-	0,8	4,3	6,1	14,8	13,4	4,1
Май	-	0,8	6,0	9,8	24,5	13,4	5,3
Июнь	-	0,8	4,4	6,6	13,3	13,4	4,2
Июль	-	1,0	4,5	4,4	8,0	10,1	3,5
Август	-	1,0	4,2	5,4	13,0	10,1	3,7
Сентябрь	-	1,0	4,8	9,6	13,1	9,3	4,4
Октябрь	-	0,7	3,6	7,4	7,6	3,8	2,9
Ноябрь	-	0,6	3,9	3,2	5,6	3,8	2,3
Декабрь	-	0,6	3,7	1,5	8,8	3,8	4,1
Среднее:							
2003 г.	-	0,9	4,5	9,7	12,0	8,5	4,2
2002 г.	-	2,1	8,2	8,8	21,4	10,3	5,9
2001 г.	-	1,9	5,2	3,8	14,8*	10,7	4,2
2000 г.	-	1,7	7,0	6,7	16,6*	10,3**	4,7
1999 г.	-	1,0	5,0	7,3	28*	-	3,7
1998 г.	1,1	2,2	4,0	8,0	27*	16**	4,9
Азиатская территория России							
Месяц	Новогор- ный	Западная Сибирь	Север Восточ- ной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средне- взвешенное	Средневзвешен- ное по РФ	
Январь	44	6,3	1,6	4,6	3,4	3,8	
Февраль	117	4,7	1,6	4,6	3,0	3,2	
Март	31	2,9	1,6	4,6	2,5	4,5	
Апрель	180	4,7	1,6	9,6	4,0	4,0	
Май	1140	5,0	1,6	9,6	4,1	4,5	
Июнь	170	5,5	1,6	9,6	4,2	4,2	
Июль	2889	7,0	2,8	3,1	4,0	3,8	
Август	670	8,2	2,8	3,1	4,3	5,0	
Сентябрь	273	4,5	2,8	3,1	3,3	4,6	
Октябрь	370	3,1	1,8	2,2	2,2	2,5	
Ноябрь	330	3,2	1,8	2,2	2,3	2,3	
Декабрь	160	23,4	1,8	2,2	7,7	6,4	
Среднее:							
2003 г.	531	6,5	1,9	4,9	3,7	4,1	
2002 г.	265	4,6	3,6	5,6	4,3	4,9	
2001 г.	208	3,8	2,6	4,8	3,4	3,7	
2000 г.	-	7,5	1,5	3,4	3,4	3,9	
1999 г.	-	4,2	2,7	3,0	3,3	3,4	
1998 г.	-	4,7	2,5	3,9	3,4	3,9	

Примечания:

- - нет данных;

* - данные только по Курску;

** - неполные данные (см. соответствующий Ежегодник)

На загрязненных территориях максимальные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе ($2889 \cdot 10^{-7}$ и $1140 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдались в июле и в мае в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк». Это в 720 раз выше, чем средневзвешенная объемная активность на территории РФ, но на пять порядков ниже допустимой объемной активности (ДООА-НАС.) ^{137}Cs в воздухе для населения (27 Бк/м^3) по НРБ-99 [1]. Среднегодовая объемная активность

^{137}Cs в п. Новогорный ($531 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) была в 130 раз выше, чем средневзвешенная по РФ и возросла по сравнению с 2002 г. в 2,5 раза. Это связано с выносом радиоактивных аэрозолей с поверхности оз. Карачай, ветровым подъемом радионуклидов с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (подробнее см. разделы 2.2 и 5.3), а также, частично с работой ПО «Маяк». С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемные активности ^{137}Cs в воздухе уменьшаются. Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в пунктах Аргаяш и Бродокалмак в 2003 г. составляли $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

Повышенные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались и вблизи загрязненной в результате Чернобыльской аварии зоны России (в мае в Брянске – $23 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовое значение объемной активности этого радионуклида в Брянске ($10 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) примерно в 2,4 раза больше фонового уровня для ЕТР.

За пределами загрязненных территорий высокие среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в воздухе наблюдались в следующих населенных пунктах (в 10^{-7} Бк/м³): в Красноярске (ГХК) – 320 в декабре, в Обнинске (ФЭИ) – 270 в марте и 90 в декабре, в Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) – 44 в сентябре. Указанные выше объемные активности ^{137}Cs повлияли на величину среднемесячных объемных активностей в регионах, где расположены эти пункты. Поэтому максимальные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs наблюдались в Центре ЕТР в марте, а в Западной Сибири - в декабре, и были почти в 4 раза выше среднегодовых по этим регионам.

Приведенные выше объемные активности ^{137}Cs превышали среднее по РФ в 10 – 78 раз, однако были на пять-шесть порядков ниже допустимых объемных активностей ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОО_{НАС.}) по НРБ-99 [1].

Объемные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2003 г. представлены в табл. 1.4. В обобщении отсутствуют данные по территории Крайнего Севера.

Таблица 1.4

Средневзвешенная по отдельным регионам объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Европейская территория России					
Брянск, Курск*	0,35	1,2	0,92	0,43	0,73
Заполярье	1,1	0,46	0,45	0,32	0,58
Север	1,12	1,66	0,98	0,68	1,1
Центр	1,13	1,15	0,49	4,8	1,9
Юг	0,46	1,8	1,05	0,76	1,0
Азиатская территория России					
Западная Сибирь	2,3	2,9	2,9	1,6	2,4
Север Восточной Сибири	0,36	0,65	0,55	0,17	0,43
Юг Восточной Сибири	2,2	6,4	3,1	2,0	3,4

Из приведенных данных видно, что наибольшая среднеквартальная, взвешенная по отдельным регионам страны, объемная активность ^{90}Sr наблюдалась на территориях Юга Восточной Сибири во втором квартале ($6,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и центра ЕТР в четвертом квартале ($4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Самые

высокие объемные активности ^{90}Sr были зарегистрированы в следующих пунктах контроля (в 10^{-7} Бк/м³): в Обнинске – 14,4 и 35 (ФЭИ); в Иркутске – 11,2 и 11,8; в Благовещенске – 10,0; в п. Верхнее Дуброво (Белоярская АЭС) – 7,0. Указанные выше объемные активности ^{90}Sr в 5 – 26 раз выше, чем средневзвешенная объемная активность на территории РФ, но на шесть порядков ниже допустимой объемной активности (ДОА_{НАС}) ^{90}Sr в воздухе для населения (2,7 Бк/м³) по НРБ-99 [1].

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

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Новогорный ($138 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», практически сохранилась на уровне предыдущего года, но по-прежнему оставалась на два порядка выше средневзвешенного значения по территории РФ (подробнее см. раздел 2.2). 10 – 11 мая в п. Новогорный была зарегистрирована высокая среднесуточная объемная активность ^{90}Sr ($2,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³). Однако это значение было в $1,4 \cdot 10^3$ раз ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [1].

С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемная активность ^{90}Sr уменьшается. Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в пунктах Аргаяш и Бродокалмак в 2003 г. составляли $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $10 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

В табл. 1.5 приведены средневзвешенные по территории РФ значения объемной активности ^{90}Sr в воздухе в 1993 – 2003 гг. С 1996 г. она практически сохранялась на одном уровне и составила в 2003 г. $1,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Это значение на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [1] и близко к фоновым объемным активностям, наблюдавшимся перед аварией на ЧАЭС.

Таблица 1.5

Средневзвешенные по территории страны объемные активности ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в 1993–2003 гг., 10^{-7} Бк/м³

Квартал	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
I	1,20	1,00	1,30	1,10	1,10	1,00	0,85	0,77	0,90	0,96	1,16
II	2,40	2,40	1,90	2,00	1,60	1,80	1,39	1,76	1,74	1,52	1,91
III	2,30	1,70	2,00	1,20	1,70	2,00	1,27	1,30	1,43	1,34	1,35
IV	1,50	1,40	1,60	0,84	1,10	0,70	1,11	0,94	1,26	0,93	1,0
Среднее	1,85	1,63	1,70	1,29	1,38	1,40	1,20	1,20	1,33	1,19	1,36

В 2003 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 определения содержания $^{239,240}\text{Pu}$. Измерение α -излучения образцов проводилось на спектрометре типа 570А-450 фирмы «ORTEC» [17].

Объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$, ^{238}Pu в приземном слое атмосферы гг. Обнинска и Курска приведены в табл. 1.6. Видно, что среднемесячные объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в г. Обнинске в 2003 г. изменялись соответственно от $1,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ до $71 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и от $0,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ до $40 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В целом, среднегодовые значения объемной активности этих изото-

пов в воздухе г. Обнинска в 2003 г. составляли соответственно $10,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $9,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, были в 1,3 и 1,5 раза выше, чем в 2002 г., и на пять порядков ниже допустимой объемной активности в воздухе для населения $ДОА_{НАС}({}^{239,240}\text{Pu}) = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, $ДОА_{НАС}({}^{238}\text{Pu}) = 2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ по НРБ-99 [1]. Загрязнение приземного слоя воздуха указанными изотопами плутония обусловлено наличием в г. Обнинске местного техногенного источника – ФЭИ.

Таблица 1.6

Объемные активности изотопов плутония в приземном слое воздуха в городах Обнинске и Курске в 2003 г., 10^{-9} Бк/м³

Месяц	г. Обнинск		г. Курск
	^{239,240} Pu	²³⁸ Pu	^{239,240} Pu
Январь	8,9±1,1	6,2±0,9	
Февраль	3,0±0,5	3,9±0,7	2,0±0,8
Март	7,1±0,8	4,7±0,6	
Апрель	10,2±1,7	40±6	
Май	6,4±0,9	3,6±0,7	4,3±0,6
Июнь	7,9±0,8	3,6±0,5	
Июль	3,2±0,4	1,4±0,3	
Август	3,1±0,5	3,2±0,5	2,3±0,3
Сентябрь	2,2±0,4	1,8±0,4	
Октябрь	1,6±0,3	0,6±0,2	
Ноябрь	2,0±0,3	0,7±0,2	0,8±0,2
Декабрь	71±7	39±4	
Среднее:			
2003 г.	10,6	9,1	2,4
2002 г.	7,9	6,2	2,6
2001 г.	5,8	-	2,9*
2000 г.	32,7 (без октября – 8,7)	37,2	2,4*
1999 г.	10,0	-	2,5*
1998 г.	9,3	-	6,3

- – нет данных;

* – неполные данные (см. соответствующий Ежегодник)

Средняя объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха г. Курска, измеряемая поквартально, осталась примерно на уровне 2002 г. и составляла $2,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

Максимальные среднегодовые объемные активности ^{239,240}Pu и ²³⁸Pu наблюдались в п. Новогорный (ПО «Маяк»), в 2003 г. они составляли $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $4,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Однако эти значения были на четыре порядка ниже $ДОА_{НАС}$.

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 городах Обнинске, Курске и Курчатове в 2003 г., как и в предыдущие годы, наблюдались случаи регистрации в суточных пробах аэрозолей изотопов радиоактивного йода. Максимальное значение объемной активности ¹³¹I ($22 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) 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 гг. Курск, Курчатова, Нововоронеж и Обнинск продуктов деления и нейтронной активации, объем-

ные активности которых были на пять – семь порядков ниже допустимых по НРБ-99 (см. разделы 3.5, 4.7, 4.9).

Таким образом, в период 1998 – 2003 гг. среднегодовые, взвешенные по территории России, объемные активности суммы долгоживущих β -активных радионуклидов, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземной атмосфере имели слабую тенденцию к уменьшению или оставались практически неизменными. Основное загрязнение воздуха техногенными радионуклидами в среднем по РФ в 2003 г., как и пять последних лет, было обусловлено ^{137}Cs .

Атмосферные выпадения

Как и в предыдущие годы, отбор проб радиоактивных выпадений на территории РФ в 2003 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 [9 – 16].

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. Как видно из табл. 1.8, по сравнению с предыдущим годом выпадения $\Sigma\beta$ практически не изменились и последние 5 лет остаются примерно на одном уровне.

Таблица 1.7

Схема группировки пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями по географическим районам РФ

Европейская территория России
<p><u>Заполярье</u> УГМС: Мурманское, Чукотское (о. Шмидта, б. Провидения, г. Певек) ЦГМС: Диксонский, Тиксинский</p> <p><u>Север</u> УГМС: Северное, Северо-Западное ЦГМС: Калининградский</p> <p><u>Центр</u> УГМС: Верхне-Волжское, Приволжское, Центральное, Центральнo-Черноземных областей (кроме загрязненной зоны)</p> <p><u>Зона, загрязненная при аварии на ЧАЭС</u> в УГМС Центральнo-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><u>Юг</u> Северо-Кавказское УГМС</p>
Азиатская территория России
<p><u>Западная Сибирь</u> УГМС: Западно-Сибирское, Уральское (с Челябинским ЦГМС), Башкирское, Обь-Иртышское, Среднесибирское, Иркутское.</p> <p><u>Север Восточной Сибири</u> УГМС: Якутское, Колымское, Камчатское, Чукотское (без полярных станций).</p> <p><u>Юг Восточной Сибири</u> УГМС: Дальневосточное, Приморское, Сахалинское, Забайкальское.</p>

Выпадения суммы β -активных радионуклидов на территории РФ в 2003 г., Бк/м²-сутки

Европейская территория России						
Месяц	Заполярье	Север	Центр	Загрязненная зона	Юг	Средневзвешенное
Январь	1,21	0,56	0,71	0,88	2,09	0,96
Февраль	0,95	0,62	0,67	0,90	1,44	0,82
Март	1,08	0,47	0,67	0,97	1,37	0,80
Апрель	1,21	0,43	0,73	0,87	1,34	0,83
Май	1,05	0,52	0,88	0,86	1,12	0,84
Июнь	1,10	0,52	0,96	0,82	1,03	0,86
Июль	1,13	0,62	0,90	0,74	1,15	0,90
Август	1,07	0,78	1,05	0,99	1,17	0,98
Сентябрь	1,09	0,63	1,26	0,95	1,08	0,99
Октябрь	1,02	0,59	1,33	1,09	1,36	1,01
Ноябрь	1,05	0,82	1,27	1,15	1,39	1,08
Декабрь	1,27	0,63	1,20	1,10	1,40	1,06
Среднее:						
2003 г.	1,1	0,6	1,0	0,9	1,5	0,9
2002 г.	1,0	0,5	1,0	1,0	1,6	0,9
2001 г.	1,1	0,6	1,0	1,1	1,3	0,9
2000 г.	1,3	1,0	1,0	0,9	1,3	1,1
1999 г.	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0
1998 г.	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	0,8
Азиатская территория России						
Месяц	Западная Сибирь	Север Восточной Сибири	Юг Восточной Сибири	Средне-взвешенное	Средневзвешенное по РФ	
Январь	1,75	1,97	1,43	1,65	1,56	
Февраль	1,62	1,90	1,22	1,57	1,43	
Март	1,52	1,88	1,08	1,57	1,37	
Апрель	1,65	1,69	1,13	1,56	1,38	
Май	1,57	1,72	1,22	1,56	1,37	
Июнь	1,57	1,83	1,22	1,60	1,41	
Июль	1,66	1,57	1,25	1,56	1,38	
Август	1,55	1,63	1,25	1,52	1,38	
Сентябрь	1,53	1,75	1,33	1,57	1,42	
Октябрь	1,49	1,34	1,28	1,40	1,30	
Ноябрь	1,43	1,71	1,25	1,50	1,39	
Декабрь	1,63	1,86	1,19	1,64	1,48	
Среднее:						
2003 г.	1,6	1,7	1,6	1,6	1,4	
2002 г.	1,5	1,8	1,5	1,6	1,4	
2001 г.	1,5	1,6	1,4	1,6	1,4	
2000 г.	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	
1999 г.	1,2	1,5	1,5	1,4	1,3	
1998 г.	1,5	1,6	1,5	1,6	1,4	

Однако в отдельные дни наблюдалось повышенное содержание долгоживущих β -активных радионуклидов в приземной атмосфере. По данным оперативного мониторинга радиационного загрязнения атмосферы в 2003 г. было зарегистрировано 63 случая десятикратного и более превышения выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми уровнями. Во всех случаях повышенное загрязнение наблюдалось не более одних суток и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада природных радия и тория. Наибольшая плотность выпадений суммы бета-активных радионуклидов зафиксирована на Урале (п. Верхнее Дуброво), в Удмуртии (п. Глазов) и Нижегородской области (п. Лукоянов) – 48, 35 и 33 Бк/м²-сутки соответственно.

Максимальные превышения объемной активности $\Sigma\beta$ приземной атмосферы над фоновыми значениями в 2003 г. наблюдались в п. Новогорном (в 125 раз) и в г. Нововоронеже (в 50 раз). Максимальные превышения выпадений суммарной бета-активности наблюдались в п. Каменск-Уральский – в 80 раз, в п. В. Дуброво – в 60 раз, в п. Лукоянов – в 55 раз, в п. Глазов – в 39 раз.

Наибольшее число ВЗ по пунктам наблюдения зарегистрировано в Благовещенске (18 случаев), Диксоне (12), Нарьян-Маре и Ухте (по 11), Кызыле (9) и Сыктывкаре (8).

Наибольшее число случаев ВЗ в течение года отмечалось в январе, феврале и октябре – 37, 34 и 23 случая соответственно. При этом подавляющее большинство ВЗ в январе (23 случая) имели место на территории Севера, в феврале – в Приморье (17), а в октябре – в Красноярском крае (9).

Атмосферные выпадения ^{137}Cs на ЕТР приведены в табл. 1.9. Величина квартальных выпадений ^{137}Cs по АТР, в основном, была ниже предела обнаружения ($< 0,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$), что требует дальнейшего совершенствования методики радиоизотопного анализа. Однако во 2-м квартале в отдельных пробах наблюдались повышенные уровни выпадений ^{137}Cs : в Сахалинском УГМС – $0,51 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{квартал}$ (юг Восточной Сибири); в Уральском УГМС (Западная Сибирь) – $1,44 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{квартал}$.

Годовые выпадения ^{137}Cs вне загрязненных зон, средневзвешенные по территории РФ, в 2003 г. составили $< 0,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. С 1999 г. выпадения ^{137}Cs на территории РФ остаются примерно на одном уровне.

Таблица 1.9

Выпадения ^{137}Cs из атмосферы в различных регионах ЕТР в 2003 г., $\text{Бк/м}^2\cdot\text{квартал}$

Район	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Сумма за год					
					2003 г.	2002 г.	2001 г.	2000 г.	1999 г.	1998 г.
Заполярье	0,10	0,09	0,09	0,19	0,47	0,57	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Север	0,14	0,15	0,14	0,20	0,64	0,89	1,02	0,55	0,62	0,77
Центр ЕТР	0,10	0,28	0,21	0,14	0,73	1,27	1,2	1,2	0,46	1,54
Юг	0,18	0,17	0,27	0,14	0,76	1,04	0,76	0,70	0,71	0,95
Загрязненная зона	0,48	1,09	0,93	0,67	3,17	3,15	3,7	3,4	3,8	5,7

По данным табл. 1.9 в 2003 г. в загрязненной после Чернобыльской аварии зоне выпадения ^{137}Cs за год были на порядок выше фонового уровня и составляли $3,17 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$. В некоторых населенных пунктах загрязненной после Чернобыльской аварии зоны выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения на этой территории, как и ранее, наблюдались в п. Красная Гора Брянской области и составляли $19,8 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$ (в 2002 г. – $29 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$, в 2001 г. – $61,2 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$). Анализ данных за 1998 – 2003 гг. показал, что выпадения ^{137}Cs в этой зоне имеет тенденцию к уменьшению.

На АТР наибольшие годовые выпадения ^{137}Cs ($26,4 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) наблюдались, как и ранее, в 100-км зоне ПО «Маяк» Челябинской области в п. Новогорный (подробнее см. разд. 2.2). По сравнению с 2002 г. ($22,3 \text{ Бк/м}^2\cdot\text{год}$) они увеличились в 1,2 раза. Средняя по 100-км зоне ПО «Маяк»

сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2003 г. (6,0 Бк/м²·год) увеличилась по сравнению с прошлым годом (4,8 Бк/м²·год) в 1,3 раза и была в 5 раз выше фоновой для Уральского региона и в 15 раз выше годовых выпадений средневзвешенных по территории РФ.

Величина выпадений ^{90}Sr в среднем по стране была ниже предела обнаружения (< 0,3 Бк/м²·год), что требует дальнейшего совершенствования методики отбора проб и радиохимического анализа. Однако в 100-км зоне ПО «Маяк» выпадения ^{90}Sr были значительными. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Новогорный и п. Худайбердинский – 10,6 и 9,5 Бк/м²·год (в 2002 г. наблюдались в п. Новогорный и п. Муслимово – 16,7 и 15,5 Бк/м²·год соответственно, подробнее см. разд. 2.2). Средние годовые выпадения ^{90}Sr в 100-км зоне ПО «Маяк» (5,4 Бк/м²·год) уменьшились по сравнению с 2002 г. в 1,5 раза, но были в 3,8 раза выше фоновых по Уральскому региону.

В 2003 г. на территории РФ продолжались наблюдения за содержанием трития (^3H) в атмосферных осадках. Результаты усредненных по 29 пунктам наблюдения среднемесячных значений объемной активности трития в атмосферных осадках за 2003 г. в сравнении с 2002 г. приведены в табл. 1.10. В этой же таблице приведена активность трития, выпавшего с атмосферными осадками на всю территорию России. Из сопоставления приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность трития в атмосферных осадках в 2003 г. составляла ~ 2,5 Бк/л, что несколько ниже значения 2002 г. Количество осадков, выпавших в 2003 г. (~ 523 мм), было практически таким же, как и в 2002 г. (~ 536 мм). Выпадения трития с атмосферными осадками в 2003 г. равные ~ 1,458 кБк/м²·год, так же соответствовало выпадениям трития в 2002 г. в пределах ошибок определения.

Таблица 1.10

Среднемесячные значения объемной активности трития в атмосферных осадках (Бк/л) и его выпадения из атмосферы, усредненные по территории России по 29 пунктам в 2002 – 2003 гг.

Месяц	2002 г.		2003 г.	
	Объемная активность	Выпадения	Объемная активность	Выпадения
Январь	2,6	85	1,9	60
Февраль	2,7	96	1,7	27
Март	3,2	96	2,0	34
Апрель	2,9	85	2,3	49
Май	3,6	126	2,5	75
Июнь	3,6	169	3,5	187
Июль	3,5	200	3,6	265
Август	3,2	147	5,1	423
Сентябрь	2,5	111	2,2	121
Октябрь	2,0	115	1,8	89
Ноябрь	1,7	100	1,6	59
Декабрь	1,6	33	1,7	70
Среднее	2,8	113,8	2,5	121,6
Сумма, Бк/м ² ·год	–	1365	–	1458
Выпадения на территории РФ, Бк	23,9·10 ¹⁵		24,9·10 ¹⁵	

Концентрации трития в среднемесячных атмосферных осадках, отобранных вблизи ПО «Маяк» (п. Новогорный) в 50 раз превышали фоновые уровни для данного региона, обусловленные глобальным источником. Среднегодовое содержание трития в осадках в 2003 г. в п. Новогорный составляло 91,9 Бк/л, что в 37 раз выше среднего значения по территории РФ. На расстоянии 20 км от ПО «Маяк» содержание трития в осадках уменьшалось в 5 раз, но еще значительно превышало фоновый уровень (подробнее см. разд. 2.2).

Суммарные выпадения трития с атмосферными осадками на всю площадь территории России в 2003 г. составили $24,9 \cdot 10^{15}$ 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 ($17,075 \cdot 10^6$ км²).

Сравнение приведенных данных о концентрациях ³H в атмосферных осадках на рассматриваемой территории с данными [18 - 19] за предыдущие годы показывает, что уровни его концентраций обусловлены ³H естественного происхождения, термоядерными взрывами, проведенными до 1980 г. в атмосфере, выбросами и сбросами ³H в окружающую среду предприятиями ядерно-топливного цикла.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2003 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее. Географическое распределение техногенного радиоактивного загрязнения почвы на территории России в 2003 г. не изменилось.

По данным ежедневных измерений в 1300 пунктах в течение 2003 г. мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности (МЭД), кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была в пределах колебаний естественного радиационного фона (6 – 20 мкР/ч).

В 100-км зонах вокруг радиационно опасных объектов значения МЭД, в основном, не превышали фоновых уровней, за исключением единичных случаев, наблюдавшихся в районе Красноярского ГХК (27 мкР/ч), Ленинградской АЭС (26 мкР/ч), Ростовского СК «Радон» (26 мкР/ч), Приаргунского горно-химического комбината (26 мкР/ч), ПЗРО Иркутского СК «Радон» (25 мкР/ч), Билибинской АЭС (23 мкР/ч), Кольской АЭС (21 мкР/ч).

Наиболее высокие уровни радиоактивного загрязнения местности после Чернобыльской аварии установлены в Брянской и Тульской областях. В этих районах регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. В населенных пунктах с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷Cs 15 – 40 Ки/км² максимальные значения МЭД в 2003 г. колебались от 25 мкР/ч до 65 мкР/ч (с. Ущерпье Клинцовского района), с плотностью загрязнения почвы ¹³⁷Cs 5 – 15 Ки/км² максимальные значения МЭД изменялись от 14 мкР/ч до 38 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района и п. Красная Гора Красногорского района), а на территориях с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs 1 – 5 Ки/км² значения МЭД мало отличались от естественного фона (11 – 22 мкР/ч). Эти значения мало отличаются от данных, полученных за 5 предыдущих лет.

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

Поверхностные воды суши и морей

Радиационный мониторинг загрязнения поверхностных вод суши в 2003 г. продолжался по программе предыдущих лет, т.е. определялось содержание в воде ^{90}Sr и ^3H . Отбор проб воды и первичное концентрирование при анализе на ^{90}Sr осуществлялись по методике [20] на гидрологических станциях и постах радиометрической сети территориальных УГМС, радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в НПО «Тайфун» и в региональных радиометрических лабораториях во Владивостоке, Новосибирске и Екатеринбурге. Отбор проб и их анализ на содержание ^3H проводился по методике [21]. Анализ проб воды на содержание ^3H , отобранных на станциях и постах всей территории РФ, выполнялся в НПО «Тайфун».

Ниже приведены среднегодовые объёмные активности ^{90}Sr в реках и озерах РФ отдельно для ЕТР и АТР в 2003 г. и для сравнения за предыдущие годы, мБк/л:

	Реки ЕТР	Реки АТР	оз. Онежское (ЕТР)	оз. Ханка (АТР)
2003 г.	6,4	4,5	7,0	22,0
2002 г.	5,9	3,6	8,1	15,6
2001 г.	7,2	5,9	9,8	18,3
2000 г.	6,2	5,6	-	22,6
1999 г.	6,2	6,1	-	27,3
1998 г.	7,6	7,8	3,7	19,4

- – пробы не отбирались

Данные для озера ЕТР и АТР представлены результатами определения ^{90}Sr только в озерах Онежское и Ханка, по которым имеется длинный ряд наблюдений. Более ранние результаты ежегодных наблюдений по большому числу водоемов, проводившихся с 1969 г., содержатся в соответствующих Ежегодниках.

Средние объёмные активности ^{90}Sr в воде рек ЕТР и АТР в 2003 г. по сравнению с предыдущим годом увеличились на 10 % и на 25 % соответственно. В целом, среднегодовая объёмная активность ^{90}Sr в реках РФ в 2003 г. (5,5 мБк/л) была примерно в 1 040 раз ниже норматива уровня вмешательства для населения ($УВ = 5$ Бк/л) по НРБ-99 [1]. Средние объёмные активности ^{90}Sr в воде рек и озера ЕТР и АТР за последние 6 лет имеют тенденцию к уменьшению.

В табл. 1.11 приведены среднегодовые (осредненные по 6-ти пробам) объёмные активности ^3H в 2003 г. в основных реках РФ (в основном, в их устьевых участках) в сравнении с данными за предыдущие 5 лет. Как видно из табл. 1.11, объёмная активность трития в водах основных рек России практически во всех пунктах наблюдения осталась на уровне 2002 г. и со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках.

Средняя объемная активность ^3H в основных реках России колебалась в пределах (1,8–3,6) Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. Волга (п. Верхнее Лебяжье), а большее – к р. Амур (г. Хабаровск).

На АТР наиболее загрязнённой остается р. Теча, куда попадают сбросы технологических вод ПО «Маяк». Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслимово) в 2003 г. была на 10 % выше, чем в 2002 г., и составляла 11 Бк/л. Это значение в 2,2 раза выше уровня вмешательства для населения [1] и примерно в 2000 раз выше фонового уровня для рек России. В р. Тече наблюдалось и повышенное содержание трития по сравнению с фоновым. Среднегодовая объемная активность трития в 2003 г. в р. Тече (пп. Новый мост и Муслимово) составляла 123 и 109,4 Бк/л соответственно, что превышает фоновые уровни для рек России (1,8 – 3,6 Бк/л) в 40 – 45 раз.

Таблица 1.11

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

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

- - пробы не отбирались

Рассмотрим загрязнение ^{90}Sr вод ряда морей, омывающих территорию РФ. В Белом море пробы отбирались на четырех гидрологических станциях, в остальных морях – на одной гидрологической станции. Отбор проб морской воды объемом 10 л и их первичная обработка для последующего определения ^{90}Sr осуществлялись морскими гидрометеобсерваториями. Радиохимический анализ концентратов проб выполнялся в НПО «Тайфун».

В табл. 1.12 приведены среднегодовые значения объёмной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей в 1998 – 2003 гг. Из табл. 1.12 видно, что, в целом, концентрация ^{90}Sr в морях в течение этого периода сохраняется 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.

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

Море	Кол-во проб в 2003 г.	2003 г.	2002 г.	2001 г.	2000 г.	1999 г.	1998 г.
Азовское	–	–	15,8	–	16,0	18,7	28,0
Черное	–	–	–	13,0	15,5	–	13,5
Баренцево	5	3,6	3,1	3,4	3,4	2,9	3,9
Белое	4	3,4	3,5	4,1	4,0	6,0	5,2
Охотское	4	2,1	1,9	2,1	2,3	2,2	2,5
Японское	4	2,2	2,1	2,1	2,4	1,6	1,7
Тихий океан (прибрежные воды Восточной Камчатки)	12	2,1	2,0	1,9	1,7	1,9	2,0

– – пробы не отбирались

Таким образом, в 2003 г. радиоактивное загрязнение различных объектов природной среды на территории РФ, в основном, сохранилось на уровне предыдущих 5 лет или незначительно уменьшилось.

1.2. Радиоактивное загрязнение природной среды на территории сопредельных государств

Ниже приводятся краткие сведения о радиоактивном загрязнении природной среды на территории некоторых сопредельных государств – членов СНГ, которые предоставили материалы своих наблюдений в рамках продолжающегося научного сотрудничества.

Республика Армения

На территории Армении в 2003 г. проводились наблюдения только за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (в Ереване – дозиметром ДРГ-01 и на 33 станциях – ДП-5) [22]. 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 2003 г. не производился.

В течение 2003 г. значения МЭД в Ереване колебались в пределах фоновых уровней – от 13,5 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 2003 г. на территории Беларуси функционировало 57 постов по измерению мощности экспозиционной дозы гамма-излучения [23]. В зонах влияния Игналинской, Чернобыльской, Ровен-

ской 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, поступающая в течение 2003 года, 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 2003 г. сохранялись повышенные уровни МЭД: в Брагине среднегодовое значение составляло 68 мкР/ч, в Наровле – 57 мкР/ч, в Хойниках – 27 мкР/ч, в Чечерске – 26 мкР/ч и в Славгороде – 24 мкР/ч. На остальной территории среднегодовые значения МЭД не превышали уровни естественного гамма-фона. В областных городах Беларуси среднегодовое значение МЭД находилось в пределах от 10 до 15 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.

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе Гомеля в 2003 г. составляла $16 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, максимальная среднесуточная объемная активность наблюдалась в марте – $71 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе Минска в 2003 г. составляла $14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, максимальная среднесуточная объемная активность была зарегистрирована в сентябре – $95 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Максимальные среднемесячные объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе наблюдались в 2003 г. в марте в Гомеле – $425 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Ниже приведены уровни среднегодовых и максимальных суточных радиоактивных выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы в некоторых городах Беларуси в 2003 г., Бк/м²·сутки:

Выпадения	Гомель	Брагин	Минск	Могилев	Мозырь	Пинск	Чечерск
Среднегодовые	0,8	0,6	0,8	1,0	0,5	0,6	0,6
Максимальные	13,0	9,3	7,4	7,5	6,3	6,8	10,0

Из приведенных данных видно, что выпадения $\Sigma\beta$ на территории Беларуси не превышают фоновое значение для незагрязненных территорий России.

Максимальные уровни ¹³⁷Cs в радиоактивных выпадениях из атмосферы зарегистрированы в мае в объединенной месячной пробе «Юго-Восточная» (метеостанции в пп. Гомель, Брагин, Наровля, Хойники, Лельчицы, Чечерск, Василевичи, Мозырь, Житковичи) – 0,106 Бк/м².

При анализе результатов радиоактивности проб аэрозолей и выпадений важно отметить, что объемные активности ¹³⁷Cs в значительной степени определяются содержанием пыли в воздухе, т.е. процессами вторичного ветрового подъема.

Анализ результатов радиационного мониторинга атмосферного воздуха, 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 2003 году не обнаружено короткоживущих изотопов, а также не отмечено существенных изменений в поведении ^{137}Cs в атмосферном воздухе по сравнению с предыдущими годами;
- объемные активности естественных радионуклидов в приземном слое атмосферы соответствуют средним многолетним значениям.

Мониторинг радиоактивного загрязнения 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 радиационного мониторинга водных объектов показывают, что радиационная обстановка на реках Днепро-Сожского и Припятского бассейнов стабилизировалась. Среднегодовые концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr за период 1999 – 2003 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}Cs – 10 Бк/л, для ^{90}Sr – 0,37 Бк/л). Среднегодовые концентрации ^{137}Cs в контролируемых створах рек Гомельской области за 2003 г. составили: по р. Припять – 15 мБк/л, р. Днепр – 20 мБк/л, р. Сож – 38 мБк/л, р. Ипуть – 63 мБк/л, р. Беседь – 42 мБк/л. Относительная погрешность при измерении низких уровней активности ^{137}Cs в поверхностных водах может составлять 25 – 30 %. Данные измерений активности ^{137}Cs в поверхностных водах контролируемых рек находятся в пределах допустимых погрешностей.

Среднегодовые концентраций ^{90}Sr в контролируемых створах рек Гомельской области за 2003 г. составили: в р. Днепр – 8,7 мБк/л, р. Сож – 26 мБк/л, р. Ипуть – 43 мБк/л, р. Беседь – 38 мБк/л.

Особое внимание следует уделить поверхностным водам р. Нижняя Брагинка, водосбор которой частично находится в 30-км зоне Чернобыльской АЭС. Диапазон изменения концентраций ^{137}Cs в р. Нижняя Брагинка (д. Гдень) за период 1999 – 2003 гг. составил – (0,03 – 4,2) Бк/л; концентраций ^{90}Sr – (0,3 – 1,7) Бк/л. Данные мониторинга поверхностных вод р. Нижняя Брагинка свидетельствуют о значительном превышении содержания ^{137}Cs в поверхностных водах этой реки по сравнению с другими контролируемыми реками, хотя превышения санитарно-гигиенических нормативов по этому радионуклиду не наблюдается. Содержание ^{90}Sr в поверхностных водах р. Нижняя Брагинка находится на уровне РДУ-99, а в ряде случаев превышает гигиенические нормативы в 2 – 5 раз.

В рамках программы работ по радиационному мониторингу водных объектов для оценки трансграничного переноса радионуклидов водным путем в зоне влияния Ровенской АЭС в 2003 г. были отобраны пробы поверхностных вод и донных отложений в р. Горынь (д. Речица). Уровни загрязнения поверхностных вод ^{137}Cs на этом участке реки составляют (12 – 21) мБк/л (табл. 1.13), уровни загрязнения донных отложений составляют (5,4 – 14,6) Бк/кг (табл. 1.14). В отобранных пробах свежие продукты деления не обнаружены, что свидетельствует о том, что Ровенская АЭС не оказывает влияния на загрязнение поверхностных вод р. Горынь в районе д. Речица.

Таблица 1.13
Объемная активность ^{137}Cs в воде р. Горынь (д. Речица, Столинский р-н, Брестская обл.) в 2003 г., мБк/л

Дата отбора	Объемная активность	Примечание
18.03.2003	0,013	на подъеме паводка
18.03.2003	0,012	на подъеме паводка
24.03.2003	0,021	на пике паводка
24.03.2003	0,020	на пике паводка

Таблица 1.14
Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в р. Горынь (д. Речица, Столинский р-н, Брестская обл.) в 2003 г., Бк/кг

Дата отбора	Точка отбора	Глубина, м	Вес, кг	^{137}Cs	^{90}Sr
30.07.03	1	0,6	1,935	9,1	< 1
	2	0,6	1,937	14,6	< 1
	3	0,8	2,271	5,4	< 1

В 2003 г. были отобраны и проанализированы пробы поверхностных вод и донных отложений на канале Погонянский (д. Погонное), р. Вить (д. Тульговичи), р. Средняя Брагинка (г. Брагин), канале Щелбинский (д. Михновка), Госканаве (д. Кривча), оз. Святское. Результаты анализа проб поверхностных вод представлены в табл. 1.15, результаты анализа проб донных отложений – в табл. 1.16.

Таблица 1.15
Содержание радионуклидов в поверхностных водах в 2003 г.

Дата отбора	Пункт отбора	^{137}Cs , мБк/л, раствор	^{137}Cs , Бк/кг, взвесь	^{90}Sr , мБк/л, раствор
02.07.2003	Госканава, д. Кривча, Брагинский р-н, Гомельская обл.	0,02	0,07	0,05
02.07.2003	Щелбинский канал, д. Михновка, Брагинский р-н, Гомельская обл.	0,04	0,005	0,10
02.07.2003	р. Вить, д. Тульговичи, Хойникский р-н, Гомельская обл.	0,05	0,05	0,06
27.08.2003	Погонянский канал, д. Погонное, Гомельская обл.	0,30	0,020	0,270
26.08.2003	р. Средняя Брагинка, г. Брагин, Гомельская обл.	0,030	0,0062	0,322
30.07.2003	оз. Святское, Ветковский р-н, Гомельская обл.	4,4	0,061	0,205

Уровни загрязнения поверхностных вод мелиоративных систем (Госканава в районе д. Кривча и Щелбинский канал в районе д. Михновка) ^{90}Sr в 2,5 раза выше, чем ^{137}Cs , в р. Средняя Брагинка – в 11 раз выше. Уровни загрязнения поверхностных вод малой р. Вить и Погонянского канала ^{137}Cs и ^{90}Sr имеют одинаковые значения.

Следует обратить особое внимание на радиационное состояние непроточных и слабопроточных водоемов, которые загрязнены в наибольшей степени. Такие замкнутые озера и искусственные водоемы и их водосборные территории являются критическими элементами ландшафта, в которых происходит наибольшее накопление радионуклидов и передача их человеку. Так, в оз. Святское (д. Светиловичи) уровни загрязнения поверхностных вод ^{137}Cs были на 2 порядка выше, чем в р. Беседь (д. Светиловичи).

Таблица 1.16

Удельная активность радионуклидов донных отложений в 2003 г., Бк/кг

Дата отбора	Точка отбора	Глубина, м	Вес, кг	Характеристика наносов	^{137}Cs , Бк/кг	^{90}Sr , Бк/кг
Госканава, д. Кривча, Брагинский р-н, Гомельская обл.						
02.07.03	1		0,841		168,2	-
	2		1,067		53,1	-
	3		1,322		140,6	-
Щелбинский канал, д. Михновка, Брагинский р-н, Гомельская обл.						
02.07.03	1		1,358		53,8	-
	2		1,402		81,4	-
	3		0,846		109,3	-
р. Вить, д. Тульговичи, Хойникский р-н, Гомельская обл.						
02.07.03	1		1,377		32,5	-
	2		1,139		7,5	-
	3		1,408		43,8	-
Погонянский канал, д. Погонное, Гомельская обл.						
27.08.03	1	0,75	0,870		650,0	-
	2	0,75	0,393		200,0	-
	3	0,85	0,389		519,1	-
р. Средняя Брагинка, г. Брагин, Гомельская обл.						
26.08.03	4	1,8	1,108	ил-песок	1508	403,2
	5	1,6	1,227	ил	7333	92,7
	6	3,28	0,690	ил	3283	166,3
оз. Святское, д. Светиловичи, Ветковский р-н, Гомельская обл.						
15.06.03	3	5,0	0,204		8399	123,4
	7	1,7	0,110		8917	493,3
	9	2,5	0,209		8473	201,9

-- данные не поступили.

Анализ полученной информации показывает, что спустя 17 лет после Чернобыльской аварии в слабопроточных водоемах, расположенных на территории с уровнем загрязнения почвы ^{137}Cs более 185 кБк/м^2 , загрязнение воды близко к предельно допустимым уровням.

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 талыми водами в речные системы оцениваются как наиболее динамичные, долговременные и опасные.

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

Самые высокие уровни загрязнения донных отложений ^{137}Cs отмечены на некоторых участках в озере Святском (водосбор р. Беседь), которые приближаются к низкоактивным твердым радиоактивным отходам (ТРО – 9 630 Бк/кг).

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}Cs и ^{90}Sr , изучаются процессы миграции радионуклидов. Данные, полученные на ЛГХП, позволяют получить прогноз полураспада корнеобитаемого слоя и прогноз потенциальной возможности загрязнения радионуклидами грунтовых вод.

Анализ осредненных за все время наблюдений данных показал, что наблюдаются схожие закономерности изменения доли запаса в верхнем пятисантиметровом слое почвы для всех изучаемых радионуклидов. Увеличение доли запаса отмечено:

- для ^{137}Cs в ряду: дерново-глеявая < дерново-подзолисто-глеявая < дерново-подзолистая с признаками избыточного увлажнения < торфяно-болотная < дерново-подзолистая (автоморфная);
- для ^{90}Sr в ряду: дерново-подзолисто-глеявая < дерново-подзолистая с признаками избыточного увлажнения < дерново-подзолистая (автоморфная) < торфяно-болотная;
- для изотопов Pu и ^{241}Am в ряду: дерново-подзолистая с признаками избыточного увлажнения < торфяно-болотная < дерново-глеявая < дерново-подзолистая (автоморфная).

Все исследованные почвы по глубине среднего смещения ^{137}Cs различаются незначительно: от 4 до 5 см в почвах ближней зоны и 5 – 7 см в почвах дальней зоны. Исключение составляют аллювиальные дерновые и дерново-глеявые почвы дальней зоны, в которых в последние два года среднее смещение резко увеличилось, достигнув в 2003 г. 19 см.

Глубина среднего смещения ^{90}Sr несколько выше, чем ^{137}Cs , и колеблется в зависимости от степени гидроморфности (а отсюда и от содержания в почвах гумуса) почв от 6 до 13 см.

Данные по осредненному для всего 30-сантиметрового слоя коэффициенту квазидиффузии ^{90}Sr и ^{137}Cs свидетельствуют о том, что этот показатель на протяжении 10 лет оставался практически постоянным. Разброс значений был невелик и укладывался в среднее квадратичное отклонение.

Прогнозируемая на 2016 год глубина проникновения радионуклидов по вертикальному профилю почв приведена в табл. 1.17. Для прогнозных расчетов были использованы результаты измерений, выполненных в 1993 – 2003 гг.

Прогнозируемая на 2016 г. глубина проникновения радионуклидов по вертикальному профилю почв в ближней и дальней зонах ЧАЭС, см

№ п/п	Тип почвы	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
		ближняя зона*	дальняя зона**	ближняя зона	дальняя зона
1.	Дерново-подзолистые песчаные и супесчаные на песках, автоморфные	8,6	21,0	15,0	20,0
2.	Дерново-подзолисто-глееватые (глеевые) песчаные и суглинистые	14,0	18,0	13,0	24,0
3.	Аллювиальные дерново-глеевые песчаные и суглинистые	17,0	22,0	23,0	27,0
4.	Торфяно-болотные	20,0	-	20,0	-

* – ближняя зона ≤ 100 км от ЧАЭС;

** – дальняя зона > 100 км от ЧАЭС

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2003 г. оставалась стабильной. По данным сети мониторинга уровни МЭД, уровни радиоактивности аэрозолей и выпадений из атмосферы соответствовали установившимся многолетним значениям.

Кыргызская Республика

В 2003 г. по данным [24] на территории Кыргызской Республики контроль за радиационной обстановкой осуществлялся на гидрометеостанциях и постах в следующем объеме:

- наблюдения за суммарной β-активностью атмосферных выпадений – в 2 пунктах (гг. Бишкек и Кара-Балта);
- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ-излучения – в 19 пунктах.

С сентября 2002 г. прекращен отбор проб на радиоактивность аэрозолей в Бишкеке, уменьшилось количество пунктов по наблюдениям за суммарной β-активностью атмосферных выпадений. Остальные виды наблюдений не проводились, радиоизотопный анализ проб выпадений также не производился.

Результаты измерений в воздухе атмосферных выпадений Σβ в 2001 – 2003 гг., приведены в табл. 1.18.

Среднемесячная величина атмосферных выпадений Σβ в 2003 г. по данным наблюдений в двух пунктах республики колебалась от 0,5 (в декабре в Бишкеке) до 3,5 Бк/м²·сутки (в июне в Кара-Балта) и составила в среднем 1,3 Бк/м²·сутки. Максимальная величина суточных выпадений наблюдалась в январе в Кара-Балта и составила 12,2 Бк/м²·сутки.

Мощность экспозиционной дозы γ-излучения на территории республики изменялась в пределах 11 – 33 мкР/ч, что соответствует значениям естественного γ-фона для данного региона. Значения выпадений Σβ из атмосферы также лежат в пределах колебаний глобального радиоактивного фона.

**Среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения (Р, к/м²·сутки) Σβ
на территории Кыргызской Республики в 2001 – 2003 гг.**

Месяц	Р							
	2003 г. (г. Бишкек)		2003 г. (г. Кара-Балта)		2002 г. (4 пункта)		2001 г. (4 пункта)	
	средн.	макс.	средн.	макс.	средн.	макс.	средн.	макс.
Январь	0,7	1,9	1,9	12,2	1,6	11,3	1,7	6,3
Февраль	0,7	3,1	1,7	7,3	2,0	9,4	1,8	7,1
Март	0,9	2,5	2,1	6,0	2,4	17,7	2,0	8,4
Апрель	1,1	2,6	1,9	5,0	2,6	18,6	2,7	12,9
Май	1,0	2,4	2,2	6,7	2,3	7,7	3,9	18,7
Июнь	0,8	2,4	3,5	11,9	2,6	13,6	2,4	11,8
Июль	0,7	2,3	1,6	6,4	3,7	57,5	1,7	16,6
Август	0,6	1,7	1,5	6,4	2,3	19,7	4,0	55,8
Сентябрь	0,6	1,5	1,5	5,2	1,4	4,8	2,4	40,5
Октябрь	0,9	2,2	2,2	5,3	1,7	4,8	2,1	12,5
Ноябрь	0,6	2,6	1,2	4,4	1,7	5,7	1,8	8,9
Декабрь	0,5	2,6	2,0	5,1	1,1	5,1	1,9	9,1
Среднее	0,8		1,9		2,1		2,4	

Таким образом, по имеющимся неполным данным можно заключить, что в 2003 г. радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню.

Республика Молдова

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории Республики Молдова в 2003 г. по данным [25] велись в следующем объеме:

- наблюдения за суммарной β-активностью атмосферных выпадений – в трех пунктах (гг. Кишинев, Бельцы, Кагул);
- наблюдения за мощностью экспозиционной дозы γ-излучения (2 раза в сутки) – в 17 пунктах;
- наблюдения за радиоактивным загрязнением донных отложений – в 10 пунктах.

Мощность экспозиционной дозы γ-излучения на территории республики изменялась в пределах 10 – 20 мкР/ч. Пределы этих колебаний соответствуют значениям естественного γ-фона для данного региона. По сравнению с 2002 г. среднегодовые значения не претерпели значительных изменений.

Наблюдения за радиоактивным загрязнением донных отложений проводились в трех пунктах на р. Прут, оз. Кагул, пяти водохранилищах и в лимане Кучурган (г. Днестровск). Минимальные уровни загрязнения донных отложений ¹³⁷Cs наблюдались в вдхр. Тараклия (0,08 Бк/кг), максимальные – в вдхр. Костешты (4,9 Бк/кг). Минимальные уровни загрязнения донных отложений ⁹⁰Sr наблюдались в р. Прут (2,1 Бк/кг), максимальные – в вдхр. Тараклия (9,8 Бк/кг). Отбор проб производился во время весеннего паводка.

Пахотный слой на территории Республики Молдова характеризуется уровнями загрязнения в пределах 10 – 20 Бк/кг для ¹³⁷Cs и 5 – 10 Бк/кг для ⁹⁰Sr.

Отбор проб радиоактивных аэрозолей на территории Молдовы в 2003 г. не производился.

Полученные данные, на основании проведенных исследований в 2003 г., позволяют заключить, что радиационная обстановка на территории республики соответствовала региональному фоновому уровню.

Украина

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды на территории Украины в 2003 г. осуществлялся подразделениями Гидрометслужбы Украины [26]. В 2003 г. проводились следующие виды наблюдений:

- измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения на местности – в 178 пунктах;
- отбор проб радиоактивных аэрозолей – в восьми пунктах;
- отбор проб радиоактивных выпадений – в 58 пунктах;
- отбор проб поверхностных вод – в шести пунктах;
- отбор проб грунта, растительности, снега и поверхностных вод (зоны влияния АЭС) – в двух пунктах.

Анализ проб на содержание радиоактивных продуктов производился по стандартным методикам, используемым на территории России [10 – 12].

Повышенные значения МЭД наблюдались в пунктах контроля, расположенных на загрязненной в результате аварии на ЧАЭС территории: в пп. 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.

В целом, в 2003 г. радиационный фон в приземной атмосфере на территории Украины был стабильным.

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. Как и в предыдущие годы, основной вклад в радиоактивное загрязнение воздуха на территории Украины в 2003 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.

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ радионуклидов в приземной атмосфере в 2003 г. приведены в табл. 1.19. Среднегодовая объемная активность долгоживущих β -активных радио-

нуклидов в различных населенных пунктах Украины изменялась в пределах от $8,0 \cdot 10^{-5}$ (п. Чернобыль) до $19,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (г. Одесса) и, в среднем, была на том же уровне или незначительно выше, чем в этих же пунктах в 2002 г. Лишь в п. Щорс она была гораздо выше – $31,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что объясняется неполным рядом наблюдений. В первом квартале, когда объемные активности $\Sigma\beta$ сезонно наименьшие, наблюдения не проводились.

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ по территории Украины составляла $17,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2002 г. – $14,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 2001 г. – $12,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 2000 г. – $12,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 1999 г. – $13,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), что несколько выше средневзвешенной объемной активности по территории России – $15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимум среднемесячных объемных активностей $\Sigma\beta$ ($62,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) наблюдался в мае в п. Щорс. На большинстве станций наблюдения как средние, так и максимальные значения объемной активности $\Sigma\beta$ во всех пунктах наблюдения были сравнимы с объемными активностями, наблюдавшимися в 2002 г., лишь в гг. Одессе и Севастополе максимальные значения более чем вдвое превышали аналогичные за 2002 г. и были наибольшими за последние 10 лет.

Высокие среднесуточные значения объемной активности $\Sigma\beta$ аэрозолей были зафиксированы во всех пунктах наблюдения в период 21 – 22 марта (на 10^{-5} Бк/м³): п. Барышевка – 256, г. Киев – 107, п. Чернобыль – 112. Высокие объемные активности наблюдались также 17 – 18 апреля в г. Севастополе ($172 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), 18 – 19 апреля в Одессе ($283 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в июне в Щорсе ($200 \cdot 10^{-5}$ и $400 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые и максимальные объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2003 г. во всех пунктах наблюдения были сравнимы с объемными активностями, наблюдавшимися в 2002 г.

Как и в прошлые годы, повышенные объемные активности ^{137}Cs в приземной атмосфере наблюдались на загрязненной после Чернобыльской аварии территории. В п. Чернобыль среднемесячные объемные активности ^{137}Cs изменялись от $0,49 \cdot 10^{-5}$ до $3,92 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовой величине $1,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Максимальные объемные активности ^{137}Cs в аэрозолях были зафиксированы в Чернобыле в первой и во второй декаде июня $5,7 \cdot 10^{-5}$ и $4,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в третьей декаде марта в Киеве – $4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Отношения среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs в воздухе за 2003 г. к аналогичным значениям предаварийного 1985 г. ($0,08 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) изменялись по территории Украины в широком диапазоне:

- на загрязненной территории (п. Чернобыль) – более чем в 20 раз;
- на наиболее отдаленных пунктах наблюдения (гг. Севастополь, Рахов, Шепетовка) от 1 до 4 раз, то есть объемная активность ^{137}Cs практически снизилась до аварийного уровня;
- на остальных станциях – от 8 до 12,5 раза.

Среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в воздухе в течение 2003 г. изменялась на большей части территории Украины (кроме п. Чернобыль) в пределах $(0,02 – 0,09) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $0,047 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что, в основном, соответствует доаварийному уровню, хотя в

3,5 раза выше средневзвешенной по территории России объемной активности ^{90}Sr ($1,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В зоне загрязнения (п. Чернобыль) среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в воздухе колебалась в диапазоне $(0,10 - 0,65) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднем значении $0,24 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 3 раза выше доаварийного уровня (в 2002 г. – $0,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 2001 г. – $0,21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Данные о радиоактивных выпадениях на территории Украины, пробы которых отбирались в 2003 г. в 58 пунктах наблюдения, приведены в табл. 1.20.

В целом, в 2003 г. выпадения β -активных продуктов колебались на территории Украины в пределах 646 – 922 Бк/м²·год и были близки к данным 2002 г. (656 – 921 Бк/м²·год). Это несколько выше, чем средневзвешенные по территории РФ (511 Бк/м²·год). В настоящее время выпадения $\Sigma\beta$, в основном, формируются за счет радионуклидов естественного происхождения, чем и объясняется относительная равномерность их распределения по территории Украины.

В среднем по Украине выпадения ^{137}Cs составляли 5,87 Бк/м²·год (5,91 Бк/м²·год – 2002 г., 5,48 Бк/м²·год – 2001 г., 6,04 Бк/м²·год – в 2000 г.; 6,20 Бк/м²·год – в 1999 г.). Годовые выпадения ^{137}Cs на загрязненной территории составляли 19,6 Бк/м²·год (п. Чернобыль) и 16,4 Бк/м²·год (г. Коростень), а на остальной части – (2,43 – 11,9) Бк/м²·год. В России в загрязненной после Чернобыльской аварии зоне выпадения ^{137}Cs в 2003 г. составляли 3,2 Бк/м²·год.

Максимальные значения атмосферных выпадений ^{137}Cs в 2003 г. отмечалось в Чернобыле (0,57 – 3,9 Бк/м²·месяц). В Киеве, по-прежнему, наблюдаются повышенные значения выпадений ^{137}Cs (0,35 – 3,9 Бк/м²·месяц) с суммарным значением – 15,8 Бк/м²·год (40,6 – 2002 г., 15 – 2001 г., 10,2 – 2000 г.). Там же отмечены и высокие годовые выпадения ^{90}Sr – 8,34 Бк/м²·год.

Годовые выпадения ^{137}Cs на большей части территории Украины в 2003 г. были в 1,7 – 7,6 раза выше, по сравнению с доаварийным 1985 г., (в г. Киеве – в 11 раз), а на загрязненной территории с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 1 Ки/км² – в 12 – 14 раз.

Практически на всей территории Украины в 2003 г. годовые выпадения ^{90}Sr были сравнимы или ниже уровней 2002 г. и находились в пределах (0,84 – 2,78) Бк/м²·год. Среднее значение выпадений ^{90}Sr за 2003 г. по Украине (2,15 Бк/м²·год) было ниже, чем в предыдущие годы (2,48 Бк/м²·год – 2002 г., 2,50 Бк/м²·год – 2001 г.). Однако максимальные значения выпадений ^{90}Sr , зарегистрированные, как и ранее, в п. Чернобыле (22,6 Бк/м²·год), еще превышают доаварийный уровень в 2,5 раза. Последние 6 лет выпадения ^{90}Sr в Киеве практически не менялись и оставались на уровне (10 – 15) Бк/м²·год: 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.

Таблица 1.19

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$, ^{137}Cs , ^{90}Sr в приземной атмосфере Украины в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяцы												Среднее		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2003 г.	2002 г.	2001 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	8,7	7,9	22,1	18,8	22,1	23,0	16,0	23,0	15,2	10,2	10,5	9,3	15,6	13,5	11,1
	^{137}Cs	0,42	0,38	2,23	0,69	1,00	0,78	0,72	0,90	0,53	0,24	0,14	0,26	0,69	0,45	0,47
	^{90}Sr	I кв. - 0,03			II кв. - 0,05			III кв. - 0,06			IV кв. - 0,02			0,04	0,04	0,04
Киев	$\Sigma\beta$	4,5	7,4	13,2	25,7	22,7	15,6	19,0	21,8	16,4	9,6	7,6	12,0	14,6	13,1	11,8
	^{137}Cs	0,24	0,37	1,57	0,93	1,33	0,83	0,30	0,34	0,71	0,31	0,23	0,42	0,63	0,46	0,40
	^{90}Sr	0,02	0,03	0,04	0,09	0,09	0,03	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06
Одесса	$\Sigma\beta$	14,5	14,6	18,4	35,0	22,4	22,5	19,8	23,8	17,5	16,5	15,9	17,3	19,9	17,1	18,4
	^{137}Cs	0,28	0,21	0,50	0,46	1,30	0,53	0,28	0,16	0,83	0,14	0,08	0,46	0,44	0,27	0,22
	^{90}Sr	I кв. - 0,03			II кв. - 0,09			III кв. - 0,07			IV кв. - 0,03			0,06	0,04	0,05
Рахов	$\Sigma\beta$	8,5	8,3	8,0	7,8	7,8	7,8	7,6	21,7	18,2	8,9	13,7	9,5	10,7	8,1	8,4
	^{137}Cs	0,05	0,06	0,10	0,04	0,03	0,04	0,05	0,12	0,19	0,17	0,16	0,22	0,10	0,09	0,08
	^{90}Sr	I кв. - 0,02			II кв. - 0,04			III кв. - 0,04			IV кв. - 0,02			0,03	0,03	0,04
Севастополь	$\Sigma\beta$	14,3	15,3	15,7	37,5	27,5	18,7	15,7	16,8	15,7	19,1	10,5	13,6	18,4	17,3	14,1
	^{137}Cs	0,28	0,25	0,55	0,26	0,29	0,24	0,42	0,26	0,46	0,20	0,19	0,26	0,31	0,31	0,21
	^{90}Sr	I кв. - 0,05			II кв. - 0,07			III кв. - 0,07			IV кв. - 0,04			0,06	0,07	0,04
Чернобыль	$\Sigma\beta$	4,5	4,5	9,0	11,5	12,9	7,8	12,2	9,2	6,6	5,9	5,5	6,3	8,0	7,6	7,5
	^{137}Cs	0,67	0,81	1,58	2,78	3,92	2,73	1,10	1,33	2,57	1,34	0,49	0,99	1,69	1,45	1,78
	^{90}Sr	0,15	0,13	0,29	0,26	0,35	0,30	0,21	0,22	0,65	0,11	0,10	0,07	0,24	0,30	0,21
Шепетовка	$\Sigma\beta$	11,7	12,7	14,5	21,8	31,0	17,9	18,3	18,8	23,1	16,0	15,2	14,7	18,0	18,1	15,6
	^{137}Cs	0,23	0,26	0,52	0,46	0,69	0,16	0,54	0,29	0,43	0,11	0,24	0,17	0,34	0,57	0,16
	^{90}Sr	I кв. - 0,02			II кв. - 0,06			III кв. - 0,09			IV кв. - 0,03			0,05	0,06	0,03
Щорс	$\Sigma\beta$	*	*	*	33,5	62,8	50,3	33,0	37,3	32,0	16,1	9,7	12,3	31,9	15,3	14,9
	^{137}Cs	*	*	*	1,36	2,16	1,60	0,60	0,94	1,10	0,54	0,37	0,35	1,00	0,77	0,76
	^{90}Sr	*	*	*	II кв. - 0,07			III кв. - 0,06			0,03			0,05	0,04	0,07

* – не работала ВФУ

Атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ на территории Украины в 2003 г., Бк/м²-месяц

Пункт наблюдения	Радио-нуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2003 г.	2002 г.
Барышевка	$\Sigma\beta$	66,5	66,2	81,1	75,9	82,1	83,6	71,1	90,2	63,4	67,4	77,0	85,8	910,3	889,5
	¹³⁷ Cs	0,45	0,42	0,66	0,56	1,43	0,31	2,30	0,59	2,00	0,48	0,44	0,72	10,36	7,07
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,75			II кв. - 0,60			III кв. - 0,48			IV кв. - 0,69			2,52	2,74
Владимир-Волынский	$\Sigma\beta$	70,5	65,5	70,1	69,6	71,4	69,5	74,3	67,4	68,4	58,8	60,9	62,3	808,7	820,2
	¹³⁷ Cs	0,32	0,34	1,25	0,18	0,22	0,24	0,70	0,75	0,62	0,42	0,96	0,48	6,48	4,86
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,56			II кв. - 0,58			III кв. - 0,63			IV кв. - 0,59			2,36	2,43
Измаил	$\Sigma\beta$	58,8	57,2	64,0	61,0	66,4	72,0	73,7	75,4	53,0	63,1	67,9	75,8	788,3	725,1
	¹³⁷ Cs	0,41	0,45	0,69	0,25	0,36	0,30	0,70	0,74	0,86	0,62	0,58	0,46	6,42	6,32
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,60			II кв. - 0,57			III кв. - 0,56			IV кв. - 0,75			2,48	2,81
Киев	$\Sigma\beta$	67,2	54,5	54,2	65,6	69,0	71,5	79,1	83,1	60,2	63,6	65,9	72,3	806,2	804,8
	¹³⁷ Cs	1,60	0,38	0,95	0,35	0,86	0,52	0,87	0,93	0,83	3,90	1,70	2,90	15,79	40,56
	⁹⁰ Sr	0,81	0,72	0,98	0,56	0,71	0,66	0,66	0,60	0,73	0,71	0,55	0,65	8,34	10,06
Коростень	$\Sigma\beta$	60,3	56,0	64,9	63,5	75,4	72,1	66,3	57,1	60,1	66,0	64,6	68,2	774,5	709,3
	¹³⁷ Cs	0,39	1,10	0,82	1,30	1,33	1,20	1,80	3,70	1,70	1,90	0,60	0,58	16,42	19,17
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,85			II кв. - 0,65			III кв. - 0,72			IV кв. - 0,56			2,78	2,97
Овруч	$\Sigma\beta$	70,4	60,0	65,1	57,1	73,7	62,0	79,9	78,1	56,6	64,9	63,8	66,8	798,4	696,3
	¹³⁷ Cs	0,67	1,40	1,42	1,90	0,35	0,29	0,74	1,20	1,30	0,99	1,00	0,64	11,90	9,05
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,55			II кв. - 0,77			III кв. - 0,61			IV кв. - 0,56			2,49	2,61
Рава-Русская	$\Sigma\beta$	68,1	71,6	66,7	67,9	65,6	64,5	71,4	72,1	73,7	68,1	60,5	70,6	820,8	839,4
	¹³⁷ Cs													7,05	5,43
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,63			II кв. - 0,75			III кв. - 0,56			IV кв. - 0,50			2,44	3,24
Рахов	$\Sigma\beta$	70,1	53,8	59,0	59,0	54,5	53,8	64,1	75,0	59,5	65,6	63,6	69,4	747,4	796,7
	¹³⁷ Cs	0,30	0,63	0,33	0,67	0,40	0,44	0,67	0,70	0,69	0,56	0,42	0,21	6,02	5,97
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,56			II кв. - 0,72			III кв. - 0,56			IV кв. - 0,60			2,44	3,63
Свитязь	$\Sigma\beta$	73,1	76,5	72,6	68,3	69,5	63,4	68,7	73,9	63,0	66,7	64,4	66,7	826,8	826,1
	¹³⁷ Cs	0,32	0,84	0,99	0,33	0,54	0,67	0,62	0,62	1,00	0,43	0,46	0,49	7,31	6,09
	⁹⁰ Sr	I кв. - 0,52			II кв. - 0,59			III кв. - 0,51			IV кв. - 0,53			2,15	2,59

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2003 г.	2002 г.
Ужгород	$\Sigma\beta$	75,4	59,5	68,8	70,5	67,1	63,7	68,5	74,7	64,4	59,7	63,4	79,4	815,1	828,6
	^{137}Cs	0,24	0,34	0,40	0,27	0,51	0,26	0,63	0,62	0,54	0,50	0,48	0,51	5,30	5,43
	^{90}Sr	I кв. - 0,56			II кв. - 0,69			III кв. - 0,64			IV кв. - 0,52			2,41	3,00
Харьков	$\Sigma\beta$	72,3	62,7	62,3	65,3	72,3	71,8	84,1	82,1	69,5	71,8	68,3	73,8	856,3	778,0
	^{137}Cs	0,36	1,00	0,55	0,44	0,39	0,38	0,63	0,68	2,70	0,52	0,55	0,47	8,67	5,50
	^{90}Sr	I кв. - 0,74			II кв. - 0,58			III кв. - 0,66			IV кв. - 0,58			2,56	3,37
Черновцы	$\Sigma\beta$	66,9	58,4	65,2	61,5	63,5	64,6	68,2	72,1	76,0	66,9	67,5	70,0	800,8	814,4
	^{137}Cs	0,31	0,78	0,36	0,36	0,31	0,50	0,69	0,60	1,00	0,37	0,59	1,30	7,17	5,91
	^{90}Sr	I кв. - 0,69			II кв. - 0,65			III кв. - 0,68			IV кв. - 0,59			2,61	3,02
Чернобыль	$\Sigma\beta$	72,3	67,8	69,6	78,2	80,7	77,3	96,1	89,6	60,1	74,5	72,9	83,3	922,4	921,1
	^{137}Cs	1,20	1,10	0,57	1,36	3,50	2,10	1,20	1,60	3,90	1,10	0,88	1,10	19,61	30,26
	^{90}Sr	1,42	1,52	2,40	1,58	2,33	2,21	1,43	2,02	1,41	2,43	1,68	2,17	22,60	23,07
Щорс	$\Sigma\beta$	20,8	34,8	52,2	68,8	69,9	68,7	73,2	76,8	68,4	67,3	69,9	70,4	741,2	657,2
	^{137}Cs	0,49	0,42	1,56	0,35	0,57	0,58	0,64	0,70	3,80	0,55	0,47	0,79	10,92	9,73
	^{90}Sr	I кв. - 0,66			II кв. - 0,68			III кв. - 0,72			IV кв. - 0,50			2,56	4,08
Зона 1	$\Sigma\beta$	60,0	53,7	58,0	63,2	66,9	67,3	75,2	75,4	57,6	62,8	62,6	72,8	775,5	696,4
	^{137}Cs	0,36	0,33	0,32	0,42	0,16	0,19	0,36	0,51	0,99	0,50	0,39	0,21	4,74	5,81
	^{90}Sr	I кв. - 0,73			II кв. - 0,58			III кв. - 0,41			IV кв. - 0,43			2,15	2,08
Зона 2	$\Sigma\beta$	61,4	57,3	61,3	67,2	65,3	66,5	73,8	77,4	53,9	66,7	64,7	72,2	787,7	692,6
	^{137}Cs	0,17	0,21	0,65	1,50	0,92	0,44	0,33	0,57	0,74	0,27	0,32	0,25	6,37	7,34
	^{90}Sr	I кв. - 0,26			II кв. - 0,34			III кв. - 0,34			IV кв. - 0,47			1,41	1,53
Зона 3	$\Sigma\beta$	65,4	60,4	59,2	64,9	72,6	71,6	75,6	77,7	65,7	69,8	71,2	72,2	826,3	742,0
	^{137}Cs	0,47	0,44	0,29	0,45	0,52	0,34	0,50	0,49	0,38	0,34	0,34	0,27	4,83	4,43
	^{90}Sr	I кв. - 0,52			II кв. - 0,43			III кв. - 0,34			IV кв. - 0,34			1,63	1,38
Зона 4	$\Sigma\beta$	66,7	57,2	61,3	65,8	67,4	68,9	73,8	77,5	60,6	68,5	68,4	68,3	804,4	720,9
	^{137}Cs	0,27	0,16	0,34	0,64	0,47	0,22	0,20	0,52	0,37	0,25	0,24	0,41	4,09	4,04
	^{90}Sr	I кв. - 0,67			II кв. - 0,50			III кв. - 0,38			IV кв. - 0,46			2,01	1,80
Зона 5	$\Sigma\beta$	55,7	45,6	52,9	48,8	55,5	51,1	53,6	51,2	51,5	65,6	58,6	57,4	647,5	656,4
	^{137}Cs	0,12	0,14	1,16	0,16	0,23	0,16	0,33	0,86	0,34	0,18	0,17	0,34	4,19	2,44
	^{90}Sr	I кв. - 0,48			II кв. - 0,44			III кв. - 0,57			IV кв. - 0,41			1,90	1,61

Продолжение табл. 1.20

Пункт наблюдения	Радионуклид	Месяцы												Сумма	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	2003 г.	2002 г.
Зона 6	$\sum\beta$	68,6	60,2	70,5	70,3	73,5	68,7	75,5	69,3	64,7	62,2	63,2	69,7	816,4	813,5
	^{137}Cs	0,18	0,14	0,14	0,19	0,50	0,14	0,22	0,24	1,30	0,24	0,16	0,17	3,62	3,33
	^{90}Sr	I кв. - 0,25			II кв. - 0,16			III кв. - 0,49			IV кв. - 0,22			1,12	1,45
Зона 7	$\sum\beta$	70,3	60,1	70,2	69,2	65,5	64,5	70,1	73,4	66,2	65,8	64,0	66,7	806,0	815,0
	^{137}Cs	0,22	0,39	0,56	0,81	0,57	0,77	1,50	0,84	0,83	0,35	0,39	0,64	7,87	5,68
	^{90}Sr	I кв. - 0,19			II кв. - 0,22			III кв. - 0,22			IV кв. - 0,21			0,84	1,00
Зона 8	$\sum\beta$	58,1	41,9	53,3	49,7	54,8	51,0	53,0	52,3	52,9	63,6	56,7	58,5	645,8	658,6
	^{137}Cs	0,46	0,10	0,07	0,16	0,07	0,14	0,67	0,20	0,20	0,12	0,11	0,13	2,43	1,90
	^{90}Sr	I кв. - 0,42			II кв. - 0,25			III кв. - 0,36			IV кв. - 0,32			1,35	1,77
Зона 9	$\sum\beta$	59,4	51,8	55,7	60,7	62,8	66,3	69,9	65,1	58,3	69,0	63,5	69,5	752,0	686,0
	^{137}Cs	0,34	0,14	0,15	0,17	0,65	0,13	0,47	0,54	0,40	0,21	0,36	0,22	3,78	4,11
	^{90}Sr	I кв. - 0,36			II кв. - 0,33			III кв. - 0,43			IV кв. - 0,34			1,46	1,72
Зона 10	$\sum\beta$	68,9	62,8	68,4	66,3	67,5	65,6	73,0	69,9	64,5	66,1	60,9	62,8	796,7	812,2
	^{137}Cs	0,23	0,19	0,32	0,58	0,38	0,53	0,23	0,46	0,79	0,26	0,16	0,12	4,25	3,93
	^{90}Sr	I кв. - 0,35			II кв. - 0,24			III кв. - 0,31			IV кв. - 0,21			1,11	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)

В остальных пунктах наблюдения годовые выпадения ⁹⁰Sr были ниже уровня 1985 г.

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

Результаты мониторинга техногенного радиоактивного загрязнения объектов природной среды за 1997 – 2003 гг. на территории Украины приведены в табл. 1.21. Из табл. 1.21 видно, что в 2003 г., как и ранее, сохранилась тенденция к снижению содержания радионуклидов чернобыльского происхождения в аэрозолях и в выпадениях.

Таблица 1.21

Радиоактивное загрязнение приземной атмосферы на территории Украины в 1997 – 2003 гг.

Радионуклид	Единицы измерений	Среднегодовые по стране						
		1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
объемная активность								
Σβ	10 ⁻⁵ Бк/м ³	14,9	11,4	13,5	12,6	12,9	14,4	17,1
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	14	12	-	5	6	4,7 ¹	4,7 ¹
атмосферные выпадения								
Σβ	Бк/м ² ·год	682-1168	619-1069	653-914	498-968	576-906	656-921	646-922
¹³⁷ Cs	Бк/м ² ·год	9,78	7,95	6,2	6,04	5,48	5,91	5,87
⁹⁰ Sr	Бк/м ² ·год	3,2-71	1,3-42	1,1-27	2,94	2,50	2,48	2,15
За пределами загрязненной зоны								
объемная активность								
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	10-140	8-68	8-64	8-57	8-76	9-77	10-100
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	4-27	2-13	4-11	3-7	4-13	3-7	3-6
атмосферные выпадения								
¹³⁷ Cs	Бк/м ² ·год	2-28	2-13,5	2-12,5	2-11	3-9,3*	2-9,7*	2-10,9*
⁹⁰ Sr	Бк/м ² ·год	3,2-8,4	1,3-6,2	1-6	1,4-4*	1-8,7*	1-4*	0,84-2,8*
Загрязненная зона (п. Чернобыль)								
объемная активность								
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	710 (33-2096)	330 (10-1120)	294 -	306 (41-1270)	178 (64-490)	242 (42-688)	170 (49-392)
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	101	59	40	54	21	30	24
атмосферные выпадения								
¹³⁷ Cs	Бк/м ² ·год	102	84,7	69,6	49,9	32,7	30,3	19,6
⁹⁰ Sr	Бк/м ² ·год	71	42,4	26,8	22,6	18,6	23,1	22,6

- - данные в НПО «Тайфун» не поступили;

¹ – без учета данных по Чернобылю;

* – без учета данных по Киеву;

в скобках дан разброс среднемесячных значений;

Σβ – сумма β-активных радионуклидов техногенного и естественного происхождения

Так за последние 7 лет (1997 – 2003 гг.) среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs снизилась вчетверо и находится на уровне 0,65·10⁻⁵ Бк/м³, объемная активность ⁹⁰Sr за этот же период уменьшилась более чем в 3 раза. Уровни выпадений ¹³⁷Cs также уменьшились в 3 раза и составляют 4,7 Бк/м²·год.

На загрязненной территории среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере за семь лет в среднем уменьшились примерно в четыре раза, но пока еще среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs превышает доаварийные значения более чем в 20 раз, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr – в 3 раза.

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 км²). Данные о концентрациях радионуклидов в поверхностных водах р. Припять за весь послеаварийный период представлены в табл. 1.22.

Средний за год уровень концентрации ⁹⁰Sr в р. Припять в створе п. Чернобыль составлял 146 мБк/л (в 2002 г. – 173 мБк/л), а ¹³⁷Cs – 47 мБк/л (в 2002 г. – 73 мБк/л). Годовой вынос ⁹⁰Sr водами Припяти в створе п. Чернобыля в 2003 г. был наименьшим за весь период после аварии и составлял 1,4·10¹² Бк/год. Годовой вынос ¹³⁷Cs был также наименьшим и составлял 0,5·10¹² Бк/год (13,5 Ки/год). В общем, за послеаварийный период (1986 – 2003 гг.) водами р. Припять (створ п. Чернобыля) в каскад днепровских водохранилищ было вынесено 158,4·10¹² Бк (4277 Ки) ⁹⁰Sr и 125,6·10¹² Бк (3391 Ки) ¹³⁷Cs. Вклад р. Верхнего Днепра и Десны в радиоактивное загрязнение днепровских водохранилищ намного меньший, чем р. Припять.

Таблица 1.22

Объемная активность и годового вынос ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr р. Припять в створе п. Чернобыль в 1986 – 2003 гг.

Год	Среднегодовой расход воды, м ³ /с	Объемная активность, Бк/м ³				Вынос, 10 ¹² Бк	
		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	⁹⁰ 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	73	190	173	360	0,87	1,65
2003	330	47	121	146	340	0,50	1,40
						125,61	158,39

Данные об объемных активностях радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2003 г. представлены в табл. 1.23.

Таблица 1.23

Объемная активность радионуклидов в поверхностных водах Украины в 2003 г., мБк/л

Пункт отбора проб воды	¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	
	среднее	максимум	Среднее	максимум
р. Припять, п. Чернобыль	47,0	121	146	340
р. Днепр, с. Неданчичи	8,9	19,9	18	42
Киевское вдхр., г. Вышгород	20,7	40,5	70	103
Каневское вдхр., г. Киев	9,90	11,0	60	75
Каневское вдхр., г. Канев	9,45	16,7	53	86
Каховское вдхр., г. Новая Каховка	1,51	2,40	44	69
р. Десна, г. Чернигов	1,6	2,1	12,2	20,0
Днепро-Бугский лиман, г. Очаков	-	-	15,0	27,0
р. Южный Буг, г. Николаев	11,5	25,8	15,0	25,0
р. Дунай, г. Измаил	2,48	5,8	17,0	29,0

Объемная активность ^{90}Sr в р. Днепр (в створе с. Неданчичи, расположенного выше по течению от места впадения в него Припяти) в течение года колебалась в пределах от 7 до 42 мБк/л при среднегодовом значении 18 мБк/л, а ^{137}Cs – от 3,4 до 20 мБк/л при среднегодовом значении 8,9 мБк/л. Годовой вынос ^{90}Sr верховьями Днепра (в створе с. Неданчичи) в Киевское водохранилище составлял в 2003 г. $0,23 \cdot 10^{12}$ Бк/год (6,3 Ки/год), что вдвое меньше выноса 2002 г.

Концентрация ^{90}Sr в р. Днепр (в створе г. Чернигов) колебалась в пределах от 6,3 до 20 мБк/л при среднем значении 12,2 мБк/л.

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}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 ^{137}Cs уменьшаются на два порядка и приближаются к доаварийным значениям.

Так средняя концентрация ^{137}Cs изменялась от 47 мБк/л (п. Чернобыль) до 1,51 мБк/л (г. Новая Каховка, Каховское водохранилище). Объемная активность ^{90}Sr при прохождении по каскаду водохранилищ уменьшается лишь в 2 – 3 раза, а средняя концентрация ^{90}Sr изменялась от 146 до 44 мБк/л (там же).

В целом, в 2003 г. практически во всем каскаде днепровских водохранилищ концентрации ^{90}Sr в воде были ниже уровней 2002 г. и наименьшими или близкими к наименьшим за весь послеаварийный период. Из-за отсутствия сорбента отбор проб воды на ^{137}Cs в 2003 г. проводился на большинстве рек неполный год. Средние за год объемные активности ^{137}Cs также были равны или ниже уровней прошлого года. Это связано, в первую очередь, со снижением концентрации радионуклидов в воде р. Припять.

Радиационная обстановка на остальных пунктах наблюдения за радиоактивным загрязнением поверхностных вод (р. Ю. Буг, р. Дунай, Днепро-Бугский лиман) в 2003 г. была стабильной и уровень радионуклидов в водах этих рек приближается к значениям природного фона. Из-за отсутствия сорбента отбор проб воды на ^{137}Cs в 2003 г. на р. Ю. Буг проводился только в январе-марте. Концентрация ^{90}Sr в р. Южный Буг (в районе г. Николаева) колебалась в пределах от 6,8 до 25 мБк/л при среднем значении 15 мБк/л.

Концентрация техногенных радионуклидов в пробах грунта и воды находилась также на уровне прошлых лет.

Таким образом, радиационная обстановка на территории Украины в 2003 г. была спокойной, превышения концентраций радионуклидов, допустимых по действующим нормативным документам [27] для воздуха и воды, не наблюдалось.

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. Махонько К.П. Влияние ветрового подъема радиоактивной пыли с поверхности почвы на загрязнение атмосферы над территорией России. – Атомная энергия, т. 88, вып. 6, 2000.
6. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 г. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
7. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1996 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998.
8. 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.
9. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
10. 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.: Гидрометеиздат, 1982. – 60 с.
11. Махонько К.П., Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г. Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 136 с.
12. Инструкции и методические указания по оценке радиационной обстановки на загрязнённой территории. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
13. Методические рекомендации по оценке радиационной обстановки в населённых пунктах. Изд. 2-е. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1993.
14. Методика массового гамма-спектрометрического анализа проб природной среды. Под ред. А.Н. Силантьева, К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
15. Козлов А.И., Махонько К.П. Методические указания по использованию дозиметра ДРГ-01Т на радиометрической сети станций. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1989.
16. Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха (МВИ.01-8/96). Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.

17. 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.
18. Махонько К.П., Ким В.М., Катрич И.Ю., Волокитин А.А. Сравнительное поведение трития и ^{137}Cs в атмосфере. – Атомная энергия, 1998, т. 85, вып. 4, с. 313–318.
19. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1993 Report. – UN, 1993, p. 199.
20. Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов (МВИ.01-7/96). Под ред. А.И. Никитина. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
21. Методика контроля содержания трития в природных водах (МВИ.01-6/96). – Обнинск: НПО «Тайфун», 1996.
22. Варданыан Л.Р. Ежегодник фоновой гамма-радиации за 2003 г. – Ереван: Государственная служба Армении по Гидрометеорологии и мониторингу, 2004.
23. Герменчук М.Г., Жукова О.М., Шагалова Э.Д., Голиков Ю.Н., Пивовар П.А. Радиационная обстановка на территории Республики Беларусь в 2003 году. – Минск: Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга природной среды, 2004.
24. Баканов М.Т., Юдаков В.А., Титова Л.И. Ежегодник состояния радиоактивного загрязнения Кыргызской Республики за 2003 г. – Бишкек: Управление наблюдений и информации о радиоактивности и загрязнении природной среды, 2004.
25. Казак В., Гылкэ Г. Радиационная обстановка на территории Республики Молдова в 2003 году. – 2004.
26. Косовец О.О., Гирий В.А., Закорчевний В.О., Лукьянова Ж.В. и др. Отчет о радиоактивном загрязнении территории Украины в 2003 году. Ежегодник. Под. ред. О.О. Косовца. – Киев: ЦГО Украины, 2004.
27. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – Киев, 1998.

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

Большое количество радиационно опасных объектов (РОО) относится к Минатому РФ. Это предприятия ядерно-топливного цикла, предприятия по производству ядерного топлива, по добыче и переработке урановых руд, научно-исследовательские институты. В процессе работы этих предприятий 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 предприятий Минатома Росгидрометом проводится непрерывный контроль радиационной обстановки. Здесь представлены материалы о радиационной обстановке в окрестностях основных предприятий ядерно-топливного цикла Минатома РФ по данным Росгидромета и дозиметрических служб самих предприятий. Кроме того, в разделе приводятся обобщенные данные Минатома [1] о поступлении радионуклидов в окружающую среду от 38 предприятий Минатома РФ и о загрязненных радионуклидами территориях. Подробные данные о сбросах и выбросах радионуклидов предприятиями Минатома приводятся в Приложении 1.

2.1. Поступление радионуклидов в окружающую среду от предприятий Минатома РФ

В 2003 г. выбросы радиоактивных веществ предприятиями Минатома в атмосферу не превышали установленных нормативов предельно-допустимых и разрешенных выбросов. В целом по отрасли, фактический выброс α -активных радионуклидов предприятиями Минатома в 2003 г. был ниже, чем в 2002 г. [2], и составил 40 % от разрешенного. В основном, это обусловлено снижением выброса ^{222}Rn на АООТ «Приаргунское производственное горно-химическое объединение». Выбросы ^{222}Rn составляют 96 % от суммарного выброса α -активных радионуклидов отрасли.

В 2003 г. предприятиями Минатома России выброшено в атмосферу около $4,5 \cdot 10^{15}$ Бк β -, γ -активных нуклидов. Из них доля инертных газов (^{41}Ar , $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe) составляет 90,1 %, трития – 9,9 % от общей β -, γ -активности. Основной вклад в выбросы ИРГ вносят атомные станции, ФГУ СХК, ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР», ФГУП ПО «Маяк».

В атмосферный воздух было выброшено ИРГ:

- десятью атомными станциями – 34,9 %;
- СХК – 26,6 %;
- ГНЦ РФ НИИАР – 23,9 %;
- ГХК – 8,4 %;
- ПО «Маяк» – 2,6 %;
- ФГУП «ИРМ» – 2,5 %;
- ГНЦ РФ ФЭИ – 0,88 %;

- ОИЯТ – 0,16 %;
- НИТИ им. Александрова – 0,026 %;
- НИИП – 0,0063 %.

Необходимо отметить, что достаточно большой вклад в выбросы ИРГ в 2003 г., как и в 2002 г., дают СХК и научно-исследовательский институт ГНЦ РФ НИИАР – 76 % и 69 % соответственно от суммарного выброса ИРГ десятью атомными станциями России.

Суммарные выбросы ^{90}Sr в 2003 г. уменьшились в 1,5 раза по сравнению с 2002 г., трития – в 1,4 раза, нуклидов радиойода – в 1,2 раза, а выбросы ^{137}Cs увеличились в 4,7 раза. Количество выбрасываемых ^{90}Sr , ^{131}I и ^{137}Cs составляет соответственно 3,2 %, 0,7 % и 6 % от установленного норматива по этим радионуклидам. Доля ^{90}Sr , ^{131}I и ^{137}Cs составляет менее 0,01 % от общего выброса β -, γ -активных нуклидов.

По сравнению с предыдущим годом, в целом, выброс β -, γ -активных радионуклидов в 2003 г. снизился и составил 14 % от разрешенного. Радиационных инцидентов, связанных с аварийным поступлением радионуклидов в атмосферный воздух не зарегистрировано.

Данные о выбросах отдельных радионуклидов на предприятиях Минатома РФ в 2003 г. приведены в Приложении 1.

Суммарная α -активность стоков предприятий отрасли, поступивших за отчетный год в водные объекты открытой гидрографической сети, по составу на 90 % обусловлена нуклидами урана и продуктами их распада. Существенных изменений сброса стоков по сравнению с предыдущим годом не произошло.

Суммарная активность β -, γ -излучающих радионуклидов, поступивших за отчетный год в водные объекты открытой гидрографической сети, снизилась по сравнению с 2002 г. По составу эта активность в основном обусловлена нуклидами ^{24}Na , ^3H , ^{32}P .

Сумма β -активных радионуклидов, поступивших в 2003 г. от 22 предприятий Минатома в водные объекты открытой гидрографической сети [1], составила $1,55 \cdot 10^{14}$ Бк (в 2002 г. – $2,33 \cdot 10^{14}$ Бк), при этом доля ^{24}Na составляла 46,5 %, трития – 35,2 %, ^{32}P – 11 %, ^{239}Np – 6,4 %, ^{90}Sr – 1,2 %. 87,5 % β -активных радионуклидов поступило в водоемы и водотоки бассейна Арктических морей. В 2003 г. поступление β -активных радионуклидов в бассейн Арктических морей в основном формировали три предприятия: ГХК – 57,4 %, ПО «Маяк» – 27 % и СХК – 15,6 %. Сбросы указанных радионуклидов в 2003 г. на СХК уменьшились в 4,2 раза, на ПО «Маяк» – в 1,8 раза, а на ГХК остались примерно на прежнем уровне.

Установленные нормативы разрешенных сбросов радионуклидов в водоемы открытой гидрографической сети предприятиями Минатома России в 2003 г. не превышались. Однако некоторые предприятия производили сбросы радионуклидов без утвержденных нормативов, например: на ПО «Маяк» не утверждены нормативы разрешенных сбросов для ^{137}Cs , ^{90}Sr и трития, на АООТ ППГХО – для ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra , тория (см. Приложение 1).

Более подробные данные о величине сбросов основных радионуклидов в поверхностные водные объекты отдельными организациями Минатома РФ за 2003 г., как уже отмечалось выше, выделены в Приложение 1.

По состоянию на конец 2003 г. загрязненные радионуклидами территории имелись в 25 организациях Минатома России, которые находятся в 20 регионах (7 Федеральных округах) Российской Федерации. Наибольшее количество загрязненных территорий – на ПО «Маяк» (452,16 км²). Значительные территории загрязнены также на ППГХО (8,275 км²), ГХК (4,704 км²), СХК (10,393 км²). Наибольшие площади загрязненных участков территории в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения, кроме ПО «Маяк», имеются в следующих организациях: ППГХО, КЧХК, ГХК, МСЗ, СХК, НИИАР, НЗХК.

Площади, загрязненные ⁹⁰Sr более 100 кБк/м², составляют 79 % загрязненных территорий (378,24 км²), загрязненные ¹³⁷Cs более 500 кБк/м² – 15 % загрязненных территорий (69,96 км²), загрязненные α-активными нуклидами – 60 % территории (305 км²).

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 Минатома РФ с распределением их по зонам – промышленная площадка, санитарно-защитная зона (СЗЗ), зона наблюдения (ЗН) – приведены в Приложении 1.

Радиационная обстановка в 2003 г. в районах расположения организации отрасли по данным [1] была в основном удовлетворительная, кроме ПО «Маяк». Дозовые нагрузки населения практически не превышали нормативов, установленных НРБ-99.

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 Минатома РФ. 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» с указанием площадей санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения, обращения с радиоактивными отходами производства с использованием естественных и искусственных водоемов и новых технологий, а также истории развития ПО «Маяк» приведены в [4 – 6].

На начальном этапе работы предприятия жидкие РАО сбрасывались в р. Теча. Поэтому пойма и донные отложения р. Течи загрязнены радионуклидами, а иловые отложения в верхней части реки рассматриваются как твёрдые РАО [7].

В середине 50-х годов для защиты открытой гидрографической сети от жидких РАО в верхней части реки был сооружен Теченский каскад водоемов. 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 загрязнения приземного слоя воздуха, подземных и поверхностных вод. Распространение радионуклидов в окружающую природную среду происходит в результате выноса радиоактивных аэрозолей в атмосферу и за счет фильтрации загрязненных 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}Cs и ^{90}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 31.12.2003 общая площадь, загрязненная радионуклидами, составляла $452,16 \text{ км}^2$ [1]. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

25 октября 2001 на ПО «Маяк» пущена в эксплуатацию после реконструкции печь остекловывания жидких ВАО [3]. Переработано 230 м^3 ВАО, получено $38,96 \text{ т}$ стекла с активностью около $9,82 \cdot 10^9$ Ки. К 2003 г. емкости-хранилища жидких ВАО заполнены почти на 80 %. Активность хранящихся на предприятии жидких ВАО составляет более $4,3 \cdot 10^8$ Ки [3].

Данные [1] о выбросах радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк» в 2003 г. приведены в табл. 2.1. В 2003 г. выброс всех радиоактивных веществ не превышал величин, разрешенных для предприятия. По сравнению с 2002 г. на ПО «Маяк» произошло увеличение выбросов следующих радионуклидов: ^{51}Cr – в 1,7 раза, ^{90}Sr – в 1,4 раза, ^{144}Ce – в 1,5 раза, суммы нуклидов плутония – в 1,3 раза. Выбросы остальных радионуклидов, как видно из табл. 2.1, остались на уровне прошлого года или уменьшились в 1,2 – 6,8 раза.

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
^{51}Cr	$3,70 \cdot 10^{10}$	$3,3 \cdot 10^8$	$5,56 \cdot 10^8$	$+ 2,28 \cdot 10^8$
^{60}Co	$1,85 \cdot 10^{10}$	$2,4 \cdot 10^7$	$8,9 \cdot 10^6$	$- 1,51 \cdot 10^7$
^{65}Zn	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^7$	$1,22 \cdot 10^7$	$- 2,80 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$1,85 \cdot 10^{10}$	$5,8 \cdot 10^8$	$8,03 \cdot 10^8$	$+ 2,23 \cdot 10^8$
$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,8 \cdot 10^7$	$1,89 \cdot 10^7$	$+ 9,0 \cdot 10^5$
^{106}Ru	$6,66 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^8$	$7,09 \cdot 10^7$	$- 1,39 \cdot 10^8$
^{125}Sb	$3,70 \cdot 10^{10}$	$8,5 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^7$	$- 7,25 \cdot 10^7$
^{131}I	$3,70 \cdot 10^{10}$	$1,6 \cdot 10^9$	$1,6 \cdot 10^9$	0
^{134}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$1,5 \cdot 10^7$	$1,43 \cdot 10^7$	$- 7,00 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$1,85 \cdot 10^{10}$	$7,4 \cdot 10^8$	$7,24 \cdot 10^8$	$- 1,60 \cdot 10^7$
^{144}Ce	$2,96 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^7$	$3,05 \cdot 10^7$	$+ 9,50 \cdot 10^6$
Σ нуклидов плутония	$7,40 \cdot 10^9$	$3,4 \cdot 10^8$	$4,45 \cdot 10^8$	$+ 1,05 \cdot 10^8$
$^{103,106}\text{Ru}$	$7,03 \cdot 10^{10}$	$2,1 \cdot 10^8$	$7,09 \cdot 10^7$	$- 1,39 \cdot 10^8$
Сумма ИРГ	$3,65 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{14}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	$- 9,40 \cdot 10^{11}$

Контроль радиоактивного загрязнения объектов природной среды техногенными радионуклидами в 100-км зоне ПО «Маяк» осуществляется Уральским УГМС [8]. В 2003 г. проводились систематические наблюдения (рис. 2.1):

- за объемной активностью приземной атмосферы в трех пунктах наблюдения (ежесуточно, с помощью ВФУ);
- за суммарной бета-активностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в 21 пункте, из них выпадения ^{137}Cs определялись в 18 пунктах, ^{90}Sr – в 14 пунктах;
- за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения в 21 пункте;
- за радиоактивным загрязнением воды рек в семи пунктах;
- за загрязнением растительности и снежного покрова в 10 пунктах.

Ниже изложены результаты радиационного мониторинга.

Приземная атмосфера

В 2003 г. отбор проб аэрозолей в зоне наблюдения ПО «Маяк» проводился в пп. Новогорный, Бродокалмак и Аргаяш. Среднемесячные и среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе этих пунктов представлены в табл. 2.2.

Из табл. 2.2 видно, что среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе 100-км зоны ПО «Маяк» в 2003 г. несколько уменьшилась по сравнению с 2002 г. и не превышала средневзвешенного значения на территории АТР. Максимальная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе наблюдалась в п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», и была в среднем на 30 – 44 % выше, чем в Аргаяше и Бродокалмаке. С увеличением расстояния от ПО «Маяк» объемная активность $\Sigma\beta$ уменьшается.



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 γ -фоном;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- Н – отбор проб атмосферных выпадений с недельной экспозицией;
- ⊕ – ПО «Маяк»;
- ⊗ – ПЗРО «Радон»

Таблица 2.2

Среднемесячные (с) и максимальные среднесуточные (м) значения объемной активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Аргаяш	с	22,4	23,9	30,7	17,3	9,8	19,2	13,3	16,1	8,9	22,4	7,6	7,9	16,6	16,7
Аргаяш	м	96,4	89,6	85,4	39,6	16,7	200,7	34,6	34,3	19,8	44,4	31,7	17,8		
Бродокалмак	с	-	-	-	-	13,0	10,3	7,4	18,7	13,3	25,5	9,3	8,9	13,3	17,4
Бродокалмак	м	-	-	-	-	25,8	21,6	19,3	36,5	59,1	65,4	21,7	36,3		
Новогорный	с	20,7	22,5	19,9	23,0	26,6	11,7	85,3	22,6	12,0	16,8	12,7	11,7	23,8	22,5
Новогорный	м	88,9	84,8	42,6	91,7	314,0	38,3	1468,0	88,0	65,4	59,2	63,5	47,0		
Среднее по 100-км зоне наблюдения:															
	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	17,9	
	2002 г.	18,8	15,9	15,4	16,1	18,5	16,6	19,2	18,9	17,2	21,5	19,6	26,6		18,7

- - наблюдения не проводились;

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

В 2003 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» наблюдалось 7 случаев пятикратного превышения фонового уровня, шесть из них были зарегистрированы в п. Новогорный. Максимальная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась 8 – 9 июля и составляла $1468 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в пробе был обнаружен ¹³⁷Cs.

В табл. 2.3 приведены средние объемные активности отдельных радионуклидов в воздухе в этих же пунктах контроля. Данные по ¹³⁷Cs в Новогорном и все данные по ⁹⁰Sr и изотопам плутония

приведены по результатам анализа проб, выполненного в НПО «Тайфун». Анализ проб из пп. Аргаяш и Бродокалмак по определению содержания ^{137}Cs выполнялся в лаборатории Уральского УГМС.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs (см. табл. 2.3) в пп. Аргаяш и Бродокалмак была соответственно в 3,4 и 2,9 раза выше средневзвешенной по территории РФ объемной активности ($4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). В п. Новогорный среднегодовая объемная активность ^{137}Cs была в 2,3 раза выше, чем в 2002 г., и превышала средневзвешенную по РФ объемную активность в 130 раз. Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в Новогорном изменялась от $31 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в марте до $2889 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в июле. Максимальное из зарегистрированных значений объемной активности ^{137}Cs в Новогорном было на 5 порядков ниже ДОА_{НАС} для ^{137}Cs (27 Бк/м³) по НРБ-99 [9].

Таблица 2.3

Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в приземной атмосфере в зоне влияния ПО «Маяк» в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³

Месяц	Пункт наблюдения							
	Новогорный				Аргаяш		Бродокалмак	
	^{137}Cs	$^{239,240}\text{Pu}$	^{238}Pu	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Январь	44	0,33	0,39	34	10	2,9	-	-
Февраль	117	0,89	1,6	100	8	2,9	-	-
Март	31	6,7	17,6	13	5	2,9	-	-
Апрель	180	7,7	11,3	54	-	13	-	11
Май	1140	2,0	4,2	270	-	13	-	11
Июнь	170	0,72	1,1	110	10	13	20	11
Июль	2889	1,4	2,5	210	40	19	3	6,3
Август	670	1,8	4,6	320	26	19	12	6,3
Сентябрь	273	1,9	1,8	160	9	19	11	6,3
Октябрь	370	2,8	1,5	140	н	17	22	14
Ноябрь	330	2,6	1,6	140	12	17	10	14
Декабрь	160	1,5	1,9	110	6	17	6	14
Среднее:								
2003 г.	531	2,5	4,2	138	14,0	13	12,0	10
2002 г.	227	1,7	1,9	148	22,9	15,6	7,4	8,1

Среднемесячные объемные активности изотопов плутония, как видно из табл. 2.3, в п. Новогорный в течение года изменялись в широких пределах: ^{238}Pu – от $0,39 \cdot 10^{-7}$ до $17,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $^{239,240}\text{Pu}$ – от $0,33 \cdot 10^{-7}$ до $7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднегодовые объемные активности $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в 2003 г. составляли $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $4,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно и были в 1,5 и 2,2 раза выше, чем в 2002 г. Наблюдаемые величины были примерно на четыре порядка ниже норматива допустимой объемной активности в воздухе для населения по НРБ-99 [9] (ДОА_{НАС}($^{239,240}\text{Pu}$) = $2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, ДОА_{НАС}(^{238}Pu) = $2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³). Среднее за год отношение изотопов ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ в воздухе этого пункта было около 1,5, в то время как характерное отношение объемных активностей этих изотопов для глобального загрязнения составляет: для Северного полушария – 0,03, для Южного – 0,18 [10].

Среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в п. Новогорный в 2003 г. изменялась от $12,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $320 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при среднем значении $138 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, которое было примерно в $2 \cdot 10^5$ раз ниже норматива допустимой объемной активности в воздухе для населения (ДОА_{НАС}(^{90}Sr) = $2,7$ Бк/м³) и примерно на два порядка выше средневзвешенной по территории РФ объемной активности ^{90}Sr в 2003 г. Среднегодовая объемная активность этого радионуклида в воздухе п. Новогорный в 2003 г. практически сохранилась на уровне предыдущего года.

Повышенная объемная активность ^{90}Sr ($2,0 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³) зарегистрирована в суточной пробе воздуха в п. Новогорный, отобранной 10 – 11 мая. Это на два порядка выше среднегодового значения. Однако это значение было в $1,4 \cdot 10^3$ раз ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99.

Отношение объемных активностей ^{137}Cs и ^{90}Sr в п. Новогорный изменялось от 1,17 до 13,76 при среднем значении 3,16.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в воздухе в пунктах Аргаяш и Бродокалмак в 2003 г. сохранились на уровне предыдущего года и составляли $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $10 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Они были в 10 и 14 раз ниже чем в п. Новогорный, что обусловлено различным расстоянием этих трех пунктов от источника радиоактивного загрязнения местности и метеорологическими факторами (изменение направления и скорости ветра, наличие инверсии и т.д.).

Кроме указанных в табл. 2.3 радионуклидов, в воздухе п. Новогорный регистрировались: ^{60}Co в марте, мае, июле - сентябре и ноябре, среднемесячная объемная активность которого изменялась от $1,1 \cdot 10^{-7}$ до $3,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{106}Ru в январе и с апреля по ноябрь – от $1,3 \cdot 10^{-7}$ до $650 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{134}Cs в феврале и в июне - июле – от $0,86 \cdot 10^{-7}$ до $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, ^{125}Sb в феврале, апреле и мае – от $0,67 \cdot 10^{-7}$ до $36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (по измерениям проб в НПО «Тайфун»).

Радиоактивные выпадения

Результаты измерения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» представлены в табл. 2.4. Там же для сравнения приведены выпадения $\Sigma\beta$, характеризующие фоновое загрязнение на территории Уральского региона.

Видно, что среднегодовая величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ПО «Маяк» осталась на уровне 2002 г. и составила 0,8 Бк/м²·сутки. Это в 1,6 раза выше фонового значения для Уральского региона, но в 1,8 раза ниже среднего значения для территории России (1,4 Бк/м²·сутки).

В 2003 г. в 100-км зоне ПО «Маяк» в двух пунктах было зарегистрировано по одному случаю десятикратного превышения суточных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ над фоновыми:

- в п. Новогорный 27 – 28 мая – 9,0 Бк/м²·сутки;
- в п. Златоуст 21 – 22 августа – 10,4 Бк/м²·сутки.

Результаты анализа проб атмосферных выпадений на содержание ^{90}Sr приводятся в табл. 2.5.

Среднегодовая величина квартальных выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне ПО «Маяк» (1,35 Бк/м²·квартал) в 2003 г. была в 3,5 раза выше, чем региональный фон (0,39 Бк/м²·квартал). Сумма годовых выпадений ^{90}Sr в среднем по 100-км зоне составляла 5,4 Бк/м²·год и по сравнению с 2002 г. уменьшилась в 1,5 раза. Фоновые выпадения ^{90}Sr по Уральскому региону в 2003 г. также уменьшились в 1,2 раза. Наибольшие выпадения ^{90}Sr отмечались в пп. Новогорный (10,6 Бк/м²·год), Худайбердинский (9,5 Бк/м²·год), Тюбук (7,6 Бк/м²·год) и Муслумово (7,3 Бк/м²·год).

Таблица 2.4

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений Σβ в 100-километровой зоне вокруг ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/м²-сутки

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.	
Аргаяш	с	0,6	0,6	0,7	0,8	1,1	1,0	0,7	1,2	0,9	0,9	0,6	0,5	0,8	0,9
	м	2,7	1,8	2,2	2,9	2,8	3,3	2,3	3,1	3,7	2,8	1,7	2,7		
Бродокалмак	с	0,7	0,6	0,6	0,7	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	0,9	0,6	0,6	0,8	0,9
	м	1,5	1,7	2,5	2,1	2,9	3,8	2,3	3,7	2,2	3,2	1,9	2,0		
Верхний Уфалей	с	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	1,1	1,0	0,7	0,7	0,4	0,8	0,8
	м	2,0	2,5	1,9	2,2	2,2	2,8	2,2	3,4	3,1	2,5	2,4	1,5		
Златоуст	с	0,7	0,4	0,7	0,7	1,1	1,0	0,5	1,6	1,1	1,0	0,8	0,4	0,8	0,8
	м	2,3	1,1	2,6	1,5	3,1	3,1	2,1	10,4	3,9	4,4	4,2	1,1		
Ибрагимово	с	0,7	0,7	0,5	0,5	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	0,5	0,5	0,5	0,7
	м	1,3	2,0	2,2	2,2	2,5	4,1	2,1	2,4	3,1	3,5	1,3	2,3		
Калининский	с	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	0,7	0,6	1,0	1,1	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9
	м	2,7	6,5	2,1	2,5	2,2	2,1	1,5	2,6	3,7	2,6	2,0	3,5		
Караболка	с	0,6	0,4	0,8	0,5	0,7	0,9	0,5	1,0	1,0	0,9	0,5	0,5	0,7	0,8
	м	2,4	1,3	3,2	1,6	2,3	3,7	1,3	4,2	3,6	2,6	2,0	1,6		
Касли	с	0,7	0,5	0,8	0,7	0,7	-	0,8	1,0	1,2	0,9	0,9	9,5	0,8	0,7
	м	2,7	1,5	1,8	3,1	1,7	-	3,0	3,7	4,2	4,2	5,4	1,6		
Кыштым	с	0,8	0,6	0,7	0,5	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,5	0,9	0,9	0,8	0,8
	м	2,4	1,3	1,5	2,5	2,5	2,8	3,2	3,0	1,9	2,3	3,5	2,7		
Малый Куяш	с	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,6	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7
	м	2,1	1,6	1,3	2,7	2,8	2,7	1,8	3,5	2,6	2,5	1,3	1,7		
Метлино	с	0,6	0,8	0,5	0,6	0,9	0,9	0,7	1,1	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	м	2,4	2,6	2,3	2,0	2,9	3,1	1,6	4,1	2,7	2,7	2,5	1,4		
Миасс	с	0,6	0,7	0,6	0,6	1,0	1,1	0,7	1,2	1,2	1,0	0,6	0,5	0,8	0,9
	м	1,4	2,2	1,3	2,1	2,5	3,1	2,8	3,5	2,6	2,8	2,2	2,4		
Муслумово	с	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	1,1	0,8	1,2	1,3	0,9	0,6	0,8	0,9	0,8
	м	3,4	2,5	2,3	3,0	3,6	3,6	3,1	3,0	5,0	3,9	2,0	3,6		
Новогорный	с	0,8	0,6	0,7	0,9	1,5	1,4	0,8	1,5	1,2	1,1	0,6	0,7	1,0	1,0
	м	2,4	3,5	2,4	3,3	9,0	3,6	2,5	7,0	4,7	3,0	1,5	3,3		
Нязепетровск	с	0,7	0,4	0,7	0,7	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,6	0,8	0,8	0,9
	м	2,5	1,3	2,5	2,1	3,3	3,1	2,2	2,5	3,1	2,8	1,6	2,5		
Рыбниковское	с	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
	м	1,9	2,3	1,1	1,3	3,4	3,5	1,8	1,9	3,1	1,9	1,5	2,6		
Сысерть	с	0,2	0,3	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
	м	1,5	1,4	2,6	1,9	3,9	1,2	1,2	2,6	2,0	0,7	1,3	1,6		
Тюбук	с	0,7	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
	м	1,9	2,2	1,7	1,6	2,4	3,0	1,7	3,2	3,4	1,8	2,0	3,3		
Усть-Караболка	с	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	1,0	0,4	0,5	0,7	0,7
	м	2,7	1,4	1,7	1,8	2,7	2,4	1,7	3,0	3,3	3,0	1,6	2,1		
Худайбер-дийский	с	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0	0,9	0,8	1,1	1,0	0,8	0,7	0,4	0,8	0,8
	м	1,8	1,9	1,9	2,2	3,2	2,4	1,8	2,5	4,3	2,9	6,0	1,9		
Челябинск - город	с	0,4	0,4	0,4	0,7	1,2	0,8	0,8	1,2	0,8	0,6	0,9	0,3	0,7	0,7
	м	0,8	1,1	1,3	2,0	3,4	3,0	2,2	4,3	1,8	2,3	3,1	1,6		
Среднее:															
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	
2002 г.		0,6	0,6	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	
Фон для Уральского региона:															
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	
2002 г.		0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	

Таблица 2.5

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/м²·квартал

Пункт наблюдения	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднегодовое, Бк/м ² ·квартал	Сумма за год, Бк/м ² ·год
Аргаяш	0,90	1,32	0,42	1,02	0,93	3,7
Бродокалмак	0,81	1,20	0,12	1,08	0,81	3,2
Ибрагимово	1,26	1,62	0,21	3,42	1,62	6,5
Караболка	0,60	0,87	0,30	0,81	0,66	2,6
Касли	0,33	1,02*	0,87	0,87	0,78	3,1
Кыштым	0,48	1,20	0,69	0,87	0,81	3,2
Малый Куяш	1,17	1,74	0,51	1,44	1,23	4,9
Метлино (новое)	1,71	1,92	0,45	2,43	1,62	6,5
Муслюмово	0,81	2,31	0,48	3,72	1,83	7,3
Новогорный	1,26	4,38	1,59	3,36	2,64	10,6
Рыбниковское	0,84	0,18	0,42	0,57	0,51	2,0
Тюбук	1,89	3,24	0,33	2,10	1,89	7,6
Усть-Караболка	0,90	1,59	1,17	0,90	1,14	4,6
Худайбердинский	0,69	2,73	3,81	2,19	2,37	9,5
Среднее: 2003 г.	0,99	1,80	0,81	1,77	1,35	5,4
2002 г.	1,62	2,31	2,01	2,19	2,04	8,2
Фон для Уральского региона: 2003 г.	0,43	0,34	0,49	0,30	0,39	1,6
2002 г.	0,54	0,38	0,55	0,46	0,48	1,9

* – выпадения за квартал, рассчитанные по полученным данным с 1.04.03 по 23.05.03

Годовые выпадения ¹³⁷Cs в 2003 г. в разных пунктах зоны наблюдения ПО «Маяк» представлены в табл. 2.6. Они изменялись в диапазоне от 1,2 Бк/м²·год до 26,4 Бк/м²·год и в среднем по зоне наблюдения увеличились в 1,2 раза. Фоновые выпадения ¹³⁷Cs по Уральскому региону в 2003 г. не изменились. Максимальные выпадения ¹³⁷Cs в 2003 г. (26,4 Бк/м²·год), как и ранее, относятся к

Таблица 2.6

Выпадения ¹³⁷Cs из атмосферы в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/м²·месяц

Пункт наблюдения	Месяц												Средне-годовое	Сумма за год, Бк/м ² ·год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Аргаяш	н	н	0,5	0,5	0,5	0,8	0,6	н	н	н	н	0,02	0,2	2,4
Береговой	н	н	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Бродокалмак	н	н	н	0,6	н	0,8	0,5	н	н	н	н	0,8	0,2	2,4
Воздвиженка	н	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ибрагимово	1,0	0,5	0,6	0,5	н	1,9	0,6	0,5	н	н	0,5	н	0,5	6,0
Калининский	0,8	н	0,5	0,5	0,8	1,4	1,9	н	1,0	0,5	0,6	1,0	0,7	8,4
Караболка	0,8	0,8	н	н	0,5	0,7	н	н	0,5	0,5	0,5	н	0,4	4,8
Касли	н	0,9	н	0,6	н	-	н	0,5	н	0,8	0,7	1,2	0,4	4,8
Кыштым	0,8	н	0,7	0,7	1,4	н	0,5	н	0,9	н	0,8	0,5	0,5	6,0
Малый Куяш	0,7	н	н	0,5	0,6	0,7	н	0,6	н	н	0,5	0,5	0,4	4,8
Метлино (нов.)	н	н	0,8	0,5	н	н	0,7	0,6	0,5	0,5	н	0,5	0,4	4,8
Муслюмово	0,7	н	н	н	0,7	1,0	0,6	н	0,5	0,5	0,5	н	0,4	4,8
Новогорный	н	0,9	0,7	0,5	4,1	4,7	3,1	2,8	1,2	3,8	3,4	1,6	2,2	26,4
Рыбниковское	н	н	н	2,0	0,2	н	0,2	н	н	н	н	н	0,2	2,4
Тюбук	н	н	н	н	0,5	0,6	0,5	н	0,5	н	н	н	0,2	2,4
Усть-Караболка	н	н	н	н	0,5	н	н	н	н	н	н	0,5	0,1	1,2
Худайбердинский	н	н	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	2,0	н	н	0,5	н	0,5	6,0
Щербакровка	0,5	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Среднее: 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
2002 г.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6	1,0	0,7	0,7	0,2	0,5	0,2	0,6	0,4	4,8
Фон для Уральского региона: 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
2002 г.	0,2	н	н	н	0,2	н	н	0,2	0,2	0,3	0,1	н	0,1	1,2

н – ниже порога обнаружения (≤ 0,01 Бк/м²·месяц)

п. Новогорный (см. табл. 2.6). Выпадения ^{137}Cs в Новогорном увеличились в 1,2 раза по сравнению с 2002 г. и в 22 раза превышали среднерегиональный фон. Максимальные месячные выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный – $4,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$ – наблюдались в июне, когда региональный фон был $0,18 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{месяц}$. Средняя сумма выпадений ^{137}Cs за год в зоне наблюдения составляла $6,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, что в 5 раз превышает региональные фоновые выпадения ($1,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Поверхностные воды

Радиационная обстановка в районе р. Течи до настоящего времени остается сложной. Влияние стоков ПО «Маяк» на загрязнение речной воды ^{90}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 2003 г. на ПО «Маяк» снизились сбросы ^{90}Sr в открытую гидрографическую сеть в 1,2 раза по сравнению с 2002 г., а трития – в 1,8 раза и составляли $1,84 \cdot 10^{12}$ и $2,74 \cdot 10^{13}$ Бк/год соответственно [1]. Кроме этих радионуклидов в 2003 г. в сбросах был зарегистрирован ^{137}Cs в количестве $5,81 \cdot 10^{10}$ Бк, отсутствовавший в предыдущем году.

Пробы воды из рек в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2003 г. отбирались Уральским УГМС (Екатеринбургская и Челябинская лаборатории) ежемесячно в семи пунктах. В табл. 2.7 приведена объемная активность ^{90}Sr в речной воде в отдельных пунктах водных систем рек Теча – Исеть и Караболка – Синара – Исеть (см. рис. 2.1) по результатам анализа проб в лабораториях НПО «Тайфун» и Уральского УГМС.

Таблица 2.7

Объемная активность ^{90}Sr в реках в зоне влияния ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/л

Месяц	р. Теча		р. Караболка	р. Синара	р. Исеть		
	Муслимово	Першинское	Усть - Караболка	Устье р. Синары	Красноисетское	Шадринск	Мехонское
Январь	8,2	6,2	1,6	0,26	4,1	2,3	2,1
Февраль	9,9	6,8	2,7	0,55	5,6	2,2	1,9
Март	9,0	6,5	2,7	0,29	5,7	1,9	2,1
Апрель	8,4	9,2	2,2	0,17	2,5	1,3	1,7
Май	9,2	6,0	1,9	0,79	2,6	1,0	1,6
Июнь	9,8	3,1	2,7	0,40	1,3	0,9	0,8
Июль	13,2	4,1	2,6	0,41	2,2	1,0	0,7
Август	9,7	7,1	2,8	0,40	2,8	1,9	1,5
Сентябрь	15,5	8,9	1,8	0,38	3,8	3,1	2,2
Октябрь	12,7	11,5	1,3	0,30	5,9	2,5	2,0
Ноябрь	17,5	12,6	1,8	0,36	7,2	3,0	2,9
Декабрь	16,8	11,3	1,8	0,30	7,0	4,0	3,4
Среднее:							
2003 г.	11,0	7,7	2,0	0,40	4,1	2,0	1,9
2002 г.	9,9	8,0	1,8	0,37	3,3	1,9	1,8

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи у д. Муслимово в 2003 г. увеличилась примерно в 1,2 раза по сравнению с предыдущим годом и составляла $11,0 \text{ Бк/л}$. Это значение в 2,2 раза выше уровня вмешательства для населения в питьевой воде $\text{УВ}(^{90}\text{Sr}) = 5 \text{ Бк/л}$ по НРБ-99 [9] для этого радионуклида и в 2 000 раз выше фонового уровня для рек России. Ниже по течению реки у д. Першинское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2003 г. практически не изменилась и со-

ставляла 7,7 Бк/л. В воде р. Исети вниз по течению по мере удаления от устья р. Течи в пунктах Красноисетское, Шадринск и Мехонское среднегодовая объемная активность ^{90}Sr уменьшалась с 4,1 до 1,9 Бк/л. В п. Красноисетское она увеличилась в 1,2 раза по сравнению с 2002 г., а в п. Шадринске и Мехонском не изменилась. В целом, в воде р. Исеть объемная активность ^{90}Sr в 2003 г. была в 1,2 – 2,6 раза ниже УВ. В водах системы рек Караболка – Синара в п. Усть-Караболка и в устье р. Синары среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2003 г. сохранилась на уровне предыдущего года и составляла 2,0 Бк/л и 0,4 Бк/л соответственно.

В табл. 2.8 приведена объемная активность ^{137}Cs в воде рек в тех же пунктах отбора проб.

Таблица 2.8

Объемная активность ^{137}Cs в реках в зоне влияния ПО «Маяк» в 2003 г., мБк/л

Месяц	р. Теча		р. Караболка	р. Синара	р. Исеть		
	Муслимово	Першинское	Усть - Караболка	Устье р. Синары	Красноисетское	Шадринск	Мехонское
Январь	420	101	150	25	48	15	45
Февраль	260	93	100	22	64	36	27
Март	310	100	30	14	61	28	16
Апрель	1370	60	30	29	23	40	23
Май	350	156	10	35	39	26	11
Июнь	160	109	30	34	32	21	41
Июль	270	85	30	31	19	26	31
Август	250	59	50	20	42	19	81
Сентябрь	220	66	50	19	54	17	30
Октябрь	280	66	100	30	35	4	21
Ноябрь	230	92	50	21	41	18	36
Декабрь	850	97	20	20	47	15	37
Среднее:							
2003 г.	414	90	54	25	42	22	33
2002 г.	180	94	50	20	30	30	20

Из табл. 2.8 видно, что наибольшая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась в воде р. Течи вблизи ПО «Маяк». По мере удаления от ПО «Маяк» концентрации этого радионуклида уменьшались. Объемная активность ^{137}Cs в 2003 г. в воде р. Течи (д. Муслимово) колебалась в течение года от 0,16 Бк/л до 1,37 Бк/л при среднегодовом значении 0,41 Бк/л, которое в 2,3 раза выше средней объемной активности ^{137}Cs в 2002 г., однако, в 26 раз ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) [9].

Исследования отобранных на территории Челябинской области проб воды на содержание в них трития, выполненные НПО «Тайфун» [7], показали, что в природных водах области (реках, озерах, колодцах, системе питьевого водоснабжения) вблизи ПО «Маяк» наблюдалось повышенное содержание этого радионуклида по сравнению с его глобальным уровнем для территории России. В 2003 г. эти исследования были продолжены [11]. В табл. 2.9 приведены данные о содержании трития в воде рек Теча и Караболка, а также в питьевой воде г. Челябинска и пос. Новогорный за все время наблюдений [11]. Из приведенных данных видно, что объемная активность трития в воде р. Теча превышает фон по территории России (1,8 – 3,6 Бк/л) примерно на один - два порядка величины. По мере удаления от ПО «Маяк» концентрация трития уменьшается (см. рис. 2.1). Повышенная объемная активность трития имеет место и в питьевой воде пос. Новогорный. Что касается питьевой воды г. Челябинска, то объемная активность трития в ней близка к глобальному фону, но все же несколько повышена.

Динамика изменения объемной активности трития в реках Теча и Караболка в течение 2003 г. приведена в табл. 2.10. Из табл. 2.10 видно, что повышенные концентрации трития имели место во второй половине года.

Таблица 2.9

Объемная активность трития в некоторых водных объектах в 100-км зоне ПО «Маяк» в апреле – июне 1998 г. и в 2003 г., Бк/л

Место отбора пробы	Период отбора	
	1998 г.	2003 г.
р. Теча, Новый мост	22 (1)	123 (8)
р. Теча, пос. Муслимово	234 (1)	109,4 (12)
р. Теча, с. Бродокалмак	170 (1)	-
р. Теча, с. Нижнепетропавловское	120 (1)	-
р. Караболка (с. Усть – Караболка, с. Татарская Караболка)		15,1 (4)
пос. Новогорный, водопроводная вода	54 (2)	-
г. Челябинск, северо-западная часть	11 (2)	-
пос. Градский прииск (Челябинск, северо-западная часть, колодец)	46 (1)	-

Примечание: в скобках указано количество отобранных проб за данный период

Таблица 2.10

Содержание трития в речных водах в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/л

Дата	р. Теча		р. Караболка
	Муслимово	Новый Мост	Татарская Караболка
28.01.03	97,1	92,7	6,9
18.02.03	83,3	-	-
26.03.03	98,1	103,0	-
29.04.03	97,8	133,5	-
26.05.03	75,9	114,2	10,1
18.06.03	87,9	-	-
25.07.03	113,0	106,3	-
22.08.03	110,7	96,9	33,5
22.09.03	191,5	213,9	-
28.10.03	120,6	123,2	10,0
13.11.03	119,2	-	-
08.12.03	117,5	-	-
Среднее	109,4	123,0	15,1

В 2000 – 2003 гг. ежемесячно определялось содержание трития в атмосферных осадках ряда контрольных пунктов в 100-км зоне ПО «Маяк»: Челябинск, Аргаяш, Новогорный, Касли, Верхний Уфалей и Бродокалмак [11]. Результаты определения среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках приведены в табл. 2.11.

Таблица 2.11

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

Год	Объемная активность трития, Бк/л воды					
	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	-	-

На рис. 2.2 графически изображено изменение среднегодовых объемных активностей трития в атмосферных осадках в зависимости от расстояния от ПО «Маяк». Из приведенных данных видно,

что источником трития для атмосферы является район расположения ПО «Маяк», наибольшие значения объемных активностей имеют место в ближайшем к ПО «Маяк» п. Новогорный. В 2003 г. содержание трития в п. Новогорный составило 91,9 Бк/л, что в 37 раз выше среднего значения по территории РФ (2,5 Бк/л) (см. разд. 1).

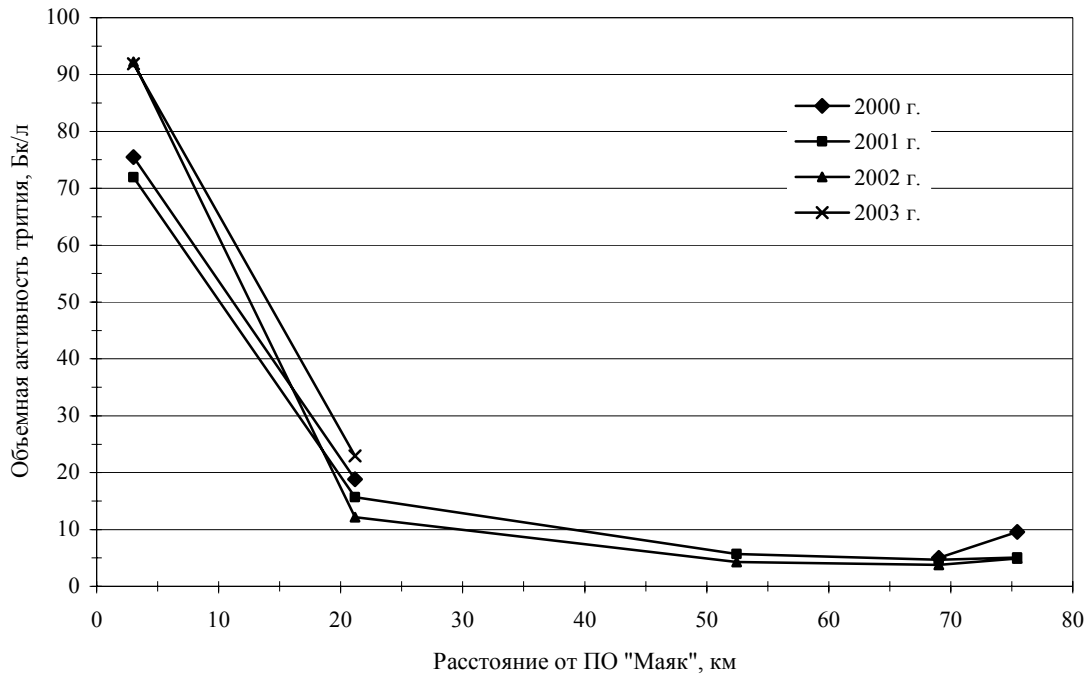


Рис. 2.2. Изменение среднегодовой объемной активности трития в атмосферных осадках с изменением расстояния от ПО «Маяк»

Динамика сезонного изменения содержания трития в осадках в 2003 г. приведена в табл. 2.12. Из таблицы видно, что содержание трития в осадках, также как и в воде рек, во втором полугодии было выше, чем в первом.

Таблица 2.12

Объемная активность трития в осадках в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2003 г., Бк/л

Месяц	Аргаяш	Новогорный	Касли
Январь	< 0,9	71,2	13,1
Февраль	7,3	69,9	4,5
Март	-	12,7	26,2
Апрель	-	-	-
Май	22,1	147,1	-
Июнь	8,0	33,0	-
Июль	25,5	105,1	3,1
Август	12,9	182,5	37,6
Сентябрь	43,3	145,4	27,6
Октябрь	24,3	115,7	99,5
Ноябрь	13,1	53,7	17,3
Декабрь	27,7	75,1	17,9
Среднее за год	18,5	91,9	27,4

Снежный покров и растительность

В марте в зоне наблюдения 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}Cs приведены в табл. 2.13 и 2.14 [8].

Таблица 2.13

Плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в зоне наблюдения ПО «Маяк», Бк/м²

Пункт отбора проб (18.03.03)	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Ибрагимово	7,1	10,6	1,6	2,2
Касли	17,9	39,1	0,6	2,9
Кыштым	9,7	40,8	0,9	2,9
ЛЭП-60	15,2	29,2	0,3	1,5
Малый Куяш	8,3	19,0	1,7	1,4
Метлино (новое)	13,8	19,2	0,3	2,0
Новая Теча	9,9	12,9	2,8	1,7
Новогорный	27,8	94,6	4,6	2,5
Татыш	11,3	10,0	2,1	2,3
Худайбердинский	14,7	19,5	2,2	3,0
Среднее по зоне наблюдения	13,7	29,5	1,7	2,2

Усредненная по зоне наблюдения плотность загрязнения снежного покрова суммой β -активных радионуклидов увеличилась по сравнению с 2002 г. в 2,2 раза, а ^{137}Cs – в 1,3 раза. Наибольшее загрязнение снега ^{137}Cs наблюдалось в Худайбердинском – 3,0 Бк/м², что в 1,4 раза выше среднего значения по зоне наблюдения, а $\Sigma\beta$ – в Новогорном (94,6 Бк/м²), что в 3,2 раза выше среднего значения по зоне наблюдения.

Таблица 2.14

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

Пункт отбора проб (29.08.03)	$\Sigma\beta$		^{137}Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Ибрагимово	302,5	271,8	2,2	8,1
Касли	224,9	288,5	2,4	18,2
Кыштым	437,2	371,6	5,6	3,3
ЛЭП-60	300,6	462,4	2,8	4,0
Малый Куяш	375,2	510,7	1,8	14,6
Метлино (новое)	446,5	382,7	3,8	10,0
Новая Теча	644,5	300,9	8,6	13,6
Новогорный	659,5	732,3	49,4	62,4
Татыш	404,8	637,0	9,7	19,5
Худайбердинский	409,8	372,4	10,1	14,2
Среднее по зоне наблю-	420,5	433,0	9,6	16,8

Наибольшая $\Sigma\beta$ -активность растительности наблюдалась, как и в 2002 г., в п. Новогорный. Там же зарегистрировано самое большое содержание ^{137}Cs в растительности, в 3,7 раз превышающее

среднее по зоне наблюдения. Усредненное по зоне наблюдения содержание ^{137}Cs в растительности увеличилось в 2003 г. в 1,7 раза.

Радиационный фон на местности

Измерения мощности экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения в зоне влияния ПО «Маяк» в 2003 г. проводились ежедневно в 21 пункте. Среднегодовые значения МЭД в пунктах зоны наблюдения находились в пределах 10 – 13 мкР/ч (при среднем значении 11 мкР/ч) и не отличались от естественного γ -фона для Уральского региона.

Выводы

Подводя итоги, можно сказать, что в 2003 г. радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк» продолжает оставаться сложной. Объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи в среднем, по сравнению с 2002 г., не уменьшилась, на два порядка превышала региональный фоновый уровень и была более чем в 2 раза выше уровня вмешательства для питьевой воды по НРБ-99.

Характеристики радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в этом районе в 2003 г. также не улучшились. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», увеличилась в 2,3 раза, $^{239,240}\text{Pu}$ – в 1,5 раза, ^{238}Pu – в 2,2 раза. Объемная активность ^{137}Cs в Новогорном в 130 раз превышала средневзвешенную объемную активность по РФ, а объемная активность ^{90}Sr – в 101 раз.

Годовые выпадения техногенных радионуклидов в зоне наблюдения вокруг ПО «Маяк» заметно превышали фоновые для Уральского региона: по ^{90}Sr – в 3,5 раза, по ^{137}Cs – в 5 раз. Содержание трития в осадках несколько увеличилось по сравнению с 2002 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 км² вдоль берега реки. Размеры и границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) комбината учитывают преобладание западных и юго-западных ветров. Санитарно-защитная зона вытянута в виде овала с юго-запада на северо-восток протяженностью 17 км. Ее граница напротив с. Атаманово проходит по р. Енисей (рис. 2.3, 2.4).

Площадь промплощадки с СЗЗ составляет 56 км². 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 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).

Комбинат создавался исключительно для наработки оружейного плутония [12]. Описание основных производств ГХК, схема обращения с радиоактивными отходами подробно представлены в [13]. 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. В соответствии с Соглашением от 23 сентября 1997 г. между Правительствами России и США о сотрудничестве в отношении реакторов, производящих плутоний, он должен быть остановлен после создания замещающих энергетических мощностей.

Завод РТ-2 по переработке отработанного 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 отработанное 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 [12].

За время деятельности ГХК, связанной с эксплуатацией реакторного и радиохимического заводов, часть территорий СЗЗ и зоны наблюдения загрязнены радионуклидами. В сравнении с 2002 г. площадь этих территорий не увеличилась [1] и составляла на конец 2003 г. 4,704 км² (на промплощадке – 4,289 км², в СЗЗ – 0,068 км², в ЗН – 0,347 км²). Площадь загрязнения земли составляла 4,533 км², водоемов – 0,151 км². В СЗЗ ГХК на площади 0,055 км² МЭД не превышает 60 мкР/ч, а на площади 0,013 км² – колеблется в пределах от 60 мкР/ч до 230 мкР/ч. В ЗН площади с МЭД до 60 мкР/ч составляют 0,347 км², а с МЭД от 60 мкР/ч до 230 мкР/ч – 0,018 км². Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

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 реактора и бассейна выдержки привело к значительному снижению концентрации радионуклидов в воде р. Енисей [2], а также в водной растительности и рыбе.

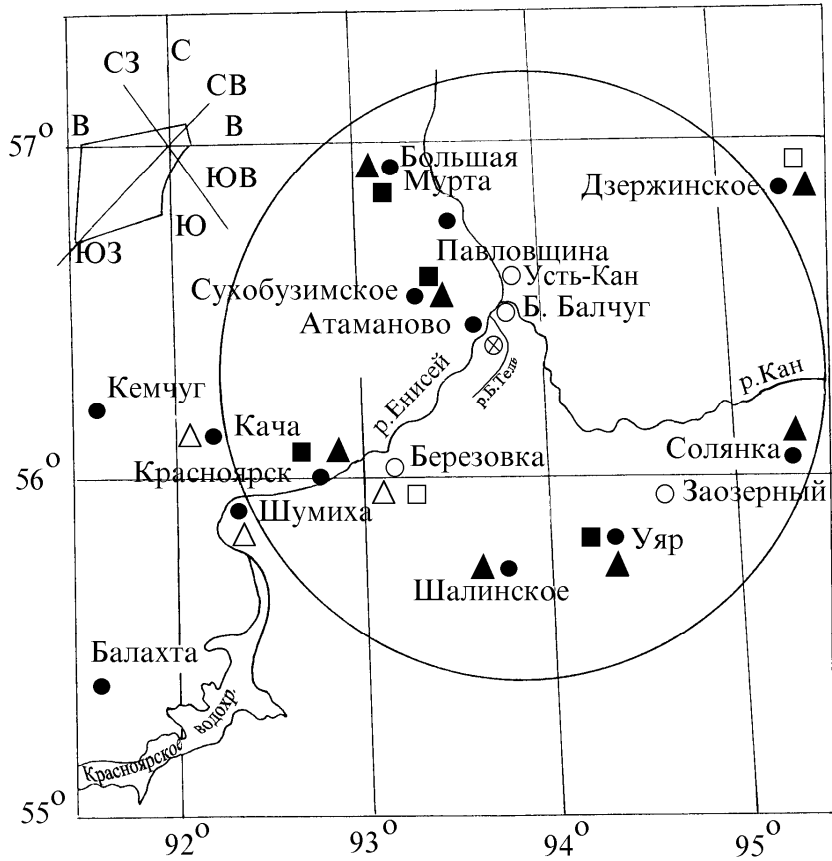


Рис. 2.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Горно-химического комбината:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- Δ □ — планируемые наблюдения

Согласно [14], в 2003 г. все производства на ГХК работали, в основном, в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных Минприроды России норм по выбросам и сбросам радионуклидов.

По данным Минатома [1], представленным в табл. 2.15, в 2003 г. годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов на ГХК составляли от 0,0007 % для ^{95}Nb до 22,5 % для суммы ИРГ от величины разрешенных выбросов.

В 2003 г. выбросы большинства радионуклидов уменьшились в 1,3 – 1,9 раза или остались на уровне прошлого года. Увеличились выбросы ^{51}Cr – в 2,1 раза, ^{141}Ce – в 1,5 раза, ^{95}Zn и ^{140}Ba – в 1,4 раза, ^{54}Mn , ^{131}I и ^{137}Cs – в 1,2 раза.

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на ГХК, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Снижение (-), увеличение (+) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
³² P	5,55·10 ¹¹	5,2·10 ¹⁰	9,1·10 ¹⁰	+ 3,9·10 ¹⁰
⁵¹ Cr	1,48·10 ¹¹	1,96·10 ⁹	4,16·10 ⁹	+ 2,2·10 ⁹
⁵⁴ Mn	3,70·10 ⁹	2,0·10 ⁷	2,3·10 ⁷	+ 3,0·10 ⁶
⁵⁹ Fe	3,70·10 ⁹	1,8·10 ⁷	8,0·10 ⁶	- 1,0·10 ⁷
⁵⁸ Co	3,70·10 ⁹	1,77·10 ⁸	1,96·10 ⁸	+ 1,9·10 ⁷
⁶⁰ Co	3,70·10 ⁹	2,53·10 ⁸	2,54·10 ⁸	+ 1,0·10 ⁶
⁶⁵ Zn	7,40·10 ⁹	4,7·10 ⁷	6,6·10 ⁷	+ 1,9·10 ⁷
⁹⁰ Sr	1,48·10 ¹⁰	1,15·10 ⁹	3,28·10 ⁸	- 8,22·10 ⁸
⁹⁵ Zr	7,40·10 ¹⁰	2,1·10 ⁶	9,0·10 ⁵	- 1,2·10 ⁶
⁹⁵ Nb	1,48·10 ¹¹	3,1·10 ⁶	9,0·10 ⁵	- 2,2·10 ⁶
¹⁰³ Ru	5,55·10 ¹⁰	2,1·10 ⁶	8,0·10 ⁵	- 1,3·10 ⁶
¹⁰⁶ Ru	1,18·10 ¹¹	2,88·10 ⁹	7,33·10 ⁸	- 2,15·10 ⁹
¹³¹ I	1,85·10 ¹¹	2,7·10 ⁸	3,19·10 ⁸	+ 4,9·10 ⁷
¹³⁴ Cs	1,85·10 ⁹	5,0·10 ⁶	5,0·10 ⁶	0
¹³⁷ Cs	1,85·10 ¹⁰	2,14·10 ⁸	2,66·10 ⁸	+ 5,2·10 ⁷
¹⁴⁰ Ba	3,70·10 ⁹	1,7·10 ⁸	2,4·10 ⁸	+ 7,0·10 ⁶
¹⁴¹ Ce	3,70·10 ⁹	3,3·10 ⁶	5,0·10 ⁶	+ 1,7·10 ⁶
¹⁴⁴ Ce	1,11·10 ¹¹	1,17·10 ⁹	9,25·10 ⁸	- 2,45·10 ⁸
Σ Pu	7,40·10 ⁹	3,4·10 ⁸	4,45·10 ⁸	+ 1,05·10 ⁸
сумма ИРГ	1,70·10 ¹⁵	3,59·10 ¹⁴	3,83·10 ¹⁴	+ 2,41·10 ¹³

ΣPu – сумма нуклидов плутония

Сброс всех радионуклидов в р. Енисей в 2003 г. не превышал установленных нормативов и находился в пределах от 0,08 % (¹⁰⁶Ru) до 49,9 % (²³⁹Np) от разрешенного сброса [1] (табл. 2.16). Сбросы большинства радионуклидов на ГХК в 2003 г. уменьшились: годовой сброс ¹⁰⁶Ru уменьшился в 3,5 раза, ¹⁴⁴Ce – в 1,8 раза, ¹³⁷Cs – в 1,5 раза, ⁹⁰Sr – в 1,4 раза. Сброс остальных радионуклидов уменьшился или увеличился незначительно. Основной вклад в объемную активность смеси сбрасываемых в р. Енисей радионуклидов вносили ²⁴Na с периодом полураспада 15 часов, ³²P с периодом полураспада 14,3 суток и ²³⁹Np с периодом полураспада 2,355 суток.

Радиационный мониторинг объектов природной среды в СЗЗ и в зоне наблюдения комбината осуществляется Радиозэкологическим центром ГХК [14]. В 2003 г. Радиозэкологическим центром ГХК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха измерялась непрерывно с недельной экспозицией с помощью ВФУ на трех стационарных пунктах наблюдения (см. рис. 2.3, т.т. 3, 15, 16), расположенных на расстоянии до 15 км в направлении преобладающих ветров и до 10 км с наветренной стороны от основного источника выбросов;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в четырех пунктах, расположенных в радиусе до 15 км от ГХК, с помощью планшетов с недельной экспозицией и в 2 фоновых точках на расстоянии около 70 км (п. Емельяново и д. Сухая) – с месячной экспозицией;
- загрязнение почвы и растительности определялось в 14 пунктах, два из которых фоновые;
- загрязнение снега определялось в 13 точках, две из которых фоновые;
- загрязнение воды контролировалось в р. Енисей и в ручьях, протекающих вблизи хранилищ

радиоактивных отходов или пересекающих линии спецканализации;

- мониторинг мощности эквивалентной дозы внешнего γ -излучения проводился системой АСКРО ГХК, состоящей из 11 постов контроля.

Таблица 2.16

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами ГХК в открытую гидрографическую сеть, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
²⁴ Na	$1,85 \cdot 10^{14}$	$6,42 \cdot 10^{13}$	$6,59 \cdot 10^{13}$	$+ 1,7 \cdot 10^{12}$
³² P	$2,22 \cdot 10^{13}$	$7,87 \cdot 10^{12}$	$8,38 \cdot 10^{12}$	$+ 5,1 \cdot 10^{11}$
⁴⁶ Sc	$3,7 \cdot 10^{11}$	$5,43 \cdot 10^{10}$	$5,08 \cdot 10^{10}$	$- 3,5 \cdot 10^9$
⁵¹ Cr	$1,48 \cdot 10^{13}$	$1,28 \cdot 10^{12}$	$1,01 \cdot 10^{12}$	$- 2,7 \cdot 10^{11}$
⁵⁴ Mn	$1,48 \cdot 10^{11}$	$3,30 \cdot 10^9$	$3,70 \cdot 10^9$	$+ 4,0 \cdot 10^8$
⁵⁹ Fe	$1,85 \cdot 10^{11}$	$3,94 \cdot 10^{10}$	$3,71 \cdot 10^{10}$	$- 2,3 \cdot 10^9$
⁵⁸ Co	$3,7 \cdot 10^{11}$	$1,58 \cdot 10^{10}$	$1,79 \cdot 10^{10}$	$+ 2,1 \cdot 10^9$
⁶⁰ Co	$3,7 \cdot 10^{11}$	$4,30 \cdot 10^{10}$	$4,63 \cdot 10^{10}$	$+ 3,3 \cdot 10^9$
⁶⁴ Cu	$5,55 \cdot 10^{12}$	$2,04 \cdot 10^{12}$	$1,63 \cdot 10^{12}$	$- 4,1 \cdot 10^{11}$
⁶⁵ Zn	$3,7 \cdot 10^{11}$	$3,49 \cdot 10^{10}$	$3,87 \cdot 10^{10}$	$+ 3,8 \cdot 10^9$
⁷⁶ As	$5,55 \cdot 10^{12}$	$7,26 \cdot 10^{11}$	$6,13 \cdot 10^{11}$	$- 1,13 \cdot 10^{11}$
⁹⁰ Sr	$7,40 \cdot 10^{10}$	$1,09 \cdot 10^{10}$	$7,88 \cdot 10^9$	$- 3,02 \cdot 10^9$
⁹⁵ Zr + ⁹⁵ Nb	$7,40 \cdot 10^{11}$	$1,08 \cdot 10^{10}$	$1,04 \cdot 10^{10}$	$- 4,0 \cdot 10^8$
¹⁰³ Ru	$1,85 \cdot 10^{11}$	$5,3 \cdot 10^9$	$5,2 \cdot 10^9$	$- 1,0 \cdot 10^8$
¹⁰⁶ Ru	$3,70 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{10}$	$3,1 \cdot 10^9$	$- 7,8 \cdot 10^9$
¹²⁴ Sb	$3,7 \cdot 10^{11}$	$8,5 \cdot 10^8$	$7,0 \cdot 10^8$	$- 1,5 \cdot 10^8$
¹³¹ I	$5,55 \cdot 10^{11}$	$3,65 \cdot 10^{10}$	$3,30 \cdot 10^{10}$	$- 3,5 \cdot 10^9$
¹³⁴ Cs	$3,0 \cdot 10^{10}$	$6,0 \cdot 10^8$	$5,6 \cdot 10^8$	$- 4,0 \cdot 10^7$
¹³⁷ Cs	$1,11 \cdot 10^{11}$	$1,7 \cdot 10^{10}$	$1,14 \cdot 10^{10}$	$- 5,6 \cdot 10^9$
¹⁴⁰ Ba	$3,7 \cdot 10^{11}$	$3,12 \cdot 10^{10}$	$3,17 \cdot 10^{10}$	$+ 5,0 \cdot 10^8$
¹⁴¹ Ce	$1,85 \cdot 10^{11}$	$9,7 \cdot 10^9$	$9,4 \cdot 10^9$	$- 3,0 \cdot 10^8$
¹⁴⁴ Ce	$3,7 \cdot 10^{11}$	$2,18 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^{10}$	$- 9,8 \cdot 10^9$
¹⁵² Eu	$1,85 \cdot 10^{11}$	$5,4 \cdot 10^9$	$4,9 \cdot 10^9$	$- 5,0 \cdot 10^8$
¹⁵⁴ Eu	$3,7 \cdot 10^{10}$	$9,1 \cdot 10^8$	$7,0 \cdot 10^8$	$- 2,1 \cdot 10^8$
²³⁹ Np	$7,4 \cdot 10^{12}$	$3,93 \cdot 10^{12}$	$3,69 \cdot 10^{12}$	$- 2,4 \cdot 10^{11}$

Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг ГХК проводятся Среднесибирским УГМС [12]. В 2003 г. Среднесибирское УГМС проводило наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ с расходом $4800 \text{ м}^3/\text{час}$ на фильтр ФПП-15-1,5 в четырех пунктах контроля (рис. 2.4);
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в семи пунктах (рис. 2.4) с помощью планшетов с суточной экспозицией;
- за загрязнением почвы и снега во время маршрутных обследований (рис. 2.5);
- за загрязнением воды в р. Енисей и др. рек 100-км зоны;
- за мощностью экспозиционной дозы на 11 станциях и двух гидропостах, а также в 78 точках посредством проведения маршрутной γ -съемки.

Приземная атмосфера

Контроль объемной активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН проводился Радиэкологическим центром в трех пунктах. Аэрозоли улавливались на фильтр из ткани ФПП-15-1,7 с помо-

щью ВФУ производительностью 300 м³/час. Периодичность смены фильтров составляла 7 – 10 суток. В неозоленных фильтрах спустя 3 суток после окончания отбора определялось содержание ⁷Be и просматривалось возможное наличие короткоживущих радионуклидов. Затем фильтры озолялись и прокаливались при температуре 400°С, в прокаленных пробах определялась суммарная α- и β-активность радионуклидов. В пробах, собранных по каждому пункту контроля за месяц, с помощью полупроводникового γ-спектрометра определялось содержание γ-излучающих нуклидов. Кроме того, озоленные пробы объединялись по каждому пункту контроля за квартал и подвергались дополнительному анализу на полупроводниковом γ-спектрометре для определения содержания долгоживущих радионуклидов. Содержание ^{239,240}Pu определялось радиохимическими методами из озоленных проб, собранных за квартал, а ⁹⁰Sr – из проб, собранных за год.

Контроль радиоактивности приземной атмосферы в 100-км зоне ГХК проводился Среднесибирским УГМС в четырех пунктах: в г. Красноярске (опытное поле), в пп. Сухобузимское, Уяр и Большая Мурта (см. рис. 2.4).

В табл. 2.17 приведены среднемесячные и максимальные суточные значения объемной активности Σβ в атмосферном воздухе, полученные по результатам анализов недельных и суточных проб [12, 14].



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

Таблица 2.17

**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 2003 г., 10^{-5} Бк/м³
(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-северо-запад, Большая Мурта	72 км на юго-восток, Уяр	
Январь	с	33	-	35	19	53	74	44
	м	40	-	39	56	121	199	121
Февраль	с	49	46	43	24	51	69	50
	м	120	99	93	56	126	155	95
Март	с	120	82	93	12	55	75	60
	м	200	140	190	24	126	241	188
Апрель	с	26	29	29	9	25	24	22
	м	30	36	34	17	67	42	39
Май	с	43	43	51	9	40	34	29
	м	63	70	120	22	121	89	71
Июнь	с	38	30	36	10	40	37	28
	м	100	53	49	19	95	102	87
Июль	с	57	61	72	11	36	36	30
	м	71	81	100	26	111	83	77
Август	с	53	64	62	11	35	37	28
	м	73	96	84	23	79	83	79
Сентябрь	с	55	50	53	8	20	22	19
	м	68	65	61	15	85	61	61
Октябрь	с	63	57	60	11	43	47	36
	м	88	76	90	35	162	146	89
Ноябрь	с	94	88	91	12	57	76	62
	м	150	160	140	41	171	167	135
Декабрь	с	150	130	130	29	60	75	73
	м	190	240	220	344	220	251	198
Среднее:								
2003 г.		65	62	63	14	43	51	40
2002 г.		62	36	41	16	35	35	28

- - отбор проб не производился

Из табл. 2.17 видно, что объемная активность суммы β -активных радионуклидов в СЗЗ и ЗН ГХК в 2003 г. была в среднем примерно в 1,4 раза выше, чем в 2002 г., и в 4,5 раза выше, чем в г. Красноярске (опытное поле). В пунктах 100-км зоны вокруг ГХК, по данным Среднесибирского УГМС, среднегодовое значение объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе также увеличилось в среднем в 1,4 раза по сравнению с 2002 г. и было в 2,9-3,6 раза выше, чем в г. Красноярске [12]. В г. Красноярске объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере практически не отличалась от средневзвешенной по РФ объемной активности. Это, вероятно, объясняется тем, что г. Красноярск в соответствии с розой ветров находится с подветренной стороны от источника. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ уменьшается с увеличением расстояния от источника.

Наибольшая среднемесячная и максимальная суточная объемная активность $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ГХК наблюдалась в марте и декабре 2003 г. В среднем по всем пунктам контроля объемная активность $\Sigma\beta$ в первом и четвертом кварталах была в 1,8 раза выше, чем во втором и третьем кварталах. Поскольку в первом и четвертом кварталах года влияние ветрового подъема загрязненной радионук-

лидами пыли с поверхности земли на объемную активность $\Sigma\beta$ несущественно, увеличение в этот период объемной активности $\Sigma\beta$, вероятнее всего, связано с деятельностью ГХК.

Максимальное значение среднесуточной объемной активности $\Sigma\beta$ было зарегистрировано в Красноярске 4 – 5 декабря – $678,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. На следующие сутки 5 – 6 декабря объемная активность $\Sigma\beta$ уменьшилась, но была еще высокой – $133,4$ Бк/м²·сутки. В пробах, отобранных в Красноярске, объемная активность ¹³⁷Cs составила $1107 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в пробе за 4 – 5 декабря и $222 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в пробе за 5 – 6 декабря, что соответственно на пять и четыре порядка выше средневзвешенного значения по территории РФ, но на два - три порядка ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99 [9].

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей, отобранных Радиозоологическим центром ГХК в СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 2.18.

Таблица 2.18

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы на границе СЗЗ и в ЗН ГХК в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные Радиозоологического центра ГХК)

Радио- нуклид	Размещение пунктов контроля относительно источника выбросов – объекта 262/1						ДОО _{НАС.} по НРБ-99, Бк/м ³
	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		
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	
⁶⁰ Co	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	11
⁹⁰ Sr	2,6	0,07	0,18	0,04	0,06	0,06	2,7
⁹⁵ Zr	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	23
⁹⁵ Nb	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	72
¹⁰³ Ru	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	46
¹⁰⁶ Ru	1,35	0,29	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	4,4
¹³¹ I	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	7,3
¹³⁷ Cs	0,53	0,44	0,22	0,26	0,23	0,11	27
¹⁴⁰ Ba	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	22
¹⁴¹ Ce	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	33
¹⁴⁴ Ce	4,2	0,36	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	3,3
^{239,240} Pu	0,028	0,016	0,023	0,039	0,065	0,067	0,0025
$\Sigma\alpha$	4,5	6,0	3,2	9,6	4,9	10,0	-

Из табл. 2.18 видно, что в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН комбината присутствует целый ряд радионуклидов (продуктов деления и нейтронной активации), отсутствующих в глобальном радиоактивном фоне. Для сравнения в табл. 2.18 приведены допустимые уровни содержания радионуклидов в воздухе для населения по НРБ-99 [9]. В 2003 г. по сравнению с 2002 г. в СЗЗ и ЗН (10 – 15 км) имело место увеличение в приземной атмосфере объемной активности суммы α -активных радионуклидов. Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs в воздухе СЗЗ и ЗН остались на уровне 2002 г. или уменьшились, но превышали средневзвешенную по РФ в ЗН в 2,7 – 6,3 раза, а в СЗЗ – в 10,7 раза. Объемная активность ⁹⁰Sr в СЗЗ и ЗН также превышала средневзвешенную по территории РФ в 3 – 5 раза. Однако, как видно из табл. 2.18, самые высокие из зарегистрированных объемных активностей радионуклидов были существенно ниже ДОО_{НАС.} по НРБ-99 [9].

В табл. 2.19 приведены данные радионуклидного анализа проб аэрозолей из 100-км зоны ГХК, проведенного НПО «Тайфун» и Западно-Сибирским УГМС в 2000 – 2003 гг. [15]. Согласно этим данным из техногенных радионуклидов в пробах были обнаружены ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr.

Таблица 2.19

**Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг
ГХК в 2000 – 2003 гг., 10^{-7} Бк/м³
(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
^{137}Cs							
Б. Мурта	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
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
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
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
^{90}Sr							
Б. Мурта	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
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
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
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

- - пробы не отбирались;

н – ниже порога обнаружения

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs в 2003 г. в Большой Мурте, Сухобузимском и Уяр были на уровне фоновой для территории РФ и территории Западной Сибири. Аномально высокая объемная активность ^{137}Cs в воздухе, равная $320 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, была зарегистрирована в объединенной месячной пробе аэрозолей, отобранных в Красноярске (опытное поле) в декабре 2003 г., хотя в остальные месяцы объемная активность ^{137}Cs была на уровне фона или ниже предела обнаружения. Это высокое значение сказалось и на увеличении среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в Красноярске. Причины увеличения содержания ^{137}Cs в приземной атмосфере Красноярска в декабре пока не выяснены. В остальных пунктах 100-км зоны ГХК увеличение содержания ^{137}Cs не наблюдалось.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в пунктах Уяр, Красноярск, Большая Мурта, Сухобузимское в 100-км зоне Горно-химического комбината в 2003 г. изменялась в пределах от $1,2 \cdot 10^{-7}$ до $3,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории Западной

Сибири $2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Только в п. Сухобузимское объемная активность ⁹⁰Sr превышала среднее значение по Западной Сибири в 1,3 раза, в остальных пунктах объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне была ниже.

Из табл. 2.19 видно, что средневзвешенные по территории Западной Сибири объемные активности ⁹⁰Sr за последние 4 года имеют тенденцию к уменьшению.

Радиоактивные выпадения

В 2003 г. Радиоэкологическим центром ГХК осуществлялся контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов с недельной (на территории СЗЗ и ЗН) и месячной (в пунктах контроля глобального фона) экспозицией, поэтому количественные результаты этих измерений в Ежегоднике не приводятся, так как они не могут быть сопоставлены с суточными измерениями, проводимыми Росгидрометом, из-за неопределенности коэффициента пересчета (эффективность улавливания планшета изменяется с увеличением экспозиции пробы).

Согласно этим данным, наибольшие годовые выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в д. Б. Балчуг. Они в 1,2 – 1,6 раза превышали годовые выпадения в фоновых точках. Из техногенных радионуклидов в выпадениях был обнаружен только ¹³⁷Cs. В 2003 г. выпадения ¹³⁷Cs в фоновых точках увеличились примерно в 2 раза по сравнению с 2002 г., а в пунктах СЗЗ и ЗН – в среднем в 1,5 – 4,1 раза превышали значения в фоновых точках.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне ГХК в 2003 г. проводился Среднесибирским УГМС в семи пунктах, расположение которых вокруг ГХК 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. 2.20. Средние по 100-км зоне ГХК выпадения $\Sigma\beta$

Таблица 2.20

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$
в 100-км зоне вокруг ГХК в 2003 г., Бк/м²·сутки
(данные Среднесибирского УГМС)**

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Большая Мурта	с	1,0	1,0	1,1	0,6	0,7	0,9	0,8	1,2	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0
	м	2,7	2,9	5,1	1,4	1,5	3,8	1,9	4,8	2,0	4,3	5,0	2,3		
Дзержинское	с	1,1	0,7	0,5	0,7	0,6	1,3	1,4	0,5	1,1	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
	м	2,9	1,6	1,5	1,9	2,0	3,6	6,4	2,0	3,2	4,2	1,6	2,6		
Красноярск (Опытное поле)	с	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,9
	м	3,2	1,9	1,6	1,8	1,5	2,2	1,7	2,0	2,3	1,7	1,5	3,0		
Солянка	с	1,1	0,7	0,8	0,6	0,8	1,1	1,3	0,8	1,2	1,3	0,7	0,7	0,9	1,1
	м	4,0	1,6	2,1	1,4	2,9	3,3	4,1	5,0	6,0	5,0	1,6	2,2		
Сухобузимское	с	0,9	0,6	0,9	0,7	0,8	0,9	1,1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9
	м	4,1	1,2	2,3	1,9	2,4	2,9	3,8	4,5	1,3	2,0	2,6	3,6		
Уяр	с	0,7	0,8	0,4	0,7	0,8	1,0	0,8	0,8	1,3	1,2	1,0	0,7	0,9	0,9
	м	1,3	1,5	1,2	2,2	2,5	4,5	2,4	3,9	7,4	5,9	4,2	1,7		
Шалинское	с	0,7	0,8	0,7	0,7	0,9	0,8	1,0	0,6	1,0	0,7	0,9	0,9	0,8	1,1
	м	1,2	1,6	1,8	1,5	2,3	4,1	2,3	2,8	3,0	2,5	1,8	1,6		
Среднее по 100-км зоне:	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	0,8	1,0
	2002 г.	1,2	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	0,9		

уменьшились в 1,3 раза по сравнению с данными 2002 г. и были в 1,8 раза ниже фоновых для территории РФ. Значения плотности радиоактивных выпадений в суточных пробах, превышающие критическую величину 110 Бк/м²·сутки, в 2003 г., как и в предыдущем, на пунктах контроля зафиксированы не были. Выпадения ¹³⁷Cs, средневзвешенного по Западно-Сибирскому региону, в 2003 г. были ниже предела обнаружения.

Почва, растительность

Отбор проб почвы для контроля ее загрязнения радионуклидами в СЗЗ и ЗН ГХК в 2003 г. производился Радиоэкологическим центром ГХК 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 загрязнения растительности осуществлялся путем отбора проб травы в тех же точках, где осуществлялся отбор почвы. На каждом участке отбиралось по две параллельные пробы травы, которая срезалась косой с фиксированной площади.

Одновременно в местах отбора проб на высоте 1 м от поверхности земли проводились измерения мощности экспозиционной дозы дозиметром ДРГ – 01Т1.

В табл. 2.21 приведены результаты радиоизотопного анализа отобранных проб почвы и травы на содержание ¹³⁷Cs как основного радионуклида техногенного происхождения. Из таблицы видно, что плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ГХК составляла от 0,9 до 3,2 кБк/м² (9 км на северо-восток от ГХК). Фоновые значения в среднем составляли 1,6 кБк/м². Удельная активность травы находилась на фоновом уровне и не превышала 1,8 Бк/кг в.-с. Мощность дозы в точках отбора пробы (10 – 13 мкР/ч) не превышала фоновых значений.

Таблица 2.21

**Содержание ¹³⁷Cs в растительности и в 10-см слое почвы в СЗЗ и ЗН ГХК в 2003 г.
(данные Радиоэкологического 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	травы, Бк/кг в.-с.	почва, кБк/м ²	травы, Бк/м ²	
санитарно-защитная зона (СЗЗ)					
9 км на северо-восток, т. 2	40±4	< 0,3	3,2±0,5	< 0,1	11
10 км на северо-восток, т. 3	30±3	0,75±0,22	2,3±0,3	0,32±0,11	11
11 км на северо-восток, т. 4	29±3	< 0,3	2,9±0,4	< 0,1	11
10,5 км на северо-восток, т. 5	12±2	0,97±0,27	1,2±0,3	0,19±0,06	12
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	14±2	1,1±0,4	1,3±0,2	0,20±0,07	13
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	13±2	1,8±0,5	0,9±0,17	0,53±0,18	11
3 км на юг, т. 9	27±3	0,85±0,22	1,7±0,3	0,29±0,09	12
4 км на юго-запад, т. 10	12±2	0,47±0,16	1,1±0,2	0,17±0,06	10
зона наблюдения					
7 км на север, с. Атаманово, т. 13	33±4	0,80±0,23	2,6±0,4	0,08±0,03	12
8 км на север, п/л. «Тажный», т. 14	19±3	< 0,3	2,0±0,4	< 0,1	11
15 км на северо-восток, д. Б.Балчуг, т. 15	29±3	1,2±0,4	2,9±0,1	0,25±0,09	11
9 км на юго-запад, г. Железнодорожск, т. 16	27±3	< 0,3	2,1±0,4	< 0,1	10
контрольные точки					
70 км на запад, п. Емельяново	22±3	< 0,3	1,3±0,2	< 0,1	10
73 км на юго-запад, д. Крутая	24±3	1,4±0,3	1,8±0,3	0,12±0,03	10

В 2003 г. Среднесибирское УГМС 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 в феврале, марте, мае, июне, июле и сентябре по 8 маршрутам в 78 точках. Отбор проб объектов природной среды производился Среднесибирским УГМС в пунктах, расположенных, по возможности, в разных направлениях от комбината в радиусе до 30 км.

В период с 20 мая по 30 июля 2003 г. Среднесибирским УГМС были отобраны 14 проб почвы возле населенных пунктов: Атаманово, Барабаново, Большой Балчуг, Большие Пруды, Додоново, Кононово, Мингуль, Новый Путь, Павловщина, Сухобузимское, Толстомысово, Хлоптуново, Шивера и Красноярск (опытное поле – фоновая точка).

Места отбора проб объектов природной среды выбирались с учетом местных условий. Пробы отбирались геологическими кольцами методом «конверта»; глубина отбора составляла 5 см. При отборе проб производились измерения МЭД гамма-излучения на высотах 1 см и 1 м от поверхности контролируемого объекта. Измеренные в точках отбора проб значения МЭД находились в пределах колебаний естественного гамма-фона и не превышали 17 мкР/ч на высоте 1 см и 13 мкР/ч на высоте 1 м над поверхностью земли.

В пробах почвы из техногенных радионуклидов обнаруживался только ^{137}Cs . Исключение составляет проба почвы, отобранная в д. Павловщина возле огородов в месте, затопляемом во время весенних паводков р. Енисей. В этой пробе кроме ^{137}Cs был обнаружен ^{60}Co . Результаты анализа проб приведены в табл. 2.22. Согласно этим данным во всех пунктах контроля в 30-км зоне ГХК, кроме Павловщины, плотность загрязнения почвы ^{137}Cs не превышает фоновый уровень для территории России – 1,9 кБк/м².

Контроль γ -фона в СЗЗ и ЗН проводился системой АСКРО ГХК. Система состоит из 11 постов контроля и одного информационно-управляющего центра. Посты контроля размещены на расстоянии от 4 до 28 км от источника выбросов с учетом расположения населенных пунктов. Измерения МЭД производились 4 раза в сутки с экспозицией 512 с. По данным Радиозоологического центра ГХК [14], в 2003 г. среднемесячные значения МЭД изменялись в диапазоне 8 – 11 мкР/ч. Среднегодовое значение составило 9 мкР/ч, что соответствует γ -фону Уральского региона [8].

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне ГХК контролировалась Среднесибирским УГМС на 11 станциях и двух гидропостах (на станциях – 4 раза в сутки, на гидропостах – 2 раза в сутки) [12] на специально отведенных участках метеоплощадок на высоте 1 м от поверхности почвы.

Значения МЭД γ -излучения в 2003 г. в 100-км зоне, в основном, находились в пределах колебаний естественного фона. Исключение представляет гидропост Атаманово, где ежемесячно максимальные значения достигали 23 – 27 мкР/ч, а среднемесячные значения составляли 18 – 22 мкР/ч. Это связано с загрязнением поймы р. Енисей долгоживущими радионуклидами, о котором упоминалось выше.

Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в 30-км зоне вокруг ГХК в 2003 г.
(данные Среднесибирского УГМС)

Место отбора проб	Дата отбора	Суммарная удельная β-активность, кБк/кг	Радионуклид	Содержание радионуклидов	
				удельная активность, Бк/кг	запас в слое, кБк/м ²
Атаманово	29.05.03	0,803	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	17,7 15,0 23,4 376,8	1,012
Барабаново	20.05.03	0,763	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	38,2 42,2 18,5 403,2	0,863
Большой Балчуг	30.07.03	0,817	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	37,9 32,4 27,5 495,0	0,988
Большие Пруды	20.05.03	0,930	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	51,9 38,7 39,2 744,5	1,344
Додоново	30.07.03	0,894	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	41,1 28,2 13,3 497,5	0,585
Кононово	29.05.03	1,088	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	43,9 н 29,0 477,7	1,063
Мингуль	29.05.03	0,872	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	39,6 н 34,5 380,0	1,234
Новый Путь	17.06.03	1,015	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	43,0 24,3 12,5 661,9	0,366
Павловщина	29.05.03	0,839	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K ⁶⁰ Co	50,3 31,8 65,2 690,8 32,8	2,411 1,211
Сухобузимское	29.05.03	0,859	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	29,9 22,4 40,9 440,2	1,331
Голстомысово	26.06.03	0,886	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	25,8 16,6 13,3 401,4	0,585
Хлоптуново	29.05.03	2,158	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	33,8 24,2 17,3 498,4	0,807
Шивера	20.05.03	1,001	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	44,6 34,9 34,5 696,8	1,905
Красноярск (опытное поле) – фоновая точка	03.07.03	1,055	²³² Th ²²⁶ Ra ¹³⁷ Cs ⁴⁰ K	25,3 15,5 24,2 321,8	0,922

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

- Сухобузимское – 8 случаев (от 21 до 34 мкР/ч в октябре);
- Дзержинское – 3 случая (от 21 до 24 мкР/ч);
- М. Шумиха – 2 случая (22 и 23 мкР/ч);
- Солянка – 2 случая (21 и 23 мкР/ч);
- Балахта – 1 случай (23 мкР/ч в июле).

Снежный покров

Содержание $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК определялось Радиозэкологическим центром ГХК и приведено в табл. 2.23, где для сравнения также даются сведения о результатах наблюдений в контрольных фоновых точках. Отбор проб снега производился один раз в год в конце зимнего периода перед началом снеготаяния: в 2003 г. – это период с 28.02 по 26.03. 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 0,2 до 2,6 м² на всю глубину снежного покрова. Масса проб составляла от 28 до 90 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 γ -спектрометре.

Таблица 2.23

**Содержание радионуклидов в снеге в СЗЗ и ЗН ГХК в 2003 г.
(данные Радиозэкологического 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 ²	
	$\Sigma\beta$, Бк/л	^{137}Cs , мБк/л	$\Sigma\beta$	^{137}Cs
санитарно-защитная зона (СЗЗ)				
9 км на северо-восток, т. 2	0,31±0,05	4,8±1,0	22±4	0,33±0,08
10 км на северо-восток, т. 3	0,21±0,04	5,9±1,2	49±9	1,4±0,3
11 км на северо-восток, т. 4	0,31±0,05	6,2±1,3	41±7	0,79±0,20
8 км на северо-восток, т. 5	0,33±0,06	6,7±1,5	50±9	1,0±0,3
4 км на восток от границы ограждения об. 354А, т. 6	0,38±0,06	5,6±1,2	38±7	0,56±0,15
1 км на юг от границы ограждения об. 354А, т. 7	0,47±0,08	11±3	34±6	0,80±0,22
3 км на юг, т. 9	0,30±0,05	3,0±0,9	42±7	0,41±0,14
4 км на юго-запад, т. 10	0,29±0,05	< 1,0	27±5	< 0,1
зона наблюдения (ЗН)				
8 км на север, п/л «Таежный», т. 14	0,14±0,03	4,7±0,7	10±2	0,34±0,06
15 км на северо-восток, д. Б. Бальчуг, т. 15	0,30±0,04	2,8±0,6	19±3	0,18±0,05
9 км на запад, г. Железногорск, т. 16	0,21±0,04	2,5±0,6	14±3	0,17±0,05
контрольные точки				
70 км на запад, п. Емельяново	0,22±0,03	2,6±0,5	8±2	0,10±0,02
72 км на запад, д. Сухая	0,24±0,04	2,6±0,5	17±3	0,17±0,04

По результатам гамма-спектрометрических анализов в пробах снега из техногенных радионуклидов обнаруживался практически только ^{137}Cs . Из табл. 2.23 видно, что максимальная плотность загрязнения снега долгоживущими β -активными радионуклидами и ^{137}Cs наблюдалась в т. 3 (СЗЗ) в 10 км на северо-восток от ГХК и была примерно в 10 раз выше фоновых значений.

В период с 5 февраля по 17 марта 2003 г. Среднесибирским УГМС были отобраны 12 проб снега в 30-км зоне ГХК 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. 2.24, показали, что загрязнение снега $\Sigma\beta$ в 30-км зоне не отличалось от загрязнения в СЗЗ и ЗН. Плотность загрязнения снега изменялась от 4,2 Бк/м² в п. Шивера до 49,5 Бк/м² в п. Мингуль и не превышала выпадений $\Sigma\beta$ за период аккумуляции снега в 100-км зоне ГХК. Техногенные γ -излучающие радионуклиды и ^7Be в пробах снега обнаружены не были.

Таблица 2.24

Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 30-км зоне вокруг ГХК в 2003 г.
(данные Среднесибирского УГМС)

Пункт отбора пробы (рис. 2.3)	Объемная активность в талой воде, Бк/л	Плотность загрязнения, Бк/м ²
Атаманово	0,40	20,45
Барабаново	0,17	9,97
Большой Балчуг	0,21	9,58
Большие Пруды	0,24	11,19
Додоново	0,53	24,34
Кононово	0,50	23,24
Мингуль	0,93	49,51
Новый Путь	0,20	9,34
Тартат	0,27	12,63
Хлоптуново	0,54	28,70
Шивера	0,09	4,19
Красноярск (опытное поле) – фоновая проба	0,66	31,88

Поверхностные воды

Содержание радионуклидов в воде р. Енисей Радиэкологическим центром 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 к реке. Фоновые концентрации радионуклидов в воде р. Енисей определялись у д. Додоново, расположенной на 17 км выше выпуска сбросных вод ГХК (рис. 2.3, т. 3), пробы отбирались ежемесячно. Для повышения чувствительности и достоверности результатов осадки, полученные после концентрирования месячных проб, объединялись за год. Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей приведены в табл. 2.25, там же приведены уровни вмешательства для населения по НРБ-99 [9].

Из приведенных данных видно, что ниже выпуска в воде присутствовали радионуклиды техно-

генного происхождения, отсутствующие в фоновой точке. Основной вклад в объемную активность воды вносили ^{24}Na ($T_{1/2}=15$ ч.) и ^{32}P ($T_{1/2}=14$ сут.). По сравнению с 2002 г. содержание некоторых радионуклидов в воде увеличилось: ^{24}Na - примерно в 1,2 раза и ^{32}P – в 1,4 раза в точке 250 м ниже выпуска и ^{90}Sr – в 8,7 раза в точке 10 км ниже выпуска. Однако концентрации всех обнаруженных радионуклидов были на два – семь порядков ниже УВ по НРБ-96 [16] и НРБ-99 [9]. На расстоянии 10 км вниз по течению от выпуска объемные активности ^{24}Na , ^{32}P , ^{239}Np , ^{90}Sr и ^{137}Cs уменьшались в 1,3 – 7,7 раза, наличие остальных радионуклидов также еще прослеживалось.

Таблица 2.25

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде р. Енисей в 2003 г., Бк/л
(данные Радиозэкологического центра ГХК)

Радионуклид	Пункт контроля		Уровень вмешательства по НРБ-99
	250 м ниже выпуска	10 км ниже выпуска (1 км выше д. Б.Бальчуг)	
^{24}Na	13,9±2,3	1,8±0,8	2900**
^{32}P	0,61±0,09	0,10±0,02	58
^{46}Sc	< 0,01*	< 0,02*	93
^{51}Cr	< 0,3*	< 0,05*	3700
^{54}Mn	< 0,001*	< 0,002*	200
^{59}Fe	< 0,01*	< 0,002*	77
^{58}Co	< 0,004*	< 0,001*	190
^{60}Co	0,0053±0,0009	0,0023±0,0006	41
^{65}Zn	< 0,01*	< 0,002*	36
^{76}As	< 0,2*	< 0,04*	87
^{90}Sr	0,0033±0,0007	0,0026±0,0006	5
^{95}Zr	< 0,005*	< 0,001*	150
^{95}Nb	< 0,005*	< 0,001*	240
^{103}Ru	< 0,005*	< 0,0005*	190
^{106}Ru	< 0,003*	< 0,001*	20
^{131}I	< 0,01*	< 0,002*	6,3
^{134}Cs	< 0,0001*	< 0,00003*	7,3
^{137}Cs	0,0033±0,0007	< 0,003*	11
^{140}Ba	< 0,02*	< 0,002*	53
^{141}Ce	< 0,006*	< 0,001*	200
^{144}Ce	< 0,006*	< 0,001*	27
^{152}Eu	< 0,001*	< 0,003*	99
^{154}Eu	< 0,0003*	< 0,00004*	69
^{239}Np	< 1*	< 0,2	170

Примечания: фоновые объемные активности для ^{90}Sr ~ 2,2 мБк/л, для ^{137}Cs – < 5 мБк/л (17 км выше выпуска, д. Додоново);

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

** – ДУА_{НАС} по НРБ-96, т.к. уровень вмешательства по НРБ-99 для ^{24}Na не нормируется

С 1983 г. Среднесибирское УГМС осуществляет контроль за загрязнением воды в р. Енисей 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 с мая по октябрь и высылаются в НПО «Тайфун», где производится радиоизотопный анализ проб. По данным этих наблюдений до 1992 г. в воде р. Енисей на расстояние до 1360 км вниз по течению реки наблюдался широкий спектр техногенных радионуклидов. С 1993 г., после остановки в 1992 г. двух прямоточных реакторов, на всех створах в воде регистрировался только ^{137}Cs . Объемные активности радионуклидов в 1983 г., в 1993 и 2003 гг. представлены в табл. 2.26.

Из табл. 2.27 видно, что в воде некоторых ручьев, протекающих в СЗЗ комбината, наблюдалось повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым для р. Енисей (см. табл. 2.25).

Максимальные объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs имели место в устье ручья №1 (т. 4), в устье ручья №3 (т. 8) и в устье р. Шумихи (т. 12), однако они были на один – четыре порядка меньше УВ по НРБ-99 [9]. Максимальная объемная активность ^{90}Sr была в 24 раза меньше уровня вмешательства, а ^{137}Cs – в 26 раз. Максимальная концентрация ^{137}Cs в воде примерно в 50 раз превышала фоновую в р. Енисей, а ^{90}Sr ~ в 100 раз.

Выводы

В 2003 г. все производства Красноярского ГХК работали в регламентном технологическом режиме, что обеспечивало соблюдение установленных норм выбросов и сбросов радионуклидов. Годовые выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов не превышали 25 % от разрешенных выбросов, поэтому в 2003 г. они почти не сказались на уровнях загрязнения воздуха техногенными радионуклидами за пределами СЗЗ комбината. Однако среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере ЗН в 4,5 раза превышала средневзвешенную по территории РФ, а ^{90}Sr – в 3 – 5 раз. В пробах почвы, отобранных вблизи ГХК, присутствовали долгоживущие техногенные радионуклиды, отсутствующие в глобальных выпадениях. Объемные активности техногенных радионуклидов в воде р. Енисей были существенно ниже допустимых по НРБ-99. В воде некоторых ручьев, протекающих в СЗЗ, также наблюдалось повышенное содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению с фоновым, что объясняется миграцией радионуклидов с загрязненных участков промплощадки.

Поэтому радиационная обстановка вокруг ГХК хотя и оставалась стабильной в 2003 г., но требует постоянного контроля.

2.4. Сибирский химический комбинат

Основным источником радиоактивного загрязнения окружающей среды в Томской области около пятидесяти лет является крупнейший в России и мире среди предприятий ядерно-топливного цикла Сибирский химический комбинат (СХК), расположенный в г. Северске в 16 км от г. Томска. СХК был создан как единый комплекс ядерного технологического цикла с основной задачей – создание компонентов ядерного оружия на основе делящихся материалов (высокообогащенного урана и плутония), а также с целью наработки делящихся материалов в разной форме (в том числе энергетического назначения). Основу СХК в настоящее время составляют пять главных заводов и ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт, а также целый ряд вспомогательных подразделений. СХК включает в себя [15]:

- реакторный завод, на котором эксплуатируются промышленные уран-графитовые реакторы, предназначенные для наработки оружейного плутония и выработки электроэнергии (в 1990 – 1992 гг. три реактора были остановлены). Два реактора двухцелевого назначения,

функционируют до сих пор, обеспечивая Томск теплом и электроэнергией. Остановка этих реакторов планируется в 2005 – 2006 гг.;

- завод по разделению изотопов для получения обогащенного гексафторида урана работает с 1953 г.;
- сублиматный завод для получения закиси-окиси урана и гексафторида урана работает с 1954 г.;
- радиохимический завод, на котором осуществляется переработка облученных стандартных блоков для получения и очистки солей урана и плутония, работает с 1961 г.;
- химико-металлургическое производство для получения металлического урана и плутония;
- 50 хранилищ жидких и твердых радиоактивных отходов, в том числе три бассейна открытого типа, два пульпохранилища, три водохранилища и подземные хранилища ЖРО.

Воздействие СХК на природную среду многокомпонентно и усиливается за счет совместного воздействия радиоактивных и химических веществ. Производственная деятельность СХК сопровождается образованием большого количества в основном жидких, а также твердых и газоаэрозольных РАО. В атмосферу выбрасываются: ИРГ, ^{90}Sr , ^{131}I , α -активные радионуклиды (плутоний и др.).

Жидкие промышленные сбросы комбината по сбросному каналу поступают в р. Ромашку и далее в р. Томь в районе д. Чернильщиково. Сбросы содержат: ^{24}Na , ^{32}P , ^{46}Sc , ^{51}Cr , ^{59}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{76}As , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{239}Np , $^{239}, ^{240}\text{Pu}$ и другие радионуклиды. Поступление радионуклидов в открытую гидрографическую сеть из-за остановки реакторов и 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 прибрежной (затопляемой) части местности.

С учетом планов дальнейшего развития СХК, связанного в первую очередь со строительством двухблочной атомной станции теплоснабжения АСТ-500, а также строительства завода по производству МОКС-топлива, вероятность радиоактивного загрязнения, как плановыми, так и аварийными выбросами территории Томской области в ближайшем будущем сохраняется [15].

Начало строительства завода по производству МОКС-топлива на базе промышленной площадки ФГУП СХК запланировано на первую половину 2005 г. Будущее производство будет создаваться в рамках российско-американской программы по утилизации оружейных материалов. Основу производства составит адаптированное к российским условиям технологическое оборудование «MELOX» французского производства [3].

В сентябре-октябре 2003 г. начнутся геологические исследования производственной площадки под строительство завода. Строительство будет вестись в 7,5 км от г. Северска на площади в 35 га. В 2005 г. будет подготовлен котлован под фундамент. Потребителями МОКС-топлива в России могут быть АЭС, оснащенные «быстрыми» реакторами типа БН-600 (Белоярская АЭС) или тепловыми реакторами ВВЭР-1000 (Балаковская АЭС) [3].

На территории Томского политехнического института расположен учебный реактор «Спутник» [15]. Включение реактора производится один раз в неделю для учебных целей и выполнения до-

говорных научно-исследовательских работ. На крыше корпуса, где размещен реактор, смонтирован пост № 13 АСКРО, постоянно контролирующей мощность дозы гамма-излучения. МЭД в СЗЗ и на контролируемой территории учебного реактора в 2003 г. не превышала фоновые уровни.

Согласно [1], площадь загрязненных вокруг СХК территорий в 2003 г. не изменилась и на конец года составляла 10,393 км², из них 7,185 км² земель и 3,208 км² водоемов. Все загрязненные территории, в основном, находятся на промплощадке СХК – 10,093 км² и 0,3 км² – в СЗЗ. На промплощадке загрязнено 3,208 км² водоемов: ⁹⁰Sr – с плотностью загрязнения более 100 кБк/м², ¹³⁷Cs и α-активными изотопами плутония. В СЗЗ загрязнено 0,3 км² водоемов: ¹³⁷Cs - с плотностью загрязнения более 500 кБк/м² и ⁹⁰Sr – более 100 кБк/м². Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

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. Сегодняшняя граница г. Томска вплотную примыкает к СЗЗ СХК.

В 2003 г. радиационная обстановка в районе СХК характеризовалась отсутствием каких-либо значимых аварий и инцидентов, связанных с деятельностью комбината и внесших существенный вклад в загрязнение окружающей среды.

По данным [1] выбросы радиоактивных веществ (суммы α-, β-активных нуклидов, суммы инертных радиоактивных газов, ¹³¹I и ⁹⁰Sr) в атмосферу составляли 0,8 – 31,5 % от разрешенных выбросов, установленных органами Министерства природных ресурсов РФ (см. табл. 2.28). В 2003г. выбросы всех радионуклидов уменьшились в 1,1 – 1,4 раза.

В сточных водах комбината, поступающих в р. Томь, регистрировались радионуклиды наведенной активности: ²⁴Na, ³²P, ²³⁹Np, сбросы которых составили соответственно 42, 22 и 42 % от разрешенных сбросов (см. табл. 2.29). По сравнению с предыдущим 2002 г. на СХК достигнуто снижение сбросов в реку: ²⁴Na – в 11 раз, ³²P и ²³⁹Np – в 1,3 раза.

Таблица 2.28

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на СХК, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁹⁰ Sr	5,18·10 ⁹	4,81·10 ⁸	3,48·10 ⁸	-1,33·10 ⁸
¹³¹ I	3,64·10 ¹¹	3,92·10 ⁹	2,92·10 ⁹	-1,0·10 ⁹
Сумма нуклидов плутония	6,81·10 ⁹	2,22·10 ⁹	2,13·10 ⁹	-9,0·10 ⁷
Сумма β-активных радионуклидов	6,88·10 ¹¹	1,05·10 ¹¹	8,20·10 ¹⁰	-2,3·10 ¹⁰
Сумма ИРГ	6,29·10 ¹⁵	1,33·10 ¹⁵	1,21·10 ¹⁵	-1,2·10 ¹⁴

Таблица 2.29

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами СХК в открытую гидрографическую сеть, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сбросов радионуклидов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
²⁴ Na	1,48·10 ¹³	6,94·10 ¹³	6,23·10 ¹²	- 6,32·10 ¹³
³² P	4,07·10 ¹³	1,13·10 ¹³	8,76·10 ¹²	- 2,56·10 ¹²
²³⁹ Np	1,48·10 ¹³	8,14·10 ¹²	6,23·10 ¹²	-1,91·10 ¹²

Мониторинг радиоактивного загрязнения природной среды в 100-км зоне вокруг СХК осуществляется Западно-Сибирским УГМС [15]. В системе мониторинга радиоактивного загрязнения принято считать, что продукты радиационных аварий средней мощности могут распространяться в радиусе до 100 км, местных аварий – не выходить за пределы СЗЗ. Поэтому для мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды вокруг СХК выделено две зоны: 100-км зона, включающая в себя, кроме Томской области, часть Кемеровской и Новосибирской областей (рис. 2.6), и ближняя зона радиусом 20 – 30 км.

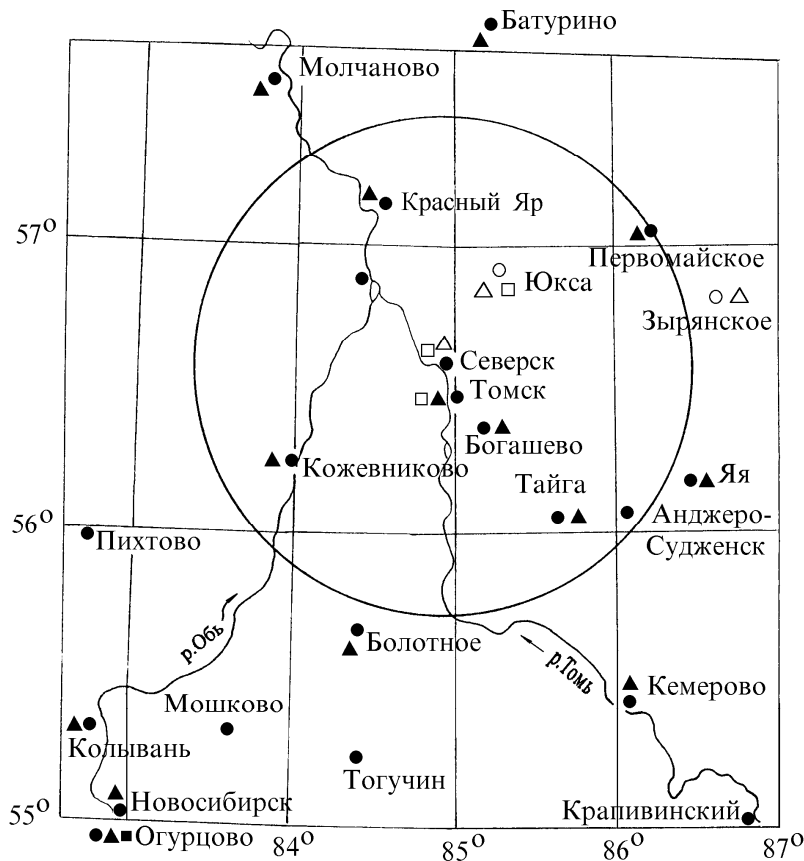


Рис. 2.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Сибирского химического комбината:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- △ □ — планируемые наблюдения

В пределах СЗЗ комбината, непосредственно в г. Северске, измерялись уровни МЭД, отбирались пробы воды, снега, почвы и донных отложений, γ -спектрометрический и радиометрический анализы которых осуществлялись в радиометрической лаборатории Томского ЦГМС. Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы и радиационным фоном на местности в 100-км зо-

не СХК проводился путем ежедневного отбора и анализа проб атмосферных выпадений и измерений уровней МЭД (пробы выпадений из атмосферы отбирались ежедневно на восьми гидрометеорологических станциях и пяти постах; ежедневный отбор проб из приземной атмосферы на одной гидрометеорологической станции по разным причинам был систематическим только с 29 июня; мощность дозы γ -излучения измерялась в синоптические сроки на 11 станциях и 5 постах). Анализ отобранных проб выпадений проводился в региональной радиометрической лаборатории г. Новосибирска. Кроме того, для непрерывного автоматического контроля радиационной обстановки в 30-км зоне влияния СХК Томским областным ЦГМС совместно с СХК в 1996 – 1997 гг. была запущена автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО), в которую входят 26 постов автоматического измерения МЭД и 4 центра сбора и обработки информации.

Приземная атмосфера и радиоактивные выпадения

В 2003 г. отбор проб аэрозолей на территории Томской области производился в г. Колпашево, который не входит в 100-км зону СХК и находится вне зоны влияния СХК, поскольку для района СХК характерно направление розы ветров с юго-запада на северо-восток. Поэтому радионуклидный состав отобранных там проб аэрозолей характеризовал уровни регионального радиоактивного загрязнения атмосферы и, по сути, являлся фоновым.

Результаты анализа проб аэрозолей, отобранных в г. Колпашево, приведены в табл. 2.30.

Несмотря на нерегулярность отбора проб аэрозолей в г. Колпашево, из табл. 2.30 видна тенденция к повышению объемной активности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы в 2003 г. Так усредненная за 2003 г. объемная активность $\Sigma\beta$ составила $11,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что более чем в 2 раза выше значения 2002 г. ($4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Максимальная среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в декабре. В ноябре 2003 г. в г. Колпашево были зарегистрированы четыре суточные пробы аэрозолей повышенной активности. Максимальная суточная объемная активность $\Sigma\beta$ ($89 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), была зафиксирована 20 - 21 ноября 2003 г. Результаты анализа показали отсутствие в них гамма-излучающих радионуклидов техногенного происхождения. ⁹⁰Sr в пробах повышенной активности не определялся.

Таблица 2.30

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере г. Колпашево в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³

Радионуклид	Месяц												Среднее за год	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
$\Sigma\beta$ 2003 г. с	-	11	-	-	-	-	3	8	7	8	18	23	11,1	
	м	-	26	-	-	-	15	17	25	24	89	78		
$\Sigma\beta$ 2002 г. с	5	9	3	2	4	3	3	5	4	-	-	-		4,2
⁹⁰ Sr 2003 г.	0,013	0,013	0,013	-	-	-	0,008	0,008	0,008	0,003	0,003	0,003	0,008	
	2002 г.	0,005	0,005	0,005	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005	-	-		
¹³⁷ Cs 2003 г.	-	н	-	-	-	-	н	н	н	0,023	0,023	0,023	-	
	2002 г.	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н		

с – средняя, м – максимальная;
 - – пробы аэрозолей из приземной атмосферы не отбирались;
 н – ниже предела обнаружения

Объемная активность ^{137}Cs в г. Колпашево в пробах аэрозолей, отобранных в феврале и в третьем квартале была ниже предела обнаружения. В четвертом квартале его активность составила $0,023 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 4,3 раза ниже средневзвешенного значения по Западно-Сибирскому региону за четвертый квартал ($0,099 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Объемная активность ^{90}Sr в приземном слое атмосферы в г. Колпашево в 2003 г. составила $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше по сравнению с предыдущим годом, но в 3 раза ниже средневзвешенного значения по Западной Сибири ($2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Результаты измерений $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне контроля вокруг СХК и за пределами этой зоны – в п.п. Батурино, Колпашево, Молчаново и Первомайское – приводятся в табл. 2.31. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне СХК в 2003 г. в среднем в 2 раза превышали соответствующие величины 2002 г. Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне практически не отличались от выпадений вне этой зоны. Высокие и экстремально высокие уровни выпадений

Таблица 2.31

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг СХК в 2003 г., Бк/м²-сутки

Пункт наблюдения	Месяцы												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2002 г.	2003 г.	
в 30-км зоне															
Александровское	с	2,9	1,2	2,3	2,3	1,3	1,0	0,9	1,1	1,4	1,3	1,9	1,4	1,2	1,6
	м	7,6	4,7	6,6	4,4	3,1	2,5	2,8	2,6	2,7	3,6	7,1	3,6		
Богашево	с	1,3	1,6	2,1	2,7	2,0	1,6	1,4	1,2	0,9	1,4	2,0	2,2	1,3	1,7
	м	4,4	4,7	6,0	7,8	6,2	3,8	3,6	2,9	3,6	4,0	3,3	3,8		
Зоркальцево	с	3,1	3,0	5,7	1,0	1,4	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	1,9
	м	9,3	6,9	9,0	1,8	5,5	3,7	3,7	2,8	4,5	4,3	3,0	2,3		
Козюлино	с	2,4	1,1	2,0	1,3	1,6	1,2	1,3	1,6	1,6	1,3	1,2	1,1	0,8	1,5
	м	4,9	1,9	7,1	3,3	3,0	3,6	2,5	3,0	3,5	2,5	2,2	3,0		
Наумовка	с	1,1	3,1	1,1	1,0	1,3	0,9	1,0	1,7	1,6	0,9	1,1	1,1	1,0	1,3
	м	3,9	7,2	2,7	2,3	2,7	2,1	2,3	3,6	2,7	3,4	3,8	3,8		
Самусь	с	1,2	1,6	0,9	2,6	3,1	0,7	2,3	2,2	4,8	1,5	1,0	2,7	1,1	2,0
	м	4,4	4,5	1,5	4,7	7,2	3,1	4,7	4,9	8,7	3,3	2,9	5,2		
Светлый	с	1,7	4,0	0,9	0,9	2,3	1,2	1,0	1,3	1,4	1,4	0,9	1,1	1,0	1,5
	м	5,7	7,4	2,1	1,8	5,6	3,6	2,9	2,8	2,7	3,2	2,8	3,2		
Томск	с	2,3	1,6	1,5	1,9	1,4	1,1	1,2	0,9	1,4	2,9	1,6	1,3	1,5	1,6
	м	4,4	3,7	3,2	5,6	4,2	1,9	2,8	4,3	2,4	4,2	3,8	3,3		
в 100-км зоне															
Болотное*	с	4,8	2,5	1,7	2,3	2,3	2,7	1,2	1,4	1,6	1,8	1,5	2,6	1,2	2,2
	м	15	6,9	6,5	5,6	6,0	5,7	2,1	4,5	8,5	5,1	4,5	8,1		
Кожевниково	с	1,0	5,7	2,9	1,6	1,5	1,0	1,7	0,9	2,0	1,7	1,1	1,5	1,3	1,9
	м	4,5	9,7	10,1	3,2	3,7	2,9	3,5	2,3	4,9	3,9	3,8	3,1		
Тайга*	с	5,6	3,3	1,7	2,1	1,3	1,5	0,9	1,0	3,5	1,9	2,7	1,1	1,2	2,2
	м	12,3	7,3	4,8	5,7	3,3	3,7	3,6	2,7	7,1	6,2	10,1	3,7		
Яя*	с	3,7	3,0	3,2	1,7	1,5	2,4	4,3	1,8	1,5	2,1	2,6	1,3	1,2	2,4
	м	10,6	7,4	10,3	3,8	4,7	4,9	9,0	3,6	5,1	4,6	0,9	2,7		
вне 100-км зоны															
Батурино	с	3,8	3,1	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,8	2,2	1,9	2,9	1,0	1,3	2,0
	м	14,7	10,5	4,2	3,8	4,1	3,6	4,4	4,0	6,6	5,4	6,3	3,1		
Колпашево	с	4,5	3,2	5,0	2,1	1,8	2,4	4,0	1,2	2,4	1,8	1,7	1,7	1,4	2,8
	м	10,1	8,4	15,6	7,1	3,5	4,2	8,0	2,4	7,1	6,8	5,5	4,5		
Молчаново	с	2,9	5,9	1,6	1,0	1,4	1,3	1,5	1,3	2,6	2,3	1,5	1,4	1,2	2,0
	м	13,2	16,0	4,3	2,8	4,2	4,1	4,0	3,6	4,6	5,6	2,3	3,2		
Первомайское	с	4,3	1,1	2,8	1,6	1,0	1,3	1,7	1,8	1,8	1,8	2,8	2,1	1,2	2,0
	м	9,3	3,7	8,7	4,9	2,6	4,1	4,0	4,6	4,3	3,9	5,3	7,4		

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

(≥ 110 Бк/м²·сутки) в районе СХК не наблюдались. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне СХК в 1,4 – 2 раза превышали среднюю величину по территории РФ.

Содержание гамма-излучающих техногенных радионуклидов в пробах выпадений 100-км зоны было ниже предела обнаружения.

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы в 100-км зоне СХК за три квартала 2003 г. составляли 3,24 Бк/м²·год и в 1,2 раза превышали годовые выпадения ⁹⁰Sr в этой зоне в 2002 г. (2,77 Бк/м²·год), а также в 3,6 раза превышали региональные годовые выпадения ⁹⁰Sr по Западно-Сибирскому региону вне 100-км зоны СХК и других РОО за 2003 г.

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 2003 г., был ⁹⁰Sr, вероятно, глобального происхождения.

Почва и донные отложения

Отбор проб почвы и донных отложений в 2003 г. проводился в районах г. Томска и области, а также в СЗЗ СХК (в районе р. Ромашки и в Чернильщиковой протоке р. Томи после впадения в нее р. Ромашки (см. рис. 2.7)).

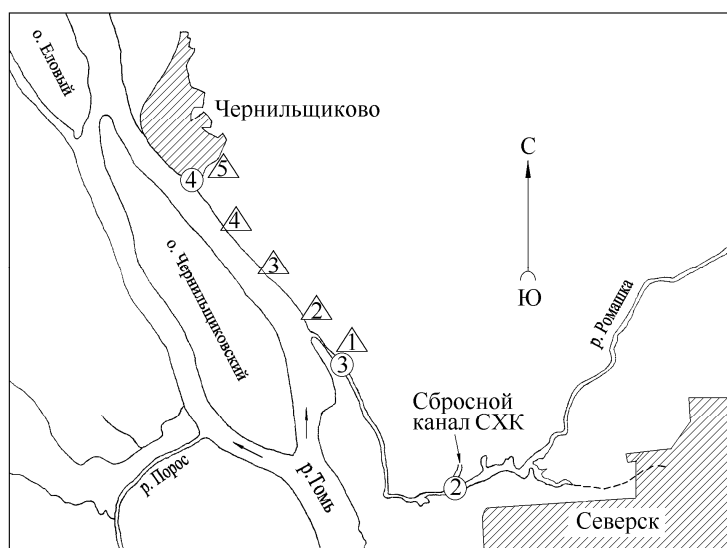


Рис. 2.7. Расположение точек отбора проб объектов окружающей среды в СЗЗ Сибирского химического комбината:

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

Пробы почвы отбирались лопатой на глубину 10 см, площадь отбора составляла 20 см². Пробы донных отложений из поверхностного слоя дна отбирались самодельным пробоотборным устройством непосредственно в воде. Объем отобранной пробы составлял не менее 1 л.

Результаты радиоизотопного анализа проб почвы и донных отложений и значения МЭД на высотах 3 – 4 см и 1 м в точках отбора проб приведены в табл. 2.32. Как видно из табл. 2.32 в поверхностном слое донных отложений и почве, наряду с естественными, присутствует практически постоянный набор радионуклидов техногенного происхождения, отсутствующих в составе глобального фона: ^{60}Co , ^{51}Cr , ^{54}Mn и др. Поскольку каждый год отбор проб донных отложений осуществляется по урезу воды, граница которой ежегодно изменяется, а почвы – в непосредственной близости от воды, то проследить динамику загрязнения почвы и отложений от года к году при такой методике отбора проб не представляется возможным.

Таблица 2.32

Мощность дозы и удельная активность радионуклидов в пробах почвы (0 – 10) см и донных отложений в СЗЗ СХК в 2003 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		Черныльщиковская протока	
	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения	почва	донные отложения
^{22}Na	16	10	-	13	-	-	-	9	-	-
^{46}Sc	98	61	35	102	33	62	10	68	42	93
^{51}Cr	118	40	-	80	-	84	-	108	-	98
^{54}Mn	38	16	25	49	26	43	13	45	31	44
^{60}Co	466	386	131	321	131	225	65	239	171	277
^{65}Zn	725	611	198	535	197	380	76	360	262	472
^{134}Cs	12	10	-	-	-	14	-	-	-	-
^{137}Cs	54	59	45	111	42	94	22	79	52	95
^{152}Eu	58	50	-	54	-	55	-	46	-	49
^{40}K	565	495	440	548	468	373	424	513	484	548
^{226}Ra	17	10	15	35	19	38	16	28	21	32
^{232}Th	14	13	45	42	19	40	15	29	18	32
МЭД,	27	53	56	34	12	13	15	11	11	9
мкР/ч	34	54	31	30	14	11	12	10	11	10

Примечание: Значения МЭД в верхней строке измерены на высоте 3 – 4 см, а в нижней – на высоте 1 м.

Содержание техногенных радионуклидов в почве на р. Ромашка сравнимо с их содержанием в донных отложениях. По мере удаления от устья р. Ромашки, содержание техногенных радионуклидов в почве уменьшается по сравнению с их содержанием в донных отложениях. Содержание ^{137}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.

В 2003 г. также проводился выборочный отбор проб почвы в Томске и его окрестностях. Результаты анализа представлены в табл. 2.33. Гамма-спектрометрический анализ всех проб показал, что в почве присутствовали, в основном, естественные радионуклиды и ^{137}Cs (глобального происхождения). Загрязнение почвы ^{137}Cs находилось, примерно, на фоновом уровне, но было распределено очень неравномерно. Наибольшая активность ^{137}Cs наблюдалась в пробах почвы, отобранных в районе д. Зоркальцево. Содержание естественных радионуклидов ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K – фоновое.

Мощность дозы и удельная активность радионуклидов в пробах почвы, отобранных в г. Томске и его окрестностях в 2003 г.

Пункт отбора проб	МЭД		Дата отбора	Дата измерения	Удельная активность, Бк/кг			
	3-4 см	1 м			²³² Th	²²⁶ Ra	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
п. Самусь, проба 1	9	8	31.07	12.08	15	11	8	428
п. Самусь, проба 2	9	9	31.07	13.08	14	17	12	397
д. Наумовка	7	6	31.07	27.08	40	31	9	468
с. Александровское	13	9	03.07	05.08	31	28	15	410
Канал	14	13	29.07	11.08	25	22	4	502
д. Зоркальцево	9	10	03.08	27.08	34	26	58	408
д. Георгиевка	13	14	01.08	21.08	23	21	19	459
поворот на д. Наумовка	10	9	01.08	27.08	28	26	17	533
р-р «Спутник»	10	9	29.07	11.08	27	26	11	359
с. Первомайское	12	10	16.06	04.08	29	24	20	421
28,5 км по шоссе Томск-Самусь	8	12	01.08	21.08	29	25	20	466

В 15 точках 30-км зоны СХК и на 9 постах СНЛК в марте – апреле 2003 г. был организован отбор проб снега для определения его загрязнения радиоактивными выпадениями в зимний период. Перед отбором проб снега измерялись уровни МЭД на поверхности снега (на высоте 3 – 4 см) и на высоте 1 м над точкой сбора. Все значения МЭД над снегом колебались в пределах 6 – 12 мкР/ч. Гамма-спектрометрический и бета-радиометрический анализы талой воды, полученной из 17 проб снега 30-км зоны СХК, а также 6 проб за 30-км зоной, значимых активностей техногенных радионуклидов не выявили.

Среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 100-км зоны СХК в 2003 г. колебались в пределах 7 – 12 мкР/ч, т.е. на фоновом уровне. По данным АСКРО среднемесячные значения МЭД в населенных пунктах 30-км зоны СХК в 2003 г. колебались в пределах фонового уровня от 8 до 13,0 мкР/ч.

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 (см. рис. 2.7):

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

При отборе проб производились измерения МЭД на высоте 3 – 4 см и 1 м над поверхностью воды. Результаты проведенного гамма-спектрометрического анализа проб воды, а также значения МЭД приведены в табл. 2.34 в сравнении с нормативами НРБ-99. Во всех пробах, отобранных в р. Томь выше сбросов в районе коммунального моста, значимых количеств радиоактивных веществ не было обнаружено. Радиоактивные элементы присутствовали в пробах воды, отобранных в точках 2, 3 и 4.

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 (точки отбора 3 и 4), их объемные активности заметно снижались. Наибольший вклад в загрязнение вод канала и р. Ромашка в 2003 г. вносил ^{24}Na . Его концентрации в сбросном канале в январе - марте превышали допустимую объемную активность для питьевой воды по НРБ-96 [16] ($\text{ДУА}_{\text{НАС.}} = 2900 \text{ Бк/л}$) в 1,9 – 1,2 раза (в НРБ-99 [9] нет норматива для ^{24}Na). Объемная активность ^{239}Np в сбросном канале в январе также превышала уровень вмешательства ($\text{УВ} = 170 \text{ Бк/л}$ по НРБ-99 [9]), а ^{76}As – в январе – апреле и в августе ($\text{УВ} = 87 \text{ Бк/л}$ по НРБ-99). Концентрации остальных радионуклидов, как видно из табл. 2.34, были ниже допустимых по НРБ-99.

Необходимо отметить тот факт, что наблюдался сильный разброс наличия радиоактивных веществ от пробы к пробе (т.е. в разные дни).

Таблица 2.34

Объемная активность радионуклидов в пробах воды в районе СХК в 2003 г., Бк/л

Радионуклид	Месяцы												УВ по НРБ-99
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
в сбросном канале													
^{24}Na	5081	5520	3252	2705	-	59	-	1272	-	34	73	-	2900*
^{239}Np	223	130	89	147	-	40	-	н	-	н	н	-	170
^{99}Mo	н	н	н	73	-	н	-	н	-	н	н	-	230
^{131}I	19	н	н	н	-	н	-	н	-	н	н	-	6,3
^{76}As	298	186	131	203	-	50	-	126	-	н	н	-	87
^{40}K	н	н	н	108	-	н	-	н	-	н	н	-	22
МЭД,	634	698	778	806	29	39	45	156	27	26	56	-	
МкР/ч	131	206	351	240	9	13	18	81	12	15	24	-	
в р. Ромашке													
^{24}Na	656	810	859	542	-	-	-	163	-	-	-	-	2900*
^{239}Np	51	35	36	48	-	-	-	н	-	-	-	-	170
^{76}As	46	33	33	45	-	-	-	24	-	-	-	-	87
МЭД,	169	171	253	168	21	31	15	71	19	24	14	-	
МкР/ч	71	86	139	74	12	13	11	32	11	17	8	-	
в Чернильщиковой протоке													
^{24}Na	-	-	-	-	-	-	-	н	-	33	-	-	2900*
^{239}Np	-	-	-	-	-	-	-	58	-	72	-	-	170
МЭД,	-	-	-	-	10	12	12	99	10	30	-	-	
мкР/ч	-	-	-	-	8	9	8	8	8	16	-	-	

Примечания: данные приведены на момент измерения;

* – $\text{ДУА}_{\text{НАС.}}$ для населения по НРБ-96 [16];

- - измерения не проводились;

н – ниже порога обнаружения;

МЭД – верхняя строка – на высоте 3 – 4 см, нижняя – на высоте 1 м

Выводы

В целом, радиационная обстановка в районе СХК в 2003 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. Продукты деятельности комбината не внесли существенного вклада в радиоактивное загрязнение выпадений из атмосферы. Выход радионуклидов в окружающую среду за пределы СЗЗ СХК не обнаружен. Мощность дозы на тер-

ритории Томской области, по данным сети СНЛК и АСКРО, в течение 2003 г. находилась в пределах естественного фона (7 – 14 мкР/ч).

2.5. Приаргунское производственное горно-химическое объединение

Акционерное общество открытого типа Приаргунское производственное горно-химическое объединение (АООТ ППГХО), созданное в 1970-е годы, – крупнейшее многоотраслевое горно-добывающее предприятие, на котором добываются уран, молибден, уголь, известняк, марганец, цеолиты. Главным направлением деятельности предприятия является добыча и переработка урановой руды и получение природного урана. В 1995 г. Правительство РФ приняло федеральную комплексную целевую программу «Уран России», в соответствии с которой производство урана на АООТ ППГХО может составить до 3,5 тыс. т в год. Проектная мощность предприятия позволяет производить около 3,5 тыс. т урана в год, однако фактическая добыча не превышает 3 тыс. т. Монопольными потребителями уранового концентрата, производимого ППГХО, являются предприятия корпорации «ТВЭЛ» - Новосибирский завод химконцентратов и Машиностроительный завод (г. Электросталь, Московская обл.), на которых изготавливаются тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ), используемые в качестве топлива на АЭС.

Район Забайкалья, где расположено АООТ ППГХО, характеризуется стабильным повышенным радиоактивным загрязнением атмосферы, связанным с присутствием в воздухе пыли, обогащенной природными радионуклидами техногенного происхождения, образующейся при добыче и обогащении урановой руды.

По данным Забайкальского УГМС [17], осуществляющего радиационный мониторинг в этом регионе, среднегодовая объемная активность суммы β -активных радионуклидов в приземном слое воздуха г. Читы (на территории Забайкальского региона имеется только один пункт по отбору проб аэрозолей) постоянно выше, чем в среднем по территориям РФ и югу Восточной Сибири (табл. 2.35). В 2003 г. она составила $21,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что соответствует уровню 2002 г. ($22,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), и была в 1,2 и 1,3 раза выше средневзвешенного значения по региону и по территории РФ соответственно. Максимальная суммарная объемная бета-активность приземного слоя атмосферы – $111,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ - была отмечена 25 февраля.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs ($6,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) практически не изменилась по сравнению с 2002 г. и в 1,3 раза превышала фоновое значение по региону ($4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Чите в 2003 г. составила $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,5 раза выше значения прошлого года, но в 1,7 раза ниже средневзвешенного значения на территории юга Восточной Сибири ($3,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), и лежит в пределах колебаний глобального фона.

Таблица 2.35

Объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в г. Чите в 2000 – 2003 гг., Бк/м³

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории юга Восточной Сибири
¹³⁷Cs, 10⁻⁷							
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
⁹⁰Sr, 10⁻⁷							
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
Σβ, 10⁻⁵							
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

* - измерения проводились в ноябре и декабре.

Среднесуточные выпадения Σβ в этом регионе по данным 21 пункта наблюдений в 2003 г. составляли 2,0 Бк/м²·сутки (в 2002 г. – 2,3 Бк/м²·сутки) и были примерно в 1,4 раза выше средних по территории России (1,4 Бк/м²·сутки). Наибольшая средняя за год суммарная бета-активность составляла 2,2 Бк/м²·сутки и была зарегистрирована в с. Романовка (Республика Бурятия), г. Балей и в 100-км зоне ППГХО – с. Кайластуй, п. Приаргунск (Читинская область). Максимальное значение суточных выпадений Σβ (11,7 Бк/м²·сутки) наблюдалось 24 марта в с. Доно (100-км зона ППГХО).

Среднее значение мощности экспозиционной дозы γ-излучения в Забайкайском регионе по данным 41 пункта наблюдений составляло 13 мкР/ч, однако, в отдельные дни на территории региона регистрировались значения МЭД, превышающие 20 мкР/ч. Максимальное значение – 26 мкР/ч было отмечено 21 мая в г. Краснокаменск (100-км зона ППГХО). Максимальные среднегодовые значения МЭД (16 мкР/ч) наблюдались: в пп. Забайкальск (100-км зона ППГХО), Кяхта, Мангут. Повышенная по сравнению со средней по территории Забайкалья величина МЭД ежемесячно наблюдалась в пунктах Баунт, Кяхта, Новая Курба, Новоселенгинск, Хоринск (Республика Бурятия), Балей, Мангут, Оловянная, Улеты, Шелопугино (Читинская область) и в 100-км зоне ППГХО в пунктах Забайкальск, Кайластуй, Краснокаменск (Читинская область).

В г. Балей, жилой сектор которого был построен с использованием песка из нерекультивированного хвостохранилища предприятия по переработке урансодержащих песков, закрытого в 1964 г., среднегодовое значение МЭД в 2003 г. составляло 15 мкР/ч (максимальное – 20 мкР/ч), в соседних пунктах Нерчинск и Шилка – 12 и 13 мкР/ч соответственно. Среднегодовые выпадения Σβ (2,2 Бк/м²·сутки) были выше средних по Забайкальскому региону.

АООТ ППГХО расположено в п. Октябрьский в 18 км северо-восточнее г. Краснокаменска Читинской области. Добыча урановой руды на ППГХО ведется открытым и подземным способами вокруг п. Октябрьский (Стрельцовский рудный район). Там же производится и ее обогащение.

Источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды являются: пылящий открытый карьер по добыче урановой руды, отвалы балансовых и забалансовых руд, хвостохранилище, гидрометаллургический завод по обогащению руд урана и молибдена, а также Краснокаменская ТЭЦ, использующая угли Уртуйского месторождения с повышенным содержанием естественных радионуклидов. На предприятии имеется 18 источников газоаerosольных выбросов в атмосферу ^{222}Rn и 10 источников выбросов естественного урана. Неочищенные шахтные воды ППГХО, промстоки ТЭЦ и хозяйственные стоки сбрасываются через сбросной коллектор в поверхностные водоемы-накопители и в поверхностные водные объекты открытой гидрографической сети пади Бамбакай. Хвостохранилища этого предприятия тоже представляют определенную экологическую опасность. Необходима консервация выведенных из эксплуатации карьеров, рудников и хвостохранилищ и реабилитация территорий.

Мощность выбросов и сбросов ППГХО и их радионуклидный состав в 2003 г., по данным [1], представлены в табл. 2.36 и 2.37. Необходимо отметить, что выбросы ^{222}Rn этим предприятием на 99,99 % определяют выбросы всех предприятий Минатома. Из табл. 2.36 видно, что в 2003 г. выбросы ^{222}Rn в атмосферу уменьшились в 2,8 раза, а суммы нуклидов урана – в 1,5 раза. Помимо этих радионуклидов в выбросах 2003 г. были зафиксированы: ^{40}K , содержание которого составило $3,96 \cdot 10^9$ Бк/год, ^{210}Po – $1,4 \cdot 10^{13}$ Бк/год, ^{214}Pb – $7,3 \cdot 10^{13}$ Бк/год, ^{214}Bi – $5,33 \cdot 10^{13}$ Бк/год, сумма нуклидов Th – $8,1 \cdot 10^8$ Бк/год. Фактические выбросы ППГХО в 2003 г. находились практически на уровне разрешенных, а выбросы ^{40}K превышали норматив почти в 2 раза.

Таблица 2.36

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на ППГХО, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
^{40}K	$2,04 \cdot 10^9$	-	$3,96 \cdot 10^9$	$+ 3,96 \cdot 10^9$
^{210}Po	$8,44 \cdot 10^{14}$	-	$1,4 \cdot 10^{13}$	$+ 1,4 \cdot 10^{13}$
^{214}Pb	$2,79 \cdot 10^{14}$	-	$7,3 \cdot 10^{13}$	$+ 7,3 \cdot 10^{13}$
^{214}Bi	$7,20 \cdot 10^{13}$	-	$5,33 \cdot 10^{13}$	$+ 5,33 \cdot 10^{13}$
^{222}Rn	$8,51 \cdot 10^{14}$	$9,23 \cdot 10^{14}$	$3,29 \cdot 10^{14}$	$- 5,94 \cdot 10^{14}$
сумма нуклидов U	$1,75 \cdot 10^{11}$	$2,3 \cdot 10^{10}$	$1,5 \cdot 10^{10}$	$- 8,0 \cdot 10^9$
сумма нуклидов Th	$1,92 \cdot 10^9$	-	$8,1 \cdot 10^8$	$+ 8,1 \cdot 10^8$

Мощность сбросов ^{210}Pb , ^{210}Po и суммы нуклидов U в 2003 г. уменьшились по сравнению с 2002 г. в 1,2 – 1,3 раза (табл. 2.37). Сброс суммы нуклидов тория увеличился в 1,1 раза, а ^{226}Ra – остался на уровне прошлого года. Необходимо отметить, что все радионуклиды, кроме урана, сбрасываются ППГХО без утвержденных нормативов разрешенных сбросов.

Площади загрязненных ^{226}Ra и естественным ураном территорий на ППГХО, согласно [1], на 31.12.2003 составляли $8,275 \text{ км}^2$. Большая часть загрязненных земель – $7,102 \text{ км}^2$ – находится на промплощадке, $0,756 \text{ км}^2$ – в СЗЗ и $0,42 \text{ км}^2$ – в ЗН [1]. В СЗЗ на площади $0,107 \text{ км}^2$ МЭД не превы-

шает 60 мкР/ч, на площади 0,53 км² – колеблется от 60 до 230 мкР/ч, на площади 0,118 км² – превышает 230 мкР/ч. В ЗН МЭД колеблется от 60 до 230 мкР/ч. Уровень радиоактивного загрязнения прилегающих к ППГХО территорий в течение многих лет не исследовался. Более подробные данные о загрязнении территории приведены в Приложении 1.

Таблица 2.37

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами ППГХО в открытую гидрографическую сеть, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
²¹⁰ Pb	-	2,8·10 ⁹	3,4·10 ⁹	+ 6,0·10 ⁸
²¹⁰ Po	-	2,2·10 ⁹	2,8·10 ⁹	+ 6,0·10 ⁸
²²⁶ Ra	-	1,5·10 ⁹	1,5·10 ⁹	0
сумма нуклидов Th	-	3,8·10 ⁹	3,5·10 ⁹	- 3,0·10 ⁸
сумма нуклидов U	6,35·10 ¹⁰	1,87·10 ¹⁰	2,21·10 ¹⁰	+ 3,4·10 ⁹

В наиболее неблагоприятном по радиационной обстановке положении по-прежнему находится поселок Октябрьский, который со всех сторон окружен добывающими, перерабатывающими и вспомогательными объектами Приаргунского ПГХО и расположен непосредственно над урановым месторождением.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне ППГХО осуществляется Забайкальским УГМС путем ежедневных наблюдений за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения и атмосферными радиоактивными выпадениями на 5 станциях [17], расположение которых показано на рис. 2.8. Наблюдения за объемной активностью радиоактивных аэрозолей в воздухе в этой зоне не проводятся.

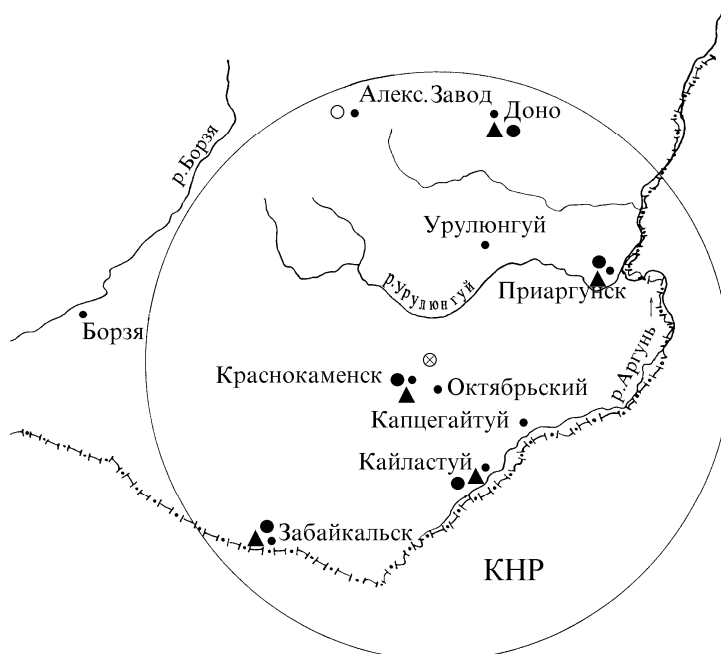


Рис. 2.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Приаргунского ПГХО:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — планируемые наблюдения;
- ⊗ — АООТ ППГХО

По этим характеристикам радиационная обстановка в 100-км зоне ППГХО в 2003 г. несколько отличается от региональной. Среднемесячные значения МЭД в пунктах наблюдений в 2003 г. изменялись от 12 до 18 мкР/ч, что соответствует уровню 2002 г. Максимальное суточное значение МЭД составляло 26 мкР/ч и наблюдалось в г. Краснокаменск 21 мая 2003 г. Среднегодовое значение МЭД в 100-км зоне ППГХО составляло 14,6 мкР/ч и было выше фонового для территории Забайкалья (13 мкР/ч).

Суммарная β -активность атмосферных выпадений в 100-км зоне ППГХО и среднегодовые и максимальные значения МЭД в пунктах 100-км зоны приводятся в табл. 2.38.

Таблица 2.38

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг Приаргунского ПГХО в 2003 г., Бк/м²·сутки

Месяц		Пункт наблюдений					Среднее по Забайкальскому региону	
		П. Доно	п. Забайкальск	с. Кайластуй	г. Краснокаменск	п. Приаргунск	2002 г.	2003 г.
Январь	с	2,0	2,4	2,6	1,8	2,3	2,5	2,1
	м	5,0	5,0	7,0	5,5	5,1		7,4
Февраль	с	2,0	1,8	2,3	2,0	2,5	2,3	1,9
	м	5,6	4,3	6,0	6,4	6,2		8,5
Март	с	2,2	2,1	3,1	2,1	2,3	2,9	2,0
	м	11,7	4,6	8,1	4,8	6,0		11,7
Апрель	с	2,0	1,6	1,8	1,6	1,8	2,5	1,8
	м	4,8	3,3	3,7	4,4	4,3		7,1
Май	с	1,8	1,7	2,4	2,6	2,3	2,0	2,0
	м	6,3	4,1	5,0	6,2	4,9		6,4
Июнь	с	1,9	2,3	1,7	2,1	2,4	2,0	2,0
	м	5,7	4,3	4,8	3,7	6,9		6,9
Июль	с	1,9	2,1	2,3	1,4	1,8	2,3	2,0
	м	5,3	5,3	5,5	3,2	5,2		7,2
Август	с	2,0	2,8	1,8	1,9	3,6	2,3	2,0
	м	4,4	6,8	5,0	4,7	9,2		9,2
Сентябрь	с	1,6	2,6	1,4	1,3	1,6	2,0	1,9
	м	3,4	6,0	2,9	3,5	3,5		6,1
Октябрь	с	2,0	2,0	2,3	2,0	2,5	2,1	2,1
	м	4,3	5,4	4,9	6,5	5,3		6,9
Ноябрь	с	2,4	2,3	2,0	2,3	1,6	2,1	2,0
	м	6,2	6,0	5,7	5,4	3,8		8,0
Декабрь	с	1,6	1,6	2,1	2,1	1,6	2,1	1,9
	м	3,6	3,8	6,5	4,3	3,5		6,0
Среднее за год		2,0	2,1	2,2	1,9	2,2	2,3	2,0
Сумма за год:								
2003 г.		730	767	803	694	803	-	730
2002 г.		876	803	876	876	913	840	-
МЭД, мкР/ч:	с	15	16	14	15	13	13	13
	м	22	24	20	26	17		

Среднегодовые суточные выпадения суммы β -активных продуктов в 100-км зоне ППГХО в 2003 г. колебались от 1,9 Бк/м²·сутки (г. Краснокаменск) до 2,2 Бк/м²·сутки (в с. Кайластуй и п. Приаргунск). Максимальная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ (11,7 Бк/м²·сутки) была зарегистрирована в п. Доно 24 марта. Среднегодовая величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ППГХО составляла 2,1 Бк/м²·сутки, при среднем значении по Забайкальскому региону 2,0 Бк/м²·сутки.

Таким образом радиационная обстановка в 100-км зоне АООТ ППГХО последние несколько лет остается стабильной, однако загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами природного происхождения изучено недостаточно.

2.6. 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. Хвостохранилище функционирует с 1949 г. Объем хвостохранилища составляет 384 000 м³. Отходы на хвостохранилище доставляются в виде пульпы по пульпопроводу непосредственно с территории завода. Подобная схема доставки отходов на хвостохранилище существовала не всегда, до строительства и запуска пульпопровода доставка отходов осуществлялась автотранспортом, при транспортировке происходило загрязнение окружающей среды по маршруту доставки. Хвостохранилище имеет СЗЗ радиусом около 1 км, в пределах которой проходит железная дорога и автомагистраль.

Источником радиоактивного загрязнения прилегающих районов города являются газоаэрозольные выбросы природного и обогащенного урана и продуктов его распада (радия, радона и т.д.) через вентиляционные системы производственных цехов НЗХК и хвостохранилище. Поступление ²²²Rn 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 загрязнения этого района является не только НЗХК, но и ТЭЦ-4, у которой выброс изотопов урана с угольной золой по данным [18] превышает выброс НЗХК в 7,5 раза. Согласно [1], выбросы обогащенного урана в атмосферу на НЗХК на протяжении последних 5 лет были близки к величине разрешенного выброса ($2,66 \cdot 10^9$ Бк/год).

Сбросов радионуклидов в открытую гидрографическую сеть НЗХК не производит, однако, на хвостохранилище, имеются три водоема-отстойника (секции). 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.). Ни первая, ни вторая секции не оборудованы устройствами, предохраняющими от загрязнения почву и подземные воды, кроме того, мощности по захоронению радиоактивных отходов на них исчерпаны. Поступление радионуклидов в окружающую среду происходит, в основном, в период весеннего паводка (в апреле), когда идет сброс на рельеф радиоактивной воды через дамбу второй секции. К тому же, в период между паводками наблюдается просачивание относительно небольшого количества воды через дамбу второй секции. Существует также потенциальная возможность попадания радионуклидов из секций-отстойников в грунтовые воды [15].

В результате предшествующей деятельности НЗХК на 31.12.2003 изотопами урана загрязнено 0,430 км² почвы [1], из которых 0,217 км² находятся на промплощадке, 0,210 км² – в СЗЗ, 0,012 км² – в ЗН. В СЗЗ на площади 0,009 км² МЭД колеблется от 60 до 230 мкР/ч, на площади 0,192 км² – 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 радиоактивного загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных вод, донных отложений водоемов, уровня γ -фона в зоне радиусом 100 км вокруг НЗХК проводится подразделениями Западно-Сибирского УГМС [15]. Основное внимание уделяется территории вблизи предприятия (в радиусе 5 – 7 км). В СЗЗ завода и вблизи нее контроль за объемной активностью атмосферных аэрозолей и их выпадениями на подстилающую поверхность проводит служба охраны окружающей среды НЗХК. Ближайшие пункты наблюдения Западно-Сибирского УГМС за радиоактивными атмосферными выпадениями (п. Огурцово, аэропорт «Северный») и аэрозолями (п. Огурцово) находятся на расстоянии 15 – 20 км от НЗХК.

Радиационный мониторинг в контролируемой зоне НЗХК в 2003 г. был организован, в соответствии с требованиями, следующим образом [15]:

- в п. Огурцово, Новосибирске (аэропорт «Северный»), п. Болотное на метеоплощадках проводился контроль за радиоактивным загрязнением атмосферных выпадений методом отбора проб марлевыми планшетами (рис. 2.9);

- в п. Огурцово проводился контроль за загрязнением приземной атмосферы радионуклидами путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки (рис. 2.9);

- на пяти станциях 100-км зоны (пп. Болотное, Колывань, Коченево, Огурцово, аэропорт «Северный») и в пяти пунктах наблюдений за загрязнением природной среды (ПНЗ) в г. Новосибирске ежедневно, в каждый синоптический срок (8 раз в сутки), измерялась мощность экспозиционной дозы γ -излучения;

- в 20 точках 5-км зоны вокруг НЗХК ежемесячно измерялась МЭД. В этих же точках в марте были отобраны пробы снега, а в сентябре – пробы почвы (рис. 2.10);

- из оз. Круглого, расположенного вблизи хвостохранилища, в которое впадает ручей Пашенский, вытекающий с территории хвостохранилища, отбирались пробы воды и донных отложений, а также пробы почвы в 10 – 12 м от берега озера (рис. 2.10);

- проводилась маршрутная γ -съемка вдоль пульпопровода с интервалом 100 м;

- в трех населенных пунктах контролируемой зоны отбирались пробы питьевой воды.

Приземная атмосфера

Результаты измерений в 2003 г. объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе в п. Огурцово и выпадений $\Sigma\beta$ в п.п. Новосибирск (аэропорт «Северный»), Огурцово и Болотное приведены в табл. 2.39. Из табл. 2.39 видно, что объемная активность и выпадения $\Sigma\beta$ в этих пунктах увеличились по сравнению



Рис. 2.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга вокруг НЗХК:

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

с 2002 г. в 1,5 – 2,0 раза. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в п. Огурцово ($24,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была в 1,5 раза выше средней по территории РФ ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), но в 1,2 раза ниже средней по Западно-Сибирскому региону ($29,46 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Выпадения $\Sigma\beta$ в п. Огурцово были в 1,6 раза выше средних по Западно-Сибирскому региону. В 2003 г. в п. Огурцово отмечено шесть случаев пятикратного и более превышения среднесуточной объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновой – $(55 - 270) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Результаты радиоизотопного анализа этих проб показали отсутствие в них техногенных радионуклидов и нуклидов, характерных для выбросов НЗХК. Гамма-активность проб определялась в основном ⁷Be (от $164 \cdot 10^{-5}$ до $496 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

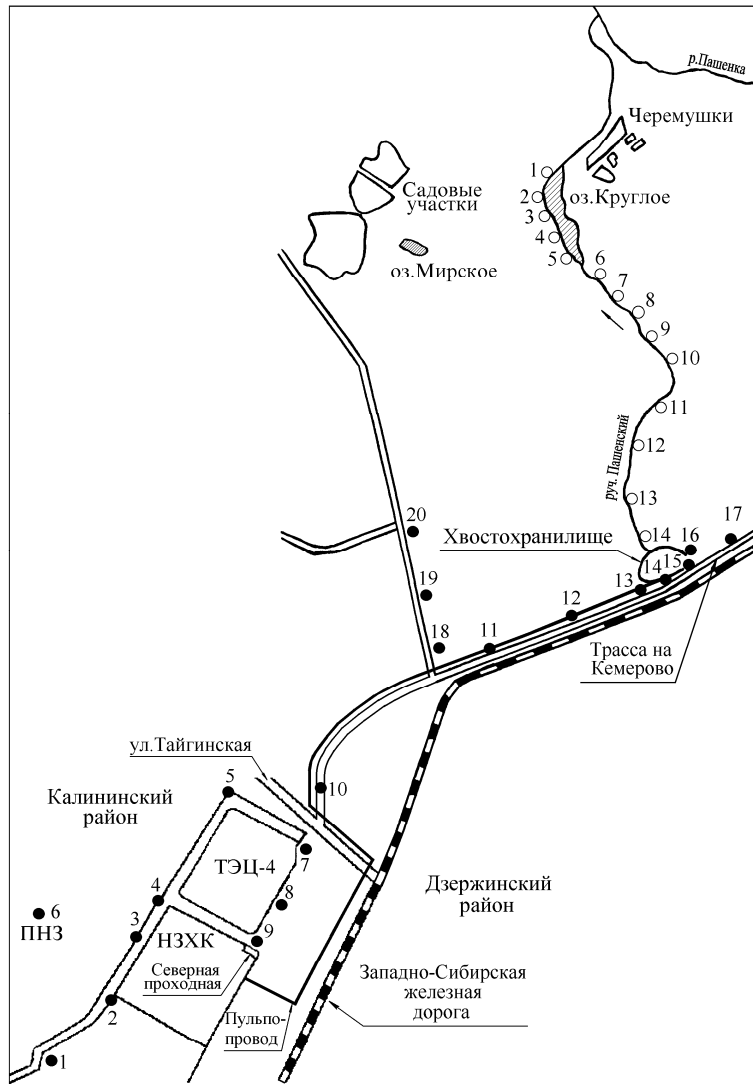


Рис. 2.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в ближней зоне вокруг НЗХК и хвостохранилища НЗХК:

- – отбор проб почвы, снега и ежемесячный контроль МЭД;
- – отбор проб воды, донных отложений и почвы

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в 2001 – 2003 гг. в приземной атмосфере в п. Огурцово представлена в табл. 2.40. В 2003 г. объемная активность как ^{137}Cs , так и ^{90}Sr увеличилась в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом. При этом объемная активность ^{137}Cs была в 1,8 раза ниже фоновой по Западно-Сибирскому региону, а ^{90}Sr – превышала фоновую в 1,2 раза.

Среднее значение плотности загрязнения снежного покрова в ближней зоне НЗХК суммой β -активных продуктов в 2003 г. составляло $135 \text{ Бк}/\text{м}^2$, что соответствует уровню 2001 – 2002 гг. ($128 - 86 \text{ Бк}/\text{м}^2$), а глобальные выпадения $\Sigma\beta$ за время аккумуляции снежного покрова (ноябрь – март) составили на метеостанции аэропорта «Северный» $230 \text{ Бк}/\text{м}^2$ [15]. Гамма-спектрометрический анализ объединенной пробы снега показал отсутствие в ней ^{226}Ra и ^{232}Th (в 2002 г. плотность загрязнения снежного покрова этими радионуклидами составляла $5,5$ и $4,4 \text{ Бк}/\text{м}^2$ соответственно). Значения МЭД в точках отбора проб снега не превышали фоновых значений.

Таблица 2.39

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения (Р, Бк/м²·сутки) и объемная активность (q, 10⁻⁵ Бк/м³) Σβ в атмосфере в 100-км зоне вокруг НЗХК.

Месяц		Новосибирск		Огурцово				Болотное	
		Р		Р		q		Р	
		2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Январь	с	0,5	2,4	0,8	4,1	7	19	0,9	4,8
	м	1,7	6,1	3,1	11,8	22	72	1,9	15,0
Февраль	с	1,2	1,4	1,6	3,0	7	10	0,9	2,5
	м	2,3	4,9	5,0	14,7	29	21	2,4	6,9
Март	с	0,7	1,3	1,5	1,2	6	7	0,8	1,7
	м	2,8	6,0	4,5	4,0	24	24	2,3	6,5
Апрель	с	0,8	1,3	0,9	1,4	10	11	0,9	2,3
	м	2,0	4,5	3,2	6,4	26	33	1,7	5,6
Май	с	0,8	1,8	1,4	3,2	23	15	1,3	2,3
	м	2,1	4,5	5,0	7,2	66	134	3,7	6,0
Июнь	с	1,1	1,9	1,8	2,7	8	26	1,0	2,7
	м	3,3	3,7	6,4	7,7	18	55	2,8	5,7
Июль	с	0,8	4,0	3,1	1,8	7	20	0,8	1,2
	м	2,0	10,6	14,6	7,3	22	50	3,2	3,4
Август	с	1,2	3,4	1,7	3,3	13	41	1,0	1,5
	м	2,6	10,7	5,0	8,6	45	270	3,6	6,6
Сентябрь	с	2,1	1,8	1,2	2,6	14	34	1,3	3,0
	м	4,5	6,1	3,6	14,8	39	239	7,1	7,1
Октябрь	с	1,2	1,8	2,2	3,1	18	56	1,0	1,8
	м	4,5	6,5	10,9	12,0	96	160	3,0	5,1
Ноябрь	с	1,3	1,1	2,4	1,7	10	22	1,5	1,5
	м	3,0	4,0	6,7	5,5	28	53	3,6	4,5
Декабрь	с	1,2	1,6	3,6	2,2	17	17	1,6	2,6
	м	2,6	8,2	8,9	6,3	74	74	3,0	8,1
Среднее: Бк/м ² ·сутки		1,0	2,0	1,9	2,5			1,2	2,3
10 ⁻⁵ Бк/м ³		-	-	-	-	12	24	-	-
Сумма: Бк/м ² ·год		365	730	675	913	-	-	438	840
Среднее по региону:									
Бк/м ² ·год		376	577	376	577			376	577
10 ⁻⁵ Бк/м ³						20,7	15,9		

Таблица 2.40

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в п. Огурцово в 2001 – 2003 гг., 10⁻⁷ Бк/м³

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Западной Сибири
¹³⁷ Cs							
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
⁹⁰ Sr							
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

Загрязнение местности

В 2003 г. среднемесячные значения МЭД, наблюдавшиеся в 100-км зоне вокруг НЗХК, изменялись от 7 до 14 мкР/ч и находились в пределах колебаний естественного γ-фона. Превышения уровней МЭД над критическими величинами не зафиксировано.

Значения МЭД, измерившиеся в 5-км зоне вокруг НЗХК каждый месяц (в 9 точках вокруг территории НЗХК, 3 – вдоль пути трубопровода, 8 – вокруг хвостохранилища, точки 1 – 20 на рис. 2.10), не превышали 20 мкР/ч, за исключением, как и в предыдущие годы, т. 8, которая находится в СЗЗ предприятия. В т. 8 максимальное значение МЭД составляло 35 мкР/ч.

В районе расположения пульпопровода измерения МЭД проводились с обеих сторон по ходу труб через каждые 100 м на расстоянии 3 – 5 м от труб. Результаты маршрутной γ -съемки показали, что мощность дозы γ -излучения вдоль пульпопровода колебалась в пределах от 7 до 17 мкР/ч, т.е. в пределах естественного фона. Протечки и другие неисправности пульпопровода при визуальном осмотре обнаружены не были.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб почвы, отобранных в 5-км зоне НЗХК (рис. 2.10, т.т. 1 – 20), приведены в табл. 2.41. Средняя удельная активность ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{137}Cs оставалась на уровне 2002 г. Анализ почвы в т. 5, где в 2002 г. было отмечено максимальное содержание ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{235}U , не выявил их повышенного содержания в 2003 г. Увеличенный в три раза объем пробы снега в этой точке также не выявил повышенного содержания этих радионуклидов. Повышенное содержание ^{226}Ra , как и в прошлые годы, наблюдалось в отдельных пробах почвы, отобранных вдоль дороги, идущей от Северной проходной НЗХК к хвостохранилищу (рис. 2.10, т.т. 9, 10, 12). Вероятная причина загрязнения – нарушение санитарных правил перевозки радиоактивных отходов. В 13-ти точках из 20 (рис. 2.10) в почве зафиксирован ^{235}U .

Таблица 2.41

Удельная активность радионуклидов (Бк/кг) в пробах почвы (0 – 5 см), отобранных в 5-км зоне НЗХК, и мощность экспозиционной дозы в точках отбора проб почвы в 2003 г. (рис. 2.10)

Точки измерения МЭД и отбора проб	МЭД, мкР/ч		^{232}Th	^{226}Ra	^{137}Cs	^{235}U
	на высоте 2–3 см	на высоте 1 м				
т. 1	17	13	24	29	6	14
т. 2	12	10	15	17	6	н
т. 3	12	9	19	20	< 1,7	н
т. 4	13	15	26	21	3	4
т. 5	13	18	28	22	3	17
т. 6	13	10	28	19	3	14
т. 7	15	15	35	41	8	12
т. 8	24	16	32	н	10	н
т. 9	16	14	26	82	16	10
т. 10	22	19	30	180	< 2,4	21
т. 11	12	15	32	33	н	< 17
т. 12	12	17	27	59	12	н
т. 13	16	19	27	37	6,6	н
т. 14	15	13	32	24	7,3	5
т. 15	17	16	34	35	4,0	9
т. 16	13	11	30	26	6,4	8
т. 17	15	12	32	29	8,7	5
т. 18	14	16	36	26	1,7	н
т. 19	15	15	34	29	5	н
т. 20	15	15	32	27	2,5	< 16
Среднее:						
2003 г.			29	39	6,1	< 7,6
2002 г.			26	43	4,4	< 15

н – ниже порога обнаружения

Поверхностные воды суши 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. 2.10). Поскольку озеро доступно жителям Новосибирска, оно находится под постоянным радиационным контролем Западно-Сибирского УГМС.

Отбор проб воды и донных отложений в озере производится ежегодно в одних и тех же точках 1 – 5. Кроме того, отбираются пробы почвы в 10 – 12 м выше поймы озера напротив т.т. 1 – 5. Значения содержания радионуклидов в воде, почве и донных отложениях в оз. Круглое, расположенном вблизи хвостохранилища в 2003 г. (рис. 2.10), представлены в табл. 2.42.

Таблица 2.42

Содержание радионуклидов в пробах воды (Бк/л), почвы (0 – 5 см) и донных отложений (Бк/кг), отобранных в оз. Круглое в 2003 г., МЭД в точках отбора проб.

Точки отбора проб	МЭД, мкР/ч, на высоте		Вода $\Sigma\beta$	Донные отложения				Почва			
	2 – 3 см	1 м		²³² Th	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³⁵ U	²³² Th	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³⁵ U
т. 1	12	12	0,6	25	н	30	14	36	13	23	н
т. 2	13	10	2,9	24	14,4	н	96	30	12	23	5,4
т. 3	13	12	0,8	26	18	71	250	31	18	22	н
т. 4	11	11	-	-	-	-	-	29	21	27	н
т. 5	12	9	0,2	20	26	217	173	31	18	23	11,6
Среднее:											
2003 г.			1,1	24	15	80	133	31	16	24	
2002 г.			1,2	24	25	105	125	23	27	28	

н – ниже порога обнаружения;
- – пробы не отбирались

Среднее значение объемной активности суммы β -активных радионуклидов в воде озера (т.т. 1 – 5) почти не изменилось по сравнению с 2002 г. и составляло 1,1 Бк/л. Однако это в 1,1 раза выше допустимой объемной активности для питьевой воды (1,0 Бк/л) по НРБ-99 [9]. Радиоизотопный анализ воды из озера показал, что объемная активность радионуклидов в воде была ниже порога чувствительности метода анализа. Удельная активность радионуклидов ²³²Th, ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra и ²³⁵U в донных отложениях осталась на уровне 2002 г., причем, содержание ²²⁶Ra, ¹³⁷Cs и ²³⁵U, как и ранее, увеличилось при приближении к устью ручья Пашенский, который течет с территории хвостохранилища. По сравнению с самой дальней от устья ручья т. 1 (см. рис. 2.10), содержание ²²⁶Ra в донных отложениях при приближении к устью ручья увеличивается в 7 раз, а ²³⁵U – в 18 (в т. 3) и 12 (в т. 5) раз. Содержание ²²⁶Ra в донных отложениях в т. 5 примерно на порядок выше фонового содержания этого радионуклида в почве. Результаты анализа проб донных отложений, отобранных в 2003 г., подтверждают предположение сделанное в 2002 г. о возможном начале разрушения дамбы, отделяющей отстойника от окружающей территории.

Данные радиоизотопного анализа проб почвы с берегов озера Круглое также приведены в табл. 2.42. Удельные активности радионуклидов ²²⁶Ra, ²³²Th и ¹³⁷Cs в этих пробах не намного отлича-

ются от фоновых активностей. В двух точках из пяти регистрировался ^{235}U , максимальная удельная активность которого наблюдалась в т. 5 и составляла 11,6 Бк/кг.

Содержание радионуклидов в питьевой воде

Гамма-спектрометрические исследования питьевой воды в трех населенных пунктах 100-км зоны НЗХК (п. Садовый, Мочище и с/т «Голубые озера») показали отсутствие в ней техногенных радионуклидов в количествах, превышающих порог их обнаружения. Объемная $\Sigma\beta$ -активность в пробах питьевой воды в 2003 г. не превышала 0,4 Бк/л [15] и была ниже допустимой по НРБ-99 (1 Бк/л).

Выводы

Результаты проведенных наблюдений и исследований показали, что, в целом, в 2003 г. деятельность ОАО НЗХК не ухудшила сложившуюся к этому времени радиационную обстановку в 100-км зоне вокруг предприятия, и загрязнение объектов природной среды радиоактивными продуктами оставалось на уровне 2002 г. Однако влияние НЗХК на радиоактивное загрязнение примыкающих территорий имеет место. Особенно это проявляется в окрестностях хвостохранилища.

Наиболее загрязненный характерными для производства НЗХК радионуклидами участок – пойма ручья Пашенский (до оз. Круглое) и дно оз. Круглое от устья ручья Пашенский до т. 3 (рис. 2.10) – приблизительно до середины озера. Суммарная бета-активность воды в оз. Круглое выше УВ по НРБ-99. Рядом с озером расположено несколько садовых обществ. Для охраны здоровья населения использование воды из озера для питья и полива огородов, а также купание в озере должны быть ограничены. Необходимо также ограничить поступление радионуклидов в озеро из хвостохранилища через дамбу и ручей Пашенский.

2.7. Ангарский электролизно-химический комбинат

Ангарский электролизно-химический комбинат (АЭХК) расположен на юге Восточной Сибири, в 100 км западнее оз. Байкал, в непосредственной близости от г. Ангарска, в котором проживает около 300 тыс. человек. АЭХК представляет собой комплекс взаимосвязанных производств и включает в себя производство фтора, безводного фтористого водорода, производство гексафторида урана и разделение изотопов урана с обогащением по изотопу ^{235}U до 5 % массы. 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 [19].

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 43-х наблюдательных скважин. В 2003 г. превышений значений уровня вмешательства ($УВ_{\text{ВОДА}}(^{235}\text{U}) = 3 \text{ Бк/л}$ по НРБ-99 [9]) в скважинах не зарегистрировано.

На комбинате установлена централизованная система газоочистки, а на разделительном производстве – местные газоочистные установки. Большинство ядерных установок комбината работает в условиях низкого абсолютного давления, поэтому любые аварийные ситуации должны иметь локальный характер и ограничиться площадями производственных помещений [19].

АЭХК отнесен ко второй категории потенциальной опасности и поэтому 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 создана и находится в режиме круглосуточной эксплуатации с 1999 г. АСКРО. АСКРО представляет собой распределенную по территории комбината, в его окрестностях и в жилом районе города сеть из 10 постов, на семи из которых измеряют МЭД (на четырех из них спектрометры регистрируют также объемную активность фтористого водорода), один предназначен для регистрации метеопараметров и два поста оборудованы спектрометрическими приборами контроля радионуклидов. Информация о радиационной и химической обстановке и метеорологических параметрах 3 раза в сутки передается в Ситуационно-кризисный центр Минатома России.

По данным наблюдений службы внешней дозиметрии АЭХК в 2003 г. выбросы суммы радионуклидов урана в атмосферу комбинатом составили $0,025 \cdot 10^{10}$ Бк (при разрешенном выбросе $0,333 \cdot 10^{10}$ Бк/год). Сбросы радионуклидов в природные водные объекты (р. Ангара) комбинат не производит с 1995 г. Объемная активность воды в р. Ангара в 100 м ниже выпуска вод промливневой канализации (в 2003 г. отведено 34153 тыс. м^3 сточных вод) составляла $< 0,05 \text{ Бк/л}$ ($< 0,5$ от уровня вмешательства для суммарной α -активности по НРБ-99). Среднегодовая объемная α -активность приземного слоя воздуха в СЗЗ составила $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$, в жилом районе г. Ангарска – $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$ (ДОО_{НАС.} для изотопов урана ^{234}U , ^{235}U , ^{238}U составляет $3,3 \cdot 10^{-2}$, $3,7 \cdot 10^{-2}$, $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/м}^3$ соответственно). Значение МЭД на границе СЗЗ по данным комбината составляла 11 мкР/ч , что соответствует значениям естественного γ -фона в районе размещения комбината.

Контроль радиоактивного загрязнения объектов природной среды в 100-км зоне АЭХК осуществляется Иркутским УГМС. В 2003 г. проводились наблюдения:

- за суммарной бета-активностью атмосферных выпадений с помощью горизонтальных марлевых планшетов с суточной экспозицией в шести пунктах (рис. 2.11);
- за объемной активностью приземной атмосферы непрерывно ежесуточно на одной станции в Иркутске (Иркутск ОГМС) с помощью ВФУ;
- за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на 12 метеостанциях;
- за загрязнением почвы, растительности и снежного покрова в 10 пунктах.

По метеорологическим данным в годовой розе ветров г. Ангарска в 2003 г. преобладающими направлениями ветра являлись: восточные – 25 %, северо-западные – 17 % и юго-восточные – 15 %. Наибольшая повторяемость восточного ветра приходится на январь (42 %), северо-западного – на ноябрь (28 %), юго-восточного – на июнь (23 %).

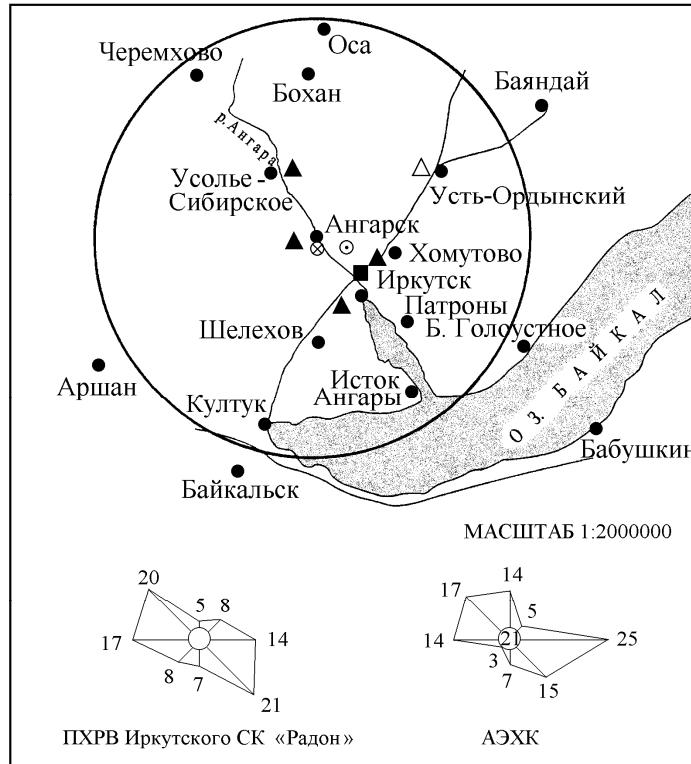


Рис. 2.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Ангарского электролизно-химического комбината (АЭХК), ПХРВ Иркутского СК «Радон» и разы ветров:

- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- △ — планируемые наблюдения;
- — 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 2003 г. (табл. 2.43) увеличилась в 1,1 – 1,4 раза по сравнению с 2002 г. почти во всех пунктах наблюдения и колебалась в пределах от 1,9 до 3,1 Бк/м²-сутки. Это в 1,4 – 2,2 раза выше, чем средневзвешенное значение выпадений $\Sigma\beta$ на незагрязненной территории РФ, что характерно для Иркутской области. Высокого загрязнения (десятикратного превышения фонового уровня) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2003 г. не наблюдалось. Максимальное среднесуточное значение выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось 13 июня на ст. Хомутово и составило 21,1 Бк/м²-сутки, техногенных радионуклидов в пробе обнаружено не было.

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере г. Иркутска в 2003 г. была ниже, чем в 2002 г., и составляла $21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше средней по территории РФ и в 1,2 раза выше средней по югу Восточной Сибири [19] (см. табл. 1.1). Максимальная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась 1 мая – $220 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 10 раз выше среднегодового значения.

Таблица 2.43

Среднемесячные значения выпадений $\Sigma\beta$ (P, Бк/м²·сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг АЭХК в 2003 г.

Месяц	Ангарск	Иркутск		Усолье-Сибирское	Усть-Ордынский	Хомутово	Бохан
	P	P	q	P	P	P	P
Январь	3,5	2,5	24	3,4	2,4	4,8	3,1
Февраль	2,8	2,1	18	3,4	2,9	2,2	3,9
Март	2,2	2,1	24	2,1	2,4	2,8	2,3
Апрель	2,4	2,0	32	3,2	2,6	3,3	5,2
Май	2,6	1,4	23	2,4	1,7	1,5	1,9
Июнь	3,7	2,2	20	3,8	2,0	1,7	1,5
Июль	3,6	1,6	22	2,7	3,5	2,3	1,6
Август	3,0	1,9	17	2,3	3,4	2,4	2,8
Сентябрь	2,3	2,0	17	2,9	2,9	2,6	2,8
Октябрь	3,1	1,7	20	2,6	3,1	2,3	3,6
Ноябрь	2,4	1,9	17	2,5	3,1	2,4	3,0
Декабрь	5,5	1,9	20	5,4	4,3	2,8	5,6
Среднее:							
2003 г.	2,9	1,9	21	3,1	2,9	2,6	3,1
2002 г.	2,1	2,0	24	2,4	2,3	2,3	1,8
Сумма, Бк/м ² ·год	1060	694		1131	1058	949	1130

Результаты радиоизотопного анализа проб аэрозолей в Иркутске, отобранных в 2000 – 2003 гг. из приземной атмосферы, представлены в табл. 2.44.

Таблица 2.44

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Иркутске в 2001 – 2003 гг., 10⁻⁷ Бк/м³

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории юга Восточной Сибири
¹³⁷Cs							
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
⁹⁰Sr							
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

Согласно табл. 2.44, среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Иркутске, расположенном на расстоянии 40 км от АЭХК, в 2003 г. увеличилась примерно в 2 раза по сравнению с 2002 г. и составляла 8,8·10⁻⁷ Бк/м³, что в 2,6 раза выше средневзвешенного значения на территории юга Восточной Сибири (3,4·10⁻⁷ Бк/м³). Повышение среднегодовой объемной активности ⁹⁰Sr в воздухе в Иркутске и средневзвешенного значения по территории юга Восточной Сибири обусловлены высокими активностями этого радионуклида в воздухе г. Иркутска во втором и третьем кварталах, когда они составляли 11,2·10⁻⁷ Бк/м³ и 11,8·10⁻⁷ Бк/м³ соответственно.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs ($3,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с 2002 г. и была в 1,4 раза ниже фонового значения по региону ($4,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В 2003 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях АЭХК в радиусе 20 км.

Измерения МЭД в двадцатикилометровой зоне АЭХК проводилось в 10 м от дороги на высоте 1 м и 3–4 см над поверхностью почвы. Средние значения МЭД варьировали в пределах 12–15 мкР/ч, максимальное (21 мкР/ч) – было отмечено в сентябре на восьмом километре дороги на д. Одинск.

Одновременно с маршрутной γ -съемкой 25 февраля были отобраны пробы снега в 10-ти точках, а 21 июля в тех же точках – пробы растительности и почвы (табл. 2.45). Максимальный уровень загрязнения снежного покрова ($58,7$ Бк/м²) был зарегистрирован у д. Савватеевка и не превышал уровня загрязнения в фоновой точке $77,3$ Бк/м². Максимальная плотность радиоактивного загрязнения травяного покрова зарегистрирована на втором километре дороги на д. Большая Елань и составила $9,6$ Бк/м², что в 4,4 раза выше уровня в фоновой точке. Плотность загрязнения почвы $\Sigma\beta$ варьировала от $166,1$ (в д. Савватеевка) до 629 Бк/м² (в п. Мегет, 11 км от АЭХК) при среднем значении $372,5$ Бк/м² и не выходила за пределы колебаний фоновых уровней глобального загрязнения почвы.

Таблица 2.45

Плотность загрязнения почвы и травы β -активными радионуклидами в 20-км зоне вокруг АЭХК в 2003 г., Бк/м²

Пункт отбора проб	Почва, 21.07	Трава, 21.07
16 км дороги на д. Б.Елань	206,8	0,7
7 км –”–	438,1	1,5
2 км –”–	362,6	9,6
1 км дороги на д. Савватеевка	426,6	1,5
д. Савватеевка	166,1	1,9
2 км дороги на д. Одинск	562,0	1,1
2 км Московского тракта	340,0	3,0
4 км дороги на г. Иркутск	221,2	5,5
п. Мегет	629,0	1,9
Фоновая точка	127,7	2,2
Среднее	372,5	3,0

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 12 метеостанциях в 100-км зоне вокруг АЭХК (рис. 2.11), составляли (8–18) мкР/ч. Максимальное суточное значение МЭД достигало 23 мкР/ч и было зафиксировано 27 ноября в п. Хомутово.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг Ангарского электролизно-химического комбината в 2003 г. была стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Список литературы к разделу 2

1. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Минатома за 2003 год. – М.: ВНИИХТ, 2004.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 г. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004.
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 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001.
8. Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2003 г. Ежегодник. – Екатеринбург: Уралгидромет, 2004.
9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.–115 с.
10. Трансурановые элементы в окружающей среде. Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
11. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Крышев И.И. Анализ радиационного риска и радиозэкологический мониторинг трития на объектах ядерного комплекса России. Отчет. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2003 г.
12. Козлова Н.Н., Славская Л.А. Отчёт Среднесибирского УГМС по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды на территории 100-км зоны Красноярского ГХК в 2003 году. – Красноярск: СредСибгидромет, 2004.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002.
14. Шишлов А.Е., Савицкий Ю.В. Справка о радиозэкологической обстановке в районе размещения ГХК за 2003 г. – Железногорск: ГХК, 2004.
15. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д. и др. Радиационная обстановка на территории Сибирского региона в 2003 году. Обзор. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2004.
16. Нормы радиационной безопасности (НРБ-96). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.054 – 96. Госкомсанэпиднадзор России. – М.: 1996.

17. Никифорова Г.Н., Макарьевская Т.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2003 год. – Чита: Забайкальское УГМС, 2004.
18. Состояние окружающей природной среды Новосибирской области в 2002 году. – Доклад под ред. А.И. Петрик, Новосибирск, 2001.
19. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2003 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2004.

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, в Двинском заливе Белого моря расположены ПО «Севмашпредприятие», ФГУП МП «Звездочка» (судоремонтный завод). На этих РОО осуществляется строительство, обслуживание, ремонт морских судов с ядерными реакторами на борту, а также хранятся радиоактивные отходы, проводится отстой и частичная утилизация атомных подводных лодок (АПЛ).

Радиационный контроль в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» и других РОО г. Северодвинска в течение ряда лет осуществляется Северным УГМС: на 6 станциях измеряется мощность экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения, на 2 станциях в гг. Архангельске и Северодвинске производится отбор проб радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующих установок, на двух станциях в гг. Архангельске и Онеге с помощью планшетов отбираются пробы атмосферных выпадений с суточной экспозицией [1]. Расположение пунктов радиометрического контроля вокруг этих объектов приведено на рис. 3.1. Кроме того, в 100-км зоне вокруг РОО производится отбор месячных проб атмосферных осадков в г. Архангельске и проб речной воды в р. Северная Двина (п. Соломбала) для определения содержания в ней трития. В устьях рек Онега (п. Порог) и Северная Двина (п. Соломбала) шесть раз в год отбираются пробы воды для определения объемной активности ^{90}Sr в поверхностных водах. В Двинском заливе в 10 точках ежегодно отбираются пробы морского грунта для определения радиоактивного загрязнения морского дна и в 5 точках – пробы морской воды для определения содержания в ней ^{90}Sr .

Величины среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадений суммы долгоживущих β -активных радионуклидов ($\Sigma\beta$), среднемесячные и максимальные суточные объемные ак-

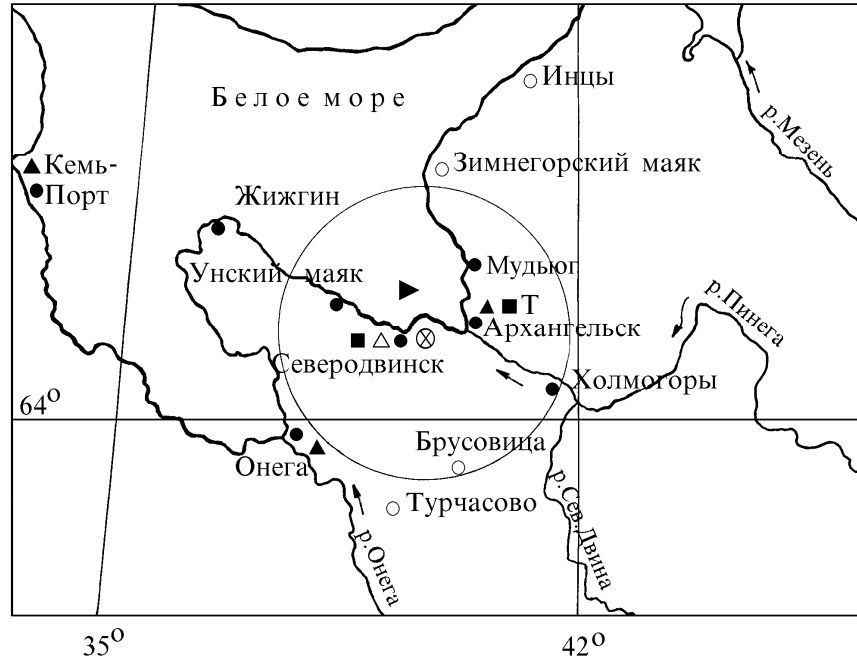


Рис. 3.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг «Севмашпредприятия»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- △ □ – планируемые наблюдения;
- ▶ – район отбора проб морского грунта;
- ⊗ – «Севмашпредприятие»;
- T – сбор атмосферных осадков

тивности $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы 100-км зоны РОО в 2003 г., а также средние величины выпадений и объемных активностей по всему Северному УГМС приведены в табл. 3.1 [1]. Из таблицы видно, что в 2003 г. среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере изменялась в г. Архангельске в пределах $(2,2 - 9,8) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в г. Северодвинске – $(1,9 - 8,6) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ при среднегодовом значении $4,4 \cdot 10^{-5}$ и $3,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно, что примерно в 4 раза ниже среднемесячной объемной активности по территории России в 2003 г. ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и практически не отличается от средней по региону ($4,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые величины суточных выпадений $\Sigma\beta$ в гг. Архангельске, Онеге и в целом по Северному УГМС практически не изменились по сравнению с 2002 г. Величины среднегодовых выпадений в 100-км зоне были сравнимы со среднегодовым значением для всей территории, контролируемой Северным УГМС, и были в среднем в 2,5 раза ниже средней величины для территории РФ в 2003 г. ($1,4$ Бк/м²·сутки).

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²-сутки) и объемной активности Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» в 2003 г.

Месяц		Архангельск		Онега	Северодвинск	Среднее по Северному УГМС	
		Р	q	Р	q	Р	Q
Январь	с	0,8	9,8	0,6	8,6	0,7	9,2
	м	3,5	62,1	6,1	72,8	6,1	72,8
Февраль	с	0,8	4,8	0,6	2,8	0,7	3,8
	м	5,2	12,4	2,6	5,9	5,2	12,4
Март	с	0,5	3,5	0,4	3,5	0,5	3,5
	м	2,1	16,9	1,6	8,6	2,1	16,9
Апрель	с	0,2	3,0	0,3	2,9	0,3	3,0
	м	1,3	9,7	1,2	7,7	1,3	9,7
Май	с	0,4	5,1	0,5	4,4	0,5	4,8
	м	1,5	14,0	3,0	11,7	3,0	14,0
Июнь	с	0,5	2,8	0,3	2,5	0,4	2,7
	м	2,3	5,8	1,1	5,9	2,3	5,9
Июль	с	0,4	5,9	0,6	5,7	0,5	5,8
	м	1,5	11,9	1,9	11,3	1,9	11,9
Август	с	0,6	4,2	0,7	3,6	0,7	3,9
	м	3,0	10,6	2,0	9,7	3,0	10,6
Сентябрь	с	0,6	4,3	0,5	3,8	0,6	4,1
	м	1,8	22,4	3,0	8,5	3,0	22,4
Октябрь	с	0,7	3,7	0,3	3,0	0,5	3,4
	м	2,6	15,7	3,8	12,8	3,8	15,7
Ноябрь	с	1,0	3,6	0,6	2,0	0,8	2,8
	м	8,2	15,9	1,4	6,4	8,2	15,9
Декабрь	с	0,9	2,2	0,8	1,9	0,9	2,1
	м	3,4	5,1	2,9	4,1	3,4	5,1
Среднее:	2003 г.	0,6	4,4	0,5	3,7	0,6	4,1
	2002 г.	0,6	5,2	0,4	4,9	0,5	5,1

В течение года в 100-км зоне вокруг РОО было зафиксировано 9 случаев кратковременного повышенного (в 5 – 25 раз выше фоновых значений) содержания бета-активных продуктов в приземной атмосфере: 5 случаев в Архангельске и 4 случая в Северодвинске. Восемь случаев из девяти наблюдались в первой декаде января. Из техногенных радионуклидов в пробах с повышенной активностью был обнаружен только ¹³⁷Cs, объемная активность которого была на семь порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2].

Повышенное содержание бета-активных радионуклидов в атмосферных выпадениях было зарегистрировано в двух суточных пробах: в г. Архангельске 28 ноября и в г. Онеге 2 января. Фоновые уровни в этих случаях были превышены в 12 и 30 раз соответственно. Случаи высокого загрязнения наблюдались не более одних суток, в пробах были обнаружены только продукты распада природных радия и тория.

В табл. 3.2 приведены среднеквартальные и среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне РОО в 2003 г. и динамика изменения этих величин за период 2001 – 2003 гг. Из табл. 3.2 видно, что среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в приземном слое воздуха пунктов 100-км зоны изменялась в диапазоне от 2,6·10⁻⁷ в г. Северодвинске до 5,0·10⁻⁷ Бк/м³ в г. Архангельске и не превышала фоновую уровень – средневзвешенную объемную активность по территории Севера ЕТР (4,5·10⁻⁷ Бк/м³) и средневзвешенную по территории России (4,1·10⁻⁷ Бк/м³).

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г.г. Архангельске и Северодвинске в 2003 г. составляла соответственно 3,2·10⁻⁷ Бк/м³ и 0,51·10⁻⁷ Бк/м³ при средневзвешенной

объемной активности этого радионуклида на территории Севера ЕТР $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В среднем, в Архангельске в 2003 г. объемная активность ⁹⁰Sr была в 3 раза выше фоновой для Севера ЕТР, а в Северодвинске – в 2 раза ниже фоновой величины. Указанные значения объемных активностей в этих двух пунктах были в $(8,4 - 53) \cdot 10^6$ раз ниже допустимой объемной активности для населения по НРБ-99 [2].

Таблица 3.2

Объемная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в пунктах 100-км зоны вокруг «Севмашпредприятия», 10⁻⁷ Бк/м³

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Севера ЕТР
¹³⁷Cs							
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
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
⁹⁰Sr							
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
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

Сумма годовых выпадений ¹³⁷Cs на территории деятельности Северного УГМС составляла 0,48 Бк/м²·год, что в 1,2 раза выше выпадений средневзвешенных по территории России (< 0,4 Бк/м²·год).

В табл. 3.3 приведена объемная активность ⁹⁰Sr в устьях рек Северная Двина и Онега по результатам радиохимического анализа проб воды, проведенного НПО «Тайфун». Там же для сравнения дается средняя объемная активность ⁹⁰Sr в реках ЕТР. Из приведенных данных видно, что среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в указанных реках в 2003 г. не превышала фоновых значений для рек ЕТР.

Объемная активность трития в р. Северная Двина мало изменяется от года к году и не превышает среднюю объемную активность трития в воде рек на территории России: 1,9 Бк/л в 2000 г., 2,4 Бк/л в 2001 г., 2 Бк/л в 2002 г., 2,4 Бк/л в 2003 г. Объемная активность трития в осадках в Архангельске (2,3 Бк/л) также не превышает фоновых уровней.

Таблица 3.3

Объемная активность ^{90}Sr в речной воде в пунктах 100- км зоны вокруг «Севмашпредприятия» в 2003 г., мБк/л

Место отбора Пробы	Дата отбора пробы	Объемная активность
р. Северная Двина (п. Соломбала)	04.03	7,0
	28.04	4,6
	21.05	1,0
	25.06	5,6
	12.08	9,6
	22.10	7,7
Среднее: 2003 г.		5,9
2002 г.		7,7
р. Онега (п. Порог)	10.03	3,8
	18.04	6,8
	13.05	5,5
	21.05	5,1
	09.07	9,5
	07.10	2,8
Среднее: 2003 г.		5,6
2002 г.		6,9
Среднее по ЕТР: 2003 г.		6,4
2002 г.		5,9

Радионуклидный анализ проб поверхностного слоя донных отложений, отобранных Северным УГМС в 10 точках морского дна Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска, производится в НПО «Тайфун». Расположение точек отбора проб донных отложений в районе Северодвинска было приведено нами в [3].

Содержание ^{137}Cs в донных отложениях в точках отбора проб в 2003 г. с указанием географических координат этих точек приведено в табл. 3.4. Из γ -излучателей техногенного происхождения за весь период наблюдений в пробах был обнаружен только ^{137}Cs .

Таблица 3.4

Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях (поверхностный слой) Двинского залива Белого моря в районе г. Северодвинска в 2003 г., Бк/кг в.-с.

Место отбора проб	Координаты места отбора	Дата отбора	Глубина моря, м	Удельная активность
1	64°39'05" с.ш., 39°35'06" в.д.	04.11	12	0,9 ± 0,3
2	64°41'04" с.ш., 39°38'05" в.д.	04.11	12	6,6 ± 0,3
3	64°44'03" с.ш., 39°35'06" в.д.	04.11	14	0,5 ± 0,2
4	64°44'03" с.ш., 39°38'06" в.д.	20.10	15	3,7 ± 0,2
5	64°42'08" с.ш., 39°35'00" в.д.	04.11	14	1,7 ± 0,2
6	64°41'01" с.ш., 39°31'06" в.д.	20.10	14,5	1,6 ± 0,2
7	64°40'00" с.ш., 39°29'00" в.д.	20.10	15	3,9 ± 0,5
8	64°38'01" с.ш., 39°25'00" в.д.	20.10	11	0,4 ± 0,1
9	64°38'08" с.ш., 39°28'00" в.д.	04.11	9	2,3 ± 0,3
10	64°38'09" с.ш., 39°32'00" в.д.	20.10	13	9,4 ± 0,3
Среднее: 2003 г.				3,1
2002 г.				7,1
2001 г.				5,9
2000 г.				8,6
1999 г.				6,6
1998 г.				10,9
1994 – 1997 гг.				10,0

Из приведенных в табл. 3.4 данных видно, что ^{137}Cs в донных отложениях распределен не равномерно, минимальное и максимальное содержание ^{137}Cs отличается в 23 раза. Однако средняя удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях, измеряемая с 1994 г., имеет тенденцию к уменьшению. В 2003 г. содержание ^{137}Cs в пробах по сравнению с 1994 – 1997 гг. уменьшилось в 3,2 раза. Наблюдаемые в настоящее время уровни загрязнения донных отложений ^{137}Cs характерны для глобального источника загрязнения. Таким образом, деятельность РОО в районе Северодвинска не увеличивает уровень загрязнения γ -излучателями донных отложений прилегающей акватории Двинского залива Белого моря.

Средняя (по 5 точкам) объемная активность ^{90}Sr в воде Белого моря, наблюдавшаяся в 2002 – 2003 гг., показана в табл. 3.5 с указанием географических координат точек отбора проб. Из табл. 3.5 видно, что наблюдается относительно однородное пространственное распределение ^{90}Sr в поверхностных водах Белого моря в диапазоне 2,3 – 2,8 мБк/л. Повышенное значение – 5,8 мБк/л в Онежском заливе можно объяснить близостью точки отбора пробы к устью р. Онега и влиянием поступления в море речных вод. Объемная активность ^{90}Sr в Белом море в 2003 г., усредненная по всем точкам, составляла 3,2 мБк/л, практически не изменилась по сравнению с 2002 г. и не превышала фонового уровня для северных морей (см. раздел 1).

Таблица 3.5

Объемная активность ^{90}Sr в водах Белого моря в 2002 – 2003 гг., мБк/л

2002 г.			2003 г.		
Координаты места отбора проб	Дата отбора	Объемная активность	Координаты места отбора проб	Дата отбора	Объемная Активность
64° 00' с.ш., 37° 40' в.д.	28.06	3,5 ± 0,5	64° 00' с.ш., 37° 40' в.д.	04.11	5,8 ± 0,9
66° 40' с.ш., 33° 22' в.д.	29.06	3,8 ± 0,6	66° 40' с.ш., 33° 22' в.д.	15.06	2,8 ± 0,5
66° 08' с.ш., 40° 20' в.д.	28.07	2,5 ± 0,4	66° 08' с.ш., 40° 20' в.д.	25.08	2,3 ± 0,5
63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	3.07 (пов.)	4,1 ± 0,6	63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	18.06 (пов.)	2,5 ± 0,5
63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	3.07 (дно)	3,9 ± 0,6	63° 39' с.ш., 36° 26' в.д.	18.06 (дно)	2,6 ± 0,4
Среднее за год		3,6			3,2

Среднемесячные значения МЭД γ -излучения в 100-км зоне вокруг «Севмашпредприятия» в течение всего года соответствовали естественному фону и колебались в пределах (8 – 12) мкР/ч.

Из приведенных данных следует, что влияние ПО «Севмашпредприятие» на радиоактивное загрязнение окружающей среды в 100-км зоне вокруг предприятия не выявлено. Изменений в уровнях радиоактивного загрязнения в районе расположения «Севмашпредприятия» в 2003 г. не произошло. Радиационная обстановка была спокойной и не отличалась от обстановки в северном районе ЕТР.

3.2. РОО на территории Мурманской области

На Кольском полуострове расположено большое количество радиационно опасных объектов. 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 отработанного ядерного топлива. На территории полуострова расположена Кольская АЭС с 4 энергетическими блоками. Недалеко от Мурманска расположен закрытый в настоящее время пункт захоронения радиоактивных отходов спецкомбината «Радон», который в 1964 – 1994 годах принимал на хранение твердые радиоактивные отходы от предприятий Мурманской и Архангельской областей.

Радиационный мониторинг на территории Мурманской области осуществляется Мурманским УГМС на 36 пунктах контроля (см. рис. 3.2), в состав которых входят [4]:

- 35 пунктов измерения мощности экспозиционной дозы;
- девять пунктов отбора проб радиоактивных выпадений с помощью горизонтального планшета;
- три пункта отбора проб радиоактивных аэрозолей из приземной атмосферы с помощью воздухофильтрующих установок;
- один пункт отбора проб атмосферных осадков для определения содержания в них трития;
- один пункт отбора проб воды для определения содержания ^{90}Sr .

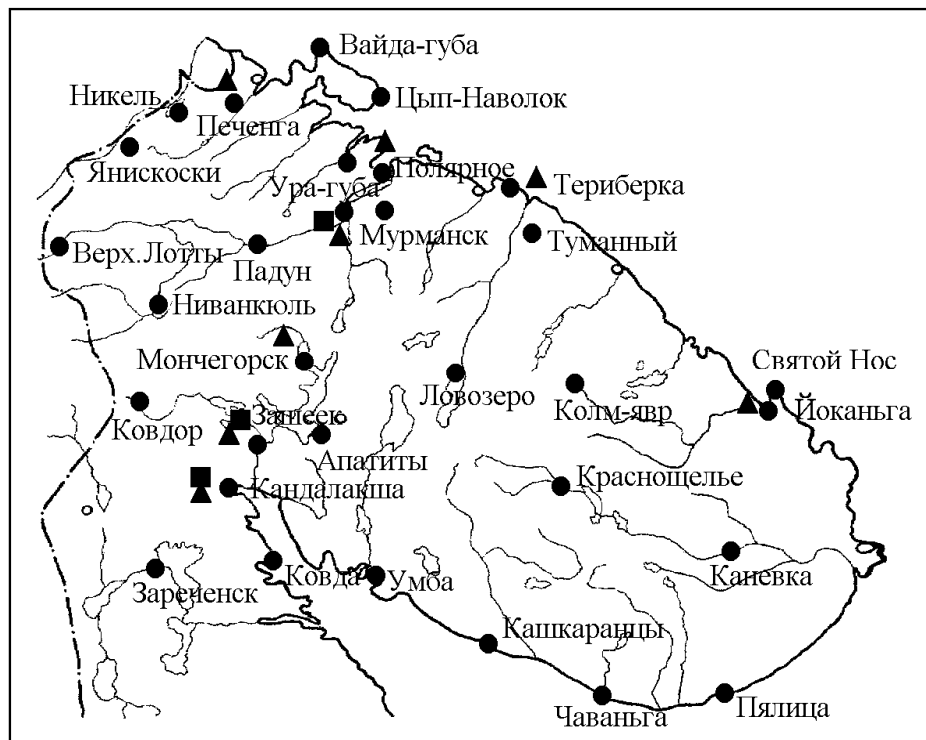


Рис. 3.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга на территории Мурманского УГМС:

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

Радиационная обстановка в окрестностях Кольской АЭС и ПЗРО Мурманского СК «Радон» подробно обсуждается в разделах 4.5 и 3.6 данного Ежегодника.

Непосредственно на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в районах расположения некоторых РОО находятся четыре пункта по измерению МЭД (Мурманск, Ура-Губа, Печенга, Полярное), 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/м²·сутки) и объемные активности (q, 10⁻⁵ Бк/м³) $\Sigma\beta$ в районе радиационно опасных объектов на северном и северо-восточном побережье Кольского полуострова в 2003 г.

Месяц		Полярное	Печенга	Мурманск	
		Р	Р	Р	q
Январь	с	1,4	1,7	0,7	15,0
	м	3,6	5,9	3,0	38,3
Февраль	с	1,6	1,0	0,5	8,7
	м	5,6	5,7	1,3	20,2
Март	с	1,5	0,9	0,3	4,6
	м	10,1	2,8	1,1	13,5
Апрель	с	1,0	0,6	0,4	4,7
	м	3,4	2,5	0,9	14,8
Май	с	0,6	0,8	0,4	9,2
	м	1,5	2,7	1,1	21,7
Июнь	с	0,6	0,5	0,4	4,9
	м	2,3	2,1	0,9	12,4
Июль	с	0,8	0,9	0,4	5,6
	м	1,6	3,3	0,8	13,2
Август	с	0,9	1,1	0,8	3,0
	м	2,7	4,9	3,1	10,6
Сентябрь	с	0,6	0,7	0,5	3,5
	м	1,9	5,6	3,7	10,8
Октябрь	с	0,8	0,9	0,3	6,0
	м	2,7	2,4	0,8	16,1
Ноябрь	с	0,8	0,8	0,3	9,4
	м	3,0	4,2	1,3	23,1
Декабрь	с	1,1	0,8	0,2	6,2
	м	3,5	2,8	0,6	14,9
Среднее:	2003 г.	1,0	0,9	0,4	6,7
	2002 г.	1,5	1,2	0,6	7,0

Из таблицы видно, что в 2003 г. заметных изменений в уровнях радиоактивного загрязнения приземной атмосферы в районе расположения РОО в Мурманской области не произошло.

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе г. Мурманска изменялись от $3,0 \cdot 10^{-5}$ до $15,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное суточное значение наблюдалось в январе – $38,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовое значение объемной активности суммы β -активных радионуклидов в воздухе практически не изменилось по сравнению с 2002 г. и составляло $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что вдвое меньше среднего для территории РФ в 2003 г. ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые и среднеквартальные объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Мурманска представлены в табл. 3.7. Там же представлена динамика этих величин в 2000 – 2003 гг.

Как видно из табл. 3.7, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2003 г. увеличилась в 2 раза по сравнению с 2002 г., но не превышала средневзвешенное значение по территории Заполярья ($0,58 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Объемная активность ^{137}Cs осталась на уровне 2002 г. и составляла $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории Заполярья – $0,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Это несколько выше, чем средневзвешенное значение по территории Заполярья, но в 2,7 раза ниже средневзвешенной объемной активности ^{137}Cs в 2003 г. по территории России. В 2001 г. в первом квартале в г. Мурманске наблюдалось увеличение объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr на порядок относительно фоновых уровней, что привело к увеличению среднегодовых объемных активностей этих радионуклидов в 2001 г.

Таблица 3.7

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Мурманске в 2000 – 2003 гг., 10^{-7} Бк/м³

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
^{137}Cs							
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
^{90}Sr							
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

Результаты наблюдений за радиоактивностью атмосферных выпадений в окрестностях РОО (см. табл. 3.6) показывают, что в течение всего 2003 г. выпадения $\Sigma\beta$ были невысокими. Они находились в пределах от 0,2 Бк/м²·сутки в декабре в г. Мурманске до 1,7 Бк/м²·сутки в январе в п. Печенге. Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ выпадений уменьшились по сравнению с 2002 г. в 1,5 раза и составляли 0,4 Бк/м²·сутки в г. Мурманске и 1,0 и 0,9 Бк/м²·сутки в пп. Полярном и Печенге соответственно. Эти значения не превышают среднегодовых выпадений на 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 2003 г. в этих пунктах не отмечалось.

Содержание ^{137}Cs в атмосферных выпадениях определялось в объединенных по всей территории УГМС квартальных пробах. Результаты измерений показали, что годовые выпадения ^{137}Cs на территории Мурманского УГМС не отличались от данных 2002 г. и составляли 0,97 Бк/м²·год, что в 2,4 раза выше выпадений, средневзвешенных по территории РФ ($< 0,4$ Бк/м³·год).

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 6,0 мкР/ч в Ловозере до 19,5 мкР/ч в Териберке. Необходимо отметить, что в п. Териберка ежемесячно регистрируются величины МЭД более

20 мкР/ч – (22 – 26) мкР/ч. Среднегодовые значения МЭД в районах расположения РОО в пп. Полярное, Печенга, Мурманск и Ура-Губа, не отличались от уровней естественного γ -фона и изменялись в диапазоне от 9 мкР/ч в п. Полярное до 12 мкР/ч в п. Печенга.

В заключение необходимо отметить, что радиационная обстановка в местах расположения РОО не изменилась по сравнению с 2002 г.

3.3. РОО на территории Камчатской области

В районе Петропавловска-Камчатского расположено два РОО Минобороны. Камчатское УГМС осуществляет радиационный мониторинг объектов окружающей среды за пределами зон строгого режима этих РОО. Расположение пунктов контроля в 100-км зоне вокруг РОО в 2003 г. показано на рис. 3.3.

Измерения МЭД и отбор проб радиоактивных выпадений на подстилающую поверхность производились в четырех пунктах. Кроме того, в 100-км зоне отбирались пробы снега, пресной воды и растительности.



Рис. 3.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- ⊗ – радиационно опасные объекты

В связи с высокой стоимостью электроэнергии, необходимой при отборе проб радиоактивных аэрозолей с помощью воздухофильтрующей установки, этот вид наблюдений на станции Петропавловск-Камчатский в течение четырех последних лет не проводился. Результаты наблюдений за радиоактивными выпадениями в 2003 г. приведены в табл. 3.8 [5]. Повышенных значений $\Sigma\beta$ в пробах атмосферных выпадений в 100-км зоне РОО по сравнению с Камчаткой в целом в 2003 г. не наблюдалось.

Таблица 3.8

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов на Камчатке в 2003 г., Бк/м²-сутки

Месяц		Петропавловск-Камчатский МГ-1	Петропавловск-Камчатский ГМС (14 км)	Сосновка	Начики	Среднее по 100-км зоне		Среднее по области																																																																																																																																																																																																									
						2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.																																																																																																																																																																																																								
Январь	с	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,9																																																																																																																																																																																																								
	м	1,0	2,2	1,9	1,2					Февраль	с	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	м	1,0	2,7	2,5	1,8	Март	с	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	м	1,0	2,2	2,0	3,3	Апрель	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	м	1,1	3,1	2,9	1,5	Май	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	м	1,2	2,2	3,8	2,0	Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	м	1,0	2,1	2,1	4,1	Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329
Февраль	с	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9																																																																																																																																																																																																								
	м	1,0	2,7	2,5	1,8					Март	с	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	м	1,0	2,2	2,0	3,3	Апрель	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	м	1,1	3,1	2,9	1,5	Май	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	м	1,2	2,2	3,8	2,0	Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	м	1,0	2,1	2,1	4,1	Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292											
Март	с	0,4	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8																																																																																																																																																																																																								
	м	1,0	2,2	2,0	3,3					Апрель	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	м	1,1	3,1	2,9	1,5	Май	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	м	1,2	2,2	3,8	2,0	Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	м	1,0	2,1	2,1	4,1	Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																										
Апрель	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7																																																																																																																																																																																																								
	м	1,1	3,1	2,9	1,5					Май	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	м	1,2	2,2	3,8	2,0	Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	м	1,0	2,1	2,1	4,1	Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																									
Май	с	0,5	0,6	0,9	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7																																																																																																																																																																																																								
	м	1,2	2,2	3,8	2,0					Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	м	1,0	2,1	2,1	4,1	Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																								
Июнь	с	0,4	0,6	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7																																																																																																																																																																																																								
	м	1,0	2,1	2,1	4,1					Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8	м	1,1	5,0	4,9	3,9	Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																							
Июль	с	0,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	0,8																																																																																																																																																																																																								
	м	1,1	5,0	4,9	3,9					Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	м	1,8	3,8	3,5	3,5	Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																						
Август	с	0,7	1,1	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9																																																																																																																																																																																																								
	м	1,8	3,8	3,5	3,5					Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	м	1,4	1,8	3,5	2,2	Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																					
Сентябрь	с	0,6	0,8	1,1	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9																																																																																																																																																																																																								
	м	1,4	1,8	3,5	2,2					Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	м	2,8	3,9	4,6	3,4	Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																																				
Октябрь	с	0,6	1,0	1,1	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8																																																																																																																																																																																																								
	м	2,8	3,9	4,6	3,4					Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7	м	1,3	2,6	1,7	5,1	Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																																																			
Ноябрь	с	0,5	0,9	0,8	1,3	0,9	0,6	1,0	0,7																																																																																																																																																																																																								
	м	1,3	2,6	1,7	5,1					Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9	м	2,0	5,6	4,4	3,5	Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																																																																		
Декабрь	с	0,5	1,2	1,0	1,3	1,0	0,8	1,1	0,9																																																																																																																																																																																																								
	м	2,0	5,6	4,4	3,5					Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	Сумма, Бк/м ² ·год										2003 г.		182	292	329	329	292		292		2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																																																																																	
Среднее		0,5	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8																																																																																																																																																																																																								
Сумма, Бк/м ² ·год																																																																																																																																																																																																																	
2003 г.		182	292	329	329	292		292																																																																																																																																																																																																									
2002 г.		182	329	329	292	292		292																																																																																																																																																																																																									

Среднемесячные суточные величины атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ находились в пределах от 0,4 до 1,3 Бк/м²-сутки. Самые высокие суточные выпадения $\Sigma\beta$ (5,6 Бк/м²-сутки) наблюдались в Петропавловске-Камчатском в декабре, они были в 7 раз выше регионального фоновое уровня. Среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне по сравнению с 2002 г. не изменились и были в 1,8 раза ниже средневзвешенного значения для территории РФ.

Ежедневные измерения мощности экспозиционной дозы γ -излучения на четырех станциях в 100-км зоне вокруг Петропавловска-Камчатского, а также измерения МЭД во время ежеквартальных автомобильных γ -съемок и маршрутного обследования местности показали, что максимальные значения МЭД не превышали 23 мкР/ч, а среднемесячные значения колебались в пределах от 7 мкР/ч до

13 мкР/ч, что соответствует флуктуациям естественного γ -фона. Перед началом снеготаяния на территории возможного воздействия РОО было отобрано 9 проб снега. Пробы отбирались на всю глубину снежного покрова. Анализ отобранных проб показал, что плотность загрязнения снежного покрова суммой β -активных радионуклидов не превышала 80,8 Бк/м² при среднем значении 33,7 Бк/м². Это намного меньше, чем сумма суточных выпадений $\Sigma\beta$ за период существования снежного покрова.

Во втором квартале 2003 г. в пресных водоемах 100-км зоны было отобрано 3 пробы пресной воды, которые анализировались на содержание в воде $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ с помощью радиометра УМФ-2000. Результаты измерений этих величин представлены в табл. 3.9. Измеренные значения объемной активности суммы α -активных и суммы β -активных радионуклидов в отобранных пробах воды намного ниже предельных значений, 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 поверхностных водах в 100-км зоне РОО в 2003 г., мБк/л

Дата отбора	Место отбора проб	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$
17.06	р. Авача	14,6	2,4
17.06	р. Быстрая	11,6	3,8
17.06	р. Корякская	20,4	10,0

В конце периода вегетации Камчатским УГМС в т.т. 1 – 12 (см. табл. 3.10) были отобраны 12 проб растительности. В рамках сотрудничества совместно с экологами ПКГПУ также были отобраны 5 проб растительности и почвы в т.т. 13 – 17. Данные о $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в растительности в 100-км зоне наблюдений содержатся в табл. 3.10.

Значения удельной активности $\Sigma\beta$ в растительности в 100-км зоне РОО в 2003 г. не превышали значений 2002 г. Максимальная удельная активность $\Sigma\beta$ отмечена, как и ранее, для проб полыни – 274 Бк/кг. Самые высокие $\Sigma\alpha$ зарегистрированы в т. 8 в полыни и в т. 13 в траве – 32 Бк/кг.

В табл. 3.11 представлены результаты гамма-спектрометрического анализа проб почвы и полыни. По этим данным удельная активность техногенных и природных радионуклидов в почве в 100-км зоне РОО не превышает фоновых уровней.

Таблица 3.10

Удельная активность $\Sigma\beta$ и $\Sigma\alpha$ в растительности в 100-км зоне РОО в 2003 г., Бк/кг в.-с.

Место отбора проб	Ягоды шиповника		Водосбор		Полынь		Трава		Тысячелистник		Клевер		Листья ольхи		Кипрей		Листья березы		Ягоды рябины	
	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$	$\Sigma\beta$	$\Sigma\alpha$
Петропавловск-Камчатский:																				
Т. 1 – СРВ	-	-	-	-	178	2	132	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Т. 2 – "Горизонт"	88	13	-	-	158	4	-	-	139	11	111	3	90	15	-	-	100	7	86	н

Продолжение табл. 3.10

Место отбора Проб	Ягоды шиповника		Водосбор		Полынь		Трава		Тысячелистник		Клевер		Листья ольхи		Кипрей		Листья березы		Ягоды рябины	
	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα	Σβ	Σα
Петропавловск Камчатский – Елизово: т. 3 – 10 км трассы	-	-	-	-	154	н	118	12	143	6	-	-	88	6	-	-	96	2	-	-
т. 4 – 14 км трассы	85	1	132	4	120	5	110	16	130	8	-	-	-	-	-	-	77	2	44	6
т. 5 – 26 км трассы	-	-	-	-	165	7	162	6	-	-	-	-	-	-	79	6	119	7	-	-
Елизово – Мильково: т. 6 – 39 км трассы	88	1	-	-	148	11	-	-	-	-	-	-	-	-	105	н	76	5	-	-
т. 7 – ц. Коряки	101	1	138	6	153	7	120	12	-	-	103	2	-	-	-	-	153	12	-	-
т. 8 – с/х Камчатский	75	3	137	н	187	32	-	-	125	15	84	3	-	-	73	12	91	27	61	н
Елизово – Паратунка: т. 9 – Сосновка	35	3	-	-	141	17	-	-	89	2	172	5	-	-	60	7	69	9	-	-
т. 10 – 24 км трассы	82	3	100	2	118	8	-	-	-	-	-	-	64	5	-	-	79	3	-	-
т. 11 – п. Термальный	-	-	-	-	131	4	106	6	131	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
т. 12 – п. Паратунка	60	5	-	-	107	3	94	17	-	-	-	-	-	-	-	-	58	8	51	2
т. 13 – сопка Никольская	-	-	-	-	274	10	187	32	-	-	-	-	-	-	-	-	90	2	-	-
т. 14 – район нефтебазы	-	-	-	-	190	4	141	17	-	-	-	-	-	-	-	-	110	4	-	-
т. 15 – полигон у п. Радыгина	-	-	-	-	235	2	118	8	-	-	-	-	-	-	-	-	164	1	-	-
т. 16 – п. Раздольный	149	7	-	-	-	-	131	4	-	-	-	-	-	-	-	-	94	23	89	7
т. 17 – территория Горводоканала г. Елизово	-	-	-	-	65	7	107	3	-	-	-	-	-	-	-	-	172	4	-	-

Таблица 3.11

Удельная активность почвы и полыни в 100-км зоне РОО в 2003 г., Бк/кг в.-с.

Дата отбора	Точка отбора	Почва				Полынь			
		¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K
04.09	т. 13	3,8	3,6	< 1,3	83	2,6	< 1,8	< 1,9	287
04.09	т. 14	2,2	3,3	2,0	82	< 1,8	< 2,2	< 2,4	266
05.09	т. 15	0,8	2,6	< 0,9	81	4,4	< 2,2	< 2,3	280
25.08	т. 16	1,1	5,6	3,3	123	-	-	-	-
27.08	т. 17	4,5	7,3	4,0	178	< 2,5	< 3,0	< 3,0	309

Примечания: расположение точек отбора проб 13-17 указано в табл. 3.10;
- - проба не отбиралась

Как показывают приведенные результаты, радиационная обстановка в 100-км зоне РОО практически не меняется от года к году и характеризует радиоактивный фон в рассматриваемой зоне.

3.4. НИИ атомных реакторов, г. Дмитровград

В 5 км к западу от г. Дмитровграда Ульяновской области расположен научно-исследовательский институт атомных реакторов (ГНЦ РФ НИИАР) Минатома РФ. Радиоактивное загрязнение окружающей среды 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 2003 г. в НИИАР представлены в табл. 3.12 [6].

Таблица 3.12

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу НИИАР, Бк/год

Радионуклид	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Снижение (-), увеличение (+) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
^{90}Sr	$8,72 \cdot 10^9$	$1,15 \cdot 10^8$	$1,25 \cdot 10^8$	$+ 1,0 \cdot 10^7$
Сумма нуклидов йода	$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,54 \cdot 10^9$	$2,36 \cdot 10^8$	$- 1,8 \cdot 10^8$
^{137}Cs	$5,86 \cdot 10^9$	$2,26 \cdot 10^8$	$3,57 \cdot 10^9$	$+ 3,34 \cdot 10^9$
сумма нуклидов плутония	$5,24 \cdot 10^8$	$6,55 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^7$	$+ 3,55 \cdot 10^6$
Σ β-активных радионуклидов	$1,28 \cdot 10^{12}$	$6,89 \cdot 10^9$	-	$- 6,89 \cdot 10^9$
Σ ИРГ	$1,73 \cdot 10^{15}$	$1,43 \cdot 10^{15}$	$1,09 \cdot 10^{15}$	$- 3,40 \cdot 10^{14}$

Из табл. 3.12 видно, что в 2003 г. мощность выбросов радионуклидов не превышала разрешенных уровней. В 2003 г. по сравнению с 2002 г. в 1,3 раза уменьшились выбросы в атмосферу ИРГ, в 10,8 раза – суммы нуклидов йода. В 15,8 раза увеличились выбросы ^{137}Cs , в 1,5 раза – сумма нуклидов плутония. Выбросы ИРГ в атмосферу на НИИАР составляли в 2003 г. 69 % от выбросов всех 10 АЭС России.

Сбросы радионуклидов в открытую гидрографическую сеть на НИИАР не регламентированы. Тем не менее, жидкие сбросы β-активных радионуклидов в 2003 г. на НИИАР значительно уменьшились по сравнению с 2002 г. и составляли $6,1 \cdot 10^6$ Бк/год. Данные по сбросу других радионуклидов на НИИАР в [6] не приводятся.

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

В СЗЗ НИИАР площадь водоемов, загрязненных ^{137}Cs , составляет $0,2 \text{ км}^2$, из них на территории водоемов с площадью $0,127 \text{ км}^2$ МЭД – 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. В 100-км зоне действует восемь стационарных пунктов наблюдения за мощностью дозы γ-излучения, на трех из них ведутся наблюдения за атмосферными радиоактивными выпадениями и на одном в г. Самаре – за объемной активностью радионуклидов в воздухе [8]. Расположение пунктов радиационного контроля в 100-км зоне показано на рис. 3.4.

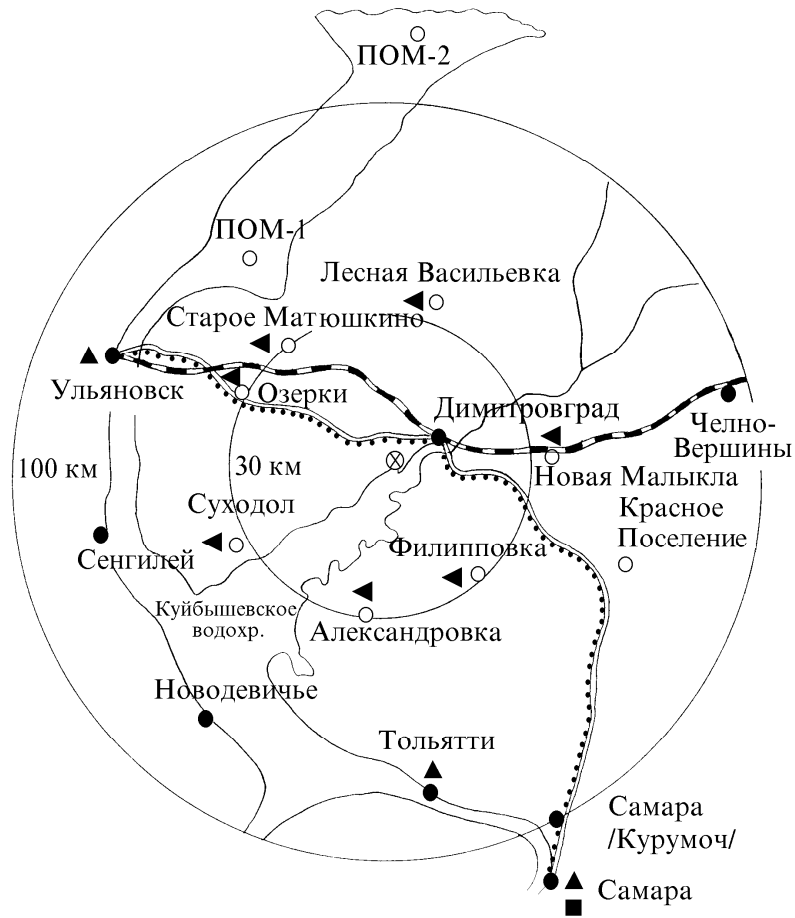


Рис. 3.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг НИИАР:

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

Величина среднемесячных суточных выпадений $\Sigma\beta$ из атмосферы в пунктах наблюдения 100-км зоны НИИАР в 2003 г. колебалась на фоновом уровне – от 0,2 до 4,0 Бк/м²·сутки, а среднегодовые суточные выпадения остались примерно на уровне 2002 г. и изменялись от 0,3 Бк/м²·сутки в Ульяновске до 1,7 Бк/м²·сутки в Тольятти (см. табл. 3.13). В 2003 г. повышенных (в 10 и более раз выше фоновых) выпадений $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг НИИАР не наблюдалось.

Таблица 3.13

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной активности Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2003 г.

Месяц		Самара		Тольятти	Ульяновск
		Р	q	Р	Р
Январь	с	1,0	18	0,8	0,2
	м	2,9	73	2,6	0,4
Февраль	с	0,7	17	0,7	0,2
	м	1,7	47	2,3	0,5
Март	с	0,7	26	0,7	0,2
	м	1,9	78	1,8	0,4
Апрель	с	0,9	37	1,0	0,3
	м	4,0	88	6,8	0,9
Май	с	1,3	28	1,4	0,3
	м	5,9	85	6,4	1,0
Июнь	с	1,2	24	1,8	0,4
	м	3,6	52	6,2	0,8
Июль	с	1,5	32	1,5	0,3
	м	11,0	63	4,2	1,5
Август	с	1,2	26	1,7	0,4
	м	3,1	78	5,5	0,9
Сентябрь	с	1,0	30	4,0	0,3
	м	2,4	65	15,7	1,6
Октябрь	с	1,3	52	3,2	0,3
	м	3,0	105	15,0	1,7
Ноябрь	с	1,0	28	1,6	0,2
	м	5,1	84	13,6	1,0
Декабрь	с	1,0	19	1,5	0,3
	м	1,8	50	4,9	0,8
Среднее: 2003 г.		1,1	28	1,7	0,3
2002 г.		1,2	21	1,2	0,3
Сумма, Бк/м ² ·год		402		621	110

Среднемесячная объемная активность в воздухе суммы долгоживущих β-активных радионуклидов в г. Самаре, приведенная в табл. 3.13, колебалась в пределах (17 – 52)·10⁻⁵ Бк/м³, а среднегодовое значение – 28·10⁻⁵ Бк/м³ – увеличилось примерно в 1,3 раза по сравнению с 2002 г. Это в 1,8 раза выше средней объемной активности для территории РФ в целом (15,9·10⁻⁵ Бк/м³). Максимальное среднесуточное значение объемной активности Σβ в воздухе наблюдалось в октябре – 105·10⁻⁵ Бк/м³.

Данные о среднегодовых объемных активностях ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в атмосфере в г. Самаре за 2000 – 2003 гг. представлены в табл. 3.14. Согласно этим данным среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr мало меняются от года к году и не превышают средневзвешенных величин для центра ЕТР и для территории РФ.

Таблица 3.14

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Самаре в 100-км зоне вокруг НИИАР в 2000-2003 гг., 10⁻⁷ Бк/м³

Пункт Наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по центру ЕТР
¹³⁷Cs							
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
⁹⁰Sr							
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

В июне 2003 г. специалистами Ульяновского ЦГМС было проведено обследование радиационного загрязнения 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. Результаты определения содержания ^{137}Cs в почве и значения МЭД в точках отбора проб в 2003 г. представлены в табл. 3.15.

Таблица 3.15

Мощность дозы γ -излучения и плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в населённых пунктах 30-км зоны вокруг НИИАР в 2003 г.

Населённый пункт	МЭД (мкР/ч) на высоте:		^{137}Cs , кБк/м ²		
	3 – 4 см	1 м	2003 г.	2002 г.	2001 г.
п. Новая Малыкла	12 – 14	9 – 13	0,63 – 3,48 (1,85)	0,78 – 1,07 (0,89)	0,55 – 4,48 (1,55)
с. Лесная Васильевка	11 – 13	9 – 12	0,59 – 1,33 (0,81)	0,63 – 2,18 (1,59)	0,44 – 2,26 (1,15)
с. Александровка	12 – 15	10 – 14	0,63 – 1,85 (1,18)	0,85 – 1,67 (1,15)	0,67 – 1,48 (0,92)
с. Филипповка	13 – 16	9 – 16	0,56 – 2,18 (1,55)	0,81 – 2,01 (1,44)	< 0,52 – 2,63 (1,18)
с. Суходол	11 – 14	9 – 15	0,78 – 2,22 (1,33)	0,37 – 1,48 (0,81)	< 0,44 – 1,78 (0,81)
с. Старое Матюшкино	12 – 13	9 – 14	0,41 – 1,89 (1,48)	0,81 – 2,00 (1,30)	< 0,48 – 1,89 (1,11)
с. Озерки	10 – 13	9 – 14	0,67 – 2,33 (1,30)	0,44 – 1,70 (1,30)	0,55 – 2,29 (1,15)

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}Cs в этих пунктах по данным γ -спектрометрического анализа колебалась от 0,41 до 3,48 кБк/м². Усредненные по 5 точкам в каждом населенном пункте значения изменялись от 0,8 до 1,9 кБк/м², что мало отличается от результатов, полученных в этих населенных пунктах в 2001 – 2002 гг. Эти значения по сути являются фоновыми для данной территории, по величине они не превышают фоновых уровней глобального загрязнения почвы ^{137}Cs на территории РФ.

В целом, анализ ежедневных наблюдений и результатов радиационного мониторинга 100-км зоны позволяет сделать вывод, что выбросы в атмосферу от НИИАР значительного влияния на уровень радиоактивного загрязнения окружающей среды 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 мощности выбросов радионуклидов в атмосферу и сбросов в р. Протву ФЭИ и филиалом НИФХИ в 2003 г. приведены в табл. 3.16 – 3.18 [9].

Таблица 3.16

**Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу ГНЦ РФ ФЭИ, Бк/год
(данные ГНЦ РФ ФЭИ)**

Радионуклид	Разрешенный Выброс	Фактический выброс		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁵⁴ Mn	5,0·10 ⁷	9,8·10 ⁴	1,1·10 ⁶	+ 1,0·10 ⁶
⁵⁷ Co	2,8·10 ⁸	1,2·10 ⁷	2,6·10 ⁷	+ 1,4·10 ⁷
⁵⁸ Co	8,3·10 ⁸	1,4·10 ⁶	-	- 1,4·10 ⁶
⁶⁰ Co	19·10 ⁹	2,8·10 ⁶	6,7·10 ⁶	+ 3,9·10 ⁶
⁶⁵ Zn	4,2·10 ⁷	1,1·10 ⁶	-	- 1,1·10 ⁶
⁶⁸ Ge+ ⁶⁸ Ga	5,5·10 ⁷	1,7·10 ⁷	2,5·10 ⁷	+ 8,0·10 ⁶
⁹⁰ Sr	3,7·10 ⁹	2,2·10 ⁶	3,1·10 ⁷	+ 2,9·10 ⁷
⁹⁵ Nb	9,3·10 ⁸	-	8,1·10 ⁶	+ 8,1·10 ⁶
¹⁰³ Ru	1,5·10 ⁸	-	6,8·10 ⁵	+ 6,8·10 ⁵
¹⁰⁶ Ru	7,6·10 ⁸	3,2·10 ⁵	1,1·10 ⁷	+ 1,07·10 ⁷
¹³⁴ Cs	6,0·10 ⁷	2,7·10 ⁵	-	- 2,7·10 ⁵
¹³⁷ Cs	2·10 ⁹	1,6·10 ⁷	4,7·10 ⁷	+ 3,1·10 ⁷
¹³⁹ Ce	4·10 ⁶	6,5·10 ²	-	- 6,5·10 ²
¹⁴⁴ Ce	5·10 ⁶	7·10 ⁴	-	- 7,0·10 ⁴
¹⁵² Eu	2,4·10 ⁷	1·10 ⁵	3,6·10 ⁴	- 6,4·10 ⁴
¹⁵⁴ Eu	6,9·10 ⁶	1,8·10 ⁴	3,3·10 ⁵	+ 3,1·10 ⁵
Сумма нуклидов I	3,6·10 ¹⁰	9,7·10 ⁸	1,5·10 ⁸	- 8,2·10 ⁸
Сумма ИРГ	2,9·10 ¹⁵	7,1·10 ¹³	4,0·10 ¹³	- 3,1·10 ¹³

Из табл. 3.16 видно, что в ФЭИ в 2003 г. в выбросах отсутствует: ⁵⁸Co, ⁶⁵Zn, ¹³⁴Cs, ¹³⁹Ce и ¹⁴⁴Ce. По сравнению с 2002 г. выбросы большинства радионуклидов увеличились, некоторых – на порядок величины: ⁵⁴Mn – в 11,2 раза, ⁵⁷Co – в 2,1 раза, ⁶⁰Co – в 2,4 раза, ⁶⁸Ge+⁶⁸Ga – в 1,5 раза, ⁹⁰Sr – в 14 раз, ¹³⁷Cs – в 2,9 раза, ¹⁵⁴Eu – в 18,3 раза, ¹⁰⁶Ru – в 33 раза. Кроме того, в выбросах появились отсутствовавшие в 2002 г. ⁹⁵Nb и ¹⁰³Ru. Уменьшились только выбросы ¹⁵²Eu – в 2,3 раза, ИРГ – в 1,8 раза, ¹³¹I – в 6,4 раза. Нормативы предприятия по разрешенным выбросам превышены не были.

В 2003 г. в р. Протву ФЭИ было сброшено 2,09·10⁶ м³ сточных вод. Годовые сбросы α-активных радионуклидов со сточными водами ФЭИ в 2003 г. уменьшились примерно на 4,5 % (см. табл. 3.17), а β-активных радионуклидов – на 22 %.

Таблица 3.17

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

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сброса радионуклидов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
Σα	2,39·10 ⁹	3,18·10 ⁸	3,04·10 ⁸	- 1,4·10 ⁷
Σβ	1,79·10 ⁹	4,0·10 ⁸	3,11·10 ⁸	- 8,9·10 ⁷

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

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

Согласно данным, приведенным в табл. 3.18, в 2003 г. фактические выбросы филиала НИФХИ были ниже разрешенных и составляли для различных радионуклидов от 0,15 до 17,6 % от разрешенных выбросов. В 2003 г. незначительно увеличились выбросы ^{132}I и ^{135}I – в 1,1 и 1,6 раза соответственно. Выбросы остальных радионуклидов уменьшились. Выбросы ^{125}I снизились до уровня 2001 г. (в 25 раз). Суммарный выброс нуклидов йода филиалом НИФХИ в 2003 г. в 823 раз превышал выброс ФЭИ ($12,35 \cdot 10^{10}$ Бк/год – филиал НИФХИ и $1,5 \cdot 10^8$ Бк/год – ФЭИ). Значимых радиоактивных сбросов в р. Протву филиал НИФХИ не производил.

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска организован следующим образом: в СЗЗ ФЭИ и филиала НИФХИ он осуществляется радиометрическими подразделениями ФЭИ и филиала НИФХИ, в зоне наблюдения радиусом ~ 10 км вокруг г. Обнинска – НПО «Тайфун», в 100-км зоне вокруг Обнинска – радиометрической сетью Центрального УГМС. На рис. 3.5 представлена схема расположения СЗЗ ФЭИ, филиала НИФХИ и основных пунктов радиационного мониторинга в зоне наблюдения РОО, в которой расположен г. Обнинск, на рис. 3.6 – расположение пунктов сети радиационного мониторинга Росгидромета в 100-км зоне вокруг РОО.

По данным радиометрического подразделения ФЭИ среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в санитарно-защитной зоне ФЭИ в 2003 г. составляла $< 4,5 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, т.е. менее $1,7 \cdot 10^{-7}$ от ДОА_{НАС} по НРБ-99 [2], а ^{90}Sr – $2,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, т.е. $7,4 \cdot 10^{-6}$ от ДОА_{НАС}. Объемная активность ^{90}Sr в СЗЗ ФЭИ в 147 раз выше средней по территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе зоны наблюдения ФЭИ составляла $3,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это на шесть порядков ниже ДОА_{НАС} для ^{137}Cs по НРБ-99, но в 90 раз выше средневзвешенной по РФ ($0,041 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Объемная активность α - и β -активных радионуклидов в поверхностных водах р. Протвы в 2003 г. в СЗЗ и ЗН ФЭИ по данным радиометрического подразделения ФЭИ составляла 100 мБк/л и 150 мБк/л, соответственно. Необходимо отметить, что по α -активным радионуклидам объемная активность воды в р. Протве совпадает с уровнем вмешательства по НРБ-99.

Радиационный мониторинг в городе и его окрестностях в зоне наблюдения ФЭИ и филиала НИФХИ организован НПО «Тайфун» Росгидромета в соответствии с [9]. Отбор проб аэрозолей в городе и его окрестностях производился с помощью 14 марлевых конусов с недельной экспозицией, 13 из которых установлены в окрестных деревнях ЗН, а также воздухофильтрующей установки с суточ-

ной экспозицией, установленной на территории НПО «Тайфун» в 4 – 5 км от промплощадок ФЭИ и филиала НИФХИ. Отбор проб атмосферных выпадений производился с помощью планшета с суточной экспозицией на территории НПО «Тайфун».

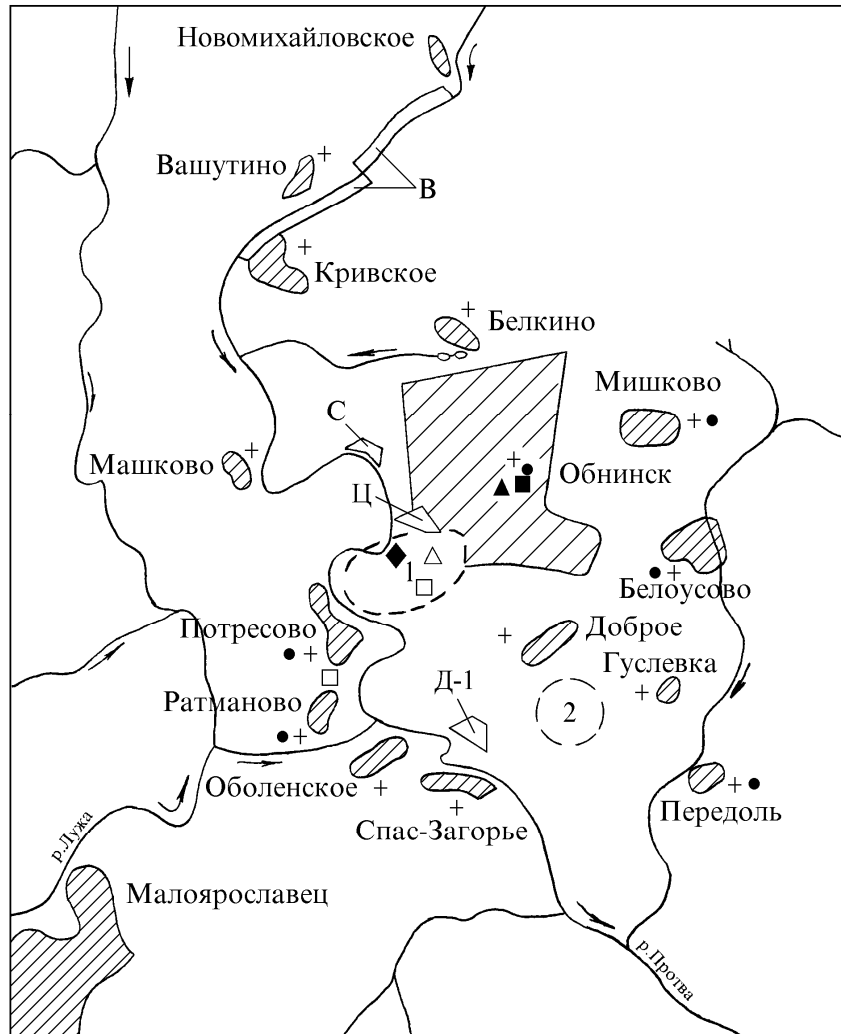


Рис. 3.5. Расположение СЗЗ ФЭИ (1), фил. НИФХИ (2) и стационарных пунктов радиационного мониторинга в 10 - км зоне вокруг г. Обнинска:

НПО «Тайфун»		ФЭИ	
●			- наблюдения за γ -фоном;
▲	△		- 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

Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в г. Обнинске (на метеоплощадке НПО «Тайфун») измерялась раз в сутки с помощью дозиметра ДРГ-01Т. В окрестных деревнях (Мишково, Потресово, Передоль, Ратманово и Белоусово) МЭД измерялась непрерывно с помощью 5

автоматизированных стационарно установленных датчиков с радиоканалом. Информация о МЭД каждые 10 минут автоматически передавалась в ФИАЦ НПО «Тайфун» и записывалась в банк данных.

В окрестностях РОО НПО «Тайфун» регулярно определялись следующие параметры, характеризующие техногенное радиоактивное загрязнение воздуха: среднесуточная объемная активность суммы короткоживущих и долгоживущих β -активных радионуклидов в воздухе, атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ за сутки, объемная активность ^{137}Cs , ^{131}I , ^{90}Sr , $^{239,240}\text{Pu}$ и других радионуклидов в воздухе и содержание гамма излучающих радионуклидов в атмосферных выпадениях.

В 100-км зоне вокруг РОО контроль за радиоактивными атмосферными выпадениями осуществлялся Центральным УГМС на четырех пунктах, за объемной активностью радиоактивных аэрозолей – на одном пункте, за величиной МЭД – на шести пунктах контроля [10].

В табл. 3.19 приведены данные [10] наблюдений Центрального УГМС об объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе и выпадениях $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность в пунктах 100-км зоны вокруг Обнинска и данные наблюдений НПО «Тайфун» в г. Обнинске. Среднемесячные значения суточных выпадений $\Sigma\beta$ колебались в Обнинске в течение года в пределах 0,4 – 1,2 Бк/м²·сутки. Минимальное среднемесячное значение наблюдалось в январе, а максимальное – в марте 2003 г. Максимальные суточные значения колебались от месяца к месяцу в пределах 1,2 – 8,3 Бк/м²·сутки.

Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в Обнинске в 2003 г. немного уменьшились по сравнению с 2002 г. и находились на уровне глобального радиоактивного фона. Среднее за год значение атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ составило 0,7 Бк/м²·сутки, что в два раза ниже средневзвешенного значения по территории России в 2003 г. (1,4 Бк/м²·сутки) и ниже регионального фонового значения для центра ЕТР.

Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе г. Обнинска, приведенная в табл. 3.19, в 2003 г. колебалась в пределах $(9,6 - 26,6) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднее за год значение $(19,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) уменьшилось по сравнению с 2002 г. и было сравнимо с объемной активностью в п. Подмосковная и в центре ЕТР. Максимальная среднемесячная объемная активность наблюдалась в мае – $26,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

В отдельные дни в г. Обнинске отмечались повышенные объемные активности и выпадения суммы β -активных продуктов. Самая высокая среднесуточная объемная активность была зарегистрирована в июле – $102,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В пробе были обнаружены только естественные радионуклиды (дочерние продукты ^{226}Ra , ^{232}Th). В пробе выпадений с повышенной активностью $\Sigma\beta$ (десятикратное и более превышение фонового уровня) от 18 – 19 марта также были обнаружены только естественные радионуклиды.

Таблица 3.19

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки)
и объемной активности Σβ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне вокруг г. Обнинска в 2003 г.

Месяц		Калуга	Малоярославец	Обнинск		Н. Иерусалим	Подмосковная		Центр ЕТР	
		Р	Р	Р	q	Р	Р	q	Р	q
Январь	с	0,6	0,6	0,4	21,1	0,5	1,1	23,4	0,7	14,7
	м	1,2	1,3	1,3	58,8	4,8	4,3	70,5		
Февраль	с	0,7	0,6	0,7	22,0	0,9	0,8	39,6	0,7	14,9
	м	1,4	1,2	2,2	66,1	4,2	2,8	305,0		
Март	с	0,7	0,7	1,2	22,7	0,6	0,7	21,8	0,7	16,8
	м	1,8	1,3	8,3	61,9	3,6	3,0	60,4		
Апрель	с	0,6	0,6	0,8	24,2	0,8	0,8	18,5	0,7	21,4
	м	1,4	1,7	2,5	75,6	4,1	2,2	44,8		
Май	с	0,6	0,6	0,9	26,6	1,4	1,3	16,8	0,9	18,5
	м	1,4	1,3	3,3	62,2	3,9	3,9	92,7		
Июнь	с	0,6	0,4	0,8	13,4	0,7	0,8	-	1,0	14,6
	м	1,7	1,3	2,4	24,0	2,2	2,8	-		
Июль	с	0,5	0,4	0,8	25,3	1,2	0,8	17,5	0,9	20,2
	м	1,0	1,8	5,3	102,8	2,8	2,9	41,6		
Август	с	0,5	0,6	0,6	16,1	1,5	1,3	-	1,1	16,4
	м	0,9	1,2	1,2	33,9	3,3	3,6	-		
Сентябрь	с	0,6	0,6	0,4	19,6	1,2	1,2	-	1,3	20,1
	м	1,6	1,0	1,4	55,0	4,3	3,7	-		
Октябрь	с	0,6	0,6	0,6	19,1	0,6	1,5	-	1,3	30,2
	м	1,6	1,3	2,5	60,4	2,9	4,6	-		
Ноябрь	с	0,7	0,5	0,5	13,8	1,0	0,9	-	1,3	15,8
	м	1,5	0,9	1,6	31,8	2,3	3,7	-		
Декабрь	с	0,6	0,5	0,5	9,6	1,0	1,1	-	1,2	13,2
	м	1,4	1,4	1,3	23,0	3,5	4,4	-		
Среднее:	2003 г.	0,6	0,6	0,7	19,4	1,0	1,0	22,9	1,0	18,1
	2002 г.	0,7	0,6	0,8	22,0	0,4	0,4	22,3	1,0	15,6
Сумма, Бк/м ² ·год:	2003 г.	219	219	255	-	365	365	-	365	
	2002 г.	255	219	292	-	146	146	-	365	

В табл. 3.20 приведены данные о выпадениях ¹³⁷Cs из атмосферы в Обнинске, а также фоновые выпадения в Калужской области в 2003 г. (среднее по трем пунктам: Калуга, Малоярославец, Спас-Деменск). Согласно этим данным, годовые выпадения ¹³⁷Cs в Обнинске увеличились в 2003 г. более чем в четыре раза, в 10 раз превышали фоновые выпадения ¹³⁷Cs по Калужской области и в 27,4 раза превышали выпадения ¹³⁷Cs на территории России, незагрязнённой в результате аварии на Чернобыльской АЭС (< 0,4 Бк/м²·год). Несмотря на то, что годовые фоновые выпадения в Калужской области снизились в 1,7 раза, они в 2,7 раза превышали выпадения ¹³⁷Cs на незагрязненной территории России. Вероятно, на величину фоновых выпадений ¹³⁷Cs в Калужской области оказывает влияние ветровой вынос этого радионуклида с загрязненных после Чернобыльской аварии территорий области.

Таблица 3.20

Выпадения ^{137}Cs в г. Обнинске и других районах Калужской области в 2003 г. Бк/м²-месяц

Месяц	Обнинск		Фон*		Жиздра	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Январь	0,19	0,45	0,09	0,06	0,41	0,67
Февраль	0,24	0,20	0,09	0,06	0,40	0,67
Март	< 0,24	7,50	0,09	0,06	0,35	0,67
Апрель	0,19	0,57	0,11	0,13	0,31	0,63
Май	0,22	0,34	0,11	0,13	0,86	0,63
Июнь	0,24	0,30	0,11	0,13	0,62	0,63
Июль	0,07	0,43	0,19	0,03	0,67	0,57
Август	0,21	0,33	0,19	0,03	0,90	0,57
Сентябрь	0,43	0,22	0,19	0,03	1,18	0,57
Октябрь	0,26	0,14	-	0,08	-	0,43
Ноябрь	0,33	0,21	-	0,08	-	0,43
Декабрь	< 0,20	0,26	-	0,08	-	0,43
Среднее за год	< 0,23	0,91	0,13	0,08	0,63	0,49
Сумма за год, Бк/м ² -год	< 2,8	10,95	1,6	0,92	7,6	5,9

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

В табл. 3.20 также приводятся данные о выпадениях ^{137}Cs в г. Жиздра Калужской обл., загрязненного в результате аварии на ЧАЭС. Видно, что годовые выпадения этого радионуклида в г. Жиздре, также как и фоновые выпадения в Калужской области, в 2003 г. уменьшились в 1,3 раза и превышали фоновые по территории РФ в 17 раз. Однако выпадения ^{137}Cs в г. Обнинске в 2 раза превышали выпадения этого радионуклида в г. Жиздра. Выпадения ^{90}Sr в 2003 г. в г. Обнинске были ниже предела обнаружения.

В табл. 3.21 приводится среднемесячная объемная активность отдельных радионуклидов, зарегистрированных в 2003 г. в атмосфере г. Обнинска.

Таблица 3.21

Среднемесячная объемная активность радионуклидов в воздухе г. Обнинска в 2003 г., Бк/м³

Месяц	$10^{-7} \text{ }^{137}\text{Cs}$		$10^{-9} \text{ }^{238}\text{Pu}$		$10^{-9} \text{ }^{239,240}\text{Pu}$		$10^{-7} \text{ }^{90}\text{Sr}$		$10^{-7} \text{ }^{60}\text{Co}$		$10^{-5} \text{ }^{131}\text{I}$		$10^{-5} \text{ }^7\text{Be}$	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Январь	19	58	3,2	6,2	4,7	8,9	1,1	14,4	н	4,0	0,03	0,11	250	272
Февраль	17	8,1	5,1	3,9	5,6	3,0	1,3	2,3	н	0,62	0,8	0,22	300	400
Март	19	270	3,4	4,7	8,8	7,1	1,6	4,8	н	1,3	3,0	1,0	350	400
Апрель	14	22	5,6	40	8,2	10,2	2,1	1,2	н	1,2	0,06	0,15	610	400
Май	10	33	1,1	3,6	6,3	6,4	1,4	2,6	н	н	1,2	0,51	560	576
Июнь	8	22	1,5	3,6	6,5	7,9	1,3	2,4	1,6	н	0,13	0,25	370	307
Июль	16	8,3	25,0	1,4	11,0	3,2	1,5	1,3	0,4	н	1,1	0,33	620	418
Август	54	10	2,6	3,2	6,8	3,1	2,6	2,5	н	1,0	4,0	н	500	286
Сентябрь	103	16	6,0	1,8	14,0	2,2	1,9	1,1	н	н	1,0	0,53	190	270
Октябрь	8	30	14,0	0,6	3,5	1,6	0,7	0,9	н	н	0,3	0,12	180	200
Ноябрь	13	8,0	5,0	0,7	12,5	2,0	1,0	1,4	1,4	н	0,02	0,79	240	148
Декабрь	14	89	1,3	39	6,7	71	1,1	35	н	н	1,0	0,20	190	198
Среднее	25	47,9	6,2	9,1	7,9	10,6	1,5	5,8	0,28	0,68	1,05	0,35	362	323

н – ниже предела обнаружения

Среднемесячная объемная активность ^{137}Cs в воздухе г. Обнинска в 2003 г. изменялась в пределах $(8 - 270) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а средняя за год объемная активность увеличилась по сравнению с 2002 г. в 1,9 раза и составила $47,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Это на порядок выше, чем средняя за 2003 г. объемная актив-

ность ^{137}Cs для территории России, незагрязненной в результате Чернобыльской аварии ($4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наибольшая объемная активность ^{137}Cs , зарегистрированная в марте 2003 г., была на шесть порядков ниже ДОА_{НАС.} по НРБ-99.

Среднемесячная объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в воздухе г. Обнинске в 2003 г. колебалась в пределах $(1,6 - 71) \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Минимум был зарегистрирован в октябре, а максимум – в декабре. Среднегодовая объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в 2003 г. ($10,6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) увеличилась по сравнению с 2002 г. примерно в 1,3 раза.

Среднемесячная объемная активность ^{238}Pu в воздухе г. Обнинска в 2003 г. изменялась от $0,6 \cdot 10^{-9}$ до $40 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, с максимумом – в апреле и декабре и минимумом – в октябре. Среднегодовая объемная активность ^{238}Pu в 2003 г. ($9,1 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) увеличилась по сравнению с 2002 г. примерно в 1,5 раза. При этом максимальное значение было на четыре порядка ниже допустимой объемной активности для населения ДОА_{НАС.}(^{238}Pu) = $2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³.

Значения среднемесячной объемной активности $^{239,240}\text{Pu}$ и ^{238}Pu в приземном слое воздуха в г. Обнинске превышают аналогичные показатели в относительно чистых регионах ЕТР (гг. Диксон, Нарьян-Мар, Ухта) на один – два порядка. Отношение среднемесячных объемных активностей ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ за период времени 1998 – 2003 гг. изменялось в очень широких пределах от 0,04 в апреле 1999 г. до 3,9 и 4,0 в апреле 2003 г. и октябре 2002 г. соответственно (отношение этих изотопов в глобальных выпадениях составляет: в северном полушарии – 0,036, в южном – 0,180 [1]). На основании столь высоких значений объемной активности изотопов плутония в приземном слое воздуха г. Обнинска и высоких отношений ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ можно сделать вывод, что работа Физико-энергетического института является причиной дополнительного загрязнения воздуха г. Обнинска указанными изотопами.

Среднемесячная объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере г. Обнинска в 2003 г. изменялась в диапазоне $(0,9 - 35,0) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а среднегодовое значение ($5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) было в 3,8 раза выше среднего за 2002 г. ($1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и в 4,2 раза выше фонового уровня для части территории России, незагрязненной после Чернобыльской аварии. Самое высокое значение, зарегистрированное в декабре 2003 г. ($35 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) было на шесть порядков ниже допустимой объемной активности для населения ДОА_{НАС.}(^{90}Sr) = 2,7 Бк/м³ по НРБ-99. Необходимо отметить, что максимальные значения объемной активности ^{90}Sr и изотопов плутония наблюдались в декабре 2003 г.

Как видно из табл. 3.21, в 2003 г. в воздухе г. Обнинска достаточно регулярно наблюдался продукт нейтронной активации ^{60}Co , отсутствующий в составе глобального радиоактивного фона, но его объемная активность была на восемь порядков ниже существующих нормативов ДОА_{НАС.}(^{60}Co) = 11 Бк/м³ [2]. Также в атмосфере были зарегистрированы: ^{134}Cs – в январе и марте ($0,65 \cdot 10^{-7}$ и $0,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно) и ^{54}Mn – в апреле ($0,14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В 2003 г. в воздухе г. Обнинска регулярно регистрировался ^{131}I в аэрозольной и молекулярной формах. Анализ направления ветра позволяет предположить, что источником загрязнения был филиал НИФХИ. Наблюдавшаяся объемная активность ^{131}I приведена в табл. 3.21. Она на шесть – семь порядков ниже допустимой объемной активности ДОА_{НАС.}(^{131}I) = 7,3 Бк/м³ по НРБ-99.

Из естественных радионуклидов в составе глобального фона определялся ^7Be и ^{40}K . Среднегодовая объемная активность в воздухе ^7Be составляла $323 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и практически не изменилась по сравнению с 2002 г. Объемная активность ^{40}K менялась в диапазоне $(0,61 - 2,7) \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ со среднегодовым значением $1,08 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза ниже величины 2002 г. ($1,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Среднегодовые значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения в г. Обнинске, в окрестных деревнях в зоне наблюдения, а также в пунктах 100-км зоны вокруг РОО (рис. 3.6) в 2003 г. не выходили за пределы колебаний глобального фона и составляли: г. Обнинск – 11,4 мкР/ч (10-км зона – 10,8 мкР/ч), Москва – 11,7 мкР/ч, Нарофоминск – 10,5 мкР/ч, Калуга – 10,2 мкР/ч, Малоярославец – 12,1 мкР/ч, Подмосковная – 11,9 мкР/ч, Новый Иерусалим – 13,8 мкР/ч, Серпухов – 11,8 мкР/ч.

Удельные $\Sigma\alpha$ - и $\Sigma\beta$ -активности почвы и растительности в ЗН ФЭИ, определяемые радиометрическим подразделением ФЭИ, в 2003 г. составляли 150 Бк/кг и 600 Бк/кг для растительности и 350 Бк/кг и 550 Бк/кг для почвы соответственно.

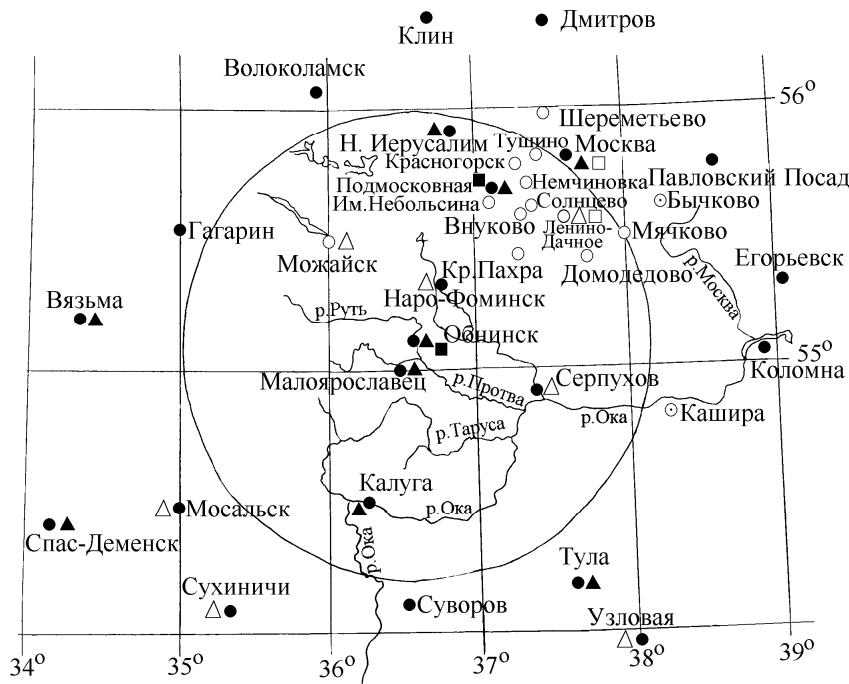


Рис. 3.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг ФЭИ и фил. НИФХИ (г.Обнинск):

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- △ □ – планируемые наблюдения

В Ежегодниках за 2000 – 2002 гг. [11-13] были представлены материалы НПО «Тайфун» по обследованию 4-х питьевых водозаборов г. Обнинска и питьевой воды на территории НПО «Тайфун». Было показано, что в Центральном водозаборе, примыкающем с севера к территории ФЭИ объемная активность трития в скважинах достигала 620 Бк/л, что только на порядок ниже УВ для трития по НРБ-99, равном 7700 Бк/л. По мере удаления водозабора от промплощадки ФЭИ максимальные объ-

емные активности трития уменьшаются: до 200 Бк/л в Самсоновском водозаборе и до 13 Бк/л в остальных. Объемная активность ^{90}Sr изменялась в водозаборах от < 1 до 44 мБк/л, что в 7 раз выше фонового уровня. Вода из всех водозаборных скважин поступает в общую систему водоснабжения города, поэтому в зависимости от меняющегося со временем режима водопотребления различными районами города концентрация трития и других радионуклидов в водопроводной воде меняется.

Кроме того, в результате мониторинга, проведенного НПО «Тайфун» в 1995 – 1997 гг. [3], 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). Также вблизи промплощадки ФЭИ имели место повышенные уровни загрязнения подземных вод и родников ^{90}Sr – до 0,66 Бк/л, что на два порядка выше фоновых значений для рек России. В результате жидких радиоактивных сбросов прошлых лет донные отложения некоторых болот вблизи ФЭИ загрязнены ^{137}Cs (до 640 кБк/м² при фоне ~ 2 кБк/м²).

В 2003 г. НПО «Тайфун» продолжило обследование природных вод на загрязнение тритием вблизи ФЭИ, а также на территории г. Обнинска и его окрестностей [14]. Отбор проб проводился в наиболее репрезентативных точках, где пробы отбирались и ранее (рис. 3.7). Помимо этого, чтобы полностью оценить пространственный масштаб загрязнения тритием, географическая зона отбора была расширена (произведен отбор проб питьевой воды в ближайших к г. Обнинску городах: Малоярославец, Белоусово и Балабаново). Результаты отбора проб природных вод, проведенного в 2003 г., приведены в табл. 3.22 и 3.23 [18].

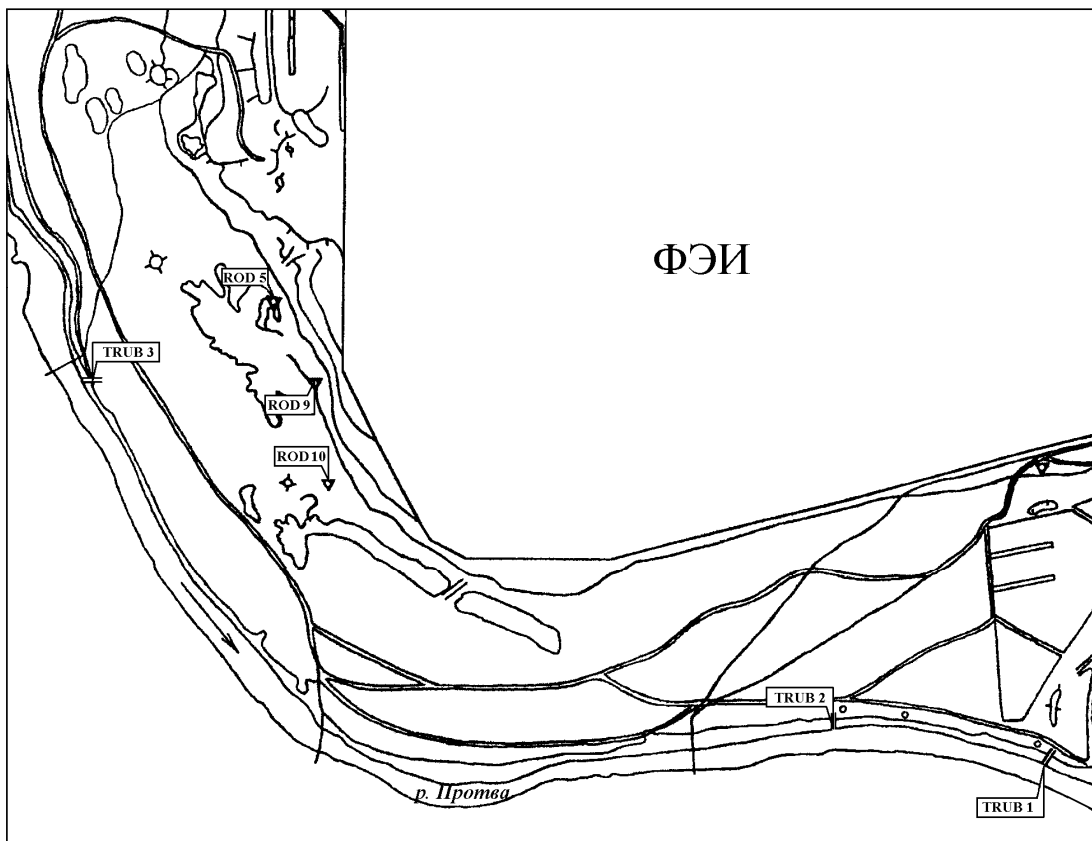


Рис. 3.7. Расположение точек отбора проб воды для определения содержания трития в окрестностях ФЭИ

Таблица 3.22

Содержание трития в природных водах г. Обнинска и его окрестностей в 2003 г.

№	Место отбора проб (см. рис. 3.7)	Дата отбора проб, 2003 г.	Объемная активность, Бк/л	
1	р. Протва левый берег, ~ 300 м выше ROD-4 (городской пляж)	23.07	1,2	
2	Родник ROD-4 (левый берег р. Протвы)	23.07 30.09	18,6 18,7	
3	р. Протва левый берег, ~ 100 м ниже ROD-4 (городской пляж)	23.07	1,6	
4	р. Протва, левый берег (у среднего моста против д. Потресово)	22.07	1,7	
5	Из трубы 2, левый берег р. Протвы	22.07	5,7	
6	р. Протва, левый берег, ~ 10 м выше сброса технологических вод ГНЦ РФ ФЭИ	22.07	1,4	
7	Из трубы сброса технологических вод ГНЦ РФ ФЭИ, левый берег р. Протвы	22.07	19,1	
8	р. Протва, левый берег, ~ 60 м ниже сброса технологических вод ГНЦ РФ ФЭИ	22.07	9,7	
9	Родники и каптажи между промплощадкой ГНЦ РФ ФЭИ и левым берегом р. Протвы:	ROD-5	22.07 30.09	22,8 ± 1,2 17,3 ± 1,0
		ROD-9	22.07 30.09	5 710 ± 100 5 940 ± 105
		ROD-10	22.07	21 030 ± 370
		ROD-10 (проба 1)	30.09	21 380 ± 210
		ROD-10 (проба 2)	30.09	22 300 ± 390
		Каптаж 1 (5 м от ROD-10)	30.09	37 000 ± 650
		Каптаж 2 (10 м от ROD-10)	30.09	36 350 ± 640
10	Питьевая вода на территории городского стадиона	24.07	2,5 ± 0,2	
11	Родник на правом берегу р. Протвы (в районе среднего моста в д. Потресово)	20.07	1,5	
12	Питьевое водоснабжение, различные точки г. Обнинска	июль-октябрь (17 точек)	2 ÷ 72	
13	Питьевая вода, корпус 2/25 ГУ НПО «Тайфун»	январь-декабрь (12 проб)	Диапазон: 33 ÷ 90	
14	Питьевая вода, г. Балабаново	07.07	0,8 – 0,9	
15	Питьевая вода, г. Белоусово	09.07	1,8	
16	Питьевая вода, г. Малоярославец	20.07	1,4	

Таблица 3.23

Обобщенные данные о содержании трития в природных водах Калужской обл., Бк/л

Регион / водоем	Период наблюдений	Средняя объемная активность трития	Интервал изменений
Обнинск, питьевая вода	1997-2003	67	0,2-150
Балабаново, питьевая вода	2003	0,85	
Белоусово, питьевая вода	2003	1,8	
Малоярославец, питьевая вода	2003	1,4	
р. Протва	1995-1997, 2003	2,3	0,9-5,7
Родники	1995-1997, 2003	17	9-32
Родники в районе ФЭИ (максимальное значение)	1995-1997, 2003	27 700	11 300-50 400

Обследование питьевой воды в г. Обнинске в 2003 г. показало, что объемная активность трития в воде в разные месяцы в различных точках города колебалась от 2 до 90 Бк/л при среднегодовом значении – 69,8 Бк/л. Среднегодовая объемная активность трития в питьевой воде ниже УВ (7 700 Бк/л по НРБ-99) примерно на два порядка, однако, она в 3 – 60 раз выше концентраций трития в природных водах в окрестностях г. Обнинска.

Для исследования содержания трития и динамики его распространения НПО «Тайфун» проводился анализ содержания трития в контрольных скважинах, родниках, каптажах и водах на территории ФЭИ и ближней зоны. Измерения объемной активности трития в родниках показали, что повы-

шенные (17,3 – 22,8 Бк/л) по сравнению с фоновыми (1,5 Бк/л) концентрации трития наблюдались во всех родниках на левом берегу р. Протвы (г. Обнинск). Самая высокая объемная активность (выше УВ по НРБ-99) до 37 000 Бк/л наблюдалась в родниках и каптажах на прилегающей к промплощадке СЗЗ ФЭИ территории (ROD 5, 9, 10 на рис. 3.7). Кроме того, в результате мониторинга были обнаружены повышенные концентрации трития в р. Протве в точках отбора, находящихся ниже сброса технологических вод ФЭИ. По мере удаления от труб (сбросы ФЭИ) объемная активность трития в реке уменьшалась до фоновой.

Служба внешней дозиметрии ГНЦ РФ ФЭИ проводила контроль за загрязнением подземных вод в 23 скважинах на территории ФЭИ. В одной из скважин, расположенной в 20 м от хранилища РАО 227 «П» на промплощадке ФЭИ, среднегодовое содержание трития было выше УВ и составляло – $1,0 \cdot 10^4$ Бк/л, а в скважине, находящейся в зоне наблюдения ФЭИ в 10 м от хранилища ТРО 227, среднегодовое содержание ^{90}Sr составило 46,2 Бк/л, что на порядок превышает УВ для воды (5,0 Бк/л).

Объемная активность трития в снеге, отобранном на всю глубину в 3-х точках на территории НПО «Тайфун» 2 – 3 апреля 2003 г. составляла 1,8 - 2,1 Бк/л талой воды и не превышала фоновых значений для осадков.

По данным [14], если учесть фактор конверсии для оценки дозы облучения человека при поступлении трития с пищей ($6,4 \cdot 10^{-11}$ Зв/Бк – для детей младше 1 года, $4,8 \cdot 10^{-11}$ Зв/Бк – для детей 1 – 2 лет, $3,1 \cdot 10^{-11}$ Зв/Бк – для детей 2 – 7 лет, $2,3 \cdot 10^{-11}$ Зв/Бк – для 7 – 12 лет, $1,8 \cdot 10^{-11}$ Зв/Бк – старше 12 лет), а также количество потребляемой питьевой воды различными возрастными группами населения (0,6 л/сут – дети в возрасте 1 год, 0,95 л/сут – 10 лет, 1,2 л/сут – 15 лет, 2,0 л/сут – взрослые), то можно сделать обобщенную оценку дозы облучения тритием различных возрастных групп в результате водопользования (табл. 3.24).

Таблица 3.24

Обобщенные оценки дозы облучения тритием различных возрастных групп населения в результате водопользования, мкЗв/год [14]

Населенный пункт (период наблюдений)	Возрастные группы населения		
	1 год	10 лет	Взрослые
г. Обнинск (1997-2003 гг.)	0,68	0,52	0,85
г. Балабаново (2003 г.)	0,007	0,005	0,009
г. Белоусово (2003 г.)	0,018	0,014	0,023
г. Малоярославец (2003 г.)	0,014	0,011	0,018
Гипотетическое водопользование из родников в районе ФЭИ (1995 – 1997, 2003 гг.)	-	70	120

Из анализа табл. 3.24 следует, что фоновая величина дозы облучения тритием от водопользования в Калужской области составляет 0,005 – 0,023 мкЗв/год и является пренебрежимо малым источником радиационного риска. Наиболее высокие дозы облучения тритием при потреблении питьевой воды имеют место для населения г. Обнинска (0,68 – 0,85 мкЗв/год). Гипотетические дозы при водопользовании из источников с наиболее высокими уровнями трития (родники в районе ФЭИ) 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 ха-

рактер этих оценок, они свидетельствуют о необходимости продолжения радиоэкологического мониторинга трития в окрестностях ФЭИ.

Источником трития являются тритиевые мишени [15], которые предназначены для получения потоков нейтронов на ускорительных установках. Всего, начиная с 1960 г., в хранилищах твердых РАО ФЭИ находятся сотни мишеней, которые являются постоянным источником поступления трития в окружающую среду [15]. Поступление трития в подземные воды, по всей вероятности, связано с нарушением герметизации хранилищ ФЭИ.

Таким образом, данные радиационного мониторинга окружающей среды вокруг РОО г. Обнинска позволяют сделать вывод о том, что наблюдавшиеся в 2003 г. уровни загрязнения окружающей среды в 100-км окрестностях РОО г. Обнинска, в основном, значительно ниже существующих нормативов, хотя филиал НИФХИ оказывает определенное влияние на загрязнение атмосферы ^{131}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 5 – 10 раз 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 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}Cs , ^{60}Co и трансурановыми элементами. Общий объем захороненных отходов – 320 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. 3.2). 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 суммарной β -активности радионуклидов в атмосферных выпадениях [4] в пунктах Мурманск, Полярное и Печенга показали, что среднегодовая величина радиоактивных выпадений в этих пунктах в 2003 г. составляла 0,4, 1,0 и 0,9 Бк/м²·сутки соответственно и не превышала фоновых уровней для этого региона. Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в п. Полярное в марте и составляли 10,1 Бк/м²·сутки, в п. Печенга в январе – 5,9 Бк/м²·сутки, а в г. Мурманске в сентябре – 3,7 Бк/м²·сутки. Эти выпадения сравнительно невелики, техногенных радионуклидов в этих пробах не обнаружено, поэтому можно заключить, что их источником не может быть ПЗРО. Средние объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе г. Мурманска изменялись от месяца к месяцу от $3,0 \cdot 10^{-5}$ до $15 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (при среднем значении за год $6,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), что не отличается от уровней 2002 г. и примерно в 2 раза ниже средней объемной активности для территории России.

Среднегодовые объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в воздухе в г. Мурманска в 2003 г. составляли $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно и не превышали фоновых значений для территории России.

Среднесуточные значения мощности дозы γ -излучения, измеренные в пунктах 100-км зоны, в 2003 г. колебались от 5 до 16 мкР/ч, что находится в пределах природного γ -фона в этом регионе: 4 – 29 мкР/ч.

ПЗРО Государственного федерального предприятия «Нижегородский специализированный комбинат радиационной безопасности «Радон»»

ПЗРО Нижегородского СК «Радон» расположен на расстоянии 80 км к северо-востоку от г. Нижний Новгород и 5 км к юго-востоку от д. Полом Семеновского района. Функционирует с 1962 г.

ПЗРО 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.

В период с 1962 по 1977 гг. захоронение ТРО производилось в подземное хранилище ТРО объемом 400 м³. 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. Нижегородский СК «Радон» переработку РАО не производит, поэтому сбросы и выбросы в окружающую среду отсутствуют.

Контроль радиационной обстановки в 100-км зоне ПЗРО осуществляет Верхне-Волжское УГМС [16]. В 100-км зоне ПЗРО в 2003 г. действовало 11 пунктов дозиметрического контроля за МЭД (в г. Нижний Новгород – два пункта) и один пункт наблюдения за атмосферными выпадениями и радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха (г. Нижний Новгород), схема расположения которых представлена на рис. 3.8.

По данным Верхне-Волжского УГМС мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне контроля в 2003 г. не превышала 13 мкР/ч, что соответствует естественному γ -фону. Объемные активности $\Sigma\beta$ в воздухе и выпадения $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность, приведенные в табл. 3.25, показывают, что в 2003 г. загрязнение приземного воздуха в 100-км зоне наблюдения, как и в 2002 г., было фоновым.

Согласно результатам радиационного мониторинга, влияние ПЗРО Нижегородского СК «Радон» на радиоактивное загрязнение приземной атмосферы и подстилающей поверхности в 100-км зоне в 2003 г. не обнаружено.

Кроме ПЗРО, на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС расположено три РОО: Арзамас-16, ОКБ Машиностроения и Чепецкий механический завод.

В 100-км зоне РОО Арзамас-16 (г. Саров) действуют 5 станций (Арзамас, Выкса, Лукоянов, Краснослободск, Темников), на которых ведутся наблюдения за γ -фоном местности. За радиоактивными выпадениями наблюдения производятся на МС Лукоянов.

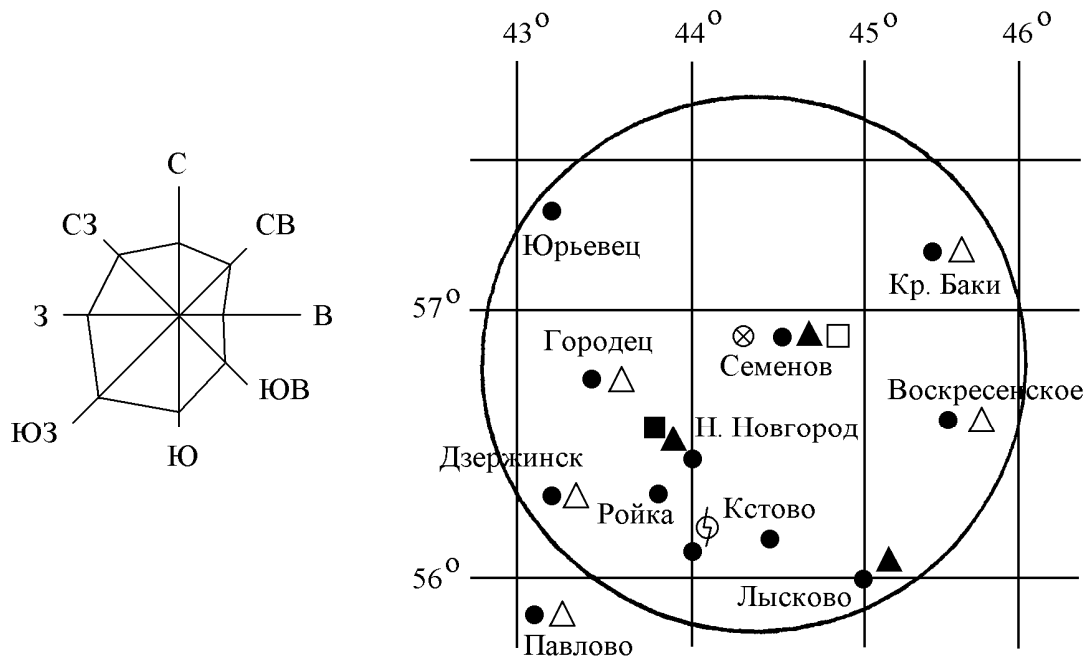


Рис. 3.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг ПЗРО Нижегородского СК «Радон»:

- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – наблюдения за атмосферными аэрозолями;
- △ □ – планируемые наблюдения;
- ⊘ – АСТ;
- ⊗ – ПЗРО

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 2003 г. в окрестностях г. Сарова составляла 11 мкР/ч, что соответствует естественному фону. Среднемесячные значения выпадений $\Sigma\beta$ в п. Лукоянов находились в пределах (0,5 – 2,3) Бк/м²-сутки и не превышали фоновых значений.

В 100-км зоне ОКБ Машиностроения (г. Нижний Новгород) действуют семь стационарных пунктов контроля, на которых ведутся наблюдения за γ -фоном местности (гг. Городец, Константиново, Дзержинск, Лысково, Павлово, Семенов, Нижний Новгород), на 1 станции в г. Нижний Новгород ведутся наблюдения за радиоактивными выпадениями и за радиоактивными аэрозолями.

Среднемесячные значения МЭД составляли (10 – 11) мкР/ч и не превышали фоновых значений. Среднемесячные значения выпадений $\Sigma\beta$ изменялись в пределах (0,2 – 2,4) Бк/м²сутки, объемной активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере – (2,9 – 9,5)·10⁻⁵ Бк/м³, что соответствует естественному фону.

Таблица 3.25

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м²·сутки) и объемные активности Σβ (q, 10⁻⁵ Бк/м³) в 100-км зоне Нижегородского СК «Радон» в 2003 г.

Месяц		Нижегород			
		Р		q	
		2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Январь	с	0,7	0,4	5,7	4,1
	м	2,6	1,5	14,9	16,5
Февраль	с	0,3	0,2	6,1	4,7
	м	1,2	0,6	17,2	15,1
Март	с	0,4	0,2	5,0	4,7
	м	1,2	0,6	22,0	14,6
Апрель	с	0,5	0,4	8,7	4,8
	м	1,3	0,9	31,1	16,9
Май	с	0,6	0,4	9,7	5,9
	м	1,3	2,0	29,7	13,2
Июнь	с	0,5	0,3	7,3	4,5
	м	1,5	0,8	16,6	18,4
Июль	с	0,5	0,2	10,3	5,6
	м	1,1	3,4	23,0	18,3
Август	с	0,5	0,4	7,4	2,9
	м	1,5	1,9	22,4	10,9
Сентябрь	с	0,6	1,0	6,2	5,1
	м	2,6	2,7	21,2	23,5
Октябрь	с	0,3	1,4	2,1	9,5
	м	0,9	3,5	3,8	48,2
Ноябрь	с	0,2	1,1	2,3	9,5
	м	0,8	3,7	4,5	37,1
Декабрь	с	0,2	2,4	4,4	7,9
	м	0,9	4,8	10,1	17,6
Среднее		0,4	0,7	6,2	5,8
Сумма, Бк/м ² ·год		162	256		

Среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере г. Нижний Новгород в 2000 – 2003 гг. представлены в табл. 3.26. Из таблицы видно, что объемные активности этих радионуклидов уменьшаются в последние четыре года и не превышают фоновых уровней для центра ЕТР, из чего можно сделать вывод, что они обусловлены глобальными выпадениями.

Таблица 3.26

Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземном слое воздуха в г. Н. Новгород в 2000 – 2003 гг., 10⁻⁷ Бк/м³

Пункт Наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории центра ЕТР
¹³⁷Cs							
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
⁹⁰Sr							
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

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземном слое воздуха в г. Нижнем Новгороде в 2003 г. составляла $0,23 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по территории центра ЕТР $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а ^{137}Cs – $2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при средневзвешенном значении по региону $9,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 100-км зоне РОО «Чепецкий механический завод» расположено четыре стационарных пункта наблюдений за МЭД (п. Глазов, Дебессы, Селты, Фаленки). В п. Глазове ведутся наблюдения за радиоактивными выпадениями. Средняя мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне составляла 12 мкР/ч, средние значения выпадений суммы β -активных радионуклидов – (0,5 – 1,7) Бк/м²сутки, что соответствует фоновым значениям.

В 2003 г. наблюдались два случая повышенного содержания $\Sigma\beta$ в выпадениях (в 10 и более раз выше фоновых): в п. Глазове – 35,0 Бк/м²·сутки, п. Лукоянове – 33,1 Бк/м²·сутки. Техногенных радионуклидов в пробах обнаружено не было.

Таким образом, радиоактивное загрязнение приземной атмосферы и подстилающей поверхности в 2003 г. указанными выше РОО не наблюдалось.

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 [17].

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 планшетов с суточной экспозицией. Среднегодовые суточные значения выпадений $\Sigma\beta$ в 30-км зоне ПЗРО в 2003 г. (см. табл. 3.27) составляли 0,4 Бк/м²·сутки в г. Екатеринбурге и 0,5 Бк/м²·сутки в г. Сарапулке и находились на уровне среднегодовых значений по Уральскому региону (0,5 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные выпадения наблюдались в сентябре: в г. Екатеринбурге – 3,0 Бк/м²·сутки, в г. Сарапулке – 4,8 Бк/м²·сутки.

Таблица 3.27

Среднемесячные (с), максимальные суточные (м) и среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в 30-километровой зоне вокруг Свердловского ПЗРО «Радон» в 2003 г., Бк/м²-сутки

Пункт наблюдений	Месяц												Среднегодовое	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Екатеринбург с	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4
м	2,1	0,9	2,5	1,6	1,9	1,6	1,6	2,9	3,0	0,8	1,0	1,2		
Сарапулка с	0,4	0,2	0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3
м	1,8	1,3	1,6	1,1	2,3	2,1	3,6	2,3	4,8	1,8	1,8	0,9		
Среднее: 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	0,5	0,4
2002 г.	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2		
Фон для Уральского региона:													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		
2002 г.	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5		

В 10-км зоне радиоактивные выпадения из атмосферы регистрировались в пяти пунктах с помощью планшетов с месячной экспозицией. Эффективность месячных планшетов не определялась и условно принималась, как и для суточных планшетов, равной 0,7.

В табл. 3.28 приведены усредненные по пяти пунктам месячные выпадения суммы β -излучающих радионуклидов и ¹³⁷Cs, а также квартальные выпадения ⁹⁰Sr. В среднем в 2003 г. выпадения $\Sigma\beta$ в этих пунктах несколько увеличились по сравнению с 2002 г. и составили 4,7 Бк/м²·месяц. Средние выпадения ¹³⁷Cs за месяц также увеличились в 1,5 раза, а выпадения ⁹⁰Sr остались на уровне предыдущего года. Абсолютная величина радиоактивных выпадений здесь занижена, поскольку месячные планшеты обладают меньшей эффективностью улавливания радиоактивной пыли, чем суточные планшеты.

Таблица 3.28

Выпадения из атмосферы $\Sigma\beta$, ¹³⁷Cs (Бк/м²·месяц) и ⁹⁰Sr (Бк/м²·квартал) в 10-км зоне вокруг ПЗРО Свердловского СК «Радон» в 2003 г.

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
$\Sigma\beta$	2,1	3,0	3,6	3,5	10,2	5,2	2,7	6,0	7,6	2,6	8,1	2,2	4,7	4,0
¹³⁷ Cs	0,3	н	н	0,2	0,8	0,2	0,4	н	н	н	0,5	0,8	0,3	0,2
⁹⁰ Sr	0,02			0,06			0,04			0,04			0,04	0,04

н - ниже предела обнаружения.

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 10-км зоне составляла 9 мкР/ч и в течение года не превышала среднего значения по Уральскому региону. Согласно приведенным результатам в 2003 г. влияние ПЗРО Свердловского СК «Радон» на радиоактивное загрязнение окружающей природной среды не наблюдалось.

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 Чишма. На нем производится захоронение твердых радиоактивных отходов и отработавших источников ионизирующих излучений. 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 сигнальная сеть из шести пунктов, на которых ведутся наблюдения за атмосферными выпадениями с помощью планшетов с недельной экспозицией и за мощностью экспозиционной дозы (см. рис. 2.1 в разделе 2). В 2003 г. мощность дозы γ -излучения в 10-км зоне вокруг ПЗРО по данным Уральского УГМС колебалась в пределах от 10 до 12 мкР/ч [17], что соответствует изменениям естественного γ -фона.

В табл. 3.29 приводятся усредненные по шести пунктам наблюдений результаты измерений атмосферных выпадений $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr , полученные с помощью планшетов с недельной экспозицией. Эффективность планшетов с недельной экспозицией не определялась и условно была принята равной 0,7, как для планшета с суточной экспозицией. Таким образом, значения выпадений в этой таблице являются заниженными. Тем не менее можно сделать вывод, что в 10-км зоне вокруг ПЗРО выпадения $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr не изменились по сравнению с 2002 г., а выпадения ^{137}Cs увеличились вдвое.

Таблица 3.29

Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в 10-км зоне вокруг ПЗРО Челябинского СК «Радон» в 2003 г., Бк/м²-неделя

Радионуклиды	Месяц												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
$\Sigma\beta$	1,2	1,1	1,0	1,3	2,4	2,6	1,6	3,5	3,1	1,7	1,1	0,9	1,8	1,8
^{137}Cs	0,2	н	н	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,10
^{90}Sr	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

н – ниже предела обнаружения

ПЗРО Государственного Новосибирского специализированного комбината «Радон»

ПЗРО Новосибирского СК «Радон» расположен в Коченевском районе Новосибирской области в 18 км 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. ПЗРО обслуживает Но-

восибирскую, 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. Активность захороненных РАО определяют, в основном, радионуклиды ^{90}Sr , ^{137}Cs и ^{60}Co .

Радиационный мониторинг в 30-км зоне вокруг ПЗРО осуществляет Западно-Сибирское УГМС. Контролируемыми параметрами являются: радиоактивное загрязнение снежного покрова, почвы, воды из р. Чик и ее донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО, а также радиоактивные выпадения из атмосферы, объемная активность радионуклидов в атмосфере и мощность дозы γ -излучения [18] в 30-км зоне. Пункты контроля и точки отбора проб представлены на рис. 3.9 – 3.11.

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 приведены ниже (в скобках приведены данные за 2002 г.) [18].

Выпадения, Бк/м ² ·сутки	Объемная активность в воздухе, 10 ⁻⁵ Бк/м ³			
	$\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr
2,5 (1,9)	24 (12)	0,04 (0,02)	0,028 (0,016)	

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в воздухе в 2003 г. увеличились практически в два раза по сравнению с предыдущим годом, но не превышали фоновых значений для Западно-Сибирского региона: $0,024 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, $0,065 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $29,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в п. Огурцово также были в 1,3 раза выше, чем в 2002 г., но не превышали колебаний глобального фона.

Более подробные данные наблюдений по п. Огурцово приводятся в разделе 2.6, поскольку Огурцово расположено внутри 30-км зоны наблюдения Новосибирского завода химконцентратов, который может являться источником поступления радиоактивных аэрозолей в атмосферу.

Данные о содержании радионуклидов в объектах окружающей среды в 30-км зоне вокруг ПЗРО приведены в табл. 3.30. Мощность дозы γ -излучения, измеренная в точках отбора проб, находилась в пределах 8 – 21 мкР/ч, т.е. не превышала уровней естественного гамма-фона. Пробы почвы и снега отбирались по периметру зон контроля радиусом 250 м, 500 м и 5 000 м вокруг ПЗРО (см. рис. 3.10). Пробы воды и донных отложений отбирались из р. Чик (см. рис. 3.11) выше и ниже по течению реки от ПЗРО. Содержание радионуклидов в воде подземных скважин, указанных на рис. 3.11, в 2003 г. не определялось.

Загрязнение снега β -активными продуктами в 2003 г. не превышало средней величины атмосферных выпадений за период существования снежного покрова. Гамма-спектрометрический анализ объединенной пробы снега показал, что содержание техногенных радионуклидов в снеге было ниже предела обнаружения.



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

Удельная активность ^{137}Cs в почве в слое 0 – 5 см, как и в прошлые годы, весьма неоднородна (от менее 2 до 12 Бк/кг) и зависит от относительной высоты точки отбора пробы. На пониженных участках рельефа содержание ^{137}Cs , как правило, выше, вследствие переноса выпадающего из атмосферы ^{137}Cs с талыми и дождевыми водами. Средние значения содержания ^{137}Cs в почве в 2003 г. были меньше, чем в 2002 г. Удельная активность ^{226}Ra и ^{232}Th в почве на разных расстояниях от ПЗРО была примерно одинаковой 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.

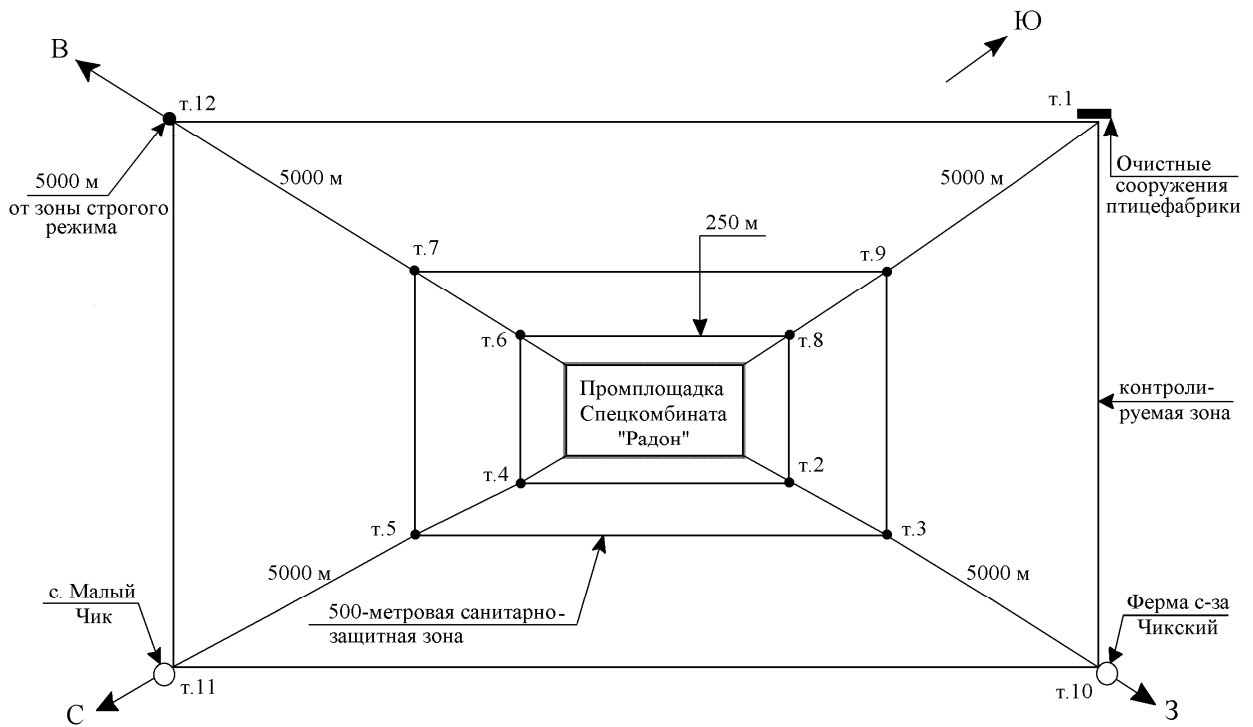


Рис. 3.10. Схема расположения точек контроля в пяти - км зоне вокруг ПЗРО Новосибирского СК «Радон»

Таблица 3.30

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды вокруг Новосибирского СК «Радон» в 2003 г.

Место отбора проб	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{226}Ra	^{232}Th	МЭД, мкР/ч
Зоны контроля вокруг ПЗРО:	Снег, Бк/м²	Почва, Бк/кг			
Периметр 250-м зоны (4 точки)	н – 160	2 – 11	17 – 22	23 – 31	8 – 13
Периметр 500-м зоны (4 точки)	н – 304	3 – 7	15 – 22	28 – 31	10 – 12
В 5 км от ПЗРО (см. рис. 3.10):					
– на восток (В) – т. 12	–	4	16	30	9
– с. Малый Чик (С) – т. 11	–	6	23	35	10
– ферма с/х «Чикский» (З) – т. 10	216	5	18	31	13
– очистные сооружения птицефабрики (Ю) – т. 1	49	12	16	23	10
Среднее:					
2003 г.	139	6	19	29	
2002 г.	21	11	18	25	
Пункты по течению р. Чик:	Вода, Бк/л	Донные отложения, Бк/кг			
– выше ПЗРО, т. 10 (см. рис. 3.11)	0,2	н	18	15	13
т. 10а	0,3	н	12	23	12
– ниже ПЗРО, т. 6	0,8	н	12	11	10
т. 5	1,4	н	11	10	11
т. 4	1,2	н	5	8	10
Среднее:					
2003 г.	0,8	н	12	13	
2002 г.	1,3	н	14	17	

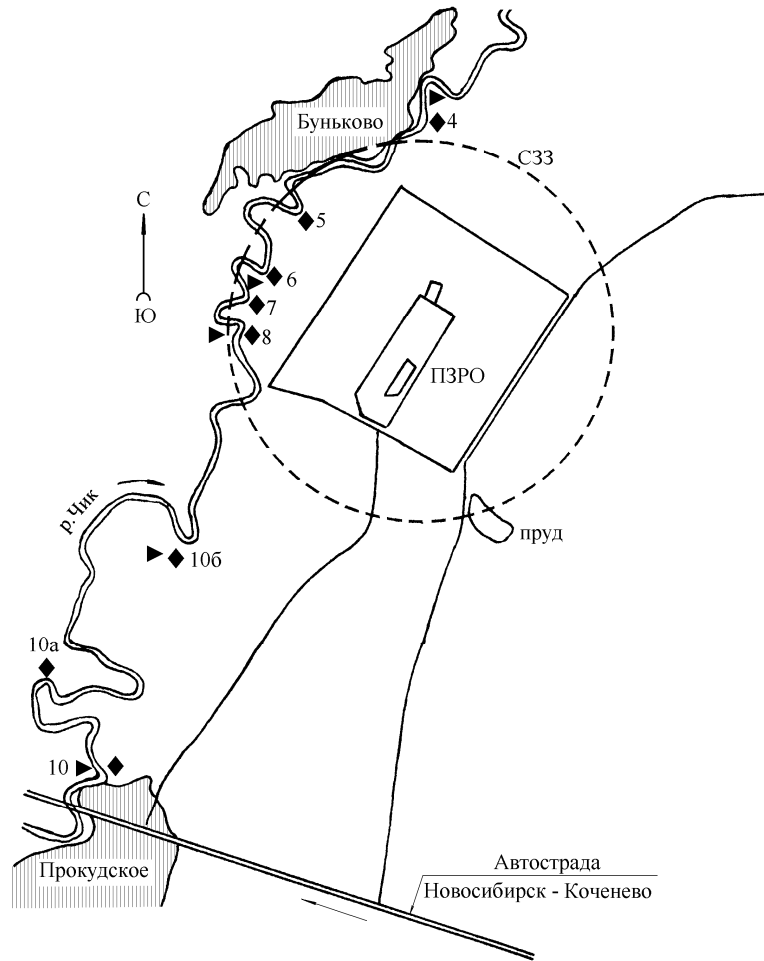


Рис. 3.11. Схема отбора проб воды и донных отложений в зоне наблюдения ПЗРО Новосибирского СК «Радон»:

- ◆ – отбор проб поверхностных вод;
- ▶ – отбор проб донных отложений.

Концентрация $\Sigma\beta$ в речной воде ниже ПЗРО в 2003 г. была несколько выше, чем в точках, расположенных выше по течению реки от ПЗРО. По сравнению с 2002 г. средняя объемная активность $\Sigma\beta$ в воде уменьшилась в 1,6 раза и не превышала допустимую для питьевой воды (1 Бк/л) по НРБ-99.

Результаты радиационного мониторинга в 30-км и ближней зонах вокруг ПЗРО позволяют сделать вывод о пренебрежимо малом влиянии ПЗРО Новосибирского СК «Радон» на радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы и почвы.

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. 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 [19].

Контроль радиоактивных выпадений в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2003 г. проводился на шести станциях, а за атмосферными аэрозолями – на одной станции в Иркутске (см. рис. 2.11).

100-км зона полигона практически совпадает со 100-км зоной АЭХК, поэтому некоторые данные Иркутского УГМС по этой зоне уже приведены в разделе 2.7 в табл. 2.37, 2.38.

Средняя за год величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ в 2003 г. увеличилась в 1,1 – 1,4 раза по сравнению с 2002 г. почти во всех пунктах наблюдения и колебалась в пределах от 1,9 до 3,1 Бк/м²-сутки. Это выше, чем средневзвешенное значение выпадений $\Sigma\beta$ на незагрязненной территории РФ, что характерно для Иркутской области. Высокого загрязнения (десятикратного превышения фонового уровня) в 100-км зоне вокруг ПХРВ в 2003 г. не наблюдалось.

Согласно результатам радиоизотопного анализа проб аэрозолей в г. Иркутске в 2003 г. среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ и ¹³⁷Cs в приземной атмосфере уменьшились по сравнению с 2002 г. в 1,1 и 1,2 раза соответственно, а ⁹⁰Sr – увеличились в 2 раза. В результате, объемная активность ¹³⁷Cs была в 1,4 раза ниже фонового значения по югу Восточной Сибири (см. гл. 1), а $\Sigma\beta$ и ⁹⁰Sr – выше в 1,2 и 2,6 раза соответственно.

Среднемесячные значения МЭД, рассчитанные по результатам ежедневных наблюдений на 13 метеостанциях в 100-км зоне вокруг ПХРВ, составляли (7 – 20) мкР/ч, а максимальное из ежедневных значений МЭД достигало 26 мкР/ч и было зафиксировано 27 августа на ст. Большое Голоустное.

В 2003 г. ежемесячно группами оперативного контроля Иркутского УГМС проводилась маршрутная радиометрическая съемка местности вдоль дорог в окрестностях ПХРВ в радиусе 20 км.

Измерения МЭД в двадцатикилометровой зоне ПХРВ осуществлялись в 30 точках через каждые 2 км маршрута на дороге и на расстоянии 10 м от дороги. 28 февраля одновременно с маршрутной γ -съемкой было отобрано 15 проб снега, а 27 августа – 15 проб почвы и растительности.

Средние за месяц значения мощности дозы γ -излучения в радиусе 20 км от ПХРВ находились в пределах (9 – 14) мкР/ч, т.е. на фоновом уровне [19], а максимальное (22 мкР/ч) – было зарегистрировано в январе в 4 км от д. Тихонова Падь. В феврале и августе в 15 точках были отобраны пробы почвы, снега и растительности. Результаты измерений содержания $\Sigma\beta$ в почве и травянистой растительности в 2003 г. в 20-км зоне вокруг ПХРВ приведены в табл. 3.31. Там же для сравнения приведены данные за предыдущий год.

**Плотность загрязнения почвы и травы β -активными радионуклидами
в 20-км зоне вокруг Иркутского ПХРВ в 2002 – 2003 гг., Бк/м²**

Пункт отбора проб	Почва, 27.08		Трава, 27.08	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
14-й км Александровского тракта	328	191	8,9	2,8
19-й км -"-	114	372	8,9	6,5
25-й км -"-, д. Московщина	318	365	19,4	8,9
33-й км -"-	112	539	8,4	7,5
34 км -"-, ПХРВ	666	154	4,2	3,6
36-й км Александровского тракта	43	79	2,5	2,7
п/л «Солнечный»	307	290	3,7	2,4
д. Усть-Балей	207	118	5,9	1,2
д. Урик	140	83	10,8	7,9
4-й км в сторону д. Тихонова Падь	316	854	6,9	4,8
8 км -"-	484	251	14,1	2,1
12 км -"-	205	244	7,7	4,3
16 км -"-	334	60	2,3	0,4
д. Тихонова Падь	538	875	4,8	1,2
Фоновая точка	143	423	4,2	2,2
Среднее	284	320	7,5	4,0

Максимальный уровень загрязнения снежного покрова отмечался на 33 км Александровского тракта – 136,5 Бк/м². Загрязнение травяного покрова β -активными радионуклидами в 2003 г. (4,0 Бк/м²) было несколько ниже, чем в 2002 г. Максимальная плотность загрязнения травяного покрова суммой β -активных радионуклидов, также как и в предыдущие годы, зарегистрирована на 25-ом км Александровского тракта и составила 19,4 Бк/м², что в 4 раза выше уровня загрязнения в фоновой точке. Уровни загрязнения почвы $\Sigma\beta$ в 20-км зоне Иркутского ПХРВ находились в пределах колебаний глобального фона.

Из приведенных данных следует, что радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутского СК «Радон» в 2003 г. была стабильной и соответствовала уровням регионального радиоактивного фона.

Список литературы к разделу 3

1. Соболевская А.П. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в 100-км зоне вокруг РОО «Севмашпредприятие» в 2003 г. – Архангельск: Северное УГМС, 2004.
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 1997 г. Ежегодник. Под ред. К. П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999.
4. Мокротоварова О.И., Сафонов Ю.В., Короткова Т.Д., Михайлова Г.И. Обзор о радиоактивном загрязнении окружающей природной среды на территории деятельности Мурманского УГМС в 2003 г. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2004.

5. Шевченко Н.А., Коваль Г.В. Годовой отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в 100-км зоне наблюдения вокруг радиационно опасных объектов Камчатской области в 2003 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатское УГМС, 2004.
6. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н., Косова О.Е. Радиационная обстановка на предприятиях Минатома в 2003 году. – М.: ВНИИХТ, 2004.
7. Рыбальченко А.И., Пименов М.К., Костин П.П. и др. Глубинное захоронение жидких радиоактивных отходов. – М.: ИздАТ, 1994.
8. Шахов Д.Б., Жданова Л.В. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе НИИАР в 2003 г. – Самара: Приволжское УГМС, 2004.
9. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Под ред. К.П. Махонько. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 264 с.
10. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе отдела радиационного мониторинга (ОРМ) ГУ «Московского ЦГМС-Р» в 2003 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2004.
11. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 г. Под ред. К.П. Махонько.– СПб.: Гидрометеиздат, 2001.
12. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2001 г. Под ред. К.П. Махонько.– СПб.: Гидрометеиздат, 2002.
13. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 г. Под ред. С.М. Вакуловского – СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
14. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Крышев И.И. Анализ радиационного риска и радиоэкологический мониторинг трития на объектах ядерного комплекса России. Отчет – Обнинск: НПО «Тайфун», 2003.
15. 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.
16. Андриянова Н.В., Савина В.А. Обзор радиоактивного загрязнения окружающей природной среды на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в 2003 г. – Н. Новгород: Верхне-Волжское УГМС, 2004.
17. Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2003 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уралгидромет, 2004.
18. Чирков В.А., Котова О.П., Чагина Н.Д., Башкиров Н.И. и др. Оценка радиационной обстановки на территории Сибирского региона в 2003 году. Ежегодник. – Новосибирск: ЗапСибгидромет, 2004.
19. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П., Дюбург В.М. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2003 году. Ежегодник. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2004.

4. РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

В 2003 г. на территории России работали 10 атомных электростанций. На всех АЭС эксплуатировалось 30 энергоблоков, из них 14 – с водоводяными реакторами под давлением (ВВЭР), в том числе 8 реакторов ВВЭР-1000, и 6 реакторов ВВЭР-440, 15 энергоблоков с канальными кипящими реакторами (РБМК), в том числе 11 реакторов РБМК-1000 и 4 реактора ЭГП-6, 1 энергоблок с реактором на быстрых нейтронах БН-600. Ранее в [1] нами приводились данные о сроках пуска и мощности энергоблоков АЭС. Эксплуатация энергоблоков на АЭС сопровождается газоаэрозольными выбросами радионуклидов в атмосферу и сбросами их в открытую гидрографическую сеть, на поля фильтрации, в бассейны выдержки, в подземные и наземные хранилища жидких радиоактивных отходов. Поэтому все АЭС являются потенциально радиационно опасными объектами. Поскольку даже в штатном режиме работы АЭС в той или иной степени загрязняют окружающую природную среду, необходим постоянный контроль радиационной обстановки в их окрестностях. Фактически газоаэрозольные выбросы АЭС в 2003 г. были значительно ниже допустимых нормативов. Они составляли для ИРГ $\leq 25,7\%$ от разрешенных выбросов, для $^{131}\text{I} \leq 6,7\%$, для $^{60}\text{Co} \leq 7,4\%$, для $^{134}\text{Cs} \leq 3,6\%$, для $^{137}\text{Cs} \leq 8\%$ [2]. Сбросы жидких радиоактивных отходов в 2003 г. также не превышали допустимых нормативов. Они составляли для $^{60}\text{Co} \leq 3,7\%$, для $^{134}\text{Cs} \leq 1,3\%$, для $^{137}\text{Cs} \leq 6,7\%$ и для $^{90}\text{Sr} \leq 1,3\%$ от разрешенного сброса [2]. В 2003 г. на АЭС не было радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным поступлением в окружающую среду радионуклидов за счет газоаэрозольных выбросов или жидких сбросов.

В разделе 4, наряду с данными системы радиационного мониторинга Росгидромета в 100-км зонах вокруг АЭС, приводятся результаты радиационного мониторинга в 30-км зонах АЭС, предоставленные в НПО «Тайфун» службами внешней дозиметрии десяти АЭС в рамках Соглашения об обмене информацией.

4.1. Балаковская АЭС

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. Река Волга пересекает 30-км зону наблюдения 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.

Для организации технического оборотного водоснабжения Балаковская АЭС использует водоем-охладитель, который представляет собой водохранилище длиной 6,8 км и шириной 2,6 км, площадью 26,1 км², объемом 0,15 км³ и средней глубиной 5,75 м. Вода водоема-охладителя используется в качестве циркуляционной для охлаждения турбин энергоблоков Балаковской АЭС. Из водоема-охладителя по открытому подводящему каналу вода поступает к насосным станциям, расположенным на берегу этого канала. Отработанная (подогретая) циркуляционная вода сбрасывается в открытый отводящий канал и далее в водоем-охладитель. Восполнение потерь воды водоема-охладителя производится за счет вод Саратовского водохранилища с помощью береговой насосной подпитки водоема.

Для охлаждения вспомогательного оборудования используется замкнутый контур по которому техническая вода подается на брызгальные устройства. Сброс технической воды с брызгальных устройств осуществляется в брызгальные бассейны, расположенные на территории промплощадки Балаковской АЭС.

Большая часть контролируемой службой радиационной безопасности АЭС зоны расположена на левом берегу Волги. Площадь всей контролируемой части района расположения Балаковской АЭС составляет 2 830 км² [3]. Она разделена на три пояса: территория АЭС (промплощадка) площадью около 3,75 км²; санитарно-защитная зона (СЗЗ) радиусом 3 км и площадью около 28,3 км²; зона наблюдения (ЗН) радиусом 30 км, площадью около 2 830 км².

На территории АЭС, имеющей специальное ограждение, расположены все основные и вспомогательные сооружения энергоблоков Балаковской АЭС. В санитарно-защитной зоне Балаковской АЭС 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 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 км².

В 2003 г. в эксплуатации на Балаковской АЭС в общем спецкорпусе находились четыре энергоблока ВВЭР-1000 с общей мощностью 4000 МВт. Газоаэрозольные выбросы от каждого энергоблока производились отдельно через венттрубы.

Данные о составе и мощности фактических и разрешенных газоаэрозольных выбросов Балаковской АЭС в атмосферу в 2002 – 2003 гг. представлены в табл. 4.1 [2].

Из табл. 4.1 видно, что фактические выбросы всех радионуклидов в 2003 г. были значительно меньше разрешенных и по сравнению с предыдущим годом их выбросы уменьшились.

Сброс радионуклидов с жидкими стоками на Балаковской АЭС производится в водоем-охладитель и брызгальные бассейны. В 2003 г. на Балаковской АЭС было отведено $2,272 \cdot 10^6$ м³ сточных вод. Данные о составе и мощности фактических и разрешенных сбросов радионуклидов с жидкими стоками на Балаковской АЭС в 2002 – 2003 гг. представлены в табл. 4.2 [3].

Таблица 4.1

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на Балаковской АЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Co	7,4·10 ⁹	1,57·10 ⁷	3,66·10 ⁷	- 2,09·10 ⁷
⁹⁰ Sr	1,9·10 ⁸	2,20·10 ⁶	2,40·10 ⁶	- 2,0·10 ⁵
¹³¹ I	1,8·10 ¹⁰	1,59·10 ⁸	1,21·10 ⁹	- 1,05·10 ⁹
¹³⁴ Cs	9,0·10 ⁸	9,32·10 ⁶	2,18·10 ⁷	- 1,25·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,0·10 ⁹	2,0·10 ⁷	2,85·10 ⁷	- 8,5·10 ⁶
Σ ИРГ	6,9·10 ¹⁴	5,61·10 ¹¹	3,08·10 ¹²	- 2,52·10 ¹²

Таблица 4.2

Мощность сбросов радионуклидов с жидкими стоками на Балаковской АЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁵⁴ Mn	7,0·10 ¹⁰	1,70·10 ⁶	2,4·10 ⁶	- 7,0·10 ⁵
⁵⁸ Co	2,37·10 ⁹	1,5·10 ⁷	-	+ 1,5·10 ⁷
⁶⁰ Co	5,5·10 ⁹	6,98·10 ⁶	5,32·10 ⁶	+ 1,66·10 ⁶
⁹⁰ Sr	2,3·10 ⁹	2,10·10 ⁷	8,9·10 ⁶	+ 1,21·10 ⁷
¹³⁴ Cs	2,3·10 ⁹	2,42·10 ⁷	1,07·10 ⁸	- 8,28·10 ⁷
¹³⁷ Cs	8,26·10 ¹⁰	1,32·10 ⁸	1,39·10 ⁸	- 7,0·10 ⁶

Превышения разрешенных сбросов в водоем-охладитель и брызгальные бассейны не было. Фактические сбросы радионуклидов не превышали 1% от допустимых сбросов.

Радиационный мониторинг в районе расположения атомной станции осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности отдела радиационной безопасности (ОРБ) Балаковской АЭС. В 2003 г. радиационный контроль окружающей среды проводился путем измерений [3]:

- мощности экспозиционной дозы в зоне наблюдения Балаковской АЭС с помощью переносных приборов, 26 датчиков автоматизированной системы контроля радиационной обстановки 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 дозиметров ТЛД;
- общей активности $\Sigma\beta$ и содержания отдельных техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды (атмосферного воздуха и выпадений, воды открытых водоемов, городских и станционных коммуникаций, грунтовых вод, снега, почвы, водной и луговой растительности, донных отложений, продуктов питания и питьевой воды).

Принципы и периодичность отбора проб объектов окружающей среды были подробно изложены в [4]. Все поступающие в лабораторию контроля внешней радиационной безопасности пробы проходили первичную обработку: твердые и сыпучие пробы предварительно высушивались, жидкие выпаривались и затем озолялись в муфельных печах. Для измерения суммарной β -активности проб использовалась малофоновая установка УМФ-2000. Для определения объемной активности ⁹⁰Sr в воде использовалась бета-спектрометрическая установка, в остальных пробах содержание ⁹⁰Sr опреде-

лялось радиохимическим методом. Гамма-спектрометрическим методом на полупроводниковом детекторе фирмы «ORTEC» определялся полный радионуклидный состав в выбросах, в воде, в воздухе и в атмосферных выпадениях на подстилающую поверхность.

Радиоактивность приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в 2003 г. контролировалась на семи стационарных постах радиационного контроля, расположенных в населенных пунктах на различном удалении от АЭС (7 – 32 км) по основным направлениям ветра в течение всего года.

Данные об объемной активности суммы β-активных радионуклидов ($\Sigma\beta$), ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в пунктах наблюдения 30-км зоны Балаковской АЭС представлены в табл. 4.3 и 4.4 [3].

Таблица 4.3

Среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в 30-км зоне наблюдения вокруг Балаковской АЭС в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³ (данные ОРБ Балаковской АЭС)

Пункты контроля	Месяцы												Среднее	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003г.	2002 г.
Балаково, 13,5 км на юго-запад от АЭС	5,8	10,8	11,1	4,1	7,4	8,0	64,3	28,6	13,1	9,2	4,0	3,0	14,1	13,1
Матвеевка, 7,5 км на северо-восток от АЭС	-	14,6	8,4	11,3	8,8	9,6	6,5	18,4	16,6	35,3	-	1,7	13,1	25,3
Подсосенки, 10,5 км на юг от АЭС	3,5	12,3	8,7	21,7	6,0	6,1	7,2	10,9	2,3	21,6	4,8	3,4	9,0	21,9
Широкий Буерак, 12 км на запад от АЭС	9,0	15,7	9,2	7,6	-	5,2	15,5	-	11,0	8,9	8,2	4,3	9,5	19,7
Маянга, 32 км на юго-запад от АЭС	7,3	12,6	14,4	15,7	7,7	9,6	5,3	6,1	9,2	8,6	4,0	2,0	8,5	21,5
Натальино, 3 км на юго-запад от АЭС	-	23,7	-	7,1	6,2	3,1	47,2	1,4	7,9	20,0	9,3	7,1	13,3	-
Промплощадка АЭС	8,1	9,8	9,2	20,2	13,5	6,6	-	45,9	7,6	14,5	4,2	3,0	12,9	-
Среднее по контролируемой зоне	6,7	14,2	10,2	12,5	8,3	6,9	24,3	18,6	9,7	16,9	5,7	3,5	11,5	20,3

- - здесь и в последующих таблицах отбор проб не производился.

Из табл. 4.3 видно, что в контролируемой ОРБ зоне Балаковской АЭС в 2003 г. среднегодовые объемные активности $\Sigma\beta$ приземного воздуха были почти в 2 раза ниже, чем в предыдущем году и ниже средневзвешенной объемной активности по территории России ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Высокие значения среднемесячной объемной активности $\Sigma\beta$ (в 4 – 6 раз выше среднего значения) наблюдались в г. Балаково в июле, в с. Натальино в июле, на промплощадке в августе.

Таблица 4.4

Объемные активности ^{90}Sr в приземной атмосфере в 30-км зоне наблюдения вокруг Балаковской АЭС в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные ОРБ Балаковской АЭС)

Пункты контроля	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее:	
					2003г.	2002 г.
Балаково	2,4	1,5	1,5	1,6	1,7	4,2
Матвеевка	3,0	1,0	1,1	2,5	1,9	3,6
Подсосенки	1,2	1,4	1,4	1,7	1,4	3,1
Широк.Буерак	1,6	1,0	1,2	1,0	1,2	3,5
Маянга	2,2	1,5	1,2	1,7	1,4	3,5
Натальино	1,2	0,1	0,1	2,9	1,1	-
Промплощадка	1,2	1,3	3,4	0,8	1,7	-

Примечание: Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr составляет $1,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в приземном воздухе 30-км зоны АЭС во всех пунктах контролируемой зоны были практически на уровне фоновых, за исключением, п.п. Матвеевка,

Балаково и промплощадки, где объемные активности ^{90}Sr были несколько выше фоновых. По сравнению с 2002 г. объемные активности ^{90}Sr в приземной атмосфере ЗН уменьшились в 2 – 3 раза. Объемные активности ^{137}Cs в зоне контроля в течение всего года были ниже предела обнаружения практически во всех пунктах наблюдения, за исключением г. Балаково, где среднемесячная объемная активность ^{137}Cs составляла $15,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в марте, $6,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в ноябре и $7,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в декабре, с. Матвеевка – $13,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в марте, с. Широкий Буерак – $23,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в апреле и $11,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в декабре, с. Маянга – $19,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в апреле, промплощадки АЭС – $9,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в марте и $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в декабре. Эти значения в 1,3 – 5,7 раза выше средневзвешенного значения по территории РФ. Объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в приземном воздухе 30-км зоны АЭС во всех пунктах наблюдения были на шесть – семь порядков ниже предельно допустимых по НРБ-99 [5], равных 27 и 2,7 Бк/м³ соответственно.

Месячные выпадения ^{137}Cs в течение года во всех пунктах наблюдения были ниже предела обнаружения кроме декабря, когда выпадения ^{137}Cs в п.п. Балаково, Широкий Буерак, Натальино и на промплощадке АЭС в 13 – 17 раз превышали фоновые выпадения на территории Приволжского УГМС ($0,05$ Бк/м²·месяц).

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 пробы растительности выбирались луговые растения методом «конверта» на участке 10x10 м.

Содержание радионуклидов в снежном покрове, почве и растительности в 30-км зоне в 2003 г. представлено в табл. 4.5. Плотность загрязнения снега и растительности ^{137}Cs была ниже минимально детектируемой активности применяемой аппаратуры во всех пунктах наблюдения и в данной таблице не представлена. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в контролируемой зоне не превышало $0,36$ кБк/м², что ниже средних по территории РФ уровней глобального загрязнения почвы этим радионуклидом.

Таблица 4.5

Содержание радионуклидов в снеге, почве и растительности в 30-км зоне вокруг Балаковской АЭС в 2003 г. (данные ОРБ Балаковской АЭС)

Пункты контроля	Плотность загрязнения								Удельная активность, Бк/кг			
	Снег, Бк/м ²		Почва, кБк/м ²						Растительность*			
	^{90}Sr		$\Sigma\beta$		^{90}Sr		^{137}Cs		$\Sigma\beta$		^{90}Sr	
	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.
Балаковская АЭС	0,25	< 0,36	31,9	54,9	0,31	0,52	< 0,104	< 1,31	224,9	35,9	3,59	0,96
Балаково	0,22	< 0,7	31,8	51,5	0,04	0,78	0,276	< 0,85	95,1	81,7	1,20	0,29
Матвеевка	0,06	< 0,32	22,6	56,6	0,07	0,37	< 0,078	< 4,91	94,0	54,3	0,53	0,51
Натальино	0,18	< 0,35	21,6	56,7	0,10	0,53	0,144	< 1,36	74,7	91,3	1,48	0,48
Ново-Николаевка	0,04	< 0,35	14,9	55,4	0,11	0,37	0,356	< 1,6	86,9	38,6	1,13	1,20
Подсосенки	0,44	< 0,35	16,0	55,8	0,23	0,56	0,332	2,67	56,9	79,8	0,67	0,42
Широкий Буерак	0,73	< 0,35	22,7	55,1	0,15	0,36	0,251	2,3	108,9	94,1	1,75	0,65
Маянга	0,22	< 0,35	22,7	54,8	0,23	0,24	0,166	2,37	85,7	38,6	0,4	0,37
Среднее	0,27	< 0,39	23,0	55,1	0,16	0,47	< 0,213	< 2,17	103,4	64,3	1,34	0,81

* – на кг сырой массы

По сравнению с предыдущим 2002 г. загрязнение растительности ^{90}Sr в пунктах 30-км зоны АЭС увеличилось в среднем в 1,5 раза. Максимальное загрязнение растительности ^{90}Sr наблюдалось на промплощадке АЭС – в 9 раз выше, чем на границе ЗН в п. Маянга (32 км от АЭС), и в п. Натальино на границе СЗЗ – в 3,7 раза выше, чем в п. Маянга.

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. В табл. 4.6 представлены результаты радиоизотопного анализа проб донных отложений и водорослей в р. Волге и водоеме-охладителе, а в табл. 4.7 – радиоактивное загрязнение выловленной там рыбы.

Таблица 4.6

Удельная активность донных отложений (Бк/кг) и водорослей (Бк/кг сырой массы) в р. Волге и в водоеме-охладителе Балаковской АЭС в 2003 г. (данные ОРБ Балаковской АЭС)

Пункт контроля	Донные отложения			Водоросли	
	$\Sigma\beta$	^{90}Sr	^{137}Cs	$\Sigma\beta$	^{90}Sr
Саратовское вдхр. – напротив Балаковской АЭС	343,9	0,59	< 1,49	39,3	0,72
Волгоградское вдхр. – г. Балаково, ниже по течению от Балаковской АЭС	421,3	2,33	< 1,74	40,3	0,53
Саратовское вдхр. – п. Алексеевка, выше по течению от Балаковской АЭС	458,1	2,69	< 1,31	210,6	0,27
Водоем-охладитель – стан рыбаков	372,2	1,51	2,16	60,9	2,58
Водоем-охладитель – заборный канал	347,1	1,22	2,42	52,8	0,73
Водоем-охладитель – сбросной канал	515,2	1,31	2,67	58,8	0,41

Величина загрязнения донных отложений и водорослей радионуклидами 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. Загрязнение ^{90}Sr донных отложений в водохранилищах осталось на уровне прошлого года, а в водоеме-охладителе значительно уменьшилось, особенно, в сбросном канале – в 30 раз. Загрязнение донных отложений ^{137}Cs в водохранилищах (см. табл. 4.6) в 2003 г. было ниже минимально детектируемой активности. В водоеме-охладителе удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях была также значительно ниже, чем в 2002 г., в сбросном канале – в 30 раз ниже. Загрязнение водорослей ^{90}Sr во всех водоемах практически осталось на уровне прошлого года. Содержание ^{137}Cs в водорослях было ниже минимально детектируемой активности.

Удельная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в рыбе, выловленной в районе Балаковской АЭС, в соответствии с данными табл. 4.7 в 2003 г. была намного ниже допустимой по СанПиН-96 [6].

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. Удельная активность радионуклидов в сельскохозяйственной продукции окрестных хозяйств показана в табл. 4.8. 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 4.7

**Удельная активность рыбы в районе Балаковской АЭС в 2003 г., Бк/кг сырой массы
(данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Контролируемый водоем	Вид рыбы	Радионуклид		
		$\Sigma\beta$	^{90}Sr	^{137}Cs
Река Волга, Саратовское водохранилище	Окунь	32,03	< 0,28	< 0,89
	Судак	33,87	< 0,29	< 0,9
Река Волга, Волгоградское водохранилище	Окунь	93,38	< 0,34	1,41
	Плотва	30,37	< 0,24	< 0,64
Прудовое хозяйство	Карп	33,35	< 0,14	< 0,85
Водоем-охладитель	Окунь	59,99	0,19	7,88
	Красноперка	46,66	0,33	< 1,19
	Карась	65,56	0,53	< 3,05
Допустимая удельная активность по СанПиН-96 [6]		-	100	130

Таблица 4.8

**Удельная активность сельскохозяйственной продукции в районе расположения Балаковской АЭС в 2003 г., Бк/кг
(данные ОРБ Балаковской АЭС)**

Пункт контроля	Вид продукции	Радионуклид		
		$\Sigma\beta$	^{90}Sr	^{137}Cs
Матвеевка	мясо	29,4	0,38	< 0,88
	молоко	13,9	0,01	< 0,16
	*просо	20,5	0,23	< 0,82
	*пшеница	23,34	0,23	< 0,55
Подсосенки	мясо	31,32	0,09	< 0,89
	молоко	6,15	0,02	< 0,14
Натальино	мясо	22,9	0,17	< 1,3
	молоко	8,4	0,04	< 0,2
Маянга	мясо	16,2	0,36	< 1,23
	молоко	12,9	0,02	< 0,23
	*пшеница	15,9	0,06	< 0,58
	*ячмень	25,1	0,58	< 0,59
	*просо	19,9	< 0,58	< 1,30
Ново-Николаевка	мясо	20,8	0,1	< 0,72
	молоко	7,83	0,01	< 0,18
	*рожь	69,9	0,63	< 0,61
	*просо	21,96	0,58	< 1,27
Тепличный комбинат «Волга»	огурцы	2,8	< 0,19	< 0,22
	томаты	3,37	< 0,19	< 0,15

Примечание: * – данные для зерновых приведены в Бк/кг сырого веса;
допустимая удельная активность для ^{90}Sr и ^{137}Cs по СанПиН-96 [6] для мяса составляет 50 и 160 Бк/кг, для молока – 25 и 100 Бк/кг, для овощей – 40 и 120 Бк/кг, для зерновых – 140 и 80 Бк/кг соответственно

Приволжское УГМС осуществляет радиационный мониторинг в 100-км зоне Балаковской АЭС. Схема расположения пунктов радиационного мониторинга Приволжского УГМС показана на рис. 4.1. В 2003 г. в этой зоне действовали семь стационарных пунктов ежедневных (каждые три часа) наблюдений за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД) и два пункта – за величиной радиоактивных выпадений из атмосферы [7]. Объемные активности радиоактивных аэрозолей в воздухе 100-км зоны вокруг Балаковской АЭС Приволжским УГМС не контролировались.

По данным Приволжского УГМС [7] в 2003 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 11 до 22 мкР/ч. Наибольшее значение (22 мкР/ч) наблюдалось в г. Балаково в мае. 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.

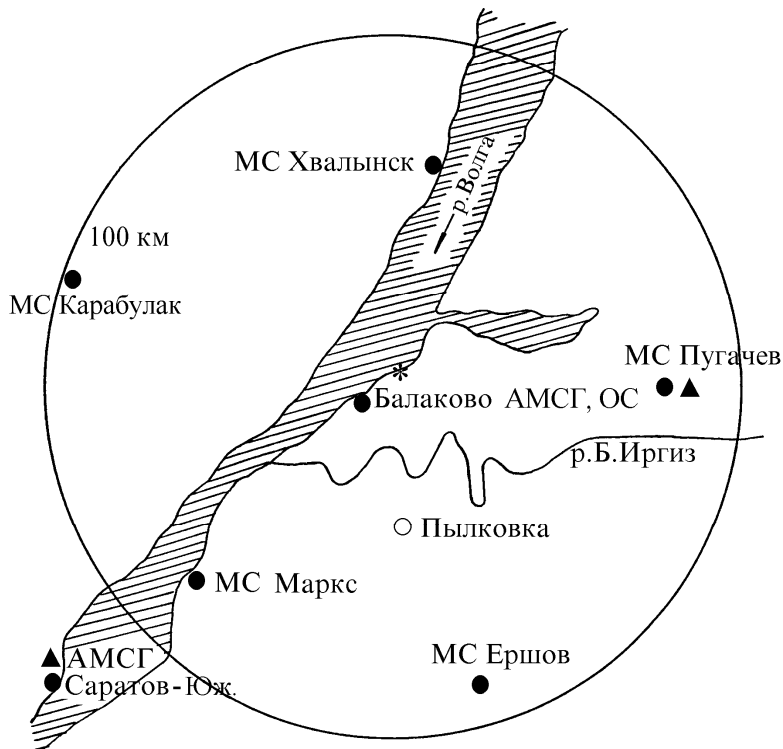


Рис. 4.1. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Балаковской АЭС

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения

Результаты измерений суммарной β -активности радионуклидов в атмосферных выпадениях за 2002 – 2003 гг. в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, а также в среднем по Приволжскому УГМС приведены в табл. 4.9. Видно, что в 2003 г. годовые выпадения $\Sigma\beta$ в г. Пугачев и Саратов–Южный остались на уровне предыдущего года. В обоих пунктах наблюдения, расположенных в 100-км зоне, среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ были выше средних по Приволжскому УГМС. В 2003 г. максимальные суточные выпадения наблюдались в г. Саратов-Южный в августе – 16,1 Бк/м²·сутки и в г. Пугачев в сентябре – 15,9 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения совпадают со сроками проведения весенних и осенних полевых работ, связанных с повышенным образованием пыли на сельхозугодьях.

Из анализа данных, приведенных в табл. 4.9, следует, что Балаковская АЭС оказывает незначительное влияние на загрязнение приземной атмосферы 30-км зоны наблюдения вокруг АЭС. В некоторых пунктах иногда наблюдается некоторое превышение фоновых уровней по объемным активностям ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере, хотя по величине они в 10⁶ – 10⁷ раз ниже установленных нормативов.

Таблица 4.9

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения $\Sigma\beta$
в 100-км зоне вокруг Балаковской АЭС, Бк/м²·сутки**

Месяц		Саратов-Южный		Пугачев		Приволжское УГМС	
		2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
Январь	с	1,1	0,5	0,8	0,6	0,8	0,6
	м	3,9	0,8	1,4	1,8		
Февраль	с	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7	0,8
	м	1,2	2,9	2,0	2,7		
Март	с	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7	0,7
	м	2,2	2,5	1,7	2,6		
Апрель	с	1,2	1,8	0,8	1,8	1,0	1,2
	м	4,2	8,3	1,8	8,2		
Май	с	1,4	1,7	2,3	3,2	1,5	1,4
	м	6,1	8,2	8,8	29,8		
Июнь	с	1,9	1,5	2,1	1,2	1,5	1,2
	м	9,1	10,9	11,7	7,0		
Июль	с	1,7	1,4	1,2	1,4	1,3	1,3
	м	9,0	8,4	3,3	7,7		
Август	с	2,3	3,1	2,0	2,1	1,6	1,9
	м	16,1	15,4	6,8	14,8		
Сентябрь	с	2,8	1,9	3,1	3,1	2,0	1,6
	м	8,4	9,3	15,9	17,9		
Октябрь	с	2,0	1,8	2,8	1,1	1,9	1,3
	м	6,4	10,4	14,3	3,9		
Ноябрь	с	1,2	0,9	0,9	1,0	1,2	1,1
	м	5,3	3,3	2,4	4,3		
Декабрь	с	1,5	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8
	м	4,8	3,4	3,0	2,1		
Среднее		1,5	1,4	1,6	1,5	1,3	1,2
Сумма, Бк/м ² ·год		548	511	584	548	475	438

4.2. Белоярская АЭС

Белоярская АЭС (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. Естественный сток р. Пышмы в створе БАЭС в 2003 г. составлял $2,8 \text{ м}^3/\text{с}$.

Контролируемый службой радиационной безопасности АЭС район расположения БАЭС разделен на 4 пояса: СЗЗ БАЭС радиусом 3 км; ЗН радиусом от 3 до 5 км; ЗН радиусом от 5 до 10 км; ЗН радиусом от 10 до 35 км.

В первом поясе (см. рис. 4.2) находятся промплощадка, стройплощадка, территории монтажных организаций, СФНИКИЭТ, б/о «Дельфин», СОК и рыбучасток ПСХ БАЭС. 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 на землях сельскохозяйственного кооператива Ба-

женовский. Около 50 % территории четвертого пояса занято лесом, особенно в направлении г. Екатеринбурга. Остальная часть занята сельхозугодьями пп. Баженово, Косулино, Хромцево и Логиново. В этот же пояс входит г. Асбест и восточная часть г. Березовского.

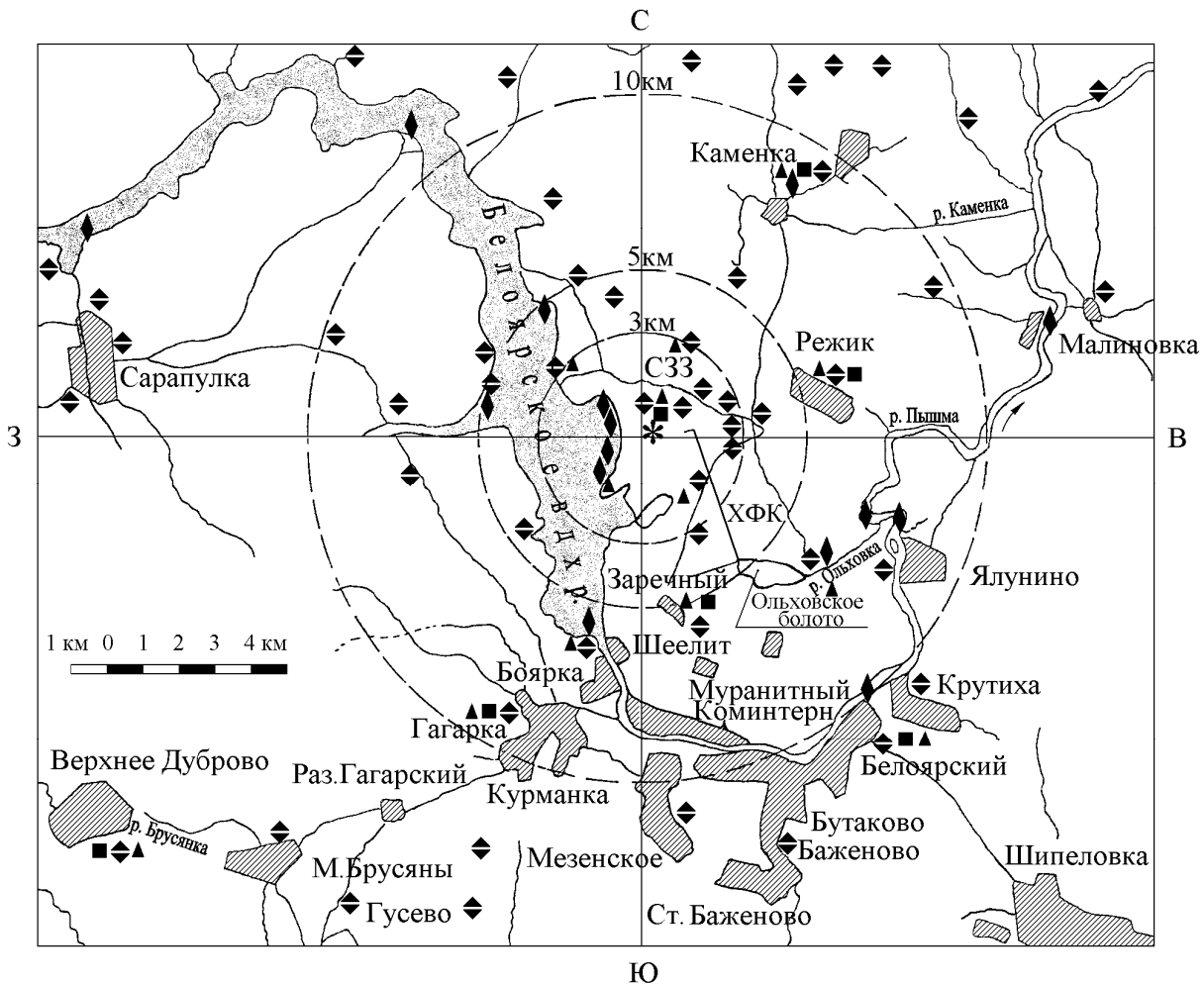


Рис. 4.2. Расположение пунктов радиационного мониторинга БАЭС в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения:

- * — АЭС;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- ◆ — измерения дозиметрами ТЛД;
- ◊ — отбор проб воды

Южная и юго-восточная части зоны наблюдения 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 2003 г. составляла 2,22 м/с.

Вблизи АЭС, в 3 км к югу от промплощадки, на границе СЗЗ расположен г. Заречный. Хозяйственные нужды промплощадки и города обеспечиваются из артезианских скважин. Хозяйственные стоки промплощадки направляются на самостоятельные очистные сооружения и далее по ХФК (см. рис. 4.2) сбрасываются в Ольховское болото, которое является отчужденной территорией, входящей в санитарно-защитную зону (расположено в 5 км к юго-востоку от станции) [8]. 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).

В 2003 г. в эксплуатации на БАЭС находился один энергоблок мощностью 600 МВт с реактором на быстрых нейтронах корпусного типа БН-600 с жидкометаллическим теплоносителем (введен в эксплуатацию в 1980 г.). Выброс в атмосферу технологических сдувок и воздуха из помещений АЭС после необходимой очистки производится централизованно через вентиляционные трубы высотой 100 м.

В табл. 4.10 приведены данные [2] о величине радиоактивных газоаэрозольных выбросов БАЭС в атмосферу в 2003 г. и для сравнения – в 2002 г.

Таблица 4.10

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на БАЭС, Бк/год

Наименование Радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Снижение (-), увеличение (+) выбросов радионуклидов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁶⁰ Co	7,4·10 ⁹	5,19·10 ⁴	9,07·10 ⁵	+ 8,55·10 ⁵
⁹⁰ Sr	1,9·10 ⁸	6,10·10 ⁶	-	- 6,10·10 ⁶
¹³⁴ Cs	9,0·10 ⁸	1,77·10 ⁵	4,26·10 ⁴	- 1,34·10 ⁵
¹³⁷ Cs	2,0·10 ⁹	1,13·10 ⁷	4,47·10 ⁷	+ 3,34·10 ⁷
ИРГ	6,9·10 ¹⁴	5,62·10 ¹²	2,25·10 ¹²	- 3,37·10 ¹³

В 2003 г. на БАЭС выбросы в атмосферу отдельных радионуклидов были на два – четыре порядка ниже разрешенных.

По данным БАЭС [8] объем сброса сточных вод на БАЭС в 2003 г. составлял 36 890 м³ с суммарной активностью 3,72·10⁷ Бк [2], снизившейся по сравнению с 2002 г. в 5,1 раза. Активность отдельных радионуклидов, сброшенных в открытую гидрографическую сеть, представлена в табл. 4.11 [2]. Из табл. 4.11 видно, что сбросы ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в 2003 г. не превышали разрешенных и уменьшились по сравнению с 2002 г. в 2 и 12,1 раза соответственно. В 2003 г. в сбросах был зарегистрирован ¹⁵⁴Eu в количестве 4,0·10⁵ Бк.

Таблица 4.11

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами на БАЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сбросов радионуклидов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁹⁰ Sr	$9,31 \cdot 10^{10}$	$5,0 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^7$	$- 2,48 \cdot 10^7$
¹³⁷ Cs	$3,68 \cdot 10^{11}$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,16 \cdot 10^7$	$- 1,28 \cdot 10^8$
¹⁵⁴ Eu	$1,0 \cdot 10^9$	-	$4,0 \cdot 10^5$	$+ 4,0 \cdot 10^5$

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 [8]. В 2003 г. ГВРК контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в пунктах постоянного наблюдения (рис. 4.2) с помощью ВФУ ЭРВ-49-1 с производительностью 140 – 500 м³/час. Пробы отбирались на фильтр ФПП-15-1,5 два раза в месяц в шести пунктах одновременно с экспозицией трое суток и на промплощадке – непрерывно;
- радиоактивность атмосферных выпадений с помощью кювет площадью 0,25 м² с высотой бортика 100 мм, расположенных в семи пунктах СЗЗ и ЗН, экспонируемых в течение месяца;
- загрязнение почвы и травы в семи пунктах постоянного наблюдения СЗЗ и ЗН. Почва отбиралась по углам треугольника со стороной 50 м на глубину 5 см, растительность – в сенокосный период в количестве 1 кг сырой массы;
- загрязнение питьевой воды, а также воды, донных отложений, водорослей и рыбы из Белоярского водохранилища, воды и донных отложений рек Ольховка, Пышма и Ольховского болота;
- загрязнение сельхозпродукции, производимой в окрестностях АЭС;
- γ -фон ежемесячно в семи пунктах наблюдения с помощью переносных радиометров СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01, МКС-1117А. Контрольные точки были совмещены с пунктами установки кювет для сбора атмосферных выпадений;
- накопленная за год доза (на уровне 1,5 м от земли в 78 точках на различных расстояниях до 40 км от БАЭС по всем направлениям).

Расположение пунктов радиационного мониторинга приведено на рис. 4.2.

Радиоизотопный анализ проб проводился с помощью γ -спектрометрической установки «ORTEC», жидкостного сцинтилляционного счетчика «GUARDIAN», установок малофоновых УМФ-3, УМФ-1500.

Радиохимические, радиометрические и γ -спектрометрические анализы выполнялись по стандартным методикам с погрешностью $\pm(10 - 30) \%$.

Независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 30-км и 100-км зонах вокруг БАЭС проводились Уральским УГМС [9]. Схема расположения пунктов радиационного мониторинга в ближней 30-км и в 100-км зонах приведена на рис. 4.3(а, б). Уральское УГМС проводило следующие систематические наблюдения:

- за объемной активностью радионуклидов в приземном воздухе путем ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на фильтр ФПП-15-1,5 в п. Верхнее Дуброво;
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в 100-км зоне в 16 пунктах с помощью планшетов с суточной экспозицией, восемь из которых расположены в 30-км зоне;
- за мощностью экспозиционной дозы γ -излучения в 37 пунктах, 19 из которых находятся 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 снежного и растительного покрова, вод Белоярского водохранилища и рек Пышмы и Ольховки.

По данным ГВРК БАЭС [8] в 2003 г. среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземном воздухе санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения составляли (см. табл. 4.12):

Таблица 4.12

**Среднегодовые объемные активности радионуклидов
в приземном воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС в 2002 – 2003 гг., 10^{-5} Бк/м³
(данные ГВРК БАЭС)**

	$\Sigma\beta$	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
СЗЗ	16 (15*)	1,4 (2,7)	2,7 (5,7*)
ЗН	16 (19)	1,1 (1,5)	2,4 (4,6*)

Примечание: в скобках приведены данные за 2002 г.;

* – уточненные данные за 2002 г., поступившие в 2004 г.

Согласно этим данным, в 2003 г. в СЗЗ среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере практически не отличалась от прошлогоднего значения, а объемные активности ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs были примерно в два раза ниже по сравнению с 2002 г. В ЗН в 2003 г. также наблюдалось снижение в воздухе объемной активности ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs и $\Sigma\beta$ в 1,4, 1,9 и 1,2 раза соответственно. В целом, по данным БАЭС среднегодовые объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в воздухе СЗЗ и ЗН БАЭС были значительно ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99 [5] (для ¹³⁷Cs – 27 Бк/м³, для ⁹⁰Sr – 2,7 Бк/м³), однако, практически на два порядка превышали средневзвешенные значения объемных активностей этих радионуклидов на территории РФ (для ⁹⁰Sr – в 100 раз, для ¹³⁷Cs – в 70 раз).

В табл. 4.13 приведены среднемесячные объемные активности $\Sigma\beta$, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в воздухе п. Верхнее Дуброво, расположенном в 20 км к югу-западу от БАЭС (см. рис. 4.3), по данным Уральского УГМС [9]. Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво колебалась в пределах от $15,8 \cdot 10^{-5}$ до $28,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное суточное значение было отмечено в ноябре и составляло $91,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что превышало среднегодовое значение в 4,1 раза; ¹³⁷Cs в пробе обнаружено не было. Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в п. Верхнее Дуброво ($22,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) была в 1,4 раза выше средней по РФ ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Случаев превышения в 5 и более раз среднесуточной объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе над фоновыми отмечено не было.

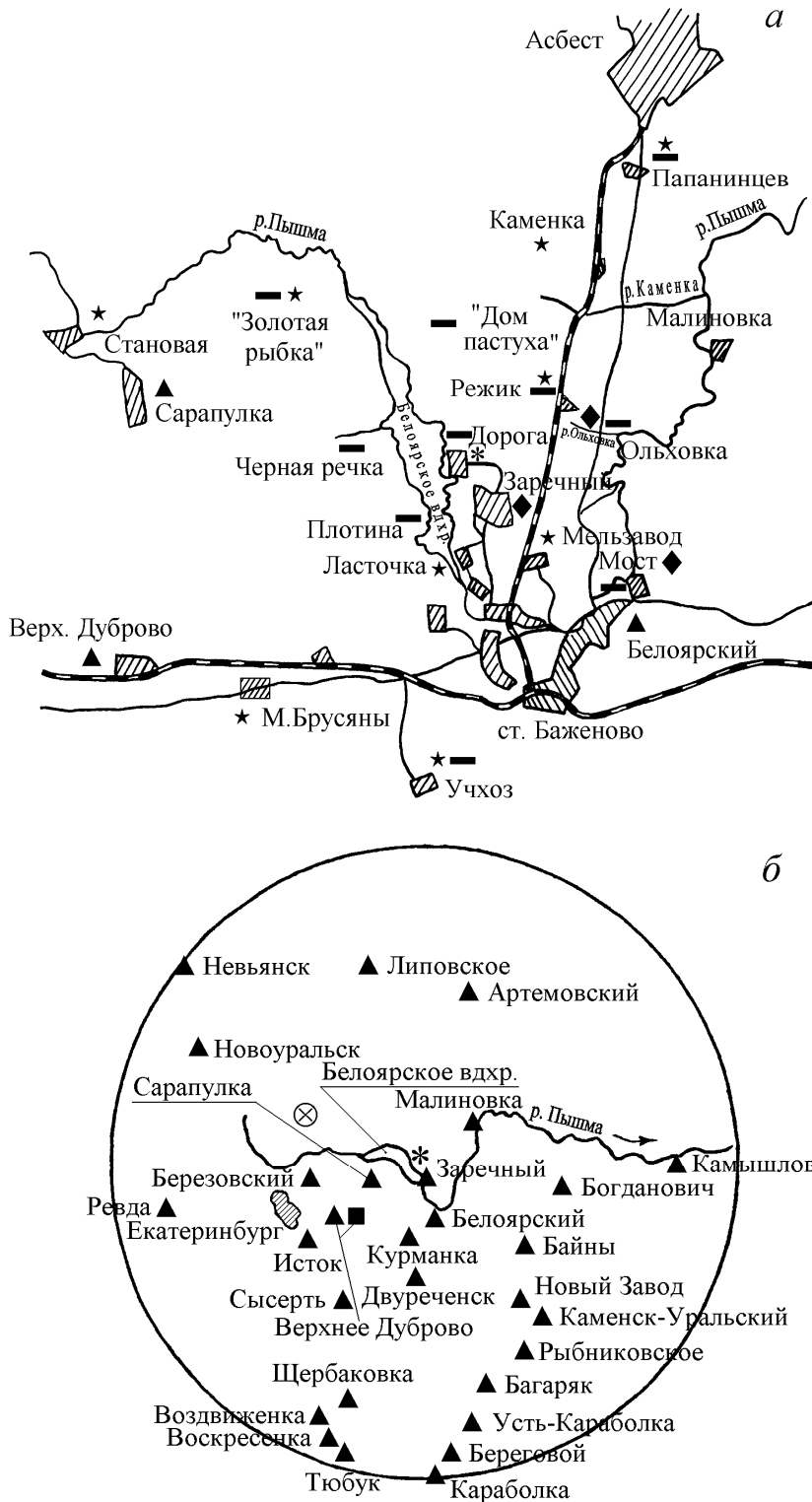


Рис. 4.3. Расположение пунктов радиационного мониторинга Уральского УГМС в 30 - км зоне (а) и в 100 - км зоне вокруг Белоярской АЭС и ПЗРО Свердловского СК «Радон» (б):

- * — АЭС;
- ▲ — отбор суточных проб атмосферных выпадений и наблюдения за γ -фоном;
- Н — отбор недельных проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- — отбор проб снега и травы;
- ◆ — отбор проб воды;
- ⊗ — ПЗРО «Радон»

Таблица 4.13

**Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере
п. Верхнее Дуброво (30-км зона вокруг БАЭС), 10^{-5} Бк/м³
(данные Уральского УГМС)**

Месяц	$\Sigma\beta$		⁹⁰ Sr		¹³⁷ Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Январь	19,8	25,8	0,026	0,047	0,04	0,16
Февраль	13,5	27,2	0,019	0,047	0,03	0,11
Март	13,4	24,3	-	0,047	0,08	0,05
Апрель	14,4	19,9	0,028	0,057	н	0,10
Май	12,2	18,6	0,028	0,057	0,02	0,10
Июнь	14,0	17,1	0,028	0,057	0,08	0,10
Июль	15,4	23,2	0,068	0,070	0,07	0,10
Август	12,5	27,2	0,068	0,070	0,06	0,16
Сентябрь	11,5	15,8	0,068	0,070	0,06	0,05
Октябрь	17,0	28,1	0,047	0,031	0,08	0,05
Ноябрь	8,9	21,3	0,047	0,031	0,02	0,03
Декабрь	19,6	17,7	0,047	0,031	0,10	0,02
Среднее	14,4	22,2	0,041	0,051	0,05	0,09

н – ниже порога обнаружения

Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в 2003 г. в воздухе п. Верхнее Дуброво была в 1,2 раза выше уровня 2002 г. (см. табл. 4.13), но в 3,8 раза превышала среднее по территории РФ для незагрязненных территорий. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в этом пункте увеличилась в 1,8 раза и составляла $9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 2,2 раза выше среднего 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. Для сравнения в ней приводится и фоновая величина радиоактивных выпадений для территории Уральского региона. По сравнению с 2002 г. выпадения $\Sigma\beta$ в этих зонах практически не изменились и не отличались от фоновых значений для Уральского региона.

Однако в отдельные дни в некоторых пунктах было зарегистрировано 10 случаев, когда суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ в 10 и более раз превышали фоновые значения. Наибольшее превышение над фоном в 2003 г. наблюдалось в п. Верхнее Дуброво 17 – 18 мая – 48,1 Бк/м²-сутки, что в 60,1 раза выше фонового уровня по данному пункту и в 96 раз выше среднегодового значения по 100-км зоне БАЭС.

В табл. 4.15 и 4.16 приведены величины выпадений из атмосферы ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пунктах 30-км зоны вокруг Белоярской АЭС по данным Уральского УГМС. Там же приведены средние значения выпадений по этой зоне и для сравнения фоновые выпадения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr для Уральского региона [9].

Таблица 4.14

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений $\Sigma\beta$
в 30-км и 100-км зоне вокруг БАЭС в 2003 г., Бк/м²·сутки
(данные Уральского УГМС)**

Пункт Наблюдения		Месяц											Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Белоярский	с	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,5
	м	1,1	1,1	2,0	1,7	3,6	2,9	1,2	1,3	3,6	1,4	1,1	1,4	
Верхнее Дуброво	с	0,7	1,5	0,5	0,8	3,8	0,7	1,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	1,0
	м	3,8	10,1	1,4	2,5	48,1	3,9	20,2	1,8	2,6	2,0	1,2	1,2	
Двуреченск	с	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3
	м	3,7	3,4	0,9	1,0	1,6	1,1	1,2	1,4	1,7	1,1	1,0	0,7	
Екатеринбург-Исток	с	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,2	0,4	0,3	0,4
	м	2,1	0,9	2,5	1,6	1,9	1,6	1,6	2,9	3,0	0,8	1,0	1,2	
Заречный	с	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,4
	м	1,6	1,5	1,7	2,5	2,0	1,2	1,0	1,7	2,4	0,9	1,1	2,7	
Курманка	с	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
	м	1,2	0,7	1,3	1,5	1,8	1,9	1,5	2,9	3,4	1,2	1,7	1,8	
Малиновка	с	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,9	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4
	м	0,7	1,8	1,3	1,2	3,8	2,2	3,0	9,8	3,5	1,7	0,9	0,9	
Сарапулка	с	0,4	0,2	0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,3	0,5
	м	1,8	1,3	1,6	1,1	2,3	2,1	3,6	2,3	4,8	1,8	1,8	0,9	
Среднее по 30-км зоне		0,3	0,5	0,4	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5
Артемовский	с	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,4	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5
	м	1,7	2,3	1,6	2,3	2,4	3,8	1,4	4,0	1,8	1,2	0,9	1,1	
Байны	с	0,3	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,5	0,5	0,4	0,1	0,2	0,4
	м	0,8	1,1	1,0	2,1	2,2	1,5	1,2	2,2	2,7	4,5	1,0	0,8	
Богданович	с	0,5	0,2	0,4	0,4	0,8	0,6	0,5	0,7	0,6	0,2	0,2	0,3	0,5
	м	2,0	1,4	1,6	1,5	3,3	2,8	3,6	3,8	2,7	1,5	0,5	1,6	
Екатеринбург	с	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4
	м	1,3	2,3	1,0	1,4	1,4	2,4	1,6	1,7	1,8	1,1	1,0	0,8	
Каменск-Уральский	с	0,2	1,2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5
	м	1,0	15,9	1,6	1,2	1,3	1,3	2,1	2,2	2,0	2,0	2,6	0,9	
Камышлов	с	0,4	0,3	0,4	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,2	0,3	0,4
	м	2,1	1,6	1,6	1,3	2,0	2,7	1,6	2,4	2,3	2,0	1,3	1,8	
Караболка	с	0,6	0,4	0,8	0,5	0,7	0,9	0,5	1,0	1,0	0,9	0,5	0,5	0,7
	м	2,4	1,3	3,2	1,6	2,3	3,7	1,3	4,2	3,6	2,6	2,0	1,6	
Липовское	с	0,3	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,3	0,7	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4
	м	1,0	1,5	1,1	1,1	2,5	2,1	0,9	2,8	3,0	1,5	2,3	0,8	
Невьянск	с	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4
	м	1,6	1,1	1,2	1,5	1,4	2,1	2,3	2,1	3,4	1,2	0,9	0,9	
Новоуральск	с	0,4	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	0,3	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5
	м	1,9	1,6	2,0	1,9	3,7	1,9	1,5	2,6	4,0	1,7	1,5	1,1	
Новый Завод	с	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,7	0,4	0,3	0,6	0,5	0,2	0,2	0,4
	м	1,4	2,8	2,5	1,0	2,6	2,1	1,6	2,4	2,9	1,6	1,2	0,6	
Ревда	с	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4
	м	1,7	1,5	1,3	1,2	1,7	1,2	1,3	2,3	3,0	1,5	1,1	1,0	
Рыбниковское	с	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
	м	1,9	2,3	1,1	1,3	3,4	3,5	1,8	1,9	3,1	1,9	1,5	2,6	
Сысерть	с	0,2	0,3	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4
	м	1,5	1,4	2,6	1,9	3,9	1,2	1,2	2,6	2,0	0,7	1,3	1,6	
Тюбук	с	0,7	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
	м	1,9	2,2	1,7	1,6	2,4	3,0	1,7	3,2	3,4	1,8	2,0	3,3	
Усть-Караболка	с	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	1,0	0,4	0,5	0,7
	м	2,7	1,4	1,7	1,8	2,7	2,4	1,7	3,0	3,3	3,0	1,6	2,1	
Среднее по 100-км зоне		0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5
Фон для Уральского региона		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

Из этих данных следует, что средняя величина месячных выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы в 30-км зоне БАЭС в 2003 г., как и в 2002 г., составляла 0,3 Бк/м²·месяц, что в 3 раза выше фонового уровня для Уральского региона (0,1 Бк/м²·месяц). Максимальное содержание ¹³⁷Cs в атмосферных выпадениях в 30-км зоне наблюдалось в п. Сарапулка. Средняя величина месячных выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы по 100-км зоне БАЭС (0,3 Бк/м²·месяц) [9] была такой же как и в 30-км зоне.

Таблица 4.15

**Выпадения из атмосферы ^{137}Cs в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2003 г., Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Белоярский	н	н	н	0,9	2,2	1,8	0,2	н	н	н	н	0,3	0,5
Верхнее Дуброво	н	н	н	0,5	н	н	н	1,4	н	0,8	0,9	н	0,3
Двуреченск	н	н	0,7	0,5	н	н	н	н	н	1,4	н	н	0,2
Заречный	н	0,6	н	н	н	1,1	н	0,4	н	н	0,6	0,1	0,2
Исток	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н	н
Курманка	н	0,6	н	н	0,7	н	0,7	н	н	н	2,0	0,2	0,4
Малиновка	1,7	0,5	0,2	н	н	н	0,1	0,8	н	н	н	0,3	0,3
Сарапулка	н	н	1,2	н	1,1	2,5	1,1	н	н	1,7	н	0,2	0,7
Среднее по зоне	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	0,7	0,3	0,3	н	0,5	0,4	0,1	0,3
Фон для Уральского региона	0,21	н	0,05	0,04	н	0,18	0,12	0,03	0,24	0,03	0,15	0,10	0,10

н – ниже порога обнаружения ($\leq 0,01$ Бк/м²·месяц)

Таблица 4.16

**Выпадения из атмосферы ^{90}Sr в 30-км зоне вокруг БАЭС в 2003 г., Бк/м²·месяц
(данные Уральского УГМС)**

Пункт наблюдения	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее
Белоярский	0,14	0,23	0,31	0,34	0,26
Верхнее Дуброво	0,26	0,38	0,03	0,47	0,29
Двуреченск	0,20	0,08	0,50	0,30	0,27
Заречный	0,19	0,29	0,17	0,55	0,30
Исток	0,16	0,29	0,23	0,51	0,30
Курманка	0,17	0,29	0,25	0,28	0,25
Малиновка	0,29	0,40	0,04	0,18	0,23
Сарапулка	0,08	0,31	0,14	0,39	0,23
Среднее по зоне	0,19	0,28	0,21	0,38	0,27
Фон для Уральского региона	0,14	0,11	0,16	0,10	0,13

Средняя величина месячных выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 30-км зоне БАЭС также практически не изменилась по сравнению с 2002 г. (по Уральскому региону она уменьшилась в 1,2 раза) и составляла 0,27 Бк/м²·месяц, что в 2 раза выше фоновых выпадений для Уральского региона (0,13 Бк/м²·месяц). Максимальное содержание ^{90}Sr в атмосферных выпадениях (в 3 раза выше фонового уровня) наблюдалось в пп. Заречный и Исток. Средняя величина месячных выпадений ^{90}Sr из атмосферы в 100-км зоне вокруг БАЭС [9] составляла 0,26 Бк/м²·месяц и практически не отличалась от выпадений в 30-км зоне. Пункты наблюдения, расположенные в юго-восточной части 100-км зоны БАЭС (см. рис. 4.3 б), относятся к загрязненной ^{90}Sr и ^{137}Cs территории Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС). Поэтому учет выпадений этих радионуклидов при определении средних величин в 100-км зоне влияния БАЭС не вполне корректен. Однако в 2003 г. выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr на территории ВУРС, как показано в разделе 5.2, составляли 0,2 Бк/м²·месяц и 0,23 Бк/м²·месяц соответственно. Эти значения ниже значений выпадений ^{137}Cs и ^{90}Sr , полученных для 30-км и 100-км зон влияния БАЭС.

ГВРК БАЭС при контроле за радиоактивными выпадениями в 35-км зоне использовались не суточные, а месячные экспозиции кювет. Сравнение данных БАЭС [8] за 2003 г. с данными предыдущего года показывает, что в СЗЗ БАЭС выпадения ^{137}Cs увеличились в 1,5 раза, а ^{90}Sr и $\Sigma\beta$ – уменьшились в 1,5 и 1,1 раза соответственно. В ЗН выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr не изменились.

Среднегодовые значения недельных атмосферных выпадений $\Sigma\beta$, ^{90}Sr и ^{137}Cs по данным десяти пунктов наблюдения Уральского УГМС, расположенных в 10-км зоне и образующих сигнальную сеть на случай радиационной аварии, сохранились на уровне значений прошлого года [9].

Радиоактивное загрязнение снега, почвы и растительности в окрестностях БАЭС приведено в табл. 4.17. По данным ГВРК БАЭС в 2003 г. загрязнение почвы ^{90}Sr в СЗЗ БАЭС в среднем составляло 1,1 кБк/м², что находится в пределах колебаний глобального уровня загрязнения на территории России, незагрязненной в результате радиационных аварий (0,9 кБк/м²). Загрязнение почвы СЗЗ ^{137}Cs (11,8 кБк/м²) превышает глобальное фоновое в 6,2 раза. В ЗН загрязнение почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr выше, чем в СЗЗ в 1,5 и 1,7 раза соответственно.

Согласно результатам ГВРК БАЭС [8] в 2003 г. загрязнение травы ^{137}Cs в СЗЗ по сравнению с 2002 г. увеличилось в 2,3 раза, а $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr – уменьшилось в 2,5 и 2 раза соответственно (см. табл. 4.17). В зоне наблюдения удельная активность $\Sigma\beta$ в траве по сравнению с 2002 г. уменьшилась в 1,2 раза, ^{90}Sr – осталась на уровне прошлого года, а удельная активность ^{137}Cs так же, как и в

Таблица 4.17

Содержание радионуклидов в почве, снеге и растительности в районе расположения БАЭС

Пункты отбора проб	Радионуклид	Плотность загрязнения				Удельная активность	
		почва, кБк/м ²		снег, Бк/м ²		травы, Бк/кг в.с.	
		2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
<u>Данные ГВРК БАЭС</u>							
СЗЗ	$\Sigma\beta$	11	129,0			662*	261
	^{90}Sr	2,2	1,1			2,4*	1,2
	^{137}Cs	7,5	11,8			1,2*	2,7
ЗН	$\Sigma\beta$	11,54	130,2			495*	414
	^{90}Sr	3,9	1,9			0,9*	0,9
	^{137}Cs	7,6	17,5			1,1	2,7
<u>Данные Уральского УГМС</u>							
База отдыха «Золотая Рыбка»	$\Sigma\beta$			1,62	7,1	261,0	341,7
	^{137}Cs			1,05	1,7	1,5	15,5
«Дом пастуха»	$\Sigma\beta$			-	6,4	153,0	457,3
	^{137}Cs			-	н	0,96	2,6
Дорога (1 км к северу от БАЭС)	$\Sigma\beta$			8,08	7,8	424,6	398,2
	^{137}Cs			8,11	2,3	5,85	1,3
Мост (пересечение тракта с р. Пышмой)	$\Sigma\beta$			2,64	11,6	219,4	394,2
	^{137}Cs			0,50	0,8	1,09	1,8
р. Ольховка (под высоковольтной линией)	$\Sigma\beta$			7,09	5,7	316,8	481,9
	^{137}Cs			1,77	0,2	1,37	1,2
Папанинцев	$\Sigma\beta$			2,12	4,3	227,8	387,5
	^{137}Cs			0,08	2,2	1,19	4,4
Режик	$\Sigma\beta$			4,99	13,0	434,6	482,0
	^{137}Cs			1,49	1,7	0,94	1,7
Черная Речка	$\Sigma\beta$			3,20	4,4	196,6	357,1
	^{137}Cs			н	1,4	3,11	3,0
Мезенка	$\Sigma\beta$			1,79	7,6	221,9	279,2
	^{137}Cs			н	0,2	1,83	9,2
Учхоз	$\Sigma\beta$			10,73	6,2	238,1	301,5
	^{137}Cs			0,84	0,2	2,09	8,0
Становая	$\Sigma\beta$			2,40	-	-	-
	^{137}Cs			н	-	-	-

* – уточненные данные за 2002 г., поступившие в 2003 г.;

н – ниже предела обнаружения

СЗЗ увеличилась в 2,5 раза. В 2003 г. пробы травы отбирались Уральским УГМС в десяти пунктах ближней зоны БАЭС (см. рис. 4.3а) в конце периода вегетации 2 – 3 сентября. По данным Уральского

УГМС [9] максимальная удельная активность $\Sigma\beta$ в траве наблюдалась в п. Режик (482 Бк/кг в.с.), а максимальная удельная активность ^{137}Cs – 15,5 Бк/кг в.с. – на базе отдыха «Золотая рыбка».

В 2003 г. пробы снега отбирались Уральским УГМС в тех же пунктах, что и растительность, на всю глубину снежного покрова в период снеготаяния 25.03 – 01.04.2003 ГВРК БАЭС отбор проб снега не проводился. Плотность загрязнения снега ^{137}Cs изменялась в диапазоне от предела обнаружения до 2,3 Бк/м² [9]. Загрязнение снега ^{137}Cs соответствовало повышенным по сравнению с фоновыми выпадениям этого радионуклида на подстилающую поверхность с учетом времени существования снежного покрова. Максимальное содержание ^{137}Cs наблюдалось в п. Дорога (1 км к северу от БАЭС) – 2,3 Бк/м².

В 2003 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 с напора насоса скважины. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в питьевой воде составляла соответственно 21 мБк/л и 2,5 мБк/л. Эти величины значительно ниже нормативных уровней вмешательства по НРБ-99 (УВ для ^{137}Cs – 11 Бк/л, УВ для ^{90}Sr – Бк/л) [5]. Объемная активность $\Sigma\beta$ в питьевой воде составила, как и в прошлом году, 0,04 Бк/л.

Контроль радиоактивного загрязнения вод Белоярского водохранилища и рек Пышма и Ольховка в 2003 г. производился ежемесячно ГВРК БАЭС и Уральским УГМС. В табл. 4.18 приведены данные о содержании ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде рек и водоемов в районе Белоярской АЭС.

Таблица 4.18

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностных водах в районе БАЭС, мБк/л

Пункты отбора проб	^{90}Sr			^{137}Cs		
	2002 г.	2003 г.	средняя за 5 лет	2002 г.	2003 г.	средняя за 5 лет
<u>Данные ГВРК БАЭС</u>						
Пруд-охладитель (устье сбросного канала)	6	5	6	36	29	35
Пруд-охладитель (подводящий канал)	5	5	5	32	30	32
р. Пышма до водозабора	5*	5	5	33*	31	31
р. Пышма в 1 км ниже сброса	5	4,5	5	28	29	30
Контрольный водоем (верховье водохранилища)	12	7	11	27	31	27
<u>Данные Уральского УГМС</u>						
Белоярское вдхр., г. Заречный	34	25	25	11	21	32
р. Ольховка	190	239	167	67	89	126
р. Пышма ниже впадения р. Ольховки	25	24	31	13	20	65
Фоновая точка – р. Вишера, с. Рябинино	9	11	9**	8	18	13***
Фоновая точка – р. Кама, с. Тюлькино	8	14	9**	9	12	10**

* – уточненные данные за 2002 г., поступившие в 2003 г.;

** – данные за последние 3 года;

*** – данные за последние 4 года

В 2003 г. высокое содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs наблюдалось, как и ранее, в р. Ольховке. По сравнению с 2002 г. объемная активность этих радионуклидов в р. Ольховке увеличилась в 1,3 раза. Объемная активность ^{90}Sr в 43 раза превышала фоновое значение в реках России (5,4 мБк/л) и в 19 раз объемную активность в фоновых точках (см. табл. 4.18), измеренную Уральским УГМС. Объемная активность ^{137}Cs была в 6 раз выше, чем в фоновых точках. Объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в этой реке составляла соответственно 4,8 % и 0,8 % 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 загрязнение контролируемых вод ^{90}Sr и ^{137}Cs практически не изменилось. Объемная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в водах были много ниже предельно допустимых по НРБ-99.

В летний период 2003 г. ГВРК БАЭС [8] проводились наблюдения за содержанием ^{90}Sr и ^{137}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. 4.19 – 4.21.

Таблица 4.19

Удельная активность донных отложений, Бк/кг в.-с.
(данные ГВРК БАЭС)

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{90}Sr		^{137}Cs		^{60}Co	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Сбросной канал	575	521	6	15	376*	153	н	н
Заборный канал	527	-	5	-	79*	-	н	-
Сброс ПЛК	1197	1132	17	7	2717*	2897	258	253
п. Шеелит	608	517	3	10	31*	34	н	н
База отдыха «Дельфин»	652	452	5	8	380*	106	н	н
п. Черемшанка	361	-	5	-	74*	-	н	-
п. Худыш	642	401	11	10	35*	75	н	17
р. Пышма (500 м выше впадения р. Ольховки)	488	436	5	7	176*	220	9	н
р. Пышма (500 м ниже впадения р. Ольховки)	476	409	6	5	329*	139	15	н
Середина канала	1226	1063	40	14	2531*	1182	710	188
Ольховское болото:								
Начало	1148	832	22	25	3953*	2942	79	55
Середина	1503	773	25	16	7731*	2691	512	176
Конец	1385	3712	14	27	5660*	21026	200	168
р. Ольховка	1285	1142	50	40	2316*	4894	433	206

- - донные отложения не обнаружены;

н - ниже предела обнаружения;

* - уточненные данные за 2002 г., поступившие в 2003 г.

Из табл. 4.19 видно, что содержание радионуклидов в 2003 г. в элементах водных экосистем в районе расположения Белоярской АЭС несколько снизилось по сравнению с прошлым годом. Исключение составляло Ольховское болото (конец болота) и р. Ольховка, где наблюдалось наибольшее радиоактивное загрязнение иловых отложений. Основными продуктами загрязнения являются долгоживущие β -активные радионуклиды, ^{60}Co и ^{137}Cs . В 2003 г. загрязнение ила в болоте ^{137}Cs изменялось в пределах от 2,7 до 21,0 кБк/кг в.-с., в р. Ольховка удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях составляла 4,9 кБк/кг в.-с. Эти значения соответственно в 3,7 и 2,1 раза выше значений прошлого года в этих пунктах.

По сравнению с 2002 г. в пробах ила повсеместно (за исключением конца Ольховского болота) содержание $\Sigma\beta$ несколько уменьшилось. В донных отложениях конца Ольховского болота содержание $\Sigma\beta$ увеличилось в 2,7 раза.

В 2003 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}Co , удельная активность которого существенно снизилась по сравнению с 2002 г.

Средняя удельная активность ^{90}Sr в водорослях (табл. 4.20) контролируемых водоемов осталась на уровне 2002 г., удельная активность ^{137}Cs в пробах в 2003 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с 2002 г., а $\Sigma\beta$ – в 1,2 раза.

Таблица 4.20

**Удельная активность водорослей, Бк/кг сырой массы
(данные ГВРК БАЭС)**

Пункты отбора проб	$\Sigma\beta$		^{90}Sr		^{137}Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Сбросной канал	74	124	0,2	0,4	3,4*	2,4
п. Черемшанка	70	-	0,2	-	1,5*	-
п. Худыш	96	99	2,2	1,0	3,8*	2,3
п. Шеелит	76	87	0,2	0,6	2,1*	3,1
База отдыха «Дельфин»	96	91	0,2	0,4	5,2*	2,0

- - донные отложения не обнаружены;
- * - уточненные данные за 2002 г., поступившие в 2003 г.

Удельные активности ^{90}Sr , ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в рыбе (табл. 4.21), отобранной в районе сбросного канала БАЭС на рыбучастке ПСХ БАЭС оставались на уровне 2002 г. и составляли 0,3, 0,8 и 61 Бк/кг в.-с. соответственно, что намного ниже допустимых удельных активностей (для ^{90}Sr – 100 Бк/кг в.-с., для ^{137}Cs – 130 Бк/кг в.-с.) по СанПиН-96 [6].

Контроль загрязнения грунтовых (подземных) вод техногенными радионуклидами на территории АЭС осуществляется посредством отбора и анализа проб грунтовых вод из контрольных скважин (КС), расположенных на промплощадке вокруг потенциальных источников загрязнения (здания энергоблоков, хранилища жидких отходов (ХЖО), хранилища слабоактивных и высокоактивных отходов и др.). В 2003 г. в воде 22 контрольных скважин были зарегистрированы техногенные радионуклиды: ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}Co . В остальных КС удельная активность техногенных радионуклидов были ниже предела обнаружения. Удельные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{60}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). Удельная активность ^{137}Cs и ^{60}Co в 2003 г. в этих скважинах, в основном, уменьшилась, а ^{90}Sr – незначительно возросла. Максимальная удельная активность радионуклидов зарегистрирована в районе ХЖО: ^{137}Cs (340 Бк/кг) – в скважине П-1, ^{90}Sr (186,9 Бк/кг) – в скважине П-20, ^{60}Co (108,1 Бк/кг) – в скважине П-4.

Полученные данные указывают на то, что в результате протечек радионуклиды поступают в грунтовые воды в районе ХЖО и спецводоочистки.

В 2003 г., как и в предыдущем, ГВРК БАЭС и ПСЛ ЦГСЭН г. Заречного определялась удельная активность продуктов 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 для анализа на содержание в них $\Sigma\beta$, ^{90}Sr и ^{137}Cs . Результаты измерений приведены в табл. 4.21, куда для сравнения включены и данные за предыдущий год, а также данные СанПиН-96 о допустимой удельной активности продуктов [6]. Видно, что в 2003 г. удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции, включая продукты животного происхож-

дения, была практически на уровне 2002 г. Сравнительно высокая $\Sigma\beta$ и ее меньшая изменчивость являются следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения.

Таблица 4.21

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях БАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ПСЛ ЦСЭН г. Заречного и ГВРК БАЭС)

Место отбора и вид пробы	$\Sigma\beta$		^{90}Sr		^{137}Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Пшеница*	-	-	-	0,8	-	4,9
Овощи	69	75	0,035	0,06	0,14	0,17
Корнеплоды	98	85	0,02	0,05	0,18	0,20
Ягоды	70	79	0,02	0,05	0,16	0,11
Допустимая уд. акт.		-		50		40
Мясо*	95	-	2,5	1,3	2,1	1,3
Допустимая уд. акт.		-		50		160
Молоко	42	40	0,12	0,07	0,18	0,33
Допустимая уд. акт.		-		25		50
Грибы	88	99	0,08	0,08	1,35	1,8
Допустимая уд. акт.		-		50		500
Рыба (Белоярское водохранилище, сбросной канал, рыбучасток ПСХ БАЭС)	59	61	0,4	0,3	0,9	0,8
Допустимая уд. акт.		-		100		130

* – данные ПСЛ ЦГСЭН

- – измерения не проводились

Мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 30-км зоне вокруг БАЭС по данным Уральского УГМС колебалась в пределах (8 – 12) мкР/ч, а в 100-км зоне – (9 – 12) мкР/ч. Среднегодовое значение в 30-км и 100-км зоне в 2003 г. составило 11 мкР/ч, что соответствует γ -фону Уральского региона [9]. Поглощенная доза внешнего γ -облучения определялась в 40-км зоне и в среднем составляла по данным ГВРК БАЭС [8] $63 \cdot 10^{-5}$ Гр (63 мрад), изменяясь в диапазоне от $48 \cdot 10^{-5}$ Гр (п. Двуреченск) до $96 \cdot 10^{-5}$ Гр (п. Верховье, высоковольтная линия).

По расчетным оценкам [8], для критической группы населения эквивалентная доза в биологической ткани в 2003 г. составила $< 0,4$ мкЗв/год за счет жидких радиоактивных сбросов БАЭС в окружающую среду (в Ольховское болото) и $0,065$ 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], при дозах ниже которого требования НРБ-99 на источники излучения не распространяются.

Таким образом, в среднем содержание радионуклидов в объектах внешней среды в 2003 г. осталось на уровне предыдущего года или несколько уменьшилось. Влияние деятельности БАЭС проявлялось в небольшом превышении объемной активности ^{90}Sr и ^{137}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 атомная электростанция находится на крайнем северо-востоке России за полярным кругом в зоне вечной мерзлоты на территории Чукотского автономного округа.

Промплощадка Билибинской АЭС (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 [10].

Преобладающее направление ветров в регионе восточное, северо-восточное и западное. Годовая 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.

Размер санитарно-защитной зоны вокруг АЭС составляет 3 км, зоны наблюдения – 30 км вокруг АЭС. В зоне наблюдения находится один населенный пункт – г. Билибино. Численность населения составляет 6 673 человека.

БиАЭС включает в себя 4 однотипных энергоблока мощностью по 12 кВт (в декабре 2003 г. исполнилось 30 лет со дня физического пуска 1-го энергоблока) и комплекс вспомогательного общестанционного оборудования. Установленная электрическая мощность составляет 48 МВт.

При нормальной эксплуатации БиАЭС во внешнюю среду поступают:

- в атмосферу – ИРГ (в основном, радиоактивный газ ^{41}Ar) и аэрозоли активированных продуктов коррозии;
- в дебалансные воды в составе промливневой канализации – активированные продукты коррозии.

Жидкие радиоактивные отходы – продукты очистки теплоносителя основного 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 Большой Поннеурген.

Газообразные и аэрозольные радионуклиды 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 вентиляционных выбросах БиАЭС в 2003 г. на регистрируемых уровнях присутствовали [10] техногенные радионуклиды ^{41}Ar и ^{60}Co . В табл. 4.22 приведены данные по газоаerosольным выбросам в окружающую среду в 2003 г. [2].

Таблица 4.22

Мощность выбросов в окружающую среду на БиАЭС в 2003 г., Бк/год

Радионуклиды	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
^{60}Co	$7,4 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^7$	$5,44 \cdot 10^6$	$- 5,56 \cdot 10^6$
^{90}Sr	$1,9 \cdot 10^8$	-	$2,18 \cdot 10^4$	$- 2,18 \cdot 10^4$
Сумма ИРГ	$2,0 \cdot 10^{15}$	$5,15 \cdot 10^{14}$	$5,14 \cdot 10^{14}$	$+ 1,00 \cdot 10^{12}$

Как видно из табл. 4.21 выбросы радионуклидов в атмосферу на БиАЭС в 2003 г. не превышали допустимых значений. Выбросы ИРГ (^{41}Ar) составляли 25,7 % от допустимого выброса, а выбросы ^{60}Co – 0,15 %.

Сточные воды БиАЭС сбрасываются в ручей Большой Поннеурген [2, 10]. Фактические сбросы ^{54}Mn в 2003 г. составляли $1,5 \cdot 10^8$ Бк/год при разрешенном сбросе $1,2 \cdot 10^{11}$ Бк/год, а ^{60}Co – $9,2 \cdot 10^8$ Бк/год при разрешенном сбросе $5 \cdot 10^{10}$ Бк/год. Фактический сброс ^{60}Co составил 1,8 % от разрешенного сброса, а сброс ^{54}Mn – 0,12 % от разрешенного сброса. Содержание в сбросах других техногенных радионуклидов было ниже порога обнаружения.

Радиационный контроль объектов окружающей среды на БиАЭС осуществляет группа внешней дозиметрии, входящая в состав лаборатории охраны окружающей среды (ЛООС) отдела радиационной безопасности. В течение года группа внешней дозиметрии проводит регулярный контроль радиационной обстановки на промплощадке, в пределах санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения.

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 БиАЭС, 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 и в зоне БиАЭС.

Для изотопного анализа проб применяется лабораторная гамма-спектрометрическая система «ORTEC» с контролем 17 радионуклидов и радиохимические методы анализа бета-излучающих нуклидов.

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.

Отбор проб воздуха производился на аспирационных стационарных установках путем прокачки воздуха через ткань Петрянова (ФПП-15).

Радиационный мониторинг в 100-км зоне вокруг БиАЭС проводился Чукотским УГМС [11]. В двух пунктах (Билибино и Кепервеем) отбирались пробы радиоактивных атмосферных выпадений и в пяти пунктах (см. рис. 4.4) велись наблюдения за МЭД.

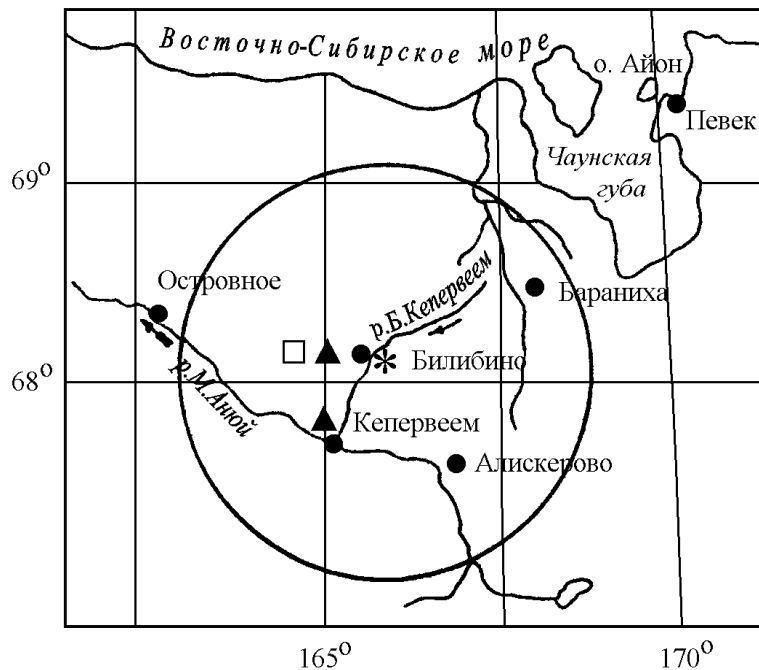


Рис. 4.4. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Билибинской АЭС:

- * – АЭС;
- – Наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – Отбор проб атмосферных выпадений;
- – планируемые наблюдения

В табл. 4.23 представлены объемные активности в приземном воздухе ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{60}Co в районе расположения БиАЭС.

Таблица 4.23

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере
в районе расположения БиАЭС в 2003 г., 10^{-5} Бк/м³
(данные ЛООС БиАЭС)**

Год	СЗЗ			ЗН			Контрольный пункт		
	^{134}Cs	^{137}Cs	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{60}Co	^{134}Cs	^{137}Cs	^{60}Co
2003 г.	< 0,03	< 0,04	19,4	< 0,03	< 0,04	4,99	< 0,03	< 0,04	4,40
2002 г.	< 0,03	< 0,04	31,4	< 0,03	< 0,04	3,92	< 0,03	< 0,04	4,62

Из табл. 4.23 видно, что во всех пунктах наблюдения района расположения БиАЭС в приземной атмосфере присутствовал ^{60}Co . Максимальная среднегодовая объемная активность его наблюдалась в СЗЗ – $19,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Это в $5,6 \cdot 10^4$ раз ниже допустимой объемной активности этого радионуклида для населения (ДОА_{НАС.} = 11 Бк/м³). По сравнению с предыдущим годом в 2003 г. среднегодовая объемная активность ^{60}Co уменьшилась в СЗЗ в 1,6 раза, а в ЗН и контрольном пункте осталась примерно на прежнем уровне. Объемные активности ^{137}Cs и ^{134}Cs в приземной атмосфере в 2003 г. были ниже предела обнаружения. Данные по объемной активности ^{90}Sr в приземной атмосфере в районе расположения БиАЭС в 2003 г. отсутствуют, хотя в 2002 г. объемная активность ^{90}Sr в СЗЗ превышала средневзвешенную активность по территории России в 70 раз.

Результаты измерений выпадений $\Sigma\beta$ по данным Чукотского УГМС [11] приведены в табл. 4.24.

Таблица 4.24

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения $\Sigma\beta$
в 100-км зоне БиАЭС в 2003 г., Бк/м²·сутки.
(данные Чукотского УГМС)

Пункт наблюдений		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Билибино	с	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,4	2,2	1,9	2,3	2,1	1,9	1,8	2,0	1,7
	м	2,6	2,3	3,2	3,2	3,1	3,6	3,0	3,1	3,5	3,0	2,6	2,6		
Кепервеем	с	1,8	1,9	2,3	1,9	2,3	2,0	1,9	1,8	3,0	2,1	2,0	2,0	2,1	1,6
	м	2,9	2,6	3,3	3,1	3,5	2,8	2,6	3,6	3,0	3,6	2,7	2,5		

Из таблицы 4.24 видно, что среднегодовые значения выпадений $\Sigma\beta$ в обоих пунктах одинаковы, а среднемесячные в течение года изменялись от 1,8 Бк/м²·сутки до 3,0 Бк/м²·сутки. Выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне БиАЭС в 2003 г. были в 1,2 раза выше, чем в 2002 г. и во столько же раз выше фоновых выпадений $\Sigma\beta$ на территории севера Восточной Сибири. Выпадения $\Sigma\beta$, средневзвешенные по территории севера Восточной Сибири, составляли в 2003 г. 1,7 Бк/м²·сутки.

По данным ЛООС БиАЭС содержание ^{60}Co в атмосферных выпадениях во всех пунктах наблюдения в районе БиАЭС в 2003 г. увеличилось по сравнению с 2002 г. в 2 раза, ^{54}Mn в СЗЗ – в 10 раз, а в ЗН и контрольном пункте – в 2 раза. Выпадения ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{51}Cr были ниже предела обнаружения. Выпадения ^{137}Cs на всей территории Чукотского УГМС в первом, во втором и четвертом кварталах было ниже предела обнаружения, а в третьем квартале составляли 0,06 Бк/м²·квартал.

Содержание радионуклидов в воде и донных отложениях ближайших водотоков, в почве и ягодах в 2003 г. приведены в табл. 4.25.

По данным табл. 4.25 [10] в воде руч. Большой Поннеурген ниже сброса сточных вод в 2003 г., в отличие от 2002 г., регистрировался ^{60}Co с объемной активностью 34 мБк/л, что в $1,2 \cdot 10^3$ раз ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [5], (УВ для ^{60}Co = 41,0 Бк/л). В устье ручья Большой Поннеурген, впадающего в р. Большой Кепервеем, содержание ^{60}Co было ниже предела обнаружения. По другим контролируемым нуклидам объемная активность воды открытых водоемов также была ниже порога обнаружения. В водохранилище, являющемся источником водоснабжения для АЭС и г. Билибино, присутствие радионуклидов в измеряемых количествах не обнаружено. Данных по ^{90}Sr в объектах окружающей среды в 2003 г. ЛООС БиАЭС не представила.

Таблица 4.25

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС в 2002 – 2003 гг.
(данные ЛООС БиАЭС)

Вид пробы	Расстояние от АЭС, км	Единица измерения	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
			2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
<u>Вода:</u>						
Водохранилище	3,2	мБк/л	н	н	н	н
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса	1,5		н	н	34	н
р. Б. Кепервеем, в месте впадения Поннеургена	4,0		н	н	н	н
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0		н	н	н	н
<u>Донные отложения:</u>						
Водохранилище	3,2	Бк/кг в.-с.	н	н	н	н
руч. Б. Поннеурген, ниже сброса	1,5		н	н	215,5	22,2
р. Б. Кепервеем, в месте впадения Поннеургена	4,0		н	н	н	н
р. Б. Кепервеем, верховье	10,0		н	н	н	н
<u>Почва:</u>						
СЗЗ	0,3–1,5	Бк/кг	н	Среднее за 5 лет 12,4	16,2	Среднее за 5 лет 9,4
ЗН	3–3,5	в.-с.	н	12,4	н	9,4
Контрольный пункт	22		н	14,4	н	н
<u>Ягода:</u>						
СЗЗ	0,3–1,5	Бк/кг	0,59	0,67	-	-
ЗН	3–3,5	в.-с.	0,38	0,56	-	-
Контрольный пункт	22		0,75	0,33	-	-

Донные отложения для анализа отбирались в местах отбора проб воды. В донных отложениях руч. Большой Поннеурген ⁶⁰Co также регистрировался только ниже сброса сточных вод АЭС, причем его содержание в донных отложениях увеличилось примерно на порядок по сравнению с 2002 г. Накопление ⁶⁰Co в донных отложениях обусловлено изменением схемы сброса сточных вод. 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 Большой Поннеурген.

Пробы почвы для анализа отбирались следующим образом: на выбранной площадке намечался равносторонний треугольник со стороной 10 м. По вершинам треугольника отбирались пробы грунта размером 100x100x50 мм. Пробы отбирались на расстоянии от 0,3 до 3,8 км от АЭС в западном и восточном направлениях, контрольный участок находился в южном направлении на расстоянии 22 км от АЭС. Из техногенных радионуклидов на территории СЗЗ в пробах почвы был зарегистрирован только ⁶⁰Co с удельной активностью 16,2 Бк/кг в.-с. Это в 1,7 раза выше, чем средняя удельная активность ⁶⁰Co в СЗЗ за последние 5 лет. Удельная активность ¹³⁷Cs в 2003 г. в пробах почвы была ниже предела обнаружения. Среднее значение удельной активности ¹³⁷Cs за последние 5 лет в СЗЗ и ЗН не превышало фонового уровня (в контрольной точке).

Основной путь загрязнения для ягод – поступление из атмосферы, корневое поступление – незначительно. Допустимые уровни ¹³⁷Cs для ягод 40 Бк/кг (СанПиН 2.3.2.560-96). Как видно из табл. 4.25, содержание ¹³⁷Cs в ягодах в районе расположения БиАЭС в 50 – 60 раз меньше. В целом, по данным измерений (см. табл. 4.25), 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 [11] среднегодовые значения МЭД в 100-км зоне БиАЭС в 2003 г. изменялись от 10 мкР/ч до 14 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона на территории РФ.

По данным ЛООС БиАЭС [10], среднегодовая мощность экспозиционной дозы в СЗЗ, ЗН и контрольной точке изменялась в диапазоне 10 – 12 мкР/час. Поглощенные за год дозы, измеренные дозиметрами-накопителями ТЛД-500К в 20-км зоне АЭС, варьировали от $29 \cdot 10^{-5}$ до $67 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, по данным Чукотского УГМС и лаборатории ЛООС БиАЭС, содержание техногенных радионуклидов, кроме ^{60}Co , в объектах окружающей среды в районе расположения БиАЭС близко фоновому. Наблюдаемое загрязнение ^{60}Co приземной атмосферы и воды намного ниже установленных нормативов.

4.4. Волгодонская АЭС

Волгодонская АЭС (ВАЭС) расположена на юге России в степном районе Ростовской области на южном берегу Цимлянского водохранилища, примерно в 13,5 км восточнее г. Волгодонска. Местность характерна общим склоном Доно-Сальского водораздела, полого опускающегося к урезу водохранилища, рассеченному крупными и мелкими балками [12].

ВАЭС расположена в зоне континентального климата с недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом и неустойчивой малоснежной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет $+7,9^\circ\text{C}$, абсолютный максимум $+41^\circ\text{C}$, абсолютный минимум -35°C . Наиболее крупный водоем района размещения АЭС – Цимлянское водохранилище. Цимлянское водохранилище при нормальном подпорном уровне воды имеет объем $23\,746 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $2\,700 \text{ км}^2$. Минерализация воды, по данным многолетних наблюдений, лежит в пределах (300 – 600) мг/л. В районе ВАЭС климат сухой, поэтому в земледелии используется полив водами Цимлянского водохранилища. Средняя скорость ветра в районе расположения ВАЭС в 2003 г. составляла $\sim 5 \text{ м/сек}$. В течение почти всех сезонов преобладают восточные ветры, только летом отмечается небольшое преобладание северо-восточных ветров [12].

Пруд-охладитель, площадью 18 км^2 , создан путем отсечения прибрежного участка Цимлянского водохранилища глухой дамбой длиной 9,8 км. Дамба спроектирована и построена как фильтрующая плотина. В пруд-охладитель впадает р. Цимлянский Лог с водосборной площадью 250 км^2 .

Контролируемая часть района расположения Волгодонской АЭС разделена на три пояса:

- территория АЭС (промплощадка), на которой располагаются энергоблок с реакторной установкой ВВЭР-1000 и специальный корпус переработки технологических сред и радиоактивных отходов;
- санитарно-защитная зона с площадью 44 км^2 , из них 18 км^2 занимает пруд-охладитель;

- зона наблюдения с площадью 2 600 км², из них около 500 км² занимает водная поверхность Цимлянского водохранилища. В зону наблюдения входят части территории четырех районов Ростовской области: Волгодонский район с районным центром ст. Романовка, Цимлянский район с районным центром г. Цимлянск, Дубовский район с районным центром с. Дубовское (в ЗН не попадает), Зимовниковский район с районным центром п. Зимовники (в ЗН не попадает). Средняя плотность населения в ЗН составляет 87 чел./км², общая численность населения в ЗН – 230 тыс. человек. Численность населения г. Волгодонска около 187 тыс. человек, г. Цимлянска, находящегося в 21 км от ВАЭС, – 125 тыс. человек.

Источниками поступления радиоактивных веществ в окружающую среду при нормальной эксплуатации АЭС являются газоаэрозольные выбросы в атмосферу через вентрубы АЭС (ИРГ, аэрозоли, йод) и сбросы со стоками через сбросный канал в пруд-охладитель.

На ВАЭС газоаэрозольные выбросы поступают в атмосферу после спецгазоочистки. Эффективность очистки выбрасываемого воздуха от радиоактивных аэрозолей и йода на фильтрах газоочистки превышает 90 %.

Мощность газоаэрозольных выбросов радионуклидов Волгодонской АЭС, регламентируемых СП АС-99 [13], в атмосферу в 2003 г. и, для сравнения, в 2002 г. приведена в табл. 4.26 [2].

Таблица 4.26

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на Волгодонской АЭС в 2003 г., Бк/год

Радионуклиды	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Со	7,4·10 ⁹	6,09·10 ⁷	2,07·10 ⁵	+ 6,07·10 ⁷
¹³¹ И	1,8·10 ¹⁰	3,80·10 ⁸	5,18·10 ⁵	+ 3,79·10 ⁸
¹³⁴ Сs	9,0·10 ⁸	3,75·10 ⁶	2,50·10 ⁴	+ 3,73·10 ⁶
¹³⁷ Сs	2,0·10 ⁹	9,69·10 ⁶	2,50·10 ⁴	+ 9,67·10 ⁶
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	7,98·10 ¹²	1,20·10 ¹¹	+ 7,86·10 ¹²

Фактические годовые газоаэрозольные радиоактивные выбросы Волгодонской АЭС в атмосферу в 2003 г. были на два порядка величины ниже допустимых выбросов, установленных для АЭС с ВВЭР-1000, и составляли 0,41 % – 2,1 % от допустимых выбросов. Однако по сравнению с 2002 г. выбросы всех радионуклидов увеличились.

Радионуклидный анализ проб жидких технологических сбросов в брызгальные бассейны в течение всего года не выявил превышения активности согласно НРБ-99 [5]. В 2003 г. содержание радиоактивных веществ в сбросах Волгодонской АЭС в водоем-охладитель находилось ниже минимально детектируемой активности [12].

Радиационный мониторинг в 30-км зоне в районе расположения ВАЭС осуществляет лаборатория контроля внешней радиационной безопасности (ЛКВРБ) отдела радиационной безопасности ВАЭС.

В 2003 г. ЛКВРБ на промплощадке, в СЗЗ и ЗН отбирались и анализировались пробы [12]:

- аэрозолей в 10 точках с помощью ВФУ (средний расход воздуха – 400 м³/ч) с двухнедельной экспозицией;

- атмосферных выпадений в 17 точках с помощью кювет с площадью 0,16 и 0,31 м² с месячной экспозицией;
- поверхностного слоя почвы в 10 точках на глубину 5 см 1 раз в год;
- водных объектов (сбросные воды, пруд-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.

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 термомлюминесцентных 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.

Радиационный мониторинг в 100-км зоне ВАЭС осуществляет Северо-Кавказское УГМС. Расположение пунктов радиационного мониторинга Северо-Кавказского УГМС в 100-км зоне Волгоградской АЭС приведено на рис. 4.5 [14].

В 2003 г. в 100-км зоне Волгоградской АЭС наблюдения за МЭД проводились на 9 станциях, на 8 из них проводился отбор проб выпадений с помощью планшетов с суточной экспозицией и на одной (в Цимлянске, расположенном на расстоянии 21 км от АЭС) – отбор проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки.

В радиометрической лаборатории Северо-Кавказского УГМС пробы выпадений и аэрозолей обрабатывались и анализировались на содержание $\Sigma\beta$. Радиоизотопный анализ проб проводился в НПО «Тайфун». Результаты измерений по определению активности представлены в табл. 4.27 [14].

Из табл. 4.27 видно, что среднегодовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне ВАЭС составляли (1,2 – 1,6) Бк/м²·сутки и во всех пунктах наблюдения были на уровне средневзвешенного по территории РФ в 2003 г. (1,4 Бк/м²·сутки).

Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в 2003 г. в воздухе г. Цимлянска не превышала средневзвешенную по территории юга ЕТР объемную активность ($12,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и составляла $9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из г. Цимлянска за 2001 – 2003 гг., выполненного в НПО «Тайфун», приведены в таблице 4.28. Из табл. 4.28 видно, что в 2003 г. объемная активность ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Цимлянска составляла $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что не превышает фонового уровня для юга ЕТР. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в г. Цимлянске также не превышала средневзвешенную объемную активность по территории юга ЕТР и составляла $0,63 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В последние три года объемная активность этих радионуклидов в ЗН в г. Цимлянске (21 км от АЭС)

уменьшается: объемная активность ^{137}Cs уменьшилась в 1,5 раза, ^{90}Sr – в 2,7 раза. Наблюдаемые объемные активности этих радионуклидов на семь порядков ниже ДОА_{НАС}. по НРБ-99 [5].

Таблица 4.27

Среднемесячные (с) и максимальные (м) суточные выпадения и объемные активности $\Sigma\beta$ в 100-км зоне Волгодонской АЭС в 2003 г. (данные Северо-Кавказского УГМС)

Пункт наблюдения	Месяц												Среднее		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.	
Выпадения, Бк/м²-сутки															
Б. Мартыновка	с	2,5	1,7	0,8	0,9	1,1	0,7	1,1	1,3	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,4
	м	4,9	4,1	3,3	2,5	3,9	2,2	4,2	4,3	5,2	7,0	4,3	4,5		
Зимовники	с	2,2	1,8	0,8	0,9	0,9	0,8	1,2	1,3	1,1	1,3	1,2	1,9	1,3	1,5
	м	5,2	3,9	2,7	3,9	2,9	3,2	4,0	4,3	6,9	4,2	3,3	5,4		
Константиновск	с	3,0	1,2	0,8	0,7	1,1	0,9	1,1	1,6	1,3	0,9	1,3	1,1	1,3	1,5
	м	11,1	4,7	3,5	2,4	2,9	3,1	4,3	5,1	4,9	4,9	4,2	4,7		
Котельниково	с	1,4	2,6	0,8	0,8	1,0	0,5	0,7	1,0	-	1,5	1,8	1,2	1,2	1,4
	м	4,3	4,3	3,6	3,0	3,3	2,7	2,9	4,3	-	5,9	4,7	3,0		
Морозовск	с	2,0	1,7	0,6	1,0	1,2	1,0	0,8	1,1	1,4	0,6	1,1	1,5	1,2	1,4
	м	4,3	4,7	3,1	4,2	3,2	3,2	3,8	4,8	5,1	2,1	3,6	4,6		
Нижний Чир	с	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,6	1,4
	м	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6		
Обливская	с	3,6	1,4	1,3	1,1	0,9	1,2	0,7	1,1	1,1	2,0	1,7	2,0	1,5	1,4
	м	6,8	5,1	4,0	4,0	2,9	4,3	2,8	3,6	5,8	7,1	6,9	5,4		
Цимлянск	с	1,9	2,3	1,2	1,0	1,9	1,4	1,4	1,5	1,4	1,8	1,4	1,7	1,6	1,9
	м	5,1	5,2	4,2	3,8	9,1	6,7	8,9	5,7	9,2	7,5	4,7	5,6		
Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³															
Цимлянск	с	15	10	8	12	7	7	-	-	12	10	9	4	9	11
	м	31	35	41	25	17	21	-	-	34	28	25	12		

Таблица 4.28

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха г. Цимлянска в 2001 – 2003 гг., 10⁻⁷ Бк/м³ (данные НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории юга ЕТР
^{137}Cs							
Цимлянск	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
^{90}Sr							
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

В 2003 г. в ЗН (г. Цимлянск) Северо-Кавказским УГМС отбирались пробы для определения содержания трития в атмосферных осадках. Результаты радиоизотопного анализа, проводимого в НПО «Тайфун», показали, что среднегодовая объемная активность ^3H в осадках в ЗН составляет 2,7 Бк/л, что не отличается от усредненной по 26 пунктам РФ среднегодовой объемной активности ^3H .

По данным ЛКВРБ [12], в 2003 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере не зависела от расстояния от АЭС и составляла в СЗЗ, ЗН и контрольной точке $45 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность техногенных радионуклидов в атмосфере была на уровне минимально детектируемой активности.

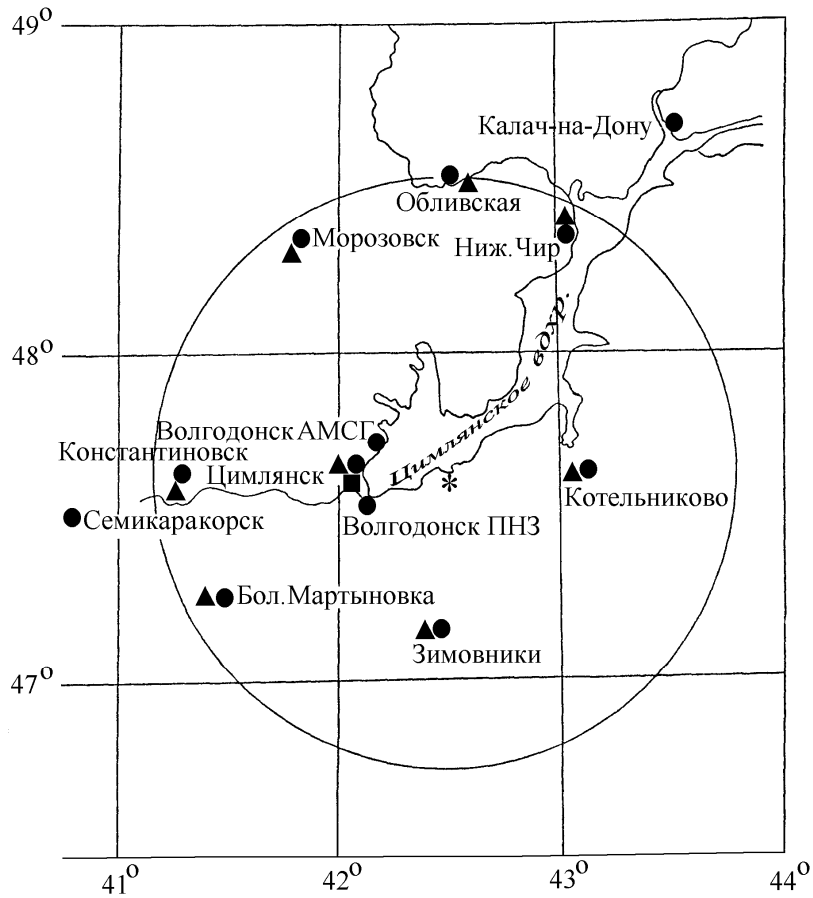


Рис. 4.5. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Волгоградской АЭС:

- * - АЭС;
- - наблюдения за γ -фоном;
- ▲ - отбор проб атмосферных выпадений;
- - отбор проб атмосферных аэрозолей

Среднегодовые значения $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений также не зависели от расстояния до АЭС и были обусловлены естественными радионуклидами. Содержание ^{137}Cs и ^{60}Co в атмосферных выпадениях (СЗЗ и ЗН) составляло, как и в прошлом году, $< 1,83 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ и $< 2,56 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ соответственно.

В пробах почвы, отобранных в СЗЗ, ЗН и контрольном пункте содержание ^{137}Cs не превышало $2,0 \text{ кБк/м}^2$, а содержание ^{134}Cs и ^{60}Co было менее $0,10 \text{ кБк/м}^2$. Эти значения ниже, чем значения нулевого фона, измеренные до строительства АЭС [12].

Результаты измерений проб воды ЛКВРБ показали, что содержание ^{137}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 $\Sigma\beta$ составляла $0,15 \text{ Бк/л}$ в Цимлянском водохранилище и $0,24 \text{ Бк/л}$ в водоеме-охладителе. Удельная активность ^{137}Cs

в Цимлянском водохранилище и водоеме-охладителе была менее 3 Бк/кг в.-с., а ^{60}Co – менее 1 Бк/кг в.-с.

На территории Волгодонской АЭС в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения грунтовых вод расположены наблюдательные скважины (НС), предназначенные для контроля радиоактивности подземных вод и идентификации возможного источника загрязнений. Контроль осуществляется посредством отбора проб воды из скважин и измерений их активности в лабораторных условиях. На балансе ВАЭС находится 22 НС. Гидрогеологические условия промплощадки ВАЭС до глубины 80 м характеризуются наличием 2-х водоносных горизонтов, имеющих повсеместное распространение и местами образующих единый водоносный комплекс. Поэтому водоносные скважины №№ 1 – 20 оборудованы на первый водоносный слой грунтовых вод, скважины №№ 25 – 46 – на второй слой грунтовых вод. Вокруг блока № 1 расположены скважины №№ 1, 2, 3, 25, 26, 27; вокруг спецкорпуса – остальные скважины.

В 2003 г. в части наблюдательных скважин первого горизонта вода отсутствовала. Пробы воды отбирались из 11 НС. Наблюдался значительный разброс значений активности воды во всех скважинах в течение года. Результаты измерений объемной активности $\Sigma\beta$ по отдельным скважинам в течение года менялись в 2 – 17 раз. Техногенных радионуклидов, в том числе повышения содержания трития, в скважинах не обнаружено. Увеличение $\Sigma\beta$ является следствием преобладающего β -излучения ^{40}K природного происхождения, содержание которого увеличивается в пробах воды из скважин в связи с изменением солевого состава подземных вод, не зависящем от деятельности АЭС.

Радиоизотопный анализ сельскохозяйственной продукции (пшеницы, корнеплодов, овощей), животноводческой продукции (мяса, молока), а также грибов и ягод из хозяйств, расположенных на территории ЗН Волгодонской АЭС, показал, что содержание в них ^{137}Cs ниже минимально детектируемой активности. В рыбе, отобранной в водоеме-охладителе и в Цимлянском водохранилище содержание ^{137}Cs было 0,5 Бк/кг в.-с., что намного ниже его допустимого содержания по действующим нормативам [6].

Мощность дозы гамма-излучения в 2003 г. в СЗЗ и ЗН по данным ЛКВРБ колебалась в пределах (8 – 13) мкР/час, среднегодовое значение составило 11 мкР/час, что соответствует естественному гамма-фону.

Годовая поглощенная доза на местности вокруг ВАЭС, измеренная дозиметрами ДТЛ-01, составляла в 30-км зоне $(46 – 51) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне естественного радиационного фона.

Таким образом, по наблюдениям, проведенным Северо-Кавказским УГМС и ЛКВРБ ВАЭС, можно сделать вывод, что влияние Волгодонской АЭС в 2003 г. на загрязнение объектов окружающей среды в 100-км зоне вокруг АЭС не выявлено.

4.5. Калининская АЭС

Калининская АЭС (КАЭС) расположена в северо-западной части Тверской области, в 150 км от г. Тверь. Площадка АЭС примыкает к южному берегу оз. Удомля, соединенному естественной про-

токой с оз. Песьво. Эти озера используются как охладители в системе оборотного технического водоснабжения АЭС. Регулирование стока и горизонта озер Песьво и Удомля осуществляется с помощью гидроузла на реке Съежа, вытекающей из оз. Удомля [15].

Региональный климат в районе расположения АЭС умеренно континентальный. Он характеризуется сравнительно теплым летом, умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом и хорошо выраженными переходными периодами. Среднегодовая температура воздуха 3,3 – 3,7°С. Годовая сумма осадков в среднем по области составляет 600 – 700 мм. Режим ветра определяется западно-восточным переносом, обусловленным общей циркуляцией атмосферы. В теплый период и в течение всего года преобладают ветры юго-западного, западного и северо-западного направления [15].

В 2003 г. на КАЭС эксплуатировались два энергоблока первой очереди станции мощностью по 1000 МВт каждый. Вторая очередь станции по проекту включает два энергоблока мощностью по 1000 МВт каждый с соответствующим расширением вспомогательных объектов первой очереди. Пуск строящегося энергоблока № 3 в составе второй очереди намечается в 2004 г. [15].

Мощность газоаerosольных выбросов радионуклидов на КАЭС, регламентируемых СП АС-99 [13], в 2003 г. и, для сравнения, в 2002 г. приведена в табл. 4.29 [2].

Таблица 4.29

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на КАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Со	$7,4 \cdot 10^9$	$4,12 \cdot 10^6$	$9,99 \cdot 10^6$	$- 5,87 \cdot 10^6$
⁹⁰ Sr	$1,9 \cdot 10^8$	н	н	-
¹³¹ I	$1,8 \cdot 10^{10}$	$4,09 \cdot 10^7$	$5,69 \cdot 10^7$	$- 1,6 \cdot 10^7$
¹³⁴ Cs	$9,0 \cdot 10^8$	$1,44 \cdot 10^6$	$2,18 \cdot 10^5$	$+ 1,22 \cdot 10^6$
¹³⁷ Cs	$2,0 \cdot 10^9$	$2,24 \cdot 10^6$	$1,19 \cdot 10^6$	$+ 1,05 \cdot 10^6$
Сумма ИРГ	$6,9 \cdot 10^{14}$	$1,68 \cdot 10^{13}$	$1,90 \cdot 10^{13}$	$- 2,2 \cdot 10^{12}$

Как и в предыдущие годы, в 2003 г. уровни газоаerosольных выбросов на КАЭС были существенно ниже допустимых значений и составляли от разрешенных выбросов: для ИРГ – 2,4 %; для ¹³¹I – 0,23 %; для ⁶⁰Со – 0,06 %; для ¹³⁴Cs – 0,16 %; для ¹³⁷Cs – 0,11 %. Основную долю в выбросах составляли продукты деления ядерного топлива. В их состав входят ИРГ (изотопы криптона и ксенона), а также радионуклиды йода, стронция, цезия и др. Другая группа представляет собой радионуклиды активационного происхождения – продукты коррозии материалов активной зоны реактора и первого контура теплоносителя: ⁵¹Cr, ⁶⁰Со, ⁵⁸Со, ⁵⁴Mn. Выбросы всех радионуклидов, кроме ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs, уменьшились по сравнению с предыдущим годом. Выбросы ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs и суммы ИРГ остались практически на уровне 2002 г. Выброс ⁶⁰Со в 2003 г. уменьшился в 2,5 раза, ¹³¹I – в 1,4 раз. Выброс ⁹⁰Sr был ниже предела обнаружения.

Условно источники газоаerosольных выбросов АЭС можно разбить на две большие группы:

- протечки теплоносителя в помещении АЭС;
- технологические сдувки с оборудования АЭС.

Протечки теплоносителя обуславливают, в основном, выбросы радиоактивных aerosолей (долгоживущих радионуклидов) ¹³¹I. Технологические сдувки преимущественно определяют выбросы

ИРГ. Перед выбросом в атмосферу воздух, содержащий радионуклиды, подлежит очистке с целью снижения активности аэрозолей, йода и ИРГ. Действующие системы очистки газоаэрозольных выбросов АЭС обеспечивают эффективность очистки в пределах 80 – 99,9 % [15].

Мощность сбросов отдельных радионуклидов в открытую гидрографическую сеть в 2003 г. на КАЭС приведена в табл. 4.30 [2].

Таблица 4.30

Мощность сбросов радионуклидов в оз. Песьво и Удомля со сточными водами на КАЭС, Бк/год

Радионуклиды	Разрешенный сброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁵⁴ Mn	$3,20 \cdot 10^9$	$3,12 \cdot 10^7$	$1,03 \cdot 10^8$	$- 7,18 \cdot 10^7$
⁶⁰ Co	$5,90 \cdot 10^8$	$2,22 \cdot 10^7$	$7,57 \cdot 10^7$	$- 5,35 \cdot 10^7$
¹³⁴ Cs	$7,10 \cdot 10^9$	$9,24 \cdot 10^7$	$7,32 \cdot 10^7$	$+ 1,92 \cdot 10^7$
¹³⁷ Cs	$2,10 \cdot 10^9$	$1,44 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^8$	$+ 1,5 \cdot 10^7$
³ H	$1,56 \cdot 10^{14}$	$1,72 \cdot 10^{13}$	-	$+ 1,72 \cdot 10^{13}$

По абсолютному значению суммарная активность сброса в 2003 г. (17,2 ТБк) более чем на четыре порядка выше, чем в 2002 г., что объясняется введением допустимого сброса на тритий.

Для анализа данных контроля сбросов радионуклидов с жидкими стоками используется индекс сброса, равный отношению фактического годового поступления радионуклидов к разрешенному годовому сбросу, в 2003 г. суммарный индекс сброса составлял величину 0,24.

В предоставленных данных о содержании радионуклидов в жидких стоках КАЭС не учтена очистка радионуклидов на очистных сооружениях хозяйственной канализации и шламоотвале. Основной составляющей, с точки зрения величины активности, являются дебалансные воды. Сброс производится из контрольных баков в хозяйственную канализацию. Текущий радиационный контроль дебалансных вод перед сбросом проводится оперативным персоналом. При суммарной объемной активности < 11,1 Бк/кг (контрольный уровень), жидкие стоки подлежат сбросу. Для определения радионуклидного состава от сбрасываемого объема жидких стоков отбираются кратные квоты с целью концентрирования радионуклидов на ионообменных смолах. Анализ проводится на гамма-спектрометре из объединенной пробы за месяц [15].

Жидкие сбросы радионуклидов на КАЭС производятся в естественные водоемы-охладители: озера Песьво и Удомля.

Проектом расширяемой части спецкорпуса I очереди и 3 блока II очереди предусмотрено захоронение дебалансных вод совместно с солесодержащими стоками химводоочистки и блочной обессоливающей установки (БОУ) в глубокие горизонты 1 270 – 1 410 м полигона подземного захоронения с использованием нагнетательных скважин, что является важным природоохранным мероприятием. Это решение позволит исключить сброс жидких стоков, содержащих радионуклиды, в поверхностные воды.

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды в 100-км зоне вокруг КАЭС осуществляется Северо-Западным УГМС [16] и Центральным УГМС [17]. В состав сети входят два пункта по наблюдениям за радиоактивными выпадениями и семь пунктов наблюдения за МЭД (см. рис. 4.6).

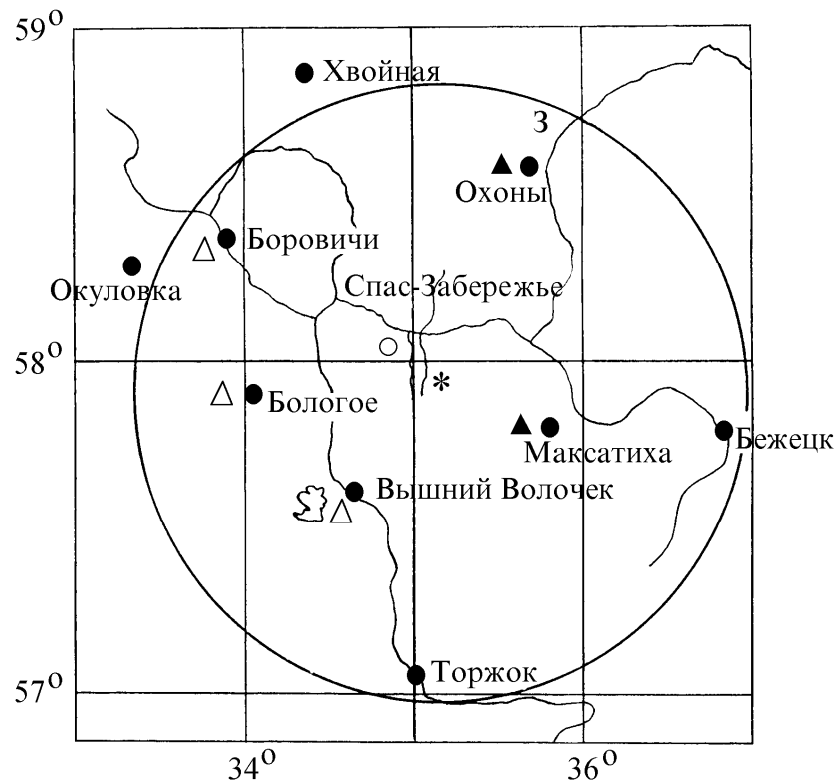


Рис. 4.6. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Калининской АЭС:

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

Радиационный контроль окружающей среды в районе расположения КАЭС (до 25 км от АЭС) выполняет лаборатория внешнего дозиметрического контроля (ЛВДК) отдела радиационной безопасности КАЭС.

Территория, на которой располагаются объекты КАЭС, включена в охраняемую, закрытую для свободного доступа зону – промплощадку с условным радиусом в 1 км. СЗЗ определена радиусом 3 км. Здесь расположен рыбоводный комплекс АЭС, тепличное хозяйство, стройплощадка, очистные сооружения хозяйственных стоков промплощадки и города и садоводческое общество «Электрон». 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 и город Удомля с общей численностью населения 44 200 человек (по переписи 2003 г.).

В 2003 г. радиационный контроль в районе расположения КАЭС, проводимый ЛВДК, был оптимизирован с учетом результатов многолетней практики контроля в конкретных условиях размещения АЭС. Радиационная обстановка контролируется путем отбора проб на сети постов постоянного наблюдения с дальнейшей их подготовкой и измерением в лабораторных условиях, а также в режиме непрерывного контроля на основе стационарных автоматизированных систем контроля радиационной обстановки [15]. Посты постоянного наблюдения расположены преимущественно в населенных пунктах. При проведении радиационного контроля окружающей среды определяется содержание радионуклидов в приземном слое атмосферы, воде, водорослях, донных отложениях, рыбе, почве, растительности, пищевых продуктах местного производства, подземных водах, источниках хозяйственного водоснабжения, а также контроль доз гамма-излучения на местности.

Оценка влияния работы КАЭС на изменение радиационной обстановки производится путем сопоставления фактических данных, полученных при эксплуатации АЭС, с естественным радиационным фоном («нулевым»). Регистрация «нулевого» фона проводилась в течение двух лет до пуска КАЭС в эксплуатацию институтом биофизики Минздрава СССР и НПО «Энергия». Кроме того, данные, получаемые в контролируемой зоне, сопоставляются с данными контрольного пункта, находящегося с наветренной стороны по отношению к АЭС, вне влияния ее выбросов. Контрольный пункт расположен в г. Вышнем Волочке в 50 км от АЭС.

Расположение пунктов радиационного контроля ЛВДК КАЭС в 25-км зоне вокруг КАЭС приведено на рис. 4.7. Отбор проб атмосферных аэрозолей производится ЛВДК КАЭС в восьми пунктах постоянного наблюдения (из них в СЗЗ – три пункта, в ЗН – четыре пункта) с помощью ВФУ производительностью 570 м³/час. Один пункт постоянного наблюдения установлен в г. Вышнем Волочке. Замена фильтров на воздухофильтрующих установках производится один раз в неделю. В качестве фильтрующего материала используется ткань Петрянова ФПП-15-1,5.

Отобранные пробы после озонирования измеряются на бета-радиометре. Измеренные пробы сохраняются и объединяются за квартал по каждому пункту наблюдения отдельно, после чего в них определяются техногенные радионуклиды, а также идентифицируются радионуклиды естественного происхождения – ⁴⁰K, ⁷Be, продукты распада радона и торона. Результаты сравниваются с предыдущим годом и с допустимой объемной активностью для населения (ДОО_{НАС.}) по НРБ-99 [5].

Результаты измерений объемных активностей радионуклидов в приземной атмосфере в 2003 г., полученные ЛВДК КАЭС, осредненные для СЗЗ и ЗН, представлены в табл. 4.31. Анализ данных показывает, что в 2003 г. в воздухе в СЗЗ и ЗН КАЭС были зарегистрированы ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, причем основная доля активности приземной атмосферы обусловлена ¹³⁷Cs. Среднегодовая величина объемной активности ⁶⁰Co в СЗЗ уменьшилась в 3 раза и стала одинаковой в СЗЗ и ЗН. В контрольном пункте (Вышний Волочек) объемная активность ⁶⁰Co была ниже минимально детектируемой активности. Наблюдаемые в СЗЗ и ЗН КАЭС объемные активности ⁶⁰Co на шесть порядков ниже ДОО_{НАС.} по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН АЭС в 2003 г. была в 2 раза ниже, чем в 2002 г., и не превышала средневзвешенную объемную активность для центра ЕТР ($0,097 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Полученные значения объемной активности ^{137}Cs не превышают значений, наблюдаемых в контрольной фоновой точке в Вышнем Волочке.

Таблица 4.31

Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере вокруг КАЭС, 10^{-5} Бк/м^3
(данные ЛВДК КАЭС)

Пункт контроля	^{54}Mn		^{60}Co		^{137}Cs		^{134}Cs		^{51}Cr	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
СЗЗ	< 0,034	< 0,035	0,014	0,046	0,089	0,201	< 0,036	< 0,038	< 0,280	< 0,280
ЗН	< 0,031	< 0,031	0,013	0,011	0,099	0,213	< 0,033	< 0,034	< 0,270	< 0,270
г. В. Волочек 50 км от АЭС	< 0,027	< 0,026	< 0,036	< 0,035	0,102	0,223	< 0,028	0,026	< 0,240	< 0,240

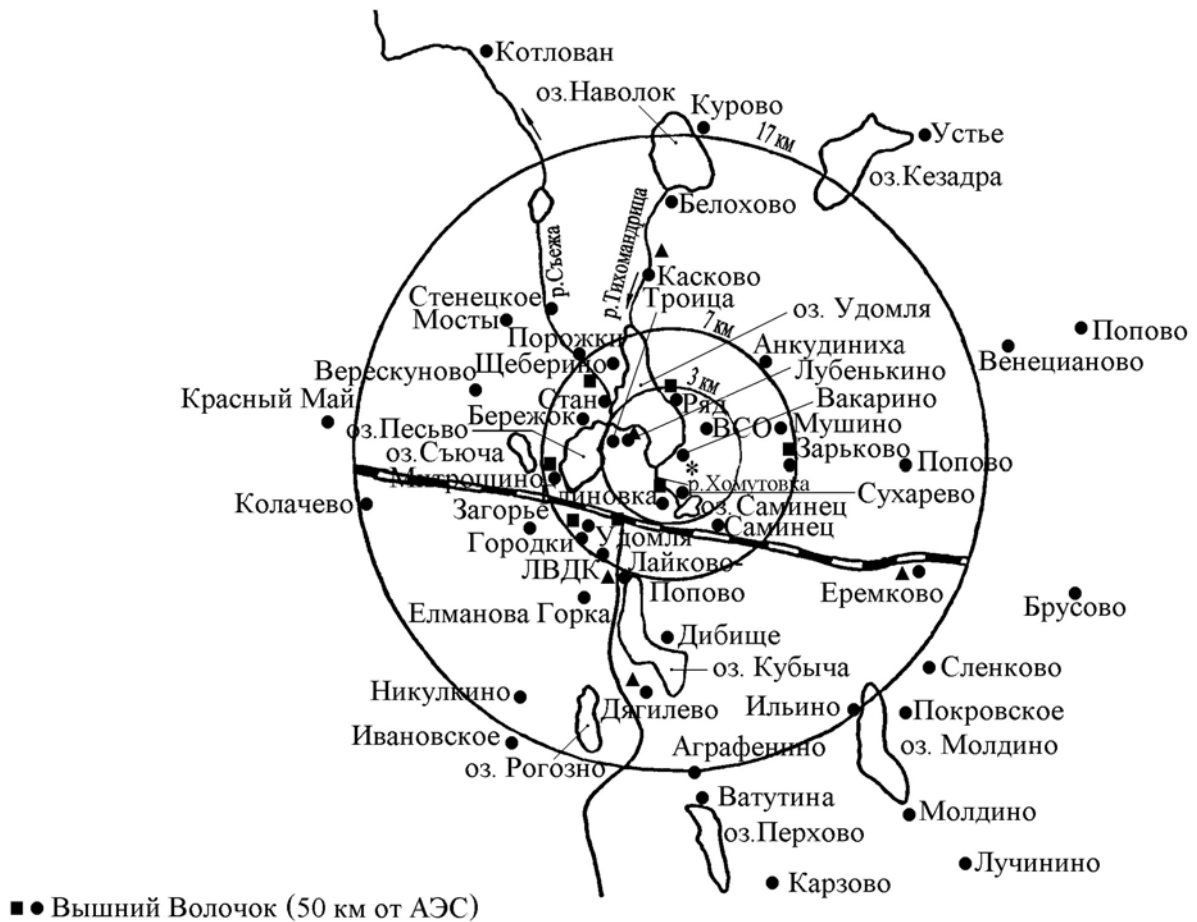


Рис. 4.7. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 25 - км зоне вокруг Калининской АЭС:

Пробы выпадений отбирались на КАЭС с помощью бака-сборника с месячной экспозицией. Пробы отбирались в восьми пунктах постоянного наблюдения, из которых три находятся в СЗЗ, че-

тыре – в ЗН и один - в г. Вышний Волочек (контрольный пункт). По данным ЛВДК КАЭС (см. табл. 4.32) средние суточные выпадения в 2003 г. не увеличились и не превышали «нулевой» фон. Основным дозообразующим техногенным радионуклидом является ^{137}Cs , содержание других техногенных радионуклидов в выпадениях было ниже минимально-детектируемой активности. В ЗН значения выпадений ^{137}Cs в 3 раза выше средних для незагрязненных территорий Центра ЕТР (0,73 Бк/м²·год).

Таблица 4.32

**Годовые выпадения ^{137}Cs вокруг КАЭС, Бк/м²·год
(данные ЛВДК КАЭС)**

Пункты наблюдения	2003 г.	2002 г.	Среднее за 5 лет
СЗЗ	2,2	3,0	2,8
ЗН	2,4	1,2	2,6
г. Вышний Волочек	1,6	1,1	1,8

В табл. 4.33 приведены среднемесячные и максимальные суточные атмосферные выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в Охонах и Максатихе, расположенных в 100-км зоне КАЭС по данным Северо-Западного УГМС [16] и Центрального УГМС [17] за 2002 – 2003 гг. Видно, что в 2003 г. годовые выпадения $\Sigma\beta$ в Охонах и Максатихе остались на уровне предыдущего года. Среднемесячные величины суточных атмосферных выпадений находились в пределах (0,2 – 1,1) Бк/м²·сутки. Максимальные значения суммарной β -активности атмосферных выпадений достигали 3,9 Бк/м²·сутки (Максатиха, июль). Согласно этим данным, годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КАЭС в среднем составляли 165 Бк/м²·год и были в 2 раза ниже фоновых выпадений для Центра ЕТР.

Таблица 4.33

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферных выпадений $\Sigma\beta$
в 100-км зоне КАЭС, Бк/м²·сутки
(данные Северо-Западного УГМС и Центрального УГМС)**

Месяц		Охоны		Максатиха		Центр ЕТР	
		2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
Январь	с	0,3	0,3	0,4	0,6	1,0	0,7
	м	1,0	1,1	2,0	1,3		
Февраль	с	0,3	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8
	м	0,9	1,8	2,8	1,2		
Март	с	0,2	0,3	0,3	0,5	0,8	0,7
	м	0,7	1,6	2,0	2,0		
Апрель	с	0,2	0,4	1,1	0,9	0,8	0,9
	м	0,8	1,7	2,4	2,4		
Май	с	0,5	0,2	0,5	0,5	0,8	1,0
	м	1,2	1,1	2,4	2,4		
Июнь	с	0,2	0,3	0,6	0,8	0,9	1,1
	м	0,8	1,9	2,4	2,8		
Июль	с	0,4	0,4	0,9	0,5	0,9	1,2
	м	1,6	2,1	3,9	2,0		
Август	с	0,5	0,4	0,7	0,2	1,0	1,2
	м	1,4	1,1	2,9	1,6		
Сентябрь	с	0,4	0,3	0,6	0,3	1,0	1,1
	м	1,5	1,4	3,6	1,6		
Октябрь	с	0,4	0,3	0,4	0,2	1,0	1,0
	м	1,9	1,2	2,2	1,2		
Ноябрь	с	0,3	0,1	0,3	0,1	1,1	0,8
	м	1,1	0,3	1,3	1,6		
Декабрь	с	0,4	0,4	0,5	0,2	1,1	0,7
	м	1,9	1,2	1,7	0,8		
Среднее		0,3	0,3	0,6	0,4	0,9	1,0
Сумма, Бк/м ² ·год		110	110	219	161	329	365

ЛВДК в районе КАЭС один раз в год отбираются целинные слои почвы толщиной 5 см. Места отбора проб находятся вблизи постов постоянного наблюдения: в СЗЗ – 4 точки контроля, ЗН – 9 точек контроля, в контрольном пункте – 1 точка контроля. В табл. 4.34 приведены усредненные данные по СЗЗ, ЗН и контрольному пункту о содержании техногенных радионуклидов в почве в 2003 г. Из табл. 4.34 видно, что основным радионуклидом является ^{137}Cs и его содержание в почве не зависит от расстояния от АЭС. Полученные в 2003 г. значения плотности загрязнения почвы ^{137}Cs сохраняются на уровне средних значений последних лет. Это ниже средней по РФ плотности загрязнения почвы ^{137}Cs для незагрязненных территорий.

Таблица 4.34

Содержание радионуклидов в почве в районе КАЭС в 2003 г., кБк/м²
(данные ЛВДК КАЭС)

Место контроля	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co	
	2003 г.	среднее за 5 лет	2003 г.	среднее за 5 лет	2003 г.	среднее за 5 лет
СЗЗ	0,77	0,71	< 0,13	< 0,11	< 0,16	< 0,14
ЗН	0,56	0,60	< 0,15	< 0,11	< 0,16	< 0,14
г. В. Волочек	0,74	0,81	< 0,15	< 0,13	< 0,17	< 0,14

Радиационный контроль воды открытых водоемов, расположенных в СЗЗ и ЗН АЭС проводился ЛВДК с установленной периодичностью. В табл. 4.35 представлены усредненные данные по содержанию радионуклидов ^{137}Cs , ^{60}Co и трития в воде водоемов – охладителей, р. Съежа (единственной вытекающей реке из водоемов-охладителей), а также близлежащих водоемов, не связанных со сбросами КАЭС – озера Саминец (СЗЗ) и озера Кубыча (ЗН).

Таблица 4.35

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в воде в районе расположения КАЭС

Пункт контроля	^{137}Cs , мБк/л		^{60}Co , мБк/л		^3H , Бк/л	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
оз. Песьво	< 2,7	< 2,5	< 3,9	< 2,2	121*	100*
оз. Удомля	< 2,2	< 4,1	< 3,7	< 3,5	121*	100*
р. Съежа	< 3,0	< 2,8	< 3,5	< 2,2	–	–
оз. Кубыча	< 2,9	< 2,4	< 3,0	< 2,2	< 10	< 50
оз. Саминец	< 2,7	< 2,3	< 2,8	< 2,2	< 10	< 50
вода питьевая						
Водозабор г. Удомля	< 3,5	< 3,4	< 3,8	< 3,2	–	–
д. Ряд (3 км от АЭС)	< 5,6	< 7,5	< 6,4	< 7,4	–	–
д. Митрошкино (4,7 км от АЭС)	< 5,6	< 4,1	< 6,0	< 3,4	–	–
Водозабор г. В. Волочек	< 3,2	< 8,5	< 3,8	< 8,3	–	–

* – среднее значение для водоемов-охладителей; прочерк – анализ не проводился

Результаты показывают, что отсутствует достоверное различие объемной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{60}Co в пробах воды, отобранных в разных водоемах. Объемная активность ^{137}Cs в воде находится на уровне фоновых значений. Средняя объемная активность трития в водоемах-охладителях в 2003 г. составила 121 Бк/л и была в 1,2 раза выше, чем в 2002 г. Содержание трития в озерах Саминец и Кубыча было близко к фоновому уровню – < 10 Бк/л. Объемная активность трития в озерах Удомля и Песьво была значительно ниже уровня вмешательства по НРБ-99 ($УВ = 7700$ Бк/л), однако в 50 раз превышала фоновые уровни (см. разд. 1) содержания трития в реках России.

Радиационный контроль проб питьевой воды, осуществлялся путем измерения удельной суммарной альфа - и бета-активности. Результаты контроля, полученные в 2003 г., не превышали нормативов по НРБ-99 [5]:

- удельная суммарная бета-активность питьевой воды < 1 Бк/кг;
- удельная суммарная альфа-активность питьевой воды < 0,1 Бк/кг.

Донные отложения (табл. 4.36) являются накопителями радиоактивного загрязнения в водоемах-охладителях. Донные отложения из водоемов отбирались дночерпателем вблизи береговой линии и представляли собой заиленный песок. Периодичность отбора – 1 раз в год. Содержание техногенных радионуклидов в них низкое, в 2003 г. это, в основном, ^{137}Cs . Содержание ^{60}Co во всех пробах было ниже порога обнаружения.

В табл. 4.36 для сравнения полученных результатов по водоемам-охладителям (оз. Песьво и оз. Удомля) приведены данные по содержанию ^{137}Cs и ^{60}Co в донных отложениях р. Съежи, вытекающей из оз. Удомля, р. Хомутовки (впадает в оз. Удомля), в нижнее течение которой производится сброс промливневых вод с промплощадки АЭС, а также близлежащих водоемов – оз. Саминец и оз. Кубыча. В 2003 г., как и в 2002 г., наибольшее содержание ^{137}Cs в донных отложениях наблюдалось в р. Съеже.

Таблица 4.36

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе КАЭС, Бк/кг в.-с. (данные ЛВДК КАЭС)

Точка контроля	^{137}Cs		^{60}Co	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
оз. Песьво	3,42	3,86	< 2,11	< 2,08
оз. Удомля	2,60	2,76	< 2,06	< 2,07
Р. Хомутовка (устье)	< 2,69	< 2,72	< 2,27	< 2,80
Р. Съежа	6,82	10,16	< 2,81	< 2,26
оз. Кубыча (ЗН)	4,27	4,90	< 2,24	< 1,67
оз. Саминец (СЗЗ)	3,42	1,87	< 2,24	< 1,33

Степень загрязнения донных отложений ^{137}Cs , содержащегося в небольших количествах в жидких сбросах АЭС, невозможно выделить на фоне глобальных загрязнений от испытаний ядерного оружия. Вместе с тем, уровни радиоактивного загрязнения донных отложений, приведенные в табл. 4.35, являются наиболее низкими значениями фона по каждому из приведенных водоемов. Объясняется это принятыми в практике контроля КАЭС местами отбора проб донных отложений, которые расположены вдоль береговой линии. Такие грунты представляют из себя заиленный песок. Содержание радионуклидов в них ниже, чем в грунтах, представленных в виде илов, сапропелей, расположенных в этих же водоемах на больших глубинах. Максимальное значение содержания ^{137}Cs в пробах илистых донных отложений озер-охладителей составило в 2003 г. – 115,3 Бк/кг-в.-с. (оз. Песьво), ^{60}Co – ниже порога обнаружения.

Обобщенные данные о содержании радионуклидов в пищевых продуктах в зоне наблюдения КАЭС представлены в табл. 4.37. Отбор проб проводился с учетом структуры питания сельского и городского населения района КАЭС. Содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах в 2003 г. и в предшествующие годы контроля такое же, как и до работы КАЭС. Другим критерием, подтверждающим низ-

кое содержание ^{137}Cs в пищевых продуктах, является сравнение с допустимым уровнем (ДУ) по СанПиН-96 [6]: в рыбе из водоемов-охладителей КАЭС – Песьво и Удомля содержание ^{137}Cs составляет 0,001 ДУ, в грибах – 0,004 ДУ, в ягодах – 0,02 ДУ, других продуктах – менее 0,001 ДУ. Пробы молока исследовались также и на содержание радиоактивного йода, объемная активность ^{131}I в молоке составляла < 70 мБк/л. Результаты указывают на отсутствие значимого влияния выбросов КАЭС на радиоактивность пищевых продуктов, связанных пищевой цепочкой с человеком.

Таблица 4.37

Удельная активность сельскохозяйственной продукции в районе расположения КАЭС в 2003 г., Бк/кг (данные ЛВДК КАЭС)

Вид продукции	^{137}Cs	
	2003 г.	2002 г.
Зерновая смесь	0,32	-
Корнеплоды	< 0,12	< 0,12
Овощи	< 0,11	< 0,05
Рыба	0,16	0,45
Мясо	< 0,10	0,14
Молоко	< 0,07	< 0,07
Грибы	2,20	-
Ягоды	3,28	6,72

Контроль активности радионуклидов в подземных горизонтах осуществляется с помощью контрольных скважин, размещенных в районах потенциальных источников поступления радионуклидов в подземные воды. В 2003 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.

Контроль воды из НС, расположенных вокруг законсервированного подземного хранилища слабоактивных отходов (ХСО-1) в СЗЗ показал, что среднегодовая объемная суммарная бета-активность воды НС находится на уровне фоновых значений. Исключение составляет НС-21, где объемная суммарная бета-активность, как и в 2001 – 2002 гг., выше фоновых значений и составляет 5,42 Бк/л (в 1,5 раза меньше, чем в 2002 г.). Гамма-спектрометрический анализ проб воды из НС-21 показал наличие в подземной воде ^{60}Co с объемной активностью 5,45 Бк/л (в 2002 г. – 5,46 Бк/л). Загрязнение в НС-21 остается на уровне 2001 – 2002 гг.: содержание ^{60}Co в воде в 2003 г. составляло 0,13 от уровня вмешательства по НРБ-99, в 2002 г. – 0,13 УВ; в 2001 г. – 0,12 УВ.

Отсеки ХСО-1 (хранилище законсервировано) заполнены водой до перекрытия. Состав воды из ХСО-1 включает следующие радионуклиды стационарного происхождения: ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{54}Mn , ^{60}Co и ^3H . 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, которые обнаруживаются в воде наблюдательных скважин.

Из всех радионуклидов, содержащихся в воде ХСО-1, в воде скважин обнаружены только ^{60}Co и ^3H . Отсутствие в водоносном горизонте радионуклидов цезия и марганца объясняется высокой степенью сорбции этих радионуклидов на суглинистых почвах.

Контроль воды из НС, расположенных на промплощадке, показал, что в НС-25 объемная суммарная бета-активность уменьшилась по сравнению с 2002 г. в 1,2 раза и составляла 3,45 Бк/л. В скважине НС-25 был обнаружен ^{137}Cs с объемной активностью 3,22 Бк/л.

Загрязнение подземных вод в НС-25 наблюдается с 1986 г. (причина – протечки из ХЖО – хранилища жидких отходов). Однако содержание ^{137}Cs в НС-25 низкое и стабильное – 0,30 от УВ в 2003 г., 0,37 от УВ в 2002 г. и 0,31 от УВ в 2001 г. по НРБ-99 [5]. В 2003 г. на территории промплощадки не наблюдалось загрязнение подземных вод тритием.

По данным ежедневных наблюдений в семи пунктах Северо-Западного УГМС [16] и Центрального УГМС [17] среднемесячное значение мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг КАЭС колебалось в пределах от 9 до 14 мкР/ч, максимальные значения достигали 19 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного γ -фона. Среднегодовые значения МЭД составляли (10 – 12) мкР/ч.

До пуска АЭС уровни γ -излучения от естественной радиации и глобальных радиоактивных выпадений на территории АЭС составляли: (8,0 – 16,5) мкР/ч. В 2003 г. по данным ЛВДК КАЭС, уровни мощности экспозиционной дозы γ -излучения в СЗЗ и ЗН составляли (8 – 19) мкР/ч, то есть находились на уровне значений, имевших место до пуска АЭС.

Контроль поглощенной дозы γ -излучения на местности вокруг КАЭС осуществляется ЛВДК КАЭС с помощью термолюминисцентного метода дозиметрии. В 2003 г. на местности в 57 пунктах размещались дозиметры ДПГ-03. Продолжительность экспонирования составляла 12 ± 2 месяца. Регистрируемые за год дозы были следующими: для СЗЗ – $65 \cdot 10^{-5}$ Гр, для ЗН – $68 \cdot 10^{-5}$ Гр, для контрольной точки – $70 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Таким образом, влияние КАЭС на радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды в 2003 г. было невелико. Оно выражалось в некотором превышении фоновых уровней загрязнения воды озер Удомля и Песьво тритием. Однако уровни загрязнения воды тритием в 64 раза ниже уровня вмешательства по НРБ-99 и не представляет опасности для здоровья населения.

4.6. Кольская АЭС

Кольская АЭС расположена за Полярным кругом в Мурманской области на берегу оз. Имандра. Площадка АЭС расположена на расстоянии 33 км к северу от г. Кандалакша и 60 км к югу от г. Мончегорск на полуострове, отделяющем оз. Иокостровская Имандра от оз. Бабинская Имандра.

Станция сооружена в 1973 – 1984 гг. в две очереди: первая очередь – энергоблоки 1 и 2, вторая очередь – энергоблоки 3 и 4 [18]. Для переработки технологических сред и радиоактивных отходов на Кольской АЭС для каждой очереди имеется объединенный специальный корпус: для первой очереди – ОСК-1, для второй – ОСК-2. Хранилища сухих радиоактивных отходов (ХСО) и временные хранилища жидких радиоактивных отходов (ХЖО) оборудованы в здании спецкорпусов для каждой

очереди, ХСО-1, ХЖО-1 и ХСО-2, ХЖО-2 соответственно. Пунктами хранения отработанного ядерного топлива являются приреакторные бассейны выдержки энергоблоков 1 – 4.

Вокруг Кольской АЭС установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ) радиусом 5 км и зона наблюдения (ЗН), ограниченная окружностями 5 и 15 км.

В зоне наблюдения КАЭС находятся следующие населенные пункты: г. Полярные Зори, пос. Зашеек, пос. Африканда, пос. Нива-1. Наиболее крупным является г. Полярные Зори. Число жителей – 16 665 человек. Общая численность населения, проживающего в ЗН – 20 103 человека.

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). Расстояние между водозабором и сбросом АЭС по акватории озера составляет 22 км. Озеро Имандра относится к водоемам с очень низкой минерализацией – менее 100 мг/л. Среднегодовая температура воды – 5,3 °С.

Абсолютные отметки поверхности площадки АЭС находятся в пределах 128 – 140 м над уровнем моря. На участке основных сооружений АЭС уровень воды колеблется около отметки 129 м (глубина от поверхности 3 – 4 м). Величина колебаний меняется в зависимости от количества выпадающих осадков. Среднегодовое количество осадков – 560 мм. Устойчивый снежный покров держится около 6 месяцев. Средние за год наблюдения даты появления и схода снежного покрова: 8 октября и 15 мая соответственно.

В 2003 г. преобладающими в районе расположения АЭС были северо-западное (17,1 %) и западное (18,0 %) направления ветра. Среднегодовая скорость ветра составляла 3,7 м/с, максимальная – 25,3 м/с. Среднегодовая температура воздуха составляла –1,0 °С, абсолютная максимальная и абсолютная минимальная температуры: +29,7 °С и –38,3 °С соответственно.

В 2003 г. на АЭС находились в эксплуатации четыре энергоблока мощностью по 440 МВт каждый. Газоаэрозольные выбросы Кольской АЭС осуществляются через две вентиляционные трубы 1-ой и 2-ой очереди энергоблоков.

В табл. 4.38 приведена мощность газоаэрозольных выбросов в атмосферу Кольской АЭС в 2003 г. [2], там же для сравнения приведены данные за предыдущий год [19].

Таблица 4.38

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на Кольской АЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный Выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁶⁰ Со	7,40·10 ⁹	1,90·10 ⁸	1,23·10 ⁸	- 6,70·10 ⁷
¹³¹ I	1,80·10 ¹⁰	1,68·10 ⁹	1,02·10 ⁹	- 6,60·10 ⁸
¹³⁴ Cs	9,00·10 ⁸	–	1,04·10 ⁷	+ 1,04·10 ⁷
¹³⁷ Cs	2,00·10 ⁹	4,20·10 ⁷	9,69·10 ⁷	+ 5,55·10 ⁷
Сумма ИРГ	6,90·10 ¹⁴	2,04·10 ¹³	2,29·10 ¹³	+ 2,5·10 ¹²

Примечание: с вводом в действие СПАС-03 контроль в выбросах ⁹⁰Sr не регламентируется

Анализ этих данных показывает, что фактические выбросы радионуклидов за год на АЭС составляли 1,2 – 5,7 % от разрешенных выбросов. В 2003 г. был зарегистрирован случай превышения величины контрольного уровня суточных выбросов по ^{131}I (28.07.03.) – $6,4 \cdot 10^7$ Бк/сутки. Превышения величин месячных контрольных уровней выбросов по ИРГ и ^{131}I в 2003 г. не зарегистрировано [18]. По данным [18] за последние 10 лет выбросы ИРГ на Кольской АЭС уменьшились примерно в 10 раз, а ^{131}I – в 6 раз.

Мощность жидких радиоактивных сбросов в 2003 г. для отдельных радионуклидов [2] приведена в табл. 4.39.

Таблица 4.39

Мощность жидких радиоактивных сбросов Кольской АЭС в открытую гидрографическую сеть, Бк/год

Наименование Радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
^{51}Cr	$5,60 \cdot 10^{13}$	$7,93 \cdot 10^6$	$5,10 \cdot 10^6$	$- 2,83 \cdot 10^6$
^{54}Mn	-	$1,60 \cdot 10^6$	-	$- 1,60 \cdot 10^6$
^{60}Co	$8,80 \cdot 10^{10}$	$5,2 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^7$	$+ 5,3 \cdot 10^6$
^{106}Ru	$1,20 \cdot 10^{12}$	-	$7,47 \cdot 10^6$	$+ 7,47 \cdot 10^6$
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	$5,55 \cdot 10^{11}$	$2,35 \cdot 10^6$	-	$- 2,35 \cdot 10^6$
^{131}I	$2,40 \cdot 10^{13}$	$3,31 \cdot 10^6$	$2,72 \cdot 10^6$	$- 5,9 \cdot 10^5$
^{134}Cs	$1,90 \cdot 10^{11}$	$8,18 \cdot 10^6$	$2,00 \cdot 10^7$	$+ 1,18 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$9,90 \cdot 10^{10}$	$1,13 \cdot 10^7$	$2,69 \cdot 10^7$	$+ 1,56 \cdot 10^7$
^{144}Ce	$5,10 \cdot 10^{12}$	-	$2,32 \cdot 10^7$	$+ 2,32 \cdot 10^7$

Годовые сбросы радионуклидов на АЭС не превышали установленных нормативов. Основными радионуклидами, присутствовавшими в жидких сбросах, были ^{144}Ce , ^{137}Cs и ^{134}Cs . Суммарный сброс радионуклидов за 2003 г. составил $9,6 \cdot 10^7$ Бк, что в 2,5 раза выше, чем в 2002 г.

Радиоэкологический мониторинг, включающий лабораторное исследование проб природных объектов и технологических сред АЭС, дозиметрический контроль на территории АЭС, санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения Кольской АЭС, проводит лаборатория охраны окружающей среды (ЛООС), входящая в состав службы радиационной безопасности Кольской АЭС [18].

Пробы атмосферного воздуха отбираются с помощью непрерывно действующих воздухо-фильтрующих 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 – 1 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: четыре – на промплощадке АЭС, шесть – в СЗЗ и пять – в ЗН. Периодичность сбора выпадений в этих пунктах – 1 раз в месяц. В контрольном пункте (пос. Зеленоборский, расположенный в 75 км от АЭС) пробы выпадений отбираются с помощью трех 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 шести точках.

Контроль состояния грунтовых вод на промплощадке АЭС и полигоне промтоходов осуществляется с помощью сети дозиметрических скважин в количестве 44 штук: 20 – на 1-ой очереди, 19 – на второй, 5 – на полигоне промтоходов в районе ХССО.

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 (ТЛД), 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 26 постов контроля мощности дозы γ -излучения, позволяющих получать информацию о радиационной обстановке, динамике ее изменения на промплощадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения АЭС и осуществлять ее прогнозирование. В состав АСКРО входит передвижная радиометрическая лаборатория, позволяющая проводить γ -съемку местности по маршруту следования, выполнять отборы проб воздуха и воды с помощью автоматических пробоотборников, определять содержание радионуклидов в пробах и передавать полученную информацию по радиоканалу.

Периодический контроль гамма-фона по установленным маршрутам проводится ежемесячно, а на территории очистных сооружений и полигона промтоходов – еженедельно. Измерения поглощенной дозы гамма-излучения проводятся с помощью термолюминесцентных дозиметров.

Измерения суммарной β -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 γ -спектров.

Кроме того, используется трехканальный спектрометр «ПРОГРЕСС-БГ», бета-канал которого позволяет проводить измерение содержания в пробе ^{90}Sr без предварительной радиохимической обработки. В двух других каналах используются полупроводниковый и сцинтилляционный γ -датчики.

Наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг Кольской АЭС, независимо от АЭС осуществляет Мурманское УГМС [20]. В 2003 г. Мурманским УГМС проводился радиационный мониторинг:

- мощности дозы γ -излучения в девяти пунктах;

- объемной активности радионуклидов в воздухе с помощью непрерывно действующих ВФУ с суточной экспозицией в двух пунктах;
- атмосферных радиоактивных выпадений с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией в трех пунктах. В отобранных пробах выпадений и атмосферных аэрозолей определялись выпадения и объемная активность $\Sigma\beta$, а также отдельных радионуклидов техногенного и естественного происхождения;
- атмосферных осадков для определения содержания в них трития в одном пункте;
- морской воды для определения содержания ^{90}Sr в одном пункте.

Для определения состава гамма-излучателей в исследуемых пробах применялась гамма-спектрометрическая установка фирмы CANBERRA, состоящая из полупроводникового детектора из сверхчистого германия, многоканального анализатора, компьютера с системой программного обеспечения Genie-PC Basic Spectroscopy. Содержание ^{90}Sr в пробах определялось радиохимическим методом в НПО «Тайфун». Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Кольской АЭС приведено на рис. 4.8.

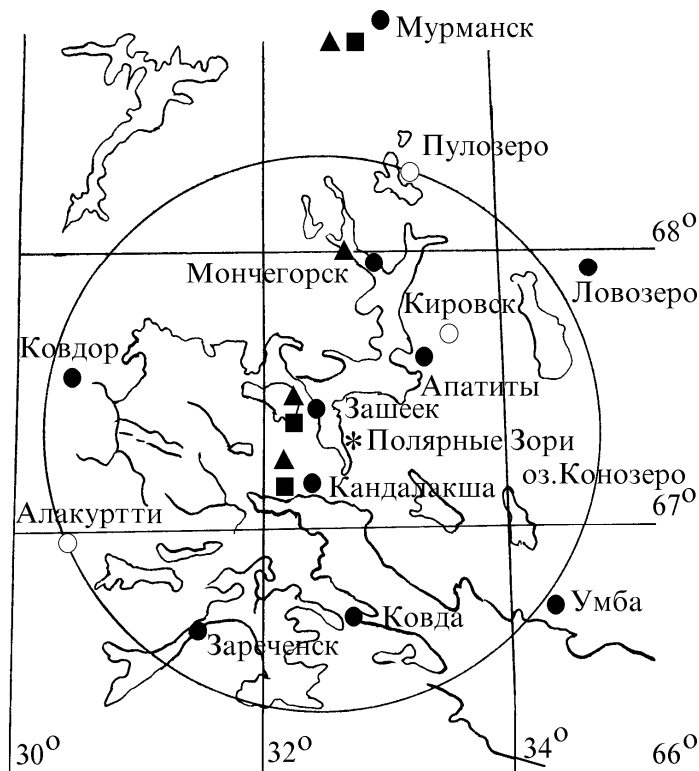


Рис. 4.8. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100 - км зоне вокруг Кольской АЭС:

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

Атмосферные выпадения и объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг АЭС в 2003 г. по данным Мурманского УГМС приведены в табл. 4.40 [20]. Там же, для сравнения приведе-

ны данные о выпадениях и объемных активностях $\Sigma\beta$ по Заполярному региону. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне в 2003 г. уменьшились в 1,3 раза по сравнению с 2002 г. и были несколько выше региональных. Среднемесячная величина суточных выпадений $\Sigma\beta$ колебалась в пределах от 0,3 до 2,8 Бк/м²·сутки. Максимальные суточные выпадения наблюдались в п. Зашеек в январе и составляли 6,9 Бк/м²·сутки.

Выпадения ¹³⁷Cs на подстилающую поверхность в СЗЗ и ЗН Кольской АЭС по данным ЛООС составляли в 2003 г. < 3,65 Бк/м²·год и 6,2 Бк/м²·год соответственно, при фоновых выпадениях на территории Кольского полуострова по данным Мурманского УГМС – 0,96 Бк/м²·год. Выпадения ¹³⁷Cs в зоне наблюдения Кольской АЭС были в 6 раз выше фоновых уровней. По данным Кольской АЭС в СЗЗ и ЗН регистрировался ⁶⁰Co, выпадения которого составляли 6,9 Бк/м²·год и 17,9 Бк/м²·год соответственно.

Среднемесячная объемная активность суммы β -активных радионуклидов в Зашейке и Канда-лакше колебалась в 2003 г. по данным Мурманского УГМС [20] в пределах от $1,2 \cdot 10^{-5}$ до $7,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (см. табл. 4.40). Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в январе в Кандалакше – $18,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. В 2003 г. среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое воздуха в 100-км зоне АЭС осталась на уровне 2002 г. и не превышала регионального фонового уровня. Аналогичные результаты получены ЛООС Кольской АЭС: в СЗЗ среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в воздухе составляла $8,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в ЗН – $5,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Эти величины не превышают регионального уровня.

Таблица 4.40

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений (Р, Бк/м²·сутки) и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе (q, 10⁻⁵ Бк/ м³) в 100-км зоне Кольской АЭС в 2003 г. (данные Мурманского УГМС)

Месяц		Зашеек		Мончегорск	Кандалакша		Заполярный регион	
		Р	q	Р	Р	Q	Р	q
Январь	с	2,8	4,5	1,7	2,2	7,1	1,2	14,4
	м	6,9	15,9	4,1	6,5	18,7		
Февраль	с	1,9	2,3	1,3	1,5	3,7	0,9	13,9
	м	5,3	6,5	2,8	4,9	9,2		
Март	с	2,1	2,0	1,0	1,8	3,5	1,1	11,4
	м	5,5	5,3	4,3	6,5	12,9		
Апрель	с	1,3	2,0	1,2	1,2	4,3	1,3	7,1
	м	4,0	4,4	2,8	2,3	9,8		
Май	с	0,7	1,6	0,7	0,7	2,8	1,1	3,6
	м	2,9	2,7	2,5	2,3	4,7		
Июнь	с	0,5	-	0,3	0,6	2,5	1,2	4,6
	м	1,6	-	0,9	2,9	5,2		
Июль	с	0,8	-	0,7	1,1	2,8	1,2	4,4
	м	2,3	-	2,0	4,4	4,2		
Август	с	1,0	-	1,3	1,3	2,3	1,1	6,2
	м	3,0	-	5,1	4,4	6,6		
Сентябрь	с	1,3	-	1,2	0,9	3,5	1,1	3,1
	м	6,1	-	4,3	2,8	10,2		
Октябрь	с	2,5	1,2	1,2	1,5	4,2	1,0	6,7
	м	6,0	2,7	4,1	5,8	17,0		
Ноябрь	с	0,9	2,7	1,2	1,5	5,0	1,1	11,0
	м	1,7	5,5	5,3	3,8	17,6		
Декабрь	с	1,2	2,3	1,1	1,4	3,7	1,3	14,2
	м	4,6	6,5	3,8	3,8	9,8		
Среднее:	2003 г.	1,4	2,3	1,1	1,3	3,8	1,1	8,4
	2002 г.	1,4	2,3	1,4	1,6	3,5	1,0	10,2
Сумма, Бк/м ² ·год		511	-	402	475	-	402	-

Данные радиоизотопного анализа проб аэрозолей из п. Кандалакша, расположенного в 33 км от АЭС, за 2000 – 2003 гг., выполненного в НПО «Тайфун», приведены в табл. 4.41. Из табл. 4.41 видно, что объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземной атмосфере в 100-км зоне вокруг АЭС в 2003 г. составляли $1,5 \cdot 10^{-7}$ и $0,11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Объемная активность ^{137}Cs в 2003 г. уменьшилась в 1,3 раза по сравнению с 2002 г. и в 1,4 раза превышала фоновую по территории Заполярья, а ^{90}Sr – уменьшилась в 1,2 раза и была в 5 раз ниже регионального значения. В атмосфере п. Кандалакша в первом квартале был зарегистрирован ^{60}Co , в четвертом квартале – ^{131}I . Объемные активности этих радионуклидов были на много порядков ниже допустимых по НРБ-99 уровней.

В табл. 4.42 приведена объемная активность радионуклидов в воздухе на территории СЗЗ и ЗН Кольской АЭС по данным ЛООС. Полученные данные свидетельствуют о том, что на территории СЗЗ АЭС загрязнение атмосферного воздуха было обусловлено ^{60}Co ($22,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), ^{134}Cs ($14,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и ^{137}Cs ($36,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), объемные активности которых увеличились по сравнению с 2002 г. в 2,5, 4,2 и 5,9 раза. В ЗН объемная активность ^{60}Co и ^{134}Cs была ниже предела обнаружения, а ^{137}Cs составляла $7,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,4 раза выше, чем в 2002 г. На расстоянии 75 км от АЭС объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере была менее $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Объемные активности ^{137}Cs на территориях СЗЗ и ЗН были выше средневзвешенных объемных активностей по территории Заполярья (см. табл. 4.41) и территории РФ ($4,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), но на шесть-семь порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99 [5].

Таблица 4.41

Объемные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг Кольской АЭС в 2001 – 2003 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные Мурманского УГМС и НПО «Тайфун»)

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории Заполярья
^{137}Cs							
Кандалакша	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
^{90}Sr							
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

Таблица 4.42

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха в СЗЗ и ЗН Кольской АЭС в 2002 – 2003 гг., 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛООС Кольской АЭС)

Пункт контроля	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		$\Sigma\beta$	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
СЗЗ*	6,2	36,5	< 3,4	14,3	8,9	22,5	870	840
Нива-1, ЗН	5,6	7,7	< 3,4	< 3,4	< 6,1	< 6,1	650	580
Зеленоборский (75 км от АЭС)	4,2	< 4,0	< 3,4	< 3,4	< 6,1	< 6,1	510	250

* – данные по аспирационной установке, размещенной на территории АЭС

В 2003 г. в воде пяти наблюдательных скважин 1-ой очереди Кольской АЭС (105, 107, 108, 303 и 304) объемная активность ^{137}Cs превышала уровень вмешательства согласно НРБ-99 на четыре – шесть порядков. Кроме ^{137}Cs в скважине 303 обнаружен ^{134}Cs , объемная активность которого на шесть порядков выше УВ, а в скважине 304 – ^{60}Co с объемной активностью на три порядка выше УВ. Повышенное содержание цезия в скважинах 105, 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 и в 2003 гг. бакового хозяйства ОСК-1.

Содержание радионуклидов в почве по данным ЛООС приведено в табл. 4.43. В таблице также приводятся данные за предпусковой 1972 г. и средние значения за последние 5 лет. Плотность загрязнения почвы, усредненная по всем точкам, составляла в 2003 г. для $\Sigma\beta$ – 11,2 кБк/м², для ^{137}Cs – 274 Бк/м². Во всех зонах контроля загрязнение почвы ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ в 2003 г. было ниже или на уровне предпускового 1972 г.

Таблица 4.43

Содержание радионуклидов в 5-см слое почвы в СЗЗ и ЗН Кольской АЭС, кБк/м²
(данные ЛООС Кольской АЭС)

Пункт контроля	^{137}Cs			$\Sigma\beta$		
	2003 г.	1972 г.	среднее за 5 лет	2003 г.	1972 г.	среднее за 5 лет
СЗЗ	0,239	0,263	0,443	12,6	14,0	13,8
ЗН	0,358	0,381	0,430	12,3	18,3	15,4
Фон	0,225	0,422	0,480	8,6	13,0	12,8

Примечание: фоновая точка отбора проб находится в п. Зеленоборский в 75 км от Кольской АЭС

Объемная активность радионуклидов в воде оз. Имандра по данным лаборатории Кольской АЭС представлена в табл. 4.44. Объемная активность ^{137}Cs в воде всех исследованных водоемов уменьшилась по сравнению с 2002 г. и составляла не более 0,1 % от уровня вмешательства, установленного НРБ-99 [5] для этого радионуклида. Однако объемная активность ^{137}Cs и $\Sigma\beta$ во всех точках отбора воды была выше, чем в контрольном водоеме – р. Пиренге. Объемная активность других радионуклидов была ниже порога обнаружения. Самая высокая активность ^{137}Cs наблюдалась в губе Молочная, куда поступают сточные воды Кольской АЭС. Объемная активность $\Sigma\beta$ в губе Молочная не отличалась от концентраций в других точках отбора проб.

Таблица 4.44

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов в районе Кольской АЭС, мБк/л

Место отбора проб	^{137}Cs		$\Sigma\beta$	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
губа Глубокая – подводящий канал	16	2,4	50	59
губа Молочная	17	7,7	53	52
Узкая Салма	12	< 2	35	48
Широкая Салма	9	5,6	40	51
р. Нива	13	2,9	63	53
Водозабор п. Африканда	16	3,4	46	65
р. Пиренга – контрольный водоем	7	< 2	36	45

Основным источником хозяйственно-питьевого снабжения Кольской АЭС является оз. Имандра. Забор воды для нужд АЭС производится из губы Глубокая Иокостровской Имандры. Забор воды для населенных пунктов г. Полярные Зори, пп. Зашеек и Африканда, расположенных в ЗН КАЭС, также осуществляется из Иокостровской Имандры. Объемная активность ^{137}Cs в питьевой воде водозаборов АЭС, п. Нива-1 и п. Африканда колеблется в пределах от 2,4 до 3,4 мБк/л, а объемная активность $\Sigma\beta$ – от 58 до 67 мБк/л.

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях оз. Имандра по данным ЛООС [16] приведена в табл. 4.45. Отбор проб донных отложений производился с моторной лодки с использованием стандартного дночерпателя ковшевого типа. Техногенная активность донных отложений определяется ^{137}Cs глобального и частично «станционного» происхождения (в местах непосредственного воздействия сбросных вод АЭС – Бабинская Имандра). Максимальное содержание ^{137}Cs в донных отложениях (61 Бк/кг в.-с.) имело место в Кунчаст-Губе. Повышенное содержание ^{137}Cs было зарегистрировано также на Орловских островах (50 Бк/кг в.-с.), в губе Камка (41 Бк/кг в.-с.) и в устье сбросного канала (39 Бк/кг в.-с.). В среднем удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях в 2003 г. была в 3 раза ниже, чем в предыдущем году.

Таблица 4.45

Удельная активность радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе Кольской АЭС, Бк/кг в.-с.

Место отбора проб	^{137}Cs		$\Sigma\beta$	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Сбросной канал	38	39	351	193
губа Молочная (1)	305	16	1650	147
губа Молочная (2)	38	9,9	207	260
Орловые острова	17	50	141	187
Кунчаст губа	54	61	204	231
Форелевое хоз-во	225	27	365	167
губа Камка	63	41	163	193
губа Глубокая	19	21	210	233
Сосновые острова	4,9	8,7	105	132
губа Заячья	104	13	714	311

Колебания уровней радиоактивности донных отложений, наблюдаемые в течение ряда лет, не имеют четко выраженного характера и не позволяют сделать вывод о том, что имеет место непрерывное накопление радионуклидов. Отмеченные колебания могут быть вызваны причинами методического характера, в частности, трудностями с отбором представительных проб. На результаты измерения отложений влияют как тип отбираемых грунтов, так и толщина слоя отбираемой пробы, площадь отбора, точность определения мест отбора и др. Так активность илов существенно выше активности других типов донных отложений, глубина проникновения радионуклидов в них в два – три раза больше, чем для заиленных песков, и, соответственно, значительно выше толщина слоя, загрязненного радионуклидами.

Анализы проб рыбы выполнялись по гигиеническому принципу: отдельно для съедобной и несъедобной частей. Содержание $\Sigma\beta$ в пробах рыбы (с учетом погрешности анализов) находилась на уровне предыдущих лет: средняя удельная активность для съедобной части составляла 84,5 Бк/кг сы-

рой массы, для несъедобной части – 51,6 Бк/кг (в 2002 г. эти величины составляли 108 и 71 Бк/кг, в 2001 г. – 97 и 89 Бк/кг, в 2000 г. – 104 и 84 Бк/кг соответственно). Концентрация ^{137}Cs в тканях рыб была ниже их допустимого содержания по действующим нормативам [6] составляющим 130 Бк/кг. Концентрация ^{137}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 0,3 Бк/кг сырой массы до 28 Бк/кг, а в несъедобной части рыб – от 0,3 Бк/кг до 18 Бк/кг. ^{90}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}Cs в пластинчатых грибах составляла 11,5 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [6]. В трубчатых грибах усредненная удельная активность ^{137}Cs составляла 3,7 % от норматива, в чернике – 21,8 %, в бруснике – 16,3 %. Удельная активность $\Sigma\beta$ в грибах и ягодах соответствовала «нулевому фону», который наблюдался до ввода 1-го энергоблока.

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}Cs в овощах ($< 0,10$ Бк/кг сырой массы) не превышала 0,1 % от норматива, установленного для пищевых растительных продуктов СанПиН-96 [6].

Результаты измерений мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 100-км зоне вокруг Кольской АЭС в 2003 г. по данным Мурманского УГМС [20] показывают, что по сравнению с 2002 г. в пунктах наблюдения среднегодовая величина МЭД не изменилась и колебалась в пределах от 7 до 13 мкР/ч при среднемесячных колебаниях от 6 до 17 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям. Максимальное значение МЭД (19 мкР/ч) наблюдалось в сентябре в п. Зареченск. По данным ЛООС мощность дозы γ -излучения на промплощадке, СЗЗ и ЗН осталась на уровне 2002 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 $45 \cdot 10^{-5}$ Гр для СЗЗ, $55 \cdot 10^{-5}$ Гр – для ЗН и $52 \cdot 10^{-5}$ Гр – для контрольной точки, расположенной на расстоянии 75 км от АЭС. Приведенные результаты измерения дозы находятся на уровне естественного радиационного фона.

Таким образом, на основании предоставленных материалов можно сделать вывод, что Кольская АЭС не оказывает значительного влияния на радиоактивное загрязнение окружающей среды. Влияние выражается в некотором превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs в приземной атмосфере 30-км зоны и наличии в приземной атмосфере зоны наблюдения ^{60}Co , отсутствующего в составе глобального фона. Наблюдаемые уровни загрязнения на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов. Однако на территории промплощадки наблюдается загрязнение грунтовых вод ^{137}Cs , ^{134}Cs и ^{60}Co , что может привести к дополнительному загрязнению окрестных водоемов этими радионуклидами.

4.7. Курская АЭС

Курская АЭС (КуАЭС) расположена в 3 км от г. Курчатова и примерно в 40 км от г. Курска на левом берегу р. Сейм. Район размещения КуАЭС расположен на юго-западном и южном склонах Средне-Русской возвышенности и представляет собой полого-волнистую сильно расчлененную равнину с постепенным понижением поверхности на юго-запад в сторону Приднепровской низменности. Значительную роль в рельефе играют хорошо развитые речные долины крупных рек с комплексом подпойменных террас. Территория региона КуАЭС расположена в бассейне р. Сейм в его среднем течении.

Радиус санитарно-защитной зоны КуАЭС [21] составляет 1,7 км, а зоны наблюдения – 30 км. В зоне наблюдения проживает 165,8 тыс. человек, 89,4 тыс. из них проживает в городах. В городских населенных пунктах доля детей составляет 20 – 30 % населения, в сельской местности – 12 – 18 %.

В 2003 г. преобладающим направлением ветра в районе КуАЭС было западное, максимальная скорость ветра наблюдалась в октябре-ноябре и составляла 19 м/с, среднегодовая скорость ~ 2,3 м/с.

В 2003 г. на КуАЭС эксплуатировались четыре энергоблока (№ 1 и № 2 – первая очередь, № 3 и № 4 – вторая очередь) с реакторами РБМК-1000 суммарной мощностью 4 000 МВт, введенные в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 гг. [21].

Источниками радиоактивных выбросов в атмосферу на КуАЭС являются контур охлаждения СУЗ, эжекторные сдувки и неорганизованные протечки теплоносителя. Выброс в атмосферу осуществляется 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). Газоаэрозольные выбросы КуАЭС в 2003 г. представлены в табл. 4.46 [2].

Таблица 4.46

Мощность выбросов радионуклидов на КуАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	2,80·10 ⁸	6,92·10 ⁷	- 2,11·10 ⁸
¹³¹ I	9,3·10 ¹⁰	1,63·10 ⁹	3,27·10 ⁹	+ 1,64·10 ⁹
¹³⁷ Cs	4,0·10 ⁹	6,20·10 ⁷	2,68·10 ⁷	- 3,52·10 ⁷
⁹⁰ Sr	2,4·10 ⁸	2,75·10 ⁷	5,46·10 ⁷	+2,71·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	2,44·10 ¹⁴	3,54·10 ¹⁴	+ 1,10·10 ¹⁴

Из приведенных данных видно, что в 2003 г. выбросы радионуклидов на КуАЭС не превышали допустимых нормативов и составляли (0,7 – 9,6) % от разрешенных выбросов.

Сбросы ХФК на КуАЭС производятся в р. Реут, 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 ПЛК, на второй – в ПЛК и ХФК.

Приемником технической (оборотной) воды на КуАЭС является водоем-охладитель, расположенный на ровной, местами заболоченной, пойме р. Сейм и ограниченный с северной, западной и восточной стороны ограждающей дамбой одностороннего намыва. С южной стороны берегом служит первая надпойменная терраса. Водоем-охладитель разделен на два рукава струераспределительной дамбой, предназначенной для равномерного распределения потока нагретой воды по всей акватории. Средняя глубина водоема-охладителя составляет 4,4 м, максимальная – 11 м. Объем воды в водоеме-охладителе составляет $94,6 \cdot 10^6 \text{ м}^3$, площадь зеркала – $21,5 \text{ км}^2$, скорость течения – от 0,02 до 0,05 м/с.

По данным [2] годовые сбросы радионуклидов со сточными водами на КуАЭС в 2003 г. не превышали установленных нормативов. Основными радионуклидами, присутствовавшими в жидких сбросах, были ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs . Суммарный сброс радионуклидов за 2003 г. составил $7,0 \cdot 10^7 \text{ Бк}$, что в 1,3 раза ниже, чем в 2002 г. Сброс ^{137}Cs со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2003 г. составил $2,13 \cdot 10^7 \text{ Бк}$ (при величине разрешенного сброса – $3,23 \cdot 10^9 \text{ Бк/год}$), ^{90}Sr – $3,97 \cdot 10^7 \text{ Бк}$ (при величине разрешенного сброса – $5,06 \cdot 10^{10} \text{ Бк/год}$), ^{60}Co – $8,97 \cdot 10^6 \text{ Бк}$ (при величине разрешенного сброса – $1,3 \cdot 10^{10} \text{ Бк/год}$). Фактический суммарный сброс всех радионуклидов составлял не более 1 % от разрешенного сброса для КуАЭС.

ТРО на КуАЭС 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 ХЖО, мощность дозы на поверхности которых составляет (20 – 220) мкР/ч. Иловые слабоактивные отложения с очистных сооружений ХФК хранятся на иловых картах (МЭД – от 80 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. В 2003 г. на КуАЭС введены в эксплуатацию установки по сжиганию низкоактивных отходов и установка прессования ТРО.

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 2003 г. в СЗЗ и ЗН ЛВРК КуАЭС контроль радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды был организован следующим образом [21]:

- объемная активность радионуклидов в приземном слое атмосферы контролировалась в семи пунктах, расположенных на разных расстояниях от АЭС, с помощью ВФУ в объединенных за месяц пробах;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась в семи пунктах с помощью кювет в объединенных за месяц пробах;
- 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 уровня γ -фона и за интегральной дозой облучения на местности в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

В указанных объектах производился контроль радионуклидного состава по гамма-излучению, $\Sigma\beta$ и ^{90}Sr .

Используемые средства измерения:

- радионуклидный состав определялся γ -спектрометрическим методом на γ -спектрометрах с германиевыми детекторами типа ДГДК-80-В производства «ORTEC» с погрешностью измерения 35 – 60 %;
- переносные дозиметры СРП-68-01, ДРГ-01Т, МКС-01Р использовались для измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на местности;
- радиометры типа РУБ-01П, КРК-1.

В 2003 г. независимые наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг КуАЭС проводились УГМС ЦЧО [22] за следующими параметрами окружающей среды:

- радиоактивностью атмосферных аэрозолей путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ на двух станциях в г. Курске и г. Курчатове (рис. 4.9);
- радиоактивностью атмосферных выпадений на шести станциях (рис. 4.9) с помощью горизонтальных планшетов с суточной экспозицией;
- радиоактивным загрязнением воды открытых водоемов (в пруде-охладителе, р. Реут и р. Сейм) при ежемесячных маршрутных обследованиях 20-км зоны КуАЭС (рис. 4.10);
- загрязнением снега во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в январе - марте в восьми пунктах и в фоновом пункте в г. Курске (рис. 4.10);
- уровнем радиоактивного загрязнения растительности в вегетационный период во время ежемесячных маршрутных обследований в 20-км зоне КуАЭС в вегетационный период в девяти пунктах, совпадающих с пунктами отбора снега;
- мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения на 12 стационарных пунктах, а также при ежемесячном маршрутном обследовании 20-км зоны КуАЭС.

Радионуклидный состав проб определялся на гамма-спектрометре фирмы «ORTEC» с полупроводниковым детектором типа GEM-20180-P. Суммарная β -активность измерялась на радиометре РУБ-01П5. Объемная активность ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ определялась в НПО «Тайфун» радиохимическими методами.

Атмосферные аэрозоли и выпадения

Как указывалось выше, контроль радиационной обстановки в 30-км зоне вокруг КуАЭС проводился ЛВРК КуАЭС. В семи пунктах, расположенных на различных расстояниях от АЭС, отбирались пробы атмосферных аэрозолей. Для отбора проб воздуха использовались аспирационные установки типа «Тайфун-1А» и «Тайфун-3А» производительностью 1 250 и 4 800 м³/час соответственно.

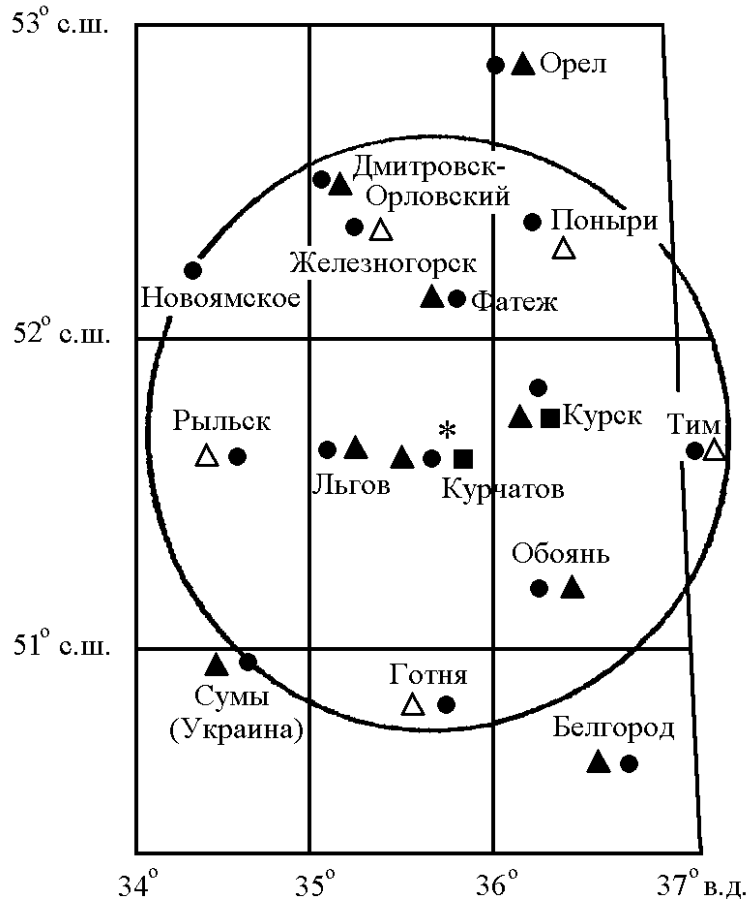


Рис. 4.9. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Курской АЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ — планируемые наблюдения.

Наблюдения за радиоактивными выпадениями на подстилающую поверхность проводились в семи пунктах СЗЗ и ЗН. Для отбора проб атмосферных выпадений на КуАЭС используются кюветы с площадью 0,25 м² и высотой бортиков 10 см, которые укреплены на высоте 1 м от поверхности земли.

В табл. 4.47 приведены данные ЛВРК АЭС [21] о среднегодовых объемных активностях техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2002 – 2003 гг. и данные о величине годовых атмосферных выпадений. По данным ЛВРК КуАЭС в 2003 г. радионуклидный состав атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН по количественному и качественному составу по сравнению с 2002 г. существенных изменений не имел. По сравнению с предыдущим годом в 2003 г. в приземном воздухе СЗЗ КуАЭС было

зарегистрировано увеличение объемной активности ^{60}Co – в 1,6 раза, ^{54}Mn – в 1,2 раза. В ЗН также наблюдались более высокие, чем в 2002 г., объемные активности ^{54}Mn – в 1,2 раза, ^{65}Zn – в 2 раза, ^{95}Zr – в 1,4 раза, ^{134}Cs – в 1,3 раза.

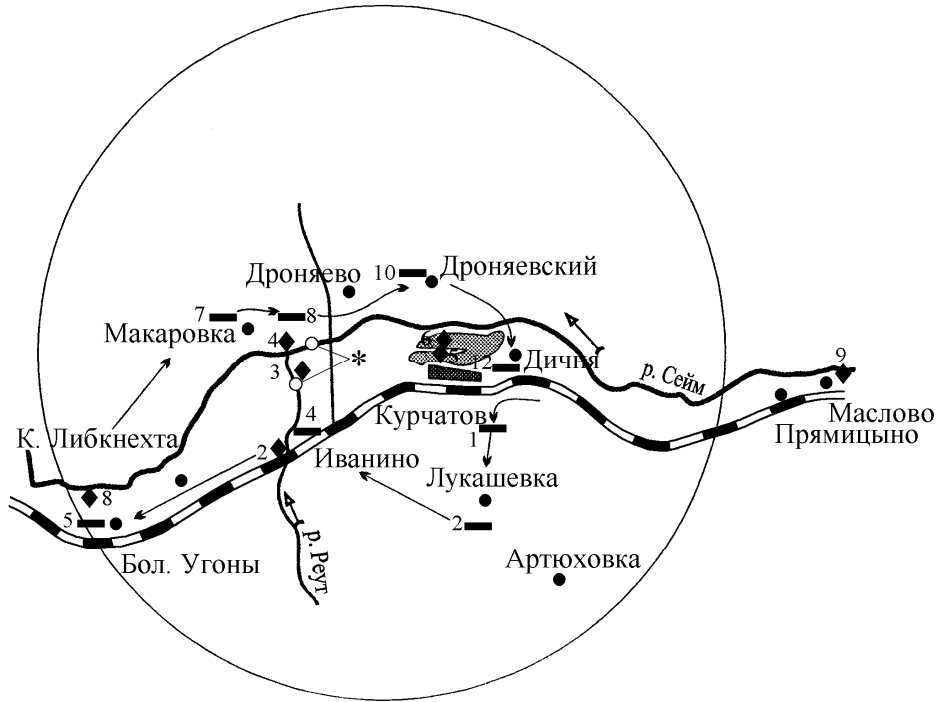


Рис. 4.10. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 20-км зоне вокруг Курской АЭС:

- * – 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.

Объемные активности остальных радионуклидов в приземном воздухе СЗЗ и ЗН остались на уровне 2002 г. (^{137}Cs) или уменьшились (^{59}Fe , ^{58}Co , ^{95}Nb , ^{95}Zr). С увеличением расстояния от АЭС объемная активность радионуклидов уменьшается. По сравнению с СЗЗ в ЗН объемная активность ^{54}Mn ниже в 5 раз, ^{60}Co – в 4 раза, ^{95}Nb – в 3 раза, ^{134}Cs – в 2 раза, ^{137}Cs – в 3 раза. В контрольном пункте Селекционный еще регистрируются ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , а объемная активность ^{137}Cs превышает фоновую для центра ЕТР в 3 раза (см. разд. 1). В целом, среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН были на пять – семь порядков меньше допустимых уровней, установленных НРБ-99.

Среднегодовые объемные активности (q , 10^{-5} Бк/м³) в приземном воздухе и годовые выпадения (P , Бк/м²·год) радионуклидов в СЗЗ и ЗН КуАЭС в 2002-2003 гг. (данные ЛВРК КуАЭС)

Радионуклид	q						P					
	СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контр. пункт)		СЗЗ		ЗН		п. Селекционный (контр. пункт)	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
⁵¹ Cr	< 7,2	< 6,3	< 2,99	< 2,87	< 2,88	< 2,38	н	н	н	н	н	н
⁵⁴ Mn	0,92	1,11	0,19	0,23	0,09	0,08	н	н	н	н	н	н
⁵⁹ Fe	1,23	0,87	< 0,25	< 0,16	0,14	< 0,13	н	н	н	н	н	н
⁵⁸ Co	0,53	0,33	0,66	0,29	0,71	0,09	н	н	н	н	н	н
⁶⁰ Co	0,74	1,19	0,32	0,29	0,11	0,17	10,9	29,2	18,3	7,3	7,3	10,9
⁶⁵ Zn	< 0,40	< 0,35	< 0,13	< 0,26	< 0,09	< 0,23	н	н	н	н	н	Н
⁹⁴ Nb	< 0,20	< 0,82	< 0,05	< 0,17	< 0,04	< 0,05	н	н	н	н	н	Н
⁹⁵ Nb	0,83	0,78	0,74	0,28	< 0,10	< 0,16	н	н	н	н	н	Н
⁹⁵ Zr	5,6	0,74	< 0,15	< 0,21	< 0,12	< 0,17	н	н	н	н	н	Н
¹³⁴ Cs	0,31	0,22	0,09	0,12	< 0,05	< 0,09	н	н	н	н	н	Н
¹³⁷ Cs	0,8	0,75	0,25	0,24	< 0,43	0,31	14,6	21,9	10,9	21,9	10,9	3,7
¹⁴⁰ Ba	< 12,1	< 13,0	< 4,59	< 3,34	< 2,19	< 2,27	н	н	н	н	н	Н

н – ниже предела обнаружения

По данным АЭС в 2003 г. в радиоактивных выпадениях в СЗЗ и ЗН постоянно присутствовали ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co, причем значения выпадений данных радионуклидов были в среднем в 2 раза выше, чем в предыдущем году. В контрольном пункте Селекционный выпадения ¹³⁷Cs были в 4 раза выше средних для центра ЕТР, а в СЗЗ и ЗН – в 30 раз выше. Среднегодовые выпадения остальных радионуклидов были ниже предела обнаружения [21].

Наблюдения за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы в 100-км зоне КуАЭС проводились УГМС ЦЧО путем ежесуточного отбора проб атмосферных аэрозолей с помощью ВФУ на фильтр из фильтроткани ФПП-15-1,5 в гг. Курске и Курчатове.

Σβ-активность определялась в суточных пробах атмосферных аэрозолей. Радионуклидный состав определялся в объединенных за месяц пробах аэрозолей, а также в суточных пробах аэрозолей для контроля за появлением в атмосфере ¹³¹I и других радионуклидов. Измерения УГМС ЦЧО [22] максимальных и среднемесячных суточных объемных активностей Σβ в приземной атмосфере в 100-км зоне КуАЭС в 2003 г. приведены в табл. 4.48. Из приведенных данных видно, что максимальная среднесуточная объемная активность суммы долгоживущих β-активных радионуклидов наблюдалась в январе в г. Курске и составляла $88,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а среднемесячная – изменялась от $0,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (январь, г. Курчатове) до $24,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (сентябрь, г. Курск). Случаев пятикратного и более превышения фонового уровня за предыдущий месяц не зарегистрировано.

Среднегодовая объемная активность Σβ в 2003 г. в 100-км зоне вокруг КуАЭС сохранилась примерно на уровне 2002 г. и составила в г. Курске – $14,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, а в г. Курчатове – $4,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ ($16,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $3,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2002 г. соответственно). Объемные активности Σβ в этих городах были сравнимы или ниже средней для территории РФ ($15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и центра ЕТР ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Таблица 4.48

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) значения выпадений
и объемной активности $\Sigma\beta$ в воздухе в 100-км зоне вокруг КуАЭС в 2003 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Пункт наблюдения		Месяц											Среднее		Сумма за год, Бк/м ² ·год	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.		2002 г.
		<u>Выпадения, Бк/м²·сутки</u>														
Дмитровск- Орловский	с	0,8	1,2	0,8	1,1	1,1	0,9	1,0	1,2	1,5	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	402
	м	2,4	2,3	2,0	2,5	3,7	2,0	2,5	2,9	2,8	2,9	2,8	2,5			
Курск	с	1,0	1,3	1,2	1,2	1,0	1,2	2,2	2,0	1,9	2,6	2,8	1,7	1,7	1,4	621
	м	2,9	3,3	3,2	2,6	2,1	3,5	8,7	4,1	9,4	13,3	9,8	6,5			
Курчатов	с	0,8	1,-	0,9	0,9	0,8	0,7	1,2	1,4	1,1	1,1	0,9	0,9	1,0	1,1	365
	м	1,7	2,7	1,6	2,0	1,6	2,4	3,1	2,6	2,2	3,1	1,9	2,2			
Льгов	с	1,2	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	1,2	1,3	1,1	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	365
	м	2,4	2,3	1,7	2,4	2,3	2,1	2,4	3,0	2,8	2,1	1,9	2,2			
Обоянь	с	1,0	0,5	0,9	0,9	1,0	1,0	-	1,2	1,1	1,0	0,7	0,8	0,9	1,1	329
	м	2,1	1,4	2,2	2,4	3,5	2,3	-	2,2	2,1	2,5	2,3	1,9			
Фатеж	с	0,9	1,2	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	365
	м	2,1	3,6	1,8	1,6	2,2	3,3	4,4	2,2	2,9	3,3	3,8	2,4			
Среднее: по 100-км зоне КАЭС по ЦЧО России		1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,0	1,1	1,1	402
		1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,2	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	402
		<u>Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³</u>														
Курск	с	14,6	7,9	7,9	10,0	14,1	10,5	19,1	16,6	24,3	21,1	11,5	9,9	14,0	16,3	
	м	88,1	20,4	20,0	32,6	34,3	24,0	41,8	54,3	60,9	69,0	29,4	28,0			
Курчатов	с	0,9	1,4	1,7	3,3	4,8	3,5	4,7	7,2	9,9	-	-	-	4,2	3,5	
	м	3,0	5,3	7,0	12,9	18,8	11,5	9,6	22,1	30,1	-	-	-			

- - измерения не проводились

По результатам гамма-спектрометрического анализа суточных проб аэрозолей и объединенных за месяц суточных проб, проведенного УГМС ЦЧО, в табл. 4.49 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 их объемные активности в единицах ДОА_{НАС} в соответствии с НРБ-99 [5].

Таблица 4.49

**Среднегодовые (q) и максимальные суточные (q_м) значения объемной активности радионуклидов
в приземной атмосфере 100-км зоны КуАЭС в 2003 г., Бк/м³
(данные УГМС ЦЧО)**

Радио- нуклид	ДОА _{НАС}	г. Курск				г. Курчатов			
		q, 10 ⁻⁵	q /ДОА _{НАС} , 10 ⁻⁶	q _м , 10 ⁻⁵	q _м /ДОА _{НАС} , 10 ⁻⁶	q, 10 ⁻⁵	q /ДОА _{НАС} , 10 ⁻⁶	q _м , 10 ⁻⁵	q _м /ДОА _{НАС} , 10 ⁻⁶
¹³¹ I	7,3	0,1	0,1	5,6	7,7	0,2	0,3	16	22
²⁴ Na	46	1,8	0,4	87	19	2,1	0,5	200	43
⁹⁹ Mo	27	0,1	0,04	3,9	1,4	0,2	0,07	7,6	2,8
⁵¹ Cr	2500	н	0	6,8	0,03	0,22	0,00088	7,6	0,03
⁵⁴ Mn	72	0,03	0,004	3,7	0,5	0,07	0,1	3,0	0,4
⁵⁹ Fe	30	н	0	н	0	0,04	0,01	2,7	0,9
⁵⁸ Co	68	н	0	н	0	0,01	0,001	0	0
⁶⁰ Co	11	0,03	0,03	2,7	2,5	0,1	0,097	2,9	2,6
⁹⁵ Zr	23	0,01	0,004	0,1	0,04	0,01	0,004	0,4	0,17
⁹⁵ Nb	72	0,02	0,003	0,2	0,03	0,03	0,004	1,5	0,2
¹³⁴ Cs	19	н	0	н	0	0,01	0,005	0	0
¹³⁷ Cs	27	0,15	0,06	3,0	1,1	0,1	0,04	2,6	1
¹⁴⁰ Ba	22	н	0	н	0	0,03	0,01	0,26	0,1

н – ниже предела обнаружения

Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере г. Курска составляла в среднем за год $0,15 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что примерно в 1,3 раза ниже уровня прошлого года ($0,19 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В г. Курчатове объемная активность ^{137}Cs была ниже, чем в г. Курске в 1,5 раза и составила $0,10 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. Курске в 3,7 раза превышала среднюю для незагрязненных территорий РФ, а в г. Курчатове – в 2,4 раза. Дополнительное загрязнение ^{137}Cs приземной атмосферы г. Курска, вероятнее всего, обусловлено ветровым переносом ^{137}Cs с загрязненных после аварии на Чернобыльской АЭС территорий, вблизи которых расположен г. Курск. В 2003 г. объемная активность ^{60}Co в г. Курске увеличилась в 3 раза по сравнению с предыдущим годом [19].

Кроме ^{137}Cs и ^{60}Co , в пробах эпизодически наблюдались ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{59}Fe , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{134}Cs , ^{140}Ba и такие короткоживущие радионуклиды как ^{131}I , ^{99}Mo , ^{24}Na . Объемные активности большинства радионуклидов, за исключением ^{137}Cs , уменьшались с увеличением расстояния от КуАЭС, т.е. в г. Курске были меньше, чем в г. Курчатове. Необходимо отметить, что не все из зарегистрированных в приземной атмосфере гг. Курска и Курчатова техногенные радионуклиды представлены в табл. 4.46, где показаны выбросы КуАЭС в атмосферу. Средние за год объемные активности радионуклидов были несущественно выше средних за предыдущий год [22]. Максимальные зарегистрированные значения объемных активностей радионуклидов были ниже нормативных (ДОО_{НАС} по НРБ-99) на четыре, а средние – на шесть порядков. Наибольшие значения объемных активностей техногенных радионуклидов в атмосфере гг. Курска и Курчатова, как и ранее, регистрировались при направлениях ветра от КуАЭС.

В табл. 4.50 представлены объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха в гг. Курске и Курчатове за последние четыре года. Из табл. 4.50 видно, что среднегодовые значения объемных активностей представленных радионуклидов мало менялись за указанный период, при этом объемные активности ^{137}Cs в гг. Курске и Курчатове превышали средневзвешенную по территории центра ЕТР в среднем в 3 и в 1,5 раза соответственно, а ^{90}Sr – находились на уровне средневзвешенного значения по территории центра ЕТР.

Отбор проб радиоактивных атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг КуАЭС производился УГМС ЦЧО в шести пунктах с помощью горизонтальных планшетов путем наложения медицинской отбеленной марли с суточной экспозицией.

Данные УГМС ЦЧО [22] о максимальных суточных и среднемесячных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КуАЭС в 2003 г. приведены в табл. 4.48. Там же, для сравнения, приведены среднемесячные выпадения для Центрально-Черноземных областей России (без учета станций, попавших в зону загрязнения в результате аварии на ЧАЭС в 1986 г.).

Среднегодовые выпадения $\Sigma\beta$ в 100-км зоне КуАЭС составляли $402 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, и находились на уровне среднего значения для Центрально-Черноземных областей ($402 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$) и уровня 2002 г. ($399 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Наибольшее значение годовых выпадений $\Sigma\beta$ было зарегистрировано в г. Курске ($621 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Максимальное суточное значение выпадений $\Sigma\beta$ ($13,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$) было зарегистрировано в октябре в г. Курске. Следует отметить, что за последние 2 года выпадения $\Sigma\beta$ в г. Курске увеличились в 1,7 раза.

Таблица 4.50

**Объемные активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха в 100-км зоне вокруг
КуАЭС в 2000-2003 гг., Бк/м³
(данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)**

Пункт наблюдения	Год	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.	Среднее за год	Средневзвешенное по территории центра ЕТР
$^{137}\text{Cs}^*$, 10^{-7}							
Курск	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
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
^{90}Sr, 10^{-7}							
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
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
$^{239,240}\text{Pu}$, 10^{-9}							
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	-

- – анализ не проводился;

* – данные УГМС ЦЧО

Гамма-спектрометрический анализ проб атмосферных выпадений выполнялся 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. 4.51).

Таблица 4.51

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в зоне влияния КуАЭС в 2003 г., Бк/м²·месяц
(данные УГМС ЦЧО)**

Месяц	Курчатов			Зона 12		
	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^{137}Cs	^{60}Co	
Январь	0,23	1,50	0,40	0,20	Н	
Февраль	0,36	0,22	0,32	0,05	Н	
Март	0,26	1,01	0,43	0,08	Н	
Апрель	0,47	1,18	0,37	0,13	Н	
Май	0,44	1,31	0,75	0,25	Н	
Июнь	0,34	0,74	0,44	0,35	Н	
Июль	0,20	1,00	0,52	0,19	Н	
Август	0,34	1,15	0,60	0,11	Н	
Сентябрь	0,32	2,28	0,67	0,14	Н	
Октябрь	0,29	4,66	0,54	0,26	Н	
Ноябрь	0,33	0,84	0,39	0,13	Н	
Декабрь	0,29	0,81	н	0,09	Н	
Сумма, Бк/м ² ·год :						
	2003 г.	3,87	16,70	5,43	1,98	Н
	2002 г.	5,20	21,05	9,79	2,29	0,22

Примечание: в зону 12 включены метеостанции – Курск, Льгов, Обоянь;
н – ниже предела обнаружения.

Из табл. 4.51 видно, что в г. Курчатове в месячных пробах выпадений из техногенных радионуклидов определялись ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn . По сравнению с предыдущим годом выпадения техногенных радионуклидов в г. Курчатове уменьшились: ^{137}Cs и ^{60}Co – в 1,3 раза, ^{54}Mn – в 1,8 раза. В зоне 12 в месячных пробах атмосферных выпадений из техногенных радионуклидов определялся только ^{137}Cs . По сравнению с 2002 г. выпадения ^{137}Cs в зоне 12 незначительно уменьшились. Годовые выпадения ^{137}Cs в г. Курчатове в 2003 г. в 5 раз 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}Mn (см. табл. 4.47 и 4.51).

Вода

В 2003 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.

В 20-км зоне КуАЭС отбор проб поверхностных вод выполнялся УГМС ЦЧО при маршрутном обследовании ежемесячно (см. рис. 4.9). Радионуклидный состав определялся в объединенных по пунктам за год пробах.

Данные ЛВРК АЭС и УГМС ЦЧО об объемных активностях отдельных радионуклидов в водах промстоков КуАЭС и приёмников сточных вод в 2003 г. приведены в табл. 4.52.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2003 г. в воде водоема-охладителя, р. Сейм и р. Реут (в сбросных водах и ниже сброса) эпизодически регистрировались радионуклиды техногенного происхождения: ^{137}Cs - активностью до 86,7 мБк/л и ^{60}Co - активностью до 59,2 мБк/л. Однако эти значения не превышали 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 2003 г. наибольшая средняя объемная активность $\Sigma\beta$ за год наблюдалась в р. Реут в т.3 (0,5 км ниже сброса ХФК, см рис. 4.10) – 0,11 Бк/л. Средние за год значения объемной активности $\Sigma\beta$ в водных объектах, расположенных в зоне влияния Ку АЭС, были близки к значениям в фоновых точках (т. 2 – р. Реут, т. 9 – р. Сейм) или несущественно их превышали. Результаты радиоизотопного анализа показали наличие в некоторых пробах воды радионуклида техногенного происхождения ^{137}Cs . Объемная активность ^{137}Cs была на четыре порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [5]. Активность естественных радионуклидов (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) была на уровне предела обнаружения.

В 2003 г. ЛВРК КуАЭС проводился отбор проб питьевой воды в Тарасовском и Дичнянском водозаборах. Результаты анализов показали, что удельные активности радионуклидов (^{137}Cs – $< 0,032$ Бк/кг, ^{60}Co – $< 0,021$ Бк/кг) не превышали уровней вмешательства в воде по НРБ-99: для ^{137}Cs – 11 Бк/кг, ^{60}Co – 41 Бк/кг. Население г. Курчатова для питьевых целей использует воду из Курчатовского и Дичнянского водозаборов.

Таблица 4.52

**Объемные активности радионуклидов в воде промстоков КуАЭС и открытых водоёмов в 2003 г., мБк/л
(данные ЛВРК КуАЭС и УГМС ЦЧО)**

Место отбора пробы	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	Σβ
Отводящий канал водоема-охладителя (устье)	1*	н*	50*
	< 35,7	< 28,6	-
Подводящий канал водоема-охладителя	1*	н*	60*
	56,3	< 27,3	-
<u>р. Сейм</u>			
Сброс ПЛК	< 37,8	< 29,4	-
Выше сброса ПЛК	< 31,4	< 27,1	-
Выше сброса ПЛК, д. Анахино, т. 9 на рис. 4.10 (фон)	н*	н*	40*
Ниже сброса ПЛК	< 32,5	< 28,2	-
100 м ниже сброса ПЛК, т. 4 на рис. 4.10	н*	н*	90*
Ниже сброса ПЛК, д. Малые Угоны, т. 8 на рис. 4.10	н*	н*	60*
<u>р. Реут</u>			
Сброс ХФК	86,7	59,2	-
Выше сброса ХФК	< 36,2	< 29,4	-
4 км выше сброса, т. 2 на рис. 4.10 (фон)	н*	н*	90*
Ниже сброса ХФК	43,1	46,1	-
0,5 км ниже сброса, т. 3 на рис. 4.10	1*	н*	110*

* – данные УГМС ЦЧО;
 - – измерения не проводились;
 н – ниже предела обнаружения.

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 [21] представлены в табл. 4.53.

Таблица 4.53

**Удельная активность радионуклидов в донных отложениях в районе КуАЭС в 2002 – 2003 гг., Бк/кг в.-с.
(данные ЛВРК КуАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		⁶⁰ Co	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Отводящий канал, водоема-охладителя	1,9	6,8	< 0,6	< 0,7
Подводящий канал, водоема-охладителя	5,7	2,2	< 0,7	< 0,3
Водоем-охладитель, 200 м ниже струерапределительной дамбы	1,1	27,7	< 0,5	< 1,4
Водоем-охладитель, район БНС-3	1,5	2,8	< 0,5	< 0,3
Водоем-охладитель, восточная часть	0,9	< 0,6	< 0,5	< 0,3
Водоем-охладитель, район СЭС	7,6	< 0,5	4,5	< 0,3
Водоем-охладитель, район ЛВРК	3,8	1,1	< 0,6	< 0,7
р. Сейм (выше сброса), д. Макаровка	2,9	3,2	< 0,8	< 1,0
р. Сейм, 3-я насосная	2,0	3,3	< 0,4	< 0,8
р. Сейм, сброс ПЛК	13,7	39,2	< 0,6	28,2
р. Сейм (ниже сброса), х. Александровский	4,9	3,7	< 1,3	< 0,9
р. Реут, 100 м выше сброса ХФК	14,8	27,2	< 1,7	< 1,8
р. Реут, сброс ХФК	1,7	9,9	< 1,5	< 1,8
р. Реут, 100 м ниже сброса ХФК	18,2	39,5	9,7	7,4

Как видно из табл. 4.53, в 2003 г. во всех пробах донных отложений был зарегистрирован ¹³⁷Cs. ⁶⁰Co был зарегистрирован в двух местах отбора проб. Удельная активность ¹³⁷Cs изменялась в диапазоне от менее 0,5 Бк/кг в.-с. до 39,5 Бк/кг в.-с. В этих же местах отбора проб наблюдалось максимальное загрязнение донных отложений ¹³⁷Cs: в р. Реут в 100 м ниже сброса ХФК удельная активность ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co составляла 39,5 и 7,4 Бк/кг в.-с. соответственно и в р. Сейм в месте сброса ПЛК – 39,2 и 28,2 Бк/кг в.-с. соответственно. В целом, удельная активность этих радионуклидов в пробах донных

отложений оставалась на уровне 2002 г. Зарегистрированные ЛВРК уровни загрязнения донных отложений не превышали нормативов, установленных для КуАЭС Минприроды: для ^{137}Cs – 10^4 Бк/кг, для ^{60}Co – 10^4 Бк/кг.

Для контроля за уровнем загрязнения грунтовых вод ЛВРК КуАЭС регулярно отбирались пробы воды из контрольных наблюдательных скважин, расположенных вокруг хранилищ ЖРО, ХОЯТ, ХЖТО, по периметру вокруг главных корпусов 1-ой, 2-ой очереди. В 2003 г. среднегодовая удельная суммарная β -активность воды в контрольных скважинах не превышала [21] допустимого уровня по НРБ-99 (1 Бк/л).

Снег

Пробы снега в 2003 г. отбирались УГМС ЦЧО при маршрутном обследовании 20-км зоны КуАЭС в январе, феврале и марте 1 раз в месяц в 8 пунктах, расположенных в разных направлениях от АЭС (см. рис. 4.10). Фоновая проба отбиралась в пункте 13 на аэрологической станции Курска. Наибольшая плотность загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ ($1,2$ Бк/м²) и наибольшая объемная $\Sigma\beta$ талой воды (73 мБк/л) наблюдались в пробе за март из пункта 10 (0,5 км к западу от п. Дроняевский) (см. табл. 4.54). Средние за год значения плотности загрязнения снежного покрова $\Sigma\beta$ и объемной активности $\Sigma\beta$ в талой воде по пунктам наблюдения находились на уровне значений фоновой пробы ($0,44$ Бк/м²) и прошлого года или незначительно их превышали.

Таблица 4.54

Содержание $\Sigma\beta$ в снеге в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2002 – 2003 гг.
(данные УГМС ЦЧО)

Пункт отбора пробы	Плотность загрязнения, Бк/м ²		Объемная активность в талой воде, мБк/л	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
п. 1 - 3 км на юго-запад от д. Дичня	0,52	0,38	52	32
п. 2 - 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	0,44	0,51	27	36
п. 4 - 1,5 км на запад от д. Иваново	0,34	0,52	41	44
п. 5 - западная окраина д. Большие Угоны	0,68	0,61	42	52
п. 7 - северо-восточный выезд из д. Макаровка	0,04	0,62	4	42
п. 8 - 3 км на восток от д. Макаровка	0,30	0,35	36	30
п. 10 - 0,5 км на запад от п. Дроняевский	0,55	0,66	55	40
п. 12 - метеостанция г. Курчатов	0,54	0,53	32	42
п. 13 - метеостанция г. Курск (фон)	0,23	0,44	14	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 во всех пробах присутствовал только ^{137}Cs . Средние значения удельных активностей ^{137}Cs в почве в СЗЗ и ЗН составляли 14,7 Бк/кг и 32,7 Бк/кг соответственно.

Радиоактивное загрязнение растительного покрова в районе возможного влияния газоаэрозольных выбросов из венттруб АЭС в 2003 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. Определялась плотность загрязнения и удельная активность в растительности техногенных ^{137}Cs , ^{60}Co , $\Sigma\beta$ и природных ^{40}K и ^7Be (табл. 4.55). По данным УГМС ЦЧО, осредненное по всем измерениям содержание ^{137}Cs в растительности в 20-км зоне АЭС не изменилось по сравнению с 2002 г. и составляло 3,5 Бк/кг в.-с. Наибольшая осредненная по четырем измерениям (май – август) удельная активность ^{137}Cs как и в прошлом году наблюдалась в пункте 1 – 8,78 Бк/кг, с максимумом в августе – 29,7 Бк/кг. Максимальная поверхностная плотность загрязнения ^{137}Cs также наблюдалась в августе в пункте 1 – 21,19 Бк/м². В 2003 г. ^{60}Co во всех пробах растительности был ниже предела обнаружения.

Таблица 4.55

**Содержание радионуклидов в растительности в 20-км зоне вокруг КуАЭС в 2003 г.
(данные УГМС ЦЧО)**

Пункт отбора пробы	Плотность загрязнения, Бк/м ²				Удельная активность, Бк/кг в.-с.			
	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{40}K	^7Be	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{40}K	^7Be
п. 1 - 3 км на юго-запад от д. Дичня	337	6,63	417	116	380	8,78	474	140
п. 2 - 0,6 км на юго-запад от д. Лукашевка	377	2,47	400	80	467	2,93	484	88
п. 4 - 1,5 км на запад от д. Иваново	370	1,47	454	103	532	2,10	666	131
п. 5 - западная окраина д. Большие Угоны	297	1,73	422	97	439	2,65	576	115
п. 7 - северо-восточный выезд из д. Макаровка	507	3,12	590	91	706	4,20	748	120
п. 8 - 3 км на восток от д. Макаровка	348	1,35	350	86	535	2,05	523	125
п. 10 - 0,5 км на запад от п. Дроняевский	426	2,47	466	105	417	2,45	449	100
п. 12 - метеостанция г. Курчатова	306	2,52	385	85	433	2,85	530	96
п. 13 - метеостанция г. Курск (фон)	348	2,77	356	44	458	3,58	572	89

В 2003 г. ЛВРК КуАЭС для анализа на радиационный контроль были отобраны продукты питания местного производства (колхозов и агрофирм): молоко, рыба, зерновые культуры и фрукты. Полученные удельные активности ^{137}Cs в пищевых продуктах не превышали нормативов СанПиН-96 [6].

По данным УГМС ЦЧО ежемесячные измерения МЭД во время маршрутных обследований 20-км зоны вокруг КуАЭС показали, что в 2003 г. МЭД изменялась в пределах от 7 до 17 мкР/ч при среднем значении 11 мкР/ч, что соответствует колебаниям естественного γ -фона. Среднемесячные значения МЭД в 100-км зоне по данным 12 пунктов стационарной сети изменялись, как и в прошлом году, от 10 мкР/ч (с. Новоямское) до 22 мкР/ч (п. Дмитровск-Орловский). Повышенные значения МЭД в пп. Дмитровске-Орловском связаны с остаточным радиоактивным загрязнением его территории после аварии на ЧАЭС.

По данным ЛВРК КуАЭС в 2003 г. среднегодовая величина МЭД на промплощадке составила 31 мкР/ч, в СЗЗ – 15 мкР/ч, в ЗН – 9 мкР/ч, что практически не отличается по величине от значения МЭД предпускового периода станции в 1975 г. для СЗЗ и ЗН.

За 2003 г. годовая поглощенная доза гамма-излучения на местности в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения колебалась, в зависимости от сектора наблюдения, от $52 \cdot 10^{-5}$ до $61 \cdot 10^{-5}$ Гр. при среднем значении $57 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Из результатов расчета ЛВРК КуАЭС дозовых нагрузок на население региона КуАЭС следует, что в 2003 г. эффективная доза облучения критической группы населения г. Курчатова радионукли-

дами газоаэрозольного выброса составляет $1,6 \cdot 10^{-7}$ Зв/год при регламентированной величине эффективного дозового предела от выбросов АЭС – 10 мкЗв/год.

Выводы

Таким образом, проведенный радиационный мониторинг показал, что влияние Курской АЭС на радиоактивное загрязнение окружающей среды в 2003 г. выразилось, в основном, загрязнением атмосферы СЗЗ, ЗН и 100-км зоны продуктами деления и нейтронной активации, в основном ^{137}Cs и ^{60}Co . Уровни загрязнения атмосферы техногенными радионуклидами были в $10^5 - 10^6$ раз меньше допустимых уровней. Несмотря на единичные превышения фоновых уровней, случаев превышения норм НРБ-99 для радиоактивного загрязнения окружающей среды, обусловленного выбросами и сбросами КуАЭС в 2003 г., подразделениями Росгидромета не отмечено. Радиационная обстановка в 100-км зоне КуАЭС в последние годы остается стабильной.

4.8. Ленинградская АЭС

Ленинградская АЭС (ЛАЭС) расположена в 80 км западнее г. Санкт-Петербурга на побережье Копорской губы Финского залива Балтийского моря (см. рис. 4.11).

Санитарно-защитная зона Ленинградской АЭС определена площадью радиусом 3 км, зона наблюдения – площадью радиусом 30 км [23].

Акватория Финского залива занимает 38 % площади ЗН ($1\,060 \text{ км}^2$). Площадь Копорской губы Финского залива, на берегу которой расположена ЛАЭС, ориентировочно составляет 250 км^2 , объем воды – $2,4 \text{ км}^3$.

Кроме указанных выше водоемов в ЗН располагаются озера, наиболее крупные из которых: оз. Копанское, оз. Глубокое, оз. Лубенское и оз. Калищенское.

В населенных пунктах ЗН в настоящее время проживает 102,5 тыс. человек. Наиболее крупные населенные пункты – г. Сосновый Бор (62,6 тыс. человек) и п. Лебяжье (5,5 тыс. человек).

Климат в районе размещения ЛАЭС – умеренно-теплый, влажный. Наиболее холодные месяцы – январь и февраль со среднемесячными температурами $-6,9^\circ\text{C}$. Средние даты установления устойчивого снежного покрова – в первой декаде декабря. Максимальная высота снежного покрова наблюдается в марте (30 – 70 см). Наиболее жаркий месяц – июль со средней температурой $+12,8^\circ\text{C}$. Преобладающее направление ветра в летний период – ЮЗ. За теплый период с апреля по октябрь в среднем выпадает осадков – 450 мм, за холодный период – 220 мм. Активная циклоническая деятельность и частая смена воздушных масс определяют в рассматриваемом районе неустойчивый характер погоды во все сезоны года [23].

Среднегодовая скорость ветра для района размещения ЛАЭС составляет 2,8 м/с. Количество штилевых дней в году – 1,7 %. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в осенне-зимний период (13 - 20 м/с).

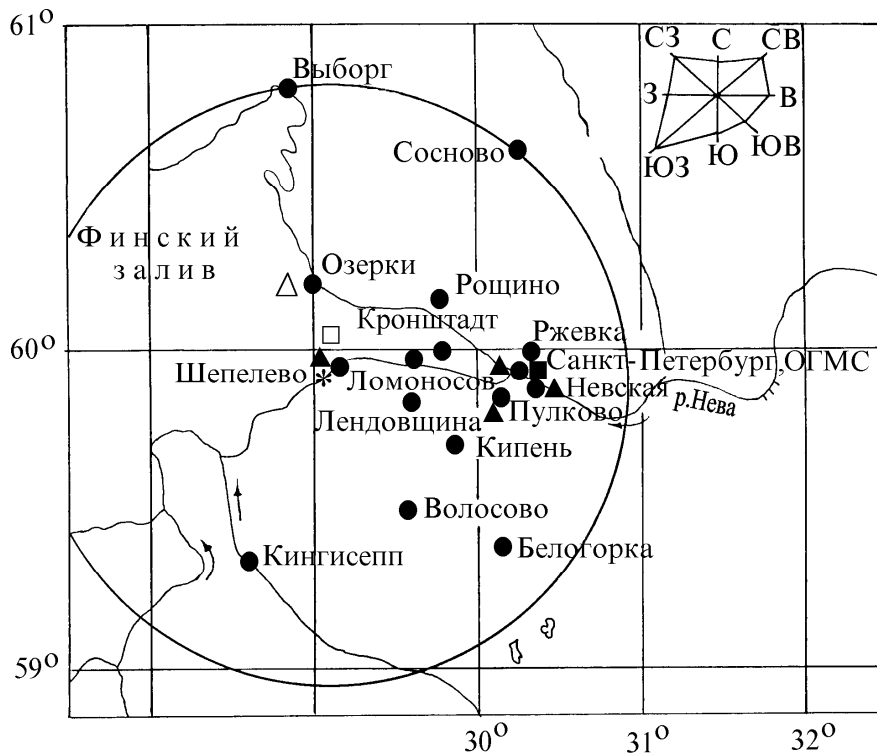


Рис. 4.11. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Ленинградской АЭС:

- * – АЭС;
- – наблюдения за γ -фоном;
- ▲ – отбор проб атмосферных выпадений;
- – отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ – планируемые наблюдения

В 2003 г. на ЛАЭС эксплуатировалось четыре энергоблока РМБК-1000 мощностью 1000 МВт каждый. Первый энергоблок введен в эксплуатацию 21.12.1973, второй – 30.08.1975, третий – 30.12.1979, четвертый – 08.02.1981. Первая очередь АЭС (I и II энергоблоки) расположена примерно в 5 км к юго-западу от г. Сосновый Бор, вторая очередь (III и IV энергоблоки) находится на 2 км западнее. Реактор и его вспомогательные системы размещены в отдельных корпусах. Машинный зал является общим на два энергоблока. Вспомогательные цеха и системы для двух энергоблоков являются общими и территориально расположены вблизи каждой очереди станции [23].

Основными источниками водопользования ЛАЭС являются Копорская губа и р. Систа. Копорская губа используется в качестве водоема-охладителя АЭС. Забор морской воды осуществляется с 5-ти метровых 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 м³/с на каждую очередь [23].

Вода р. Систы используется в качестве централизованного источника системы хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Сосновый Бор, промзоны и собственно ЛАЭС.

Общая площадь, занимаемая ЛАЭС, составляет 454 га. На территории промплощадки расположено хранилище отработавшего ядерного топлива (ХОЯТ). На территории площадки комплекса переработки радиоактивных отходов (КПО) расположены основные хранилища жидких и твердых РАО (ХЖО и ХТО), а также системы их переработки. Для контроля за грунтовыми (подземными) водами на промплощадке АЭС расположено 40 наблюдательных скважин (НС), на комплексе КПО – 90 наблюдательных скважин [23].

Данные о газоаerosольных выбросах ЛАЭС в 2003 г. и для сравнения в 2002 г. даны в табл. 4.56 [2].

Таблица 4.56

Мощность выбросов регламентируемых радионуклидов в атмосферу на ЛАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов В 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Со	$2,5 \cdot 10^9$	$1,56 \cdot 10^8$	$1,89 \cdot 10^8$	$- 3,3 \cdot 10^7$
¹³¹ I	$9,3 \cdot 10^{10}$	$1,15 \cdot 10^9$	$1,06 \cdot 10^9$	$+ 9,0 \cdot 10^7$
¹³⁴ Cs	$1,4 \cdot 10^{10}$	$5,89 \cdot 10^7$	$7,1 \cdot 10^8$	$- 6,51 \cdot 10^8$
¹³⁷ Cs	$4,0 \cdot 10^9$	$1,51 \cdot 10^8$	$2,02 \cdot 10^8$	$- 5,10 \cdot 10^7$
Сумма ИРГ	$3,7 \cdot 10^{15}$	$3,76 \cdot 10^{14}$	$4,58 \cdot 10^{14}$	$- 8,20 \cdot 10^{13}$

Выбросы радионуклидов на ЛАЭС в 2003 г. не превышали разрешенных и составляли не более 10,2 % от них. Анализ данных показывает, что по сравнению с 2002 г. на ЛАЭС в 12 раз уменьшились выбросы ¹³⁴Cs, в 1,3 раза – выбросы ¹³⁷Cs, а выбросы ⁶⁰Со, ¹³¹I и ИРГ остались практически на уровне предыдущего года.

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами ЛАЭС в Копорскую губу Финского залива в 2003 г. в сравнении с 2002 г. и разрешенными сбросами приведена ниже в табл. 4.57 [2]:

Таблица 4.57

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть ЛАЭС в 2003 г., Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Со	$3,9 \cdot 10^9$	$4,97 \cdot 10^5$	$6,22 \cdot 10^4$	$+ 4,35 \cdot 10^5$
¹³⁷ Cs	$1,1 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^6$	$1,66 \cdot 10^5$	$+ 8,64 \cdot 10^5$

Из табл. 4.57, видно, что в сбросных водах в 2003 г. присутствовали радионуклиды ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs, годовые сбросы которых не превышали установленных нормативов. Однако сбросы ⁶⁰Со и ¹³⁷Cs увеличились по сравнению с 2002 г. в 8 и 6 раз соответственно.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН ЛАЭС осуществлялся лабораторией внешней дозиметрии (ЛВД). ЛВД в 2003 г. контролировала следующие параметры радиоактивного загрязнения окружающей среды [23]:

- мощность экспозиционной дозы γ -излучения и годовую поглощенную дозу на местности;
- объемную активность радионуклидов в приземном слое атмосферы и радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность;

- содержание радионуклидов в почве, снеге, растительности, рыбе и в продуктах питания местного производства;
- объемную активность радионуклидов в воде сбросных и подводящих каналов, источниках питьевого водоснабжения и греющих сред теплосети;
- протечки в грунтовые воды из производственных зданий, хранилищ ХОЯТ, ХЖО, ХТО.

Отбор проб атмосферных аэрозолей в СЗЗ и ЗН проводился аспирационным методом с использованием 3-х установок «Тайфун-4» с недельной экспозицией.

Гамма-спектрометрический анализ отобранных проб (атмосферных аэрозолей, выпадений, почвы, воды, продуктов питания) проводился на двухканальном гамма-спектрометре фирмы «ORTEC» с двумя полупроводниковыми детекторами из сверхчувствительного германия.

Для контроля мощности экспозиционной дозы γ -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 стационарных станций размещено на промплощадке, 15 станций – в СЗЗ и ЗН);
- дозиметры ДРГ-01Т1 и ДБГ-06Т;
- поисковый прибор СРП-68-01;
- радиометр-дозиметр МКС-01Р.

Контроль грунтовых (подземных) вод в НС в 2003 г. проводился ежеквартально путем ручного (с помощью специального пробоотборника) отбора проб воды для их последующего измерения в лабораторных условиях на радиометрических и спектрометрических приборах. Для измерения суммарной β -активности проб воды использовался радиометр РИБ-03Р «СИВУЧ».

Контроль радиоактивного загрязнения природной среды в 100-км зоне вокруг ЛАЭС проводило Северо-Западное УГМС. В 2003 г. в 100-км зоне АЭС, согласно [16], действовало 16 стационарных пунктов наблюдения за МЭД, четыре пункта наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями, один пункт наблюдения за объемной активностью радионуклидов в воздухе в г. Санкт-Петербурге (см. рис. 4.11). Гамма-спектрометрический анализ и измерение суммарной β -активности проб аэрозолей и выпадений проводился в лаборатории Северо-Западного УГМС, а радиохимический – в НПО «Тайфун».

В табл. 4.58 приведены среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН в 2003 г. и для сравнения в 2002 г. по данным ЛВД ЛАЭС. Содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН в 2003 г. уменьшилось по сравнению с предыдущим годом. Основная доля активности в воздухе СЗЗ и ЗН обусловлена ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{51}Cr , объемные активности ^{134}Cs и ^{54}Mn значительно ниже. Как и в 2002 г. наибольшие объемные активности всех зарегистрированных радионуклидов наблюдались в СЗЗ. В ЗН объемные активности радионуклидов были ниже: ^{134}Cs , – в 5 раз, ^{137}Cs и ^{54}Mn – в 3 раза, ^{51}Cr , – в 2,6 раза, ^{60}Co – в 1,8 раза.

**Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе
в районе ЛАЭС в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³
(данные ЛВД ЛАЭС)**

Место отбора проб	¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs		⁶⁰ Co		⁵⁴ Mn		⁵¹ Cr	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
СЗЗ	111	117	5	8	40	65	11	12	21	56
ЗН	35	37	1	1	22	53	3	4	8	23

В 2003 г. среднегодовая объемная активность ¹³⁷Cs в СЗЗ и ЗН ЛАЭС была выше, чем средневзвешенная объемная активность для севера ЕТР ($4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) соответственно в 24,7 и 7,8 раза.

Среднегодовые объемные активности техногенных радионуклидов в СЗЗ и ЗН были на семь – девять порядков ниже установленной допустимой объемной активности (ДОО_{НАС.}) по НРБ-99 [5].

Среднемесячные и среднегодовые объемные активности радионуклидов ЛАЭС в приземной атмосфере на расстоянии 80 км от ЛАЭС в г. Санкт-Петербурге по данным Северо-Западного УГМС [16] приведены в табл. 4.59 и 4.60. В таблице 4.59 приведены данные об объемной активности $\Sigma\beta$.

Таблица 4.59

**Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) атмосферные выпадения (Р, Бк/м²·сутки)
и объемные активности (q, 10^{-5} Бк/м³) $\Sigma\beta$ в 100-км зоне ЛАЭС в 2003 г.
(данные Северо-Западного УГМС)**

Месяц		С.-Петербург, ОГМС		Невская	Пулково	Шепелево	север ЕТР	
		Р	Q	Р	Р	Р	Р	q
Январь	с	0,7	4,6	0,4	0,6	0,4	0,6	10,5
	м	2,1	15,1	1,6	3,9	1,2		
Февраль	с	0,3	-	0,2	0,3	0,4	0,6	8,1
	м	1,7	-	1,8	1,3	1,3		
Март	с	0,3	-	0,1	0,3	0,2	0,5	8,1
	м	1,4	-	0,7	1,6	1,8		
Апрель	с	0,2	-	0,3	0,3	0,3	0,4	8,0
	м	0,7	-	0,9	1,1	1,9		
Май	с	0,3	-	0,3	0,4	0,3	0,5	7,0
	м	1,1	-	1,1	1,5	0,8		
Июнь	с	0,4	-	0,4	0,4	0,3	0,5	6,8
	м	1,2	-	1,3	1,3	1,6		
Июль	с	0,4	-	0,5	0,6	0,4	0,6	8,6
	м	1,5	-	1,8	1,4	1,8		
Август	с	0,5	-	0,4	0,6	0,4	0,8	5,0
	м	1,8	-	1,5	1,7	1,1		
Сентябрь	с	0,5	-	0,7	0,6	0,4	0,6	7,1
	м	2,3	-	1,9	1,2	1,1		
Октябрь	с	0,5	6,6	0,5	0,4	0,4	0,6	9,1
	м	1,7	18,7	1,4	1,5	1,3		
Ноябрь	с	0,4	6,4	0,4	0,5	0,4	0,8	5,2
	м	1,3	26,9	1,6	1,9	1,1		
Декабрь	с	0,6	6,1	0,4	0,6	0,4	0,6	5,0
	м	2,1	26,0	2,6	3,1	1,7		
Среднее: Бк/ м ² ·сутки 10^{-5} Бк/ м ³		0,4	6,0	0,4	0,5	0,4	0,6	7,4
Сумма, Бк/м ² ·год		146		146	183	146	219	

Примечание: отсутствие данных объемной активности в г. С.- Петербурге обусловлено нарушением электропитания ВФУ

Максимальная среднесуточная объемная активность $\Sigma\beta$ наблюдалась в г. Санкт-Петербурге в ноябре, она составляла $26,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Средняя за 5 месяцев 2003 г. объемная активность $\Sigma\beta$, равная $6,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, была ниже средневзвешенной объемной активности для севера ЕТР.

В табл. 4.60 приведены среднемесячные объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере г. Санкт-Петербурга в 2003 г. Согласно табл. 4.60, в приземной атмосфере г. Санкт-Петербурга из техногенных радионуклидов регистрировался только ^{137}Cs и естественные радионуклиды ^7Be , ^{232}Th , ^{226}Ra и ^{40}K , причем основная доля активности в этих пробах приходится на космогенный радионуклид ^7Be . Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в г. С.-Петербурге была в 1,4 раза выше, чем средневзвешенное значение для севера ЕТР, и составляла $6,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Таблица 4.60

Объемные активности радионуклидов в приземном воздухе г. Санкт-Петербурга в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³
(данные Северо-Западного УГМС)

Месяцы	^7Be	^{137}Cs	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K
Январь	10800	7	< 6	9	60
Октябрь	8800	6	15	12	170
Ноябрь	10100	6	15	13	230
Декабрь	8400	6	11	12	170

Отбор проб атмосферных выпадений в 2003 г. проводился ЛВД АЭС седиментационным методом с использованием кювет площадью 0,3 м² и временем экспозиции – 1 месяц. Анализ проб атмосферных выпадений в ЗН ЛАЭС [23] свидетельствует о том, что в 2003 г., как и в предшествующем году, основным техногенным радионуклидом в выпадениях был ^{137}Cs (10,9 Бк/м²·год). Выпадения ^{137}Cs в 2003 г. в ЗН остались на уровне 2002 г., но в 21 раз превышали среднее значение для незагрязненной территории РФ (< 0,4 Бк/м²·год).

В табл. 4.59 приведены данные Северо-Западного УГМС [16] о среднемесячных и максимальных суточных атмосферных выпадениях $\Sigma\beta$ в 100-км зоне вокруг ЛАЭС в 2003 г. Максимальное значение суточных выпадений $\Sigma\beta$ наблюдалось в январе на ст. Пулковое – 3,9 Бк/м²·сутки. Годовые выпадения $\Sigma\beta$ во всех пунктах 100-км зоны ЛАЭС остались примерно на уровне 2002 г. и не превышали региональных выпадений на севере ЕТР.

По данным гамма-спектрометрического анализа проб почвы, проведенного ЛВД ЛАЭС, основным радионуклидом в почве СЗЗ и ЗН является ^{137}Cs . Содержание ^{60}Co в пробах почвы было ниже минимально детектируемой активности. В ЗН содержание ^{137}Cs в 2003 г. (0,97 кБк/м²) не превышало средних значений за последние 5 лет. В СЗЗ содержание ^{137}Cs в почве в 2003 г. составляло 1,41 кБк/м², что немного выше среднего значения за последние 5 лет (1,34 кБк/м²), но меньше уровня глобального загрязнения почвы ^{137}Cs на территории России примерно в 1,6 раза.

В Копорской губе в сбросном и подводящем каналах ЛАЭС по данным ЛВД регистрировался ^{137}Cs и ^{60}Co . Среднегодовая объемная активность ^{60}Co в воде подводящего и сбросного каналов в 2003 г. была одинаковой и составляла 26 мБк/л, что на три порядка ниже уровня вмешательства по НРБ-99 [5]. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воде подводящего и сбросного каналов в 2003 г. составляла 37 и 36 мБк/л соответственно, что находится на уровне 2002 г. и значительно ниже уровня вмешательства (11 Бк/л) по НРБ-99 [5]. В воде из р. Сисы (источнике питьевого водоснабжения) объемная активность ^{137}Cs была такой же, как в Копорской губе, и составляла 36 мБк/л. ^{60}Co в р. Сисе не регистрировался.

Радиометрический анализ проб подземных вод из НС на промплощадке и КПО не выявил в 2003 г. превышения нормативов по суммарной β -активности, т.е. загрязнение грунтовых вод на ЛАЭС не выявлено.

Удельная активность продуктов питания местного производства по данным ЦГСЭН-38 приведена в табл. 4.61.

Таблица 4.61

Удельная активность продуктов питания местного производства в окрестностях ЛАЭС, Бк/кг сырой массы (данные ЦГСЭН-38)

Место отбора и вид пробы	^{137}Cs	
	2003 г.	2002 г.
Овощи	1,00	0,90
Корнеплоды	0,99	1,20
Ягоды	1,60	0,90
Допустимая уд. Акт.	40	40
Молоко	0,90	1,40
Допустимая уд. Акт.	50	50
Грибы	104,6	-
Допустимая уд. Акт.	500	500
Рыба	2,36	-
Допустимая уд. Акт.	130	130

Из таблицы 4.61 видно, что содержание ^{137}Cs в продуктах питания было значительно ниже нормативов установленных СанПиН-96 [6].

По данным ежедневных наблюдений Северо-Западного УГМС в 2003 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг ЛАЭС изменялись в пределах от 10 до 18 мкР/ч, максимальные среднесуточные значения достигали 21 мкР/ч (в Выборге), что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

По данным измерений по регламентным маршрутам ЛВД АЭС средние значения мощности дозы γ -излучения на местности в 2003 г. составляли в СЗЗ – 17,2 мкР/час, в ЗН – 16,1 мкР/час. Максимальное значение МЭД составляло в СЗЗ и ЗН 17-18 мкР/час. Годовая поглощенная доза γ -излучения на местности в СЗЗ и ЗН в 2003 г. не превышала $86,9 \cdot 10^{-5}$ Гр.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что ЛАЭС оказывает незначительное влияние на загрязнение приземной атмосферы в 30-км зоне наблюдения АЭС. Это влияние выражается в превышении фоновых уровней по объемной активности ^{137}Cs и присутствием в приземной атмосфере продуктов нейтронной активации (^{60}Co , ^{54}Mn и ^{51}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 радиоактивное загрязнение окружающей среды практически не превышало фоновых уровней.

4.9. Нововоронежская АЭС

Нововоронежская АЭС (НВАЭС) расположена на левом берегу р. Дон в Каширском районе Воронежской области. В 45 км к северу и в 50 км к юго-западу от АЭС находятся два крупных населен-

ных пункта: г. Воронеж (число жителей около 940 тыс. человек) и г. Лиски (численностью 54 тыс. человек) соответственно. К северу от промплощадки на расстоянии 5 км расположен г. Нововоронеж (35,7 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 [24] расположена в лесостепной почвенно-климатической зоне с преобладанием черноземов 1 и 2 классов. Рельеф района расположения площадки НВАЭС представляет собой полого-волнистую равнину, местами пересеченную оврагами (залесенность около 20 %). Левобережная часть р. Дон, на которой расположена площадка АЭС, – низменная. Главный корпус энергоблоков № 3 и № 4 находится на расстоянии порядка 700 м от уреза р. Дон. За счет перераспределения водного потока происходит размыв правого (коренного) берега р. Дон, интенсивность размыва составляет 3 – 5 м/год. Левобережный склон в районе расположения НВАЭС залесен, что препятствует его размыву. На самой промплощадке поверхность спланирована и оборудована ливневой канализацией, на поверхности не отмечается следов размыва.

В районе НВАЭС климат умеренно-континентальный с хорошо выраженными сезонами года. Среднегодовая температура по данным многолетних наблюдений (с 1918 г.) равна $+5,7^{\circ}\text{C}$, при средней температуре зимнего периода -14°C , летнего $+19,9^{\circ}\text{C}$. Относительная влажность воздуха составляет в среднем за год 74 %. Норма атмосферных осадков равна 554 мм за год, из них 68 % приходится на теплый период (апрель–октябрь).

Преобладающими направлениями ветра во все сезоны, кроме лета, являются западные и юго-восточные (14 – 19 %); летом, кроме северо-западных и западных ветров (16 %), преобладают северные (18 %). Пыльные бури отмечаются в районе НВАЭС как в летнее, так и в зимнее время. Неустойчивый снежный покров и сильные ветры определяют максимальную продолжительность пыльных бурь в феврале. В 2003 г. среднегодовое значение скорости ветра составляло 2,7 м/с, максимальная скорость ветра наблюдалась в январе – 34 м/с.

Санитарно-защитная зона вокруг НВАЭС [24] имеет радиусы: 2,25 км – от венттрубы 3 и 4 блоков и 2 км – от венттрубы 5 блока. ЗН имеет радиус 30 км от НВАЭС. Площадь СЗЗ ~ 17,8 км², площадь ЗН – 2 809,7 км². В зоне наблюдения проживает более 100 тыс. человек, 25 % составляют дети; доля городского населения составляет 42 %, сельского – 58 %. Плотность населения в 10-км зоне составляет 137 чел./км², в 30-км зоне – 36 чел./км². 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.

Основными источниками водопользования в районе НВАЭС являются: р. Дон, пруд-охладитель, пруды рыбопродуктивного хозяйства, артезианские водозаборы подземных вод.

В 2003 г. на НВАЭС [24] находились в эксплуатации 3 энергоблока: два (№ 3 и № 4) — с мощностью 417 МВт и один (№ 5) — 1000 МВт. Энергоблоки № 1 (ВВЭР-210) и № 2 (ВВЭР-365) остановлены в 1984 и 1990 гг. соответственно и находятся на стадии подготовки к выводу из эксплуатации. В январе 2004 г. с блока № 1 вывезены последние топливные сборки. Таким образом, энергоблоки № 1 и № 2 приведены в ядерно-безопасное состояние.

Технологическая схема энергоблоков № 3 – 5 имеет два контура. Первый контур – радиоактивный. Он включает в себя реактор типа ВВЭР и циркуляционные петли охлаждения. Второй контур – нерадиоактивный. Он включает в себя парогенераторы, паропроводы, паровые турбины, сепараторы-пароперегреватели, питательные насосы и трубопроводы, деаэраторы и регенеративные подогреватели.

На НВАЭС используются два типа систем охлаждения конденсаторов турбин:

- прямоточная, с забором воды из р. Дон для нужд 3 и 4 блоков;
- оборотная, с использованием 7 башенных градирен для нужд 3 и 4 блоков и пруда-охладителя – для нужд 5 блока.

Подпитка системы охлаждения турбин и техническое водоснабжение энергоблоков производится водой из р. Дон.

Отработанные технические воды НВАЭС сбрасываются в р. Дон. Дебалансные воды СВО и душевые воды санпропускников сбрасываются на поля фильтрации. Проектных сбросов ЖРО в водоемы-охладители и на поля фильтрации НВАЭС не производит.

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 непитьевой водоносный горизонт. По данным [24] в 2003 г. активность подземных вод была много меньше критерия низкоактивных РАО (10 кБк/кг). До 90 % загрязнения приходится на ^{60}Co , остальное – на ^{137}Cs и другие техногенные радионуклиды. Загрязненные подземные воды разгружаются в СЗЗ (см. рис. 4.12): на участке русла р. Дон выше по течению и в средней части русла сбросного канала 1, 2 блоков, на участке в средней части русла отводного канала на рыбхоз и на среднем участке р. Дон, прилегающим к устью сбросного канала 1, 2 блоков. В отдельных точках загрязнение донных отложений достигает и даже превышает $\text{МЗУА}({}^{60}\text{Co}) = 104 \text{ кБк/кг}$ и нижний критерий низкоактивных ТРО (102 кБк/кг) для суммарной активности бета-излучающих радионуклидов неизвестно-

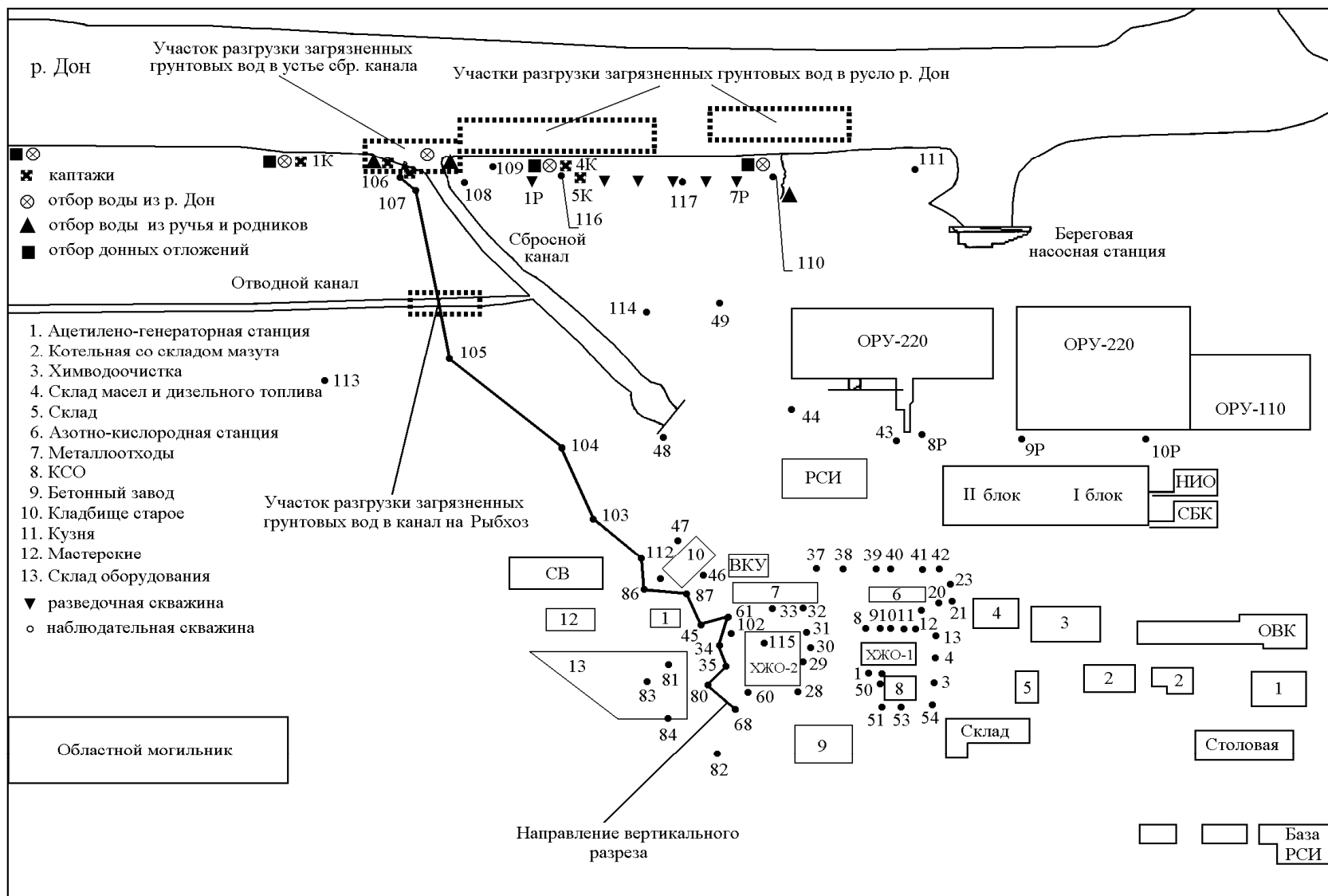


Рис. 4.12. Схема расположения наблюдательных скважин в зоне загрязнения протечками из ХЖО-2

го радионуклидного состава. На конец 2003 г. площадь загрязнения на глубину до 55 см дна р. Дон, дна устья сбросного канала 1, 2 блоков, дна отводного канала на рыбхоз составила $\approx 7\,000\text{ м}^2$ [24].

В р. Дон осуществляется сброс: нормативно-чистых технических вод из реакторных отделений 1, 2 блоков (после СВО-1 и СВО-2) и 5 блока, с установки химводопробоподготовки, продувочных вод из циркосистемы 3 и 4 блоков, дебалансных технических вод из градирен № 1 – 7 циркосистемы 3 и 4 блоков, из промливневой канализации с территории 1 – 4 блоков и части территории 5 блока, продувочных вод и инфильтрата из пруда охладителя.

В пруд-охладитель 5 блока сбрасываются: нормативно-чистая техническая вода из подводящего канала 3, 4 блоков, из реакторного отделения 5 блока, из циркуляционной воды и из промливневой канализации 5 блока, а также инфильтрат с полей фильтрации НВАЭС, поступающий с разгрузкой подземных вод. Объем пруда составляет 32 млн. м^3 , площадь водного зеркала – $4,9\text{ км}^2$, средняя глубина – $6,8\text{ м}$, максимальная – 16 м . Площадь активной зоны пруда $3,89\text{ км}^2$. Коэффициент эффективности пруда-охладителя $K_{эф} = 0,85$. Поскольку коэффициент эффективности водоема недостаточен, в летние месяцы при работающем 5 блоке температура воды в пруду повышается до $40 - 57\text{ }^\circ\text{C}$, что не только снижает выработку электроэнергии, но и ухудшает санитарно-гигиенические характеристики водоема. Пруд используется не только для нужд НВАЭС, но и населением г. Нововоронежа, для рыбохозяйственных, рекреационных и других целей.

В пруды рыбхоза сбрасываются: вода из сбросного канала 1, 2 блоков и часть загрязненных протечкой из ХЖО-2 подземных вод, разгружающихся в русло отводного канала.

Дебалансные слаборадиоактивные воды СВО из контрольных баков сливаются в систему ХФК вместе с водами душевых и бака-отстойника узла нейтрализации БОУ-5. Хозфекальные воды промзоны сбрасываются на поля фильтрации (семь карт общей площадью $110\,000\text{ м}^2$).

Высокоактивные РАО, временно хранящиеся на 1 блоке в бассейне перезагрузки БП-1, на 3 и 4 блоках – в бассейнах выдержки БВ-3 и БВ-4 соответственно, на 5 блоке – в отдельно стоящем хранилище отработанного 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 2003 г. количество РАО и ОЯТ на НВАЭС составляло $66\,911\text{ т}$ объемом $37\,550\text{ м}^3$ с суммарной активностью α -излучающих радионуклидов $1,8 \cdot 10^{10}\text{ Бк}$ и β - и γ -излучающих – $1,89 \cdot 10^{19}\text{ Бк}$ [24].

Основными источниками радиоактивного загрязнения окружающей среды на НВАЭС являются: газоаэрозольные выбросы, жидкие сбросы технических условно-чистых вод и слаборадиоактивных дебалансных вод СВО, возможные протечки из хранилищ РАО и других технологических систем, миграция ^{90}Sr на территории дозиметрического поста, расположенного в зоне наблюдения.

Источниками выбросов на АЭС являются: венттрубы энергоблоков, вентсистема горячей камеры, хранилища радиоактивных отходов.

Газоаэрозольные выбросы АЭС состоят из следующих основных компонентов: инертные радиоактивные газы (криптон, ксенон, аргон), радиоактивные аэрозоли, ^{131}I (газовая и аэрозольные формы). Данные [2] о мощности газоаэрозольных выбросов НВАЭС в атмосферу в 2003 г. и, для сравнения, в 2002 г. приведены в табл. 4.62.

Таблица 4.62

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу на НВАЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2002 г.	2003 г.	
^{60}Co	$7,40 \cdot 10^9$	$6,60 \cdot 10^8$	$5,50 \cdot 10^8$	$- 1,01 \cdot 10^8$
^{90}Sr	$2,40 \cdot 10^8$	$6,60 \cdot 10^6$	$4,80 \cdot 10^6$	$- 1,80 \cdot 10^6$
^{131}I	$1,80 \cdot 10^{10}$	$1,20 \cdot 10^9$	$1,20 \cdot 10^9$	0
^{134}Cs	$9,00 \cdot 10^8$	$4,80 \cdot 10^7$	$3,20 \cdot 10^7$	$- 1,60 \cdot 10^7$
^{137}Cs	$2,00 \cdot 10^9$	$5,80 \cdot 10^7$	$1,60 \cdot 10^8$	$+ 1,02 \cdot 10^8$
Сумма ИРГ	$6,90 \cdot 10^{14}$	$5,00 \cdot 10^{13}$	$7,70 \cdot 10^{13}$	$+ 2,70 \cdot 10^{12}$

Из приведенных в табл. 4.62 данных видно, что в 2003 г. на НВАЭС фактические выбросы радионуклидов были на один – два порядка ниже разрешенных выбросов.

Сбросы АЭС:

- дебалансные воды СВО в ХФК промплощадки;
- из ХФК промзоны на поля фильтрации;
- технические воды в р. Дон, пруд-охладитель 5 блока и в пруды рыбхоза;
- промливневая канализация промплощадки в р. Дон и пруд-охладитель.

Данные по водоотведению и сбросу радионуклидов со сточными водами НВАЭС представлены в табл. 4.63 [2, 24]. В штатном режиме работы НВАЭС в открытую гидрографическую сеть сбрасываются ^{137}Cs и ^{90}Sr фактические сбросы которых не превышают разрешенных величин (30 % от разрешенного сброса для ^{137}Cs и 1,3 % для ^{90}Sr). Сброс ^{60}Co – результат нештатной ситуации – загрязнения подземных вод ^{60}Co в работе ХЖО-2, которые разгружаются в р. Дон и в русло отводного канала на рыбхоз. Фактический годовой сброс ^{60}Co не превышает 6 % от разрешенного сброса. Подробное описание источников технического водоснабжения и сброса сточных вод на атомной станции было приведено в [25].

Радиационный мониторинг окружающей среды в радиусе до 50 км вокруг НВАЭС проводится лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) НВАЭС. В 2003 г. ЛВРК НВАЭС контролировались следующие характеристики радиоактивного загрязнения окружающей среды:

Мощность сбросов радионуклидов на НВАЭС, Бк/год

Приемник сточных вод	Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Увеличение (+), снижение (-) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
			2002 г.	2003 г.	
Сброс в р. Дон	^{137}Cs	$4,15 \cdot 10^{10}$	$7,8 \cdot 10^7$	$5,4 \cdot 10^8$	$+ 4,62 \cdot 10^8$
	^{60}Co	$6,17 \cdot 10^{11}$	$4,4 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^{10}$	$- 7,0 \cdot 10^9$
Сброс в пруд-охладитель 5 блока	^{137}Cs	$3,67 \cdot 10^9$	$2,8 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^9$	$+ 8,2 \cdot 10^8$
Сброс ХФК на поля фильтрации НВАЭС	^{137}Cs	$4,60 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^7$	$4,0 \cdot 10^7$	$+ 1,4 \cdot 10^7$
Рыбопитомник «Ново-воронежский»	^{137}Cs	$3,65 \cdot 10^7$	$7,0 \cdot 10^6$	$7,3 \cdot 10^6$	$+ 3,0 \cdot 10^5$
	^{60}Co	$7,14 \cdot 10^8$	$2,0 \cdot 10^7$	$1,0 \cdot 10^7$	$- 1,0 \cdot 10^7$

Примечание: кроме указанных радионуклидов в сбросах присутствует ^{90}Sr , фактический сброс которого в 2003 г. составил $5,40 \cdot 10^8$ Бк/год при разрешенном сбросе $4,17 \cdot 10^{10}$ Бк/год

- объемная активность радионуклидов в приземном слое воздуха измерялась с помощью ВФУ на семи стационарных постах в СЗЗ и ЗН и в контрольном пункте Лиски, расположенном в 50 км от АЭС;
- радиоактивность атмосферных выпадений измерялась на 33 стационарных постах, расположенных в СЗЗ и ЗН НВАЭС, и в контрольном пункте Лиски с помощью кювет;
- содержание техногенных радионуклидов в почве, в сельскохозяйственной продукции местного производства (молоке, мясе, картофеле, зерне);
- активность техногенных радионуклидов в воде, донных отложениях, в водной растительности и рыбе открытых водоемов, а также в подземных водах на территории промплощадки в СЗЗ и в питьевой артезианской воде;
- мониторинг мощности эквивалентной дозы внешнего γ -излучения проводился системой АСКРО НВАЭС и во время маршрутных обследований; также контролировалась годовая поглощенная доза γ -излучения на местности.

Независимые стационарные наблюдения за радиационной обстановкой в 100-км зоне вокруг НВАЭС проводятся УГМС ЦЧО [26]. В 2003 г. УГМС ЦЧО проводило наблюдения:

- за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе путем непрерывного ежесуточного отбора проб с помощью ВФУ в одном пункте (рис. 4.13);
- за радиоактивностью атмосферных выпадений в пяти пунктах (рис. 4.13) с помощью планшетов с суточной экспозицией;
- за мощностью дозы γ -излучения на 13 стационарных пунктах (рис. 4.13).

Объемные активности радионуклидов и радиоактивные выпадения

В 2003 г. контроль объемной активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ и ЗН проводился ЛВРК НВАЭС на семи стационарных постах и в контрольном пункте Лиски, расположенном в юго-восточном направлении в 50 км от НВАЭС. Аэрозоли улавливались непрерывно на фильтр из ткани ФПП-15 с помощью ВФУ производительностью 78 – 80 м³/час. В табл. 4.64 приведены данные НВАЭС о годовых объемных активностях радионуклидов в воздухе СЗЗ и ЗН атомной станции. Анализ результатов измерений показывает, что объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr практически не зависит

от расстояния от АЭС. В 2003 г. объемные активности радионуклидов в ЗН, в основном, уменьшились или остались на уровне прошлого года, а в СЗЗ – снизились в 1,1 – 1,5 раза. Исключение представляет ^{54}Mn , объемная активность которого увеличилась как в СЗЗ, так и в ЗН, и составляла $35 \cdot 10^{-7}$ и $16 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. Объемная активность ^{137}Cs менялась в пределах от 27 до $49 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 6,6 – 12 раз выше средневзвешенной объемной активности для незагрязненной

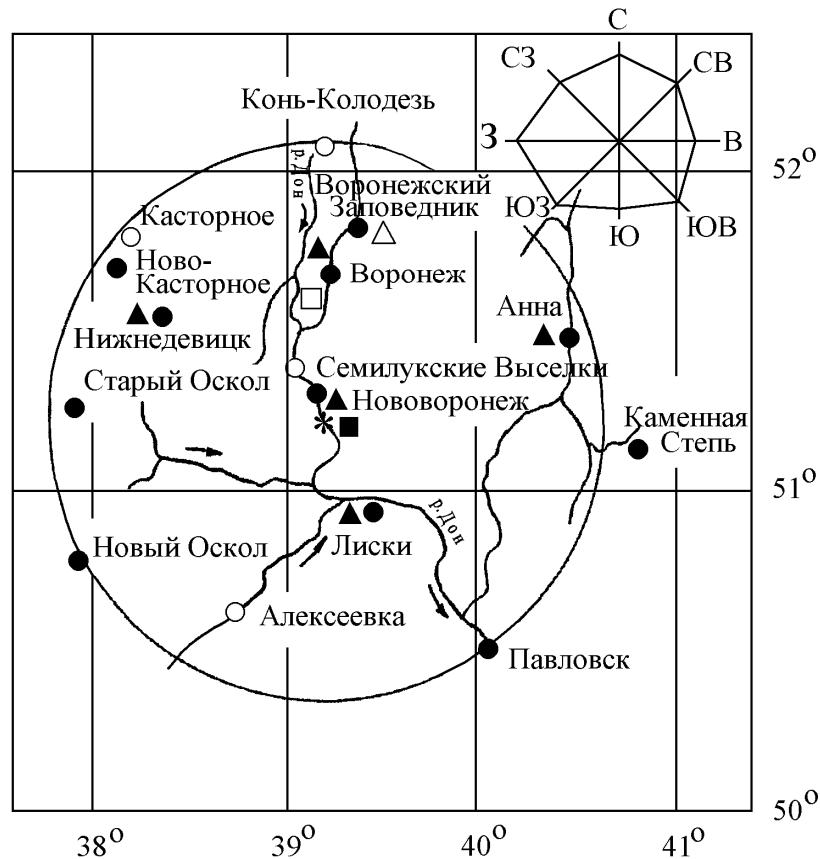


Рис. 4.13. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Нововоронежской АЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- Δ □ — планируемые наблюдения.

территории РФ. Содержание ^{90}Sr в приземной атмосфере на расстоянии до 50 км от АЭС изменялось от $14 \cdot 10^{-7}$ до $21 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в 10 – 13 раз превышало средневзвешенное значение по РФ. В целом наблюдаемые в 2003 г. в окрестностях АЭС объемные активности техногенных радионуклидов были на шесть – семь порядков ниже установленных нормативов ДОА_{НАС} по НРБ-99 [5].

Таблица 4.64

Среднегодовые объемные активности радионуклидов в приземной атмосфере СЗЗ и ЗН НВАЭС, 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК НВАЭС)

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)		ДОО _{НАС.} , Бк/м ³
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	
⁵⁴ Mn	30	35	н	16	н	н	72
⁵⁸ Co	42	28	1	4	н	н	68
⁶⁰ Co	64	45	10	10	3	н	11
⁹⁰ Sr	19	14	20	18	25	21	2,7
¹³⁷ Cs	55	49	40	27	54	33	27

н – ниже предела обнаружения

Объемная суммарная β -активность радионуклидов в воздухе определялась УГМС ЦЧО в г. Нововоронеже (табл. 4.65). Среднегодовая объемная активность $\Sigma\beta$ в 2003 г. в г. Нововоронеже незначительно увеличилась по сравнению с 2002 г. и составляла $10,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что находится на уровне средней объемной активности по ЕТР ($10,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы изменялась от $4,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (июнь) до $20,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (сентябрь). Максимальное суточное значение объемной $\Sigma\beta$ -активности наблюдалось в январе – $449,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Таблица 4.65

Среднемесячные (с) и максимальные (м) объемные активности и выпадения $\Sigma\beta$ из приземной атмосферы в 100-км зоне вокруг НВАЭС в 2003 г. (данные УГМС ЦЧО)

Пункт Наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Объемная активность, 10^{-5} Бк/м³															
Нововоронеж	С	17,8	6,2	5,1	7,5	10,1	4,6	12,8	16,6	20,6	10,4	7,9	7,6	10,6	10,2
	М	449,8	14,0	11,2	17,3	31,5	13,9	35,1	52,7	48,6	54,2	28,4	28,0		
Выпадения, Бк/м²-сутки															
Анна	С	1,2	1,0	1,0	0,9	1,1	0,9	1,0	1,3	1,1	1,1	1,0	1,4	1,1	1,1
	М	2,5	2,3	2,3	2,2	3,1	2,1	2,2	3,3	2,5	2,4	2,5	2,5		
Воронеж	С	1,1	1,0	1,0	1,2	0,9	1,0	1,0	1,4	1,5	1,2	1,2	1,0	1,1	1,0
	М	2,5	2,8	2,4	2,8	2,6	2,1	2,9	2,9	2,6	4,0	2,5	2,1		
Лиски	С	0,9	0,8	0,9	1,1	0,9	1,1	1,4	0,9	1,4	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0
	М	2,1	2,0	1,9	2,1	1,7	2,2	5,0	2,2	2,8	2,4	1,9	2,1		
Нижнедевицк	С	0,7	0,9	0,9	1,3	0,7	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	0,9	1,1	1,0
	М	2,0	4,2	2,0	3,6	2,0	3,1	3,9	3,3	2,6	3,2	3,0	1,9		
Нововоронеж	С	0,8	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,3	1,4	1,1	1,5	1,0	0,7	1,0	1,0
	М	2,0	1,3	2,1	2,0	3,3	2,6	4,9	2,7	2,4	3,2	2,0	2,7		

Результаты γ -спектрометрического анализа объединенных за месяц суточных проб и радиохимического анализа объединенных за квартал проб аэрозолей в Нововоронеже в 2003 г. приведены в табл. 4.66.

Из табл. 4.66 видно, что в 2003 г. среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs в атмосфере на метеостанции г. Нововоронеж изменялась от $2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (ноябрь) до $44 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (сентябрь) при среднегодовом значении $13 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 1,2 раза ниже, чем в 2002 г., и в 3,2 раза выше средневзвешенной по территории РФ объемной активности ¹³⁷Cs ($4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Кроме ¹³⁷Cs в приземной атмосфере г. Нововоронежа зафиксированы практически все радионуклиды, присутствующие в выбросах

НВАЭС: ^{134}Cs , ^{90}Sr , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{54}Mn и др. Среднегодовые объемные активности большинства радионуклидов в 2003 г. уменьшились. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере составляла $0,83 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и была в 1,7 раза ниже значения прошлого года и в 1,6 раза ниже средневзвешенной по территории РФ ($1,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наблюдаемые объемные активности всех радионуклидов были значительно ниже (на пять – восемь порядков) предельно допустимых объемных активностей радионуклидов для населения ДОА_{НАС.}, установленных НРБ-99 [5].

Таблица 4.66

Объемные активности радионуклидов в воздухе г. Нововоронежа в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³
(данные УГМС ЦЧО и НПО «Тайфун»)

Месяц	^{137}Cs	^{134}Cs	^{90}Sr	^{60}Co	^{58}Co	^{54}Mn	^{59}Fe	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	^7Be	^{22}Na	^{40}K	^{228}Ac
Январь	9	н	0,25	17	11	17	н	Н	14400	2	30	н
Февраль	7	н	0,25	6	н	3	н	Н	17600	2	60	н
Март	6	н	0,25	3	н	н	н	Н	16900	2	60	н
Апрель	9	н	1,9	6	н	2	н	Н	27300	5	100	4
Май	25	н	1,9	8	4	3	н	Н	39000	5	140	4
Июнь	10	н	1,9	13	20	13	11	Н	29200	4	60	н
Июль	9	3	0,75	12	18	19	н	1	31200	7	60	н
Август	11	н	0,75	19	15	12	1	1	22900	3	100	2
Сентябрь	44	н	0,75	7	8	7	н	3	27200	4	150	3
Октябрь	10	н	0,40	3	2	2	н	Н	17600	2	90	3
Ноябрь	2	н	0,40	4	3	3	н	2	10100	н	31	н
Декабрь	10	-	0,40	4	-	3	-	-	12400	н	48	-
Среднее: 2003 г.	13	н	0,83	9	7	7	1	1	22200	3	77	1
2002 г.	16	1	1,39	9	9	5	2	2	28500	4	120	4
ДОА _{НАС.} , Бк/м ³	27	19	2,7	11	68	72	30	15	2000	72	31	-

н – ниже предела обнаружения;
- – измерения не проводились

В 2003 г. ЛВРК НВАЭС осуществлялся контроль величины атмосферных выпадений радионуклидов на 33 стационарных постах, расположенных в СЗЗ и ЗН, и в контрольном пункте Лиски в 50 км от АЭС. Выпадения отбирались с помощью кювет с высотой бортика 10 см, в качестве сорбирующей поверхности использовалась фильтровальная беззольная бумага.

В табл. 4.67. приведены выпадения отдельных долгоживущих радионуклидов в СЗЗ и ЗН НВАЭС. В целом эти данные согласуются с результатами наблюдений за объемными активностями радионуклидов. Анализ полученных данных показывает, что загрязнение воздуха радионуклидами прослеживается на расстояниях до 50 км от АЭС. Выпадения ^{58}Co и ^{60}Co наблюдались как в СЗЗ и ЗН, так и в контрольном пункте. Выпадения ^{90}Sr в пунктах контроля в 2003 г. изменялись от 1,5 до 7,3 Бк/м²-год и по сравнению с 2002 г. уменьшились в среднем в 1,9 раза. Годовые выпадения ^{137}Cs колебались в пределах от 2,6 до 7,3 Бк/м²-год и были в 6,5 (в ЗН) и в 18,3 раз (в СЗЗ) выше среднего значения для незагрязненных территорий РФ (< 0,4 Бк/м²-год). Видимо, это результат остаточного загрязнения после аварии на ЧАЭС.

Отбор проб радиоактивных выпадений в 100-км зоне НВАЭС проводился УГМС ЦЧО в пяти пунктах (рис. 4.13). Среднегодовые суточные выпадения $\Sigma\beta$ в 2003 г. в различных пунктах

Таблица 4.67

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в СЗЗ и ЗН НВАЭС, Бк/м²·год
(данные ЛВРК НВАЭС)**

Радионуклид	СЗЗ		ЗН		Контрольный пункт (г. Лиски)	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
⁵⁴ Mn	0,4	0,7	н	0,1	н	Н
⁵⁸ Co	н	0,7	н	0,1	н	1,1
⁶⁰ Co	1,5	1,5	0,7	1,1	1,8	0,7
⁹⁰ Sr	1,5	0,7	1,5	0,7	7,3	3,7
¹³⁷ Cs	3,7	7,3	3,3	2,6	3,7	3,7

н – ниже предела обнаружения

100-км зоны (см. табл. 4.65) практически не изменились по сравнению с 2002 г. ((1,0–1,1) Бк/м²·сутки) и были в 1,3 – 1,4 раза ниже средних для территории РФ (1,4 Бк/м²·сутки). Максимальные суточные выпадения $\Sigma\beta$ наблюдались в г. Лиски в июле и составляли 5,0 Бк/м²·сутки. Пятикратного и более превышения фонового уровня выпадений в 2003 г. не наблюдалось.

Результаты γ -спектрометрического анализа проб выпадений приведены в табл. 4.68. Анализ выполнялся отдельно для метеостанции Нововоронеж и для объединенных месячных проб метеостанций Воронеж, Анна, Лиски, Нижнедевицк, расположенных в 100-км зоне влияния НВАЭС (зона 13).

Из радионуклидов техногенного происхождения в месячных пробах выпадений в г. Нововоронеже и в зоне 13 постоянно присутствовал ¹³⁷Cs. ⁶⁰Co был зарегистрирован в г. Нововоронеже лишь в октябре, а в зоне 13 – в январе, в остальных месяцах он был ниже предела обнаружения. Годовые выпадения ¹³⁷Cs в г. Нововоронеже составили 2,87 Бк/м²·год, а в зоне 13 – 1,72 Бк/м²·год, что соответственно в 8,4 и 5,1 раза выше средних значений выпадений ¹³⁷Cs по территории РФ. В 2003 г. выпадения радионуклидов в г. Нововоронеже уменьшились: ¹³⁷Cs – в 1,3 раза, ⁶⁰Co – в 1,8 раза; в зоне 13 выпадения остались на уровне прошлого года.

Таблица 4.68

**Выпадения радионуклидов из атмосферы в 100-км зоне НВАЭС в 2003 г., Бк/м²·месяц
(данные УГМС ЦЧО)**

Месяц	г. Нововоронеж		Зона 13	
	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co
Январь	0,43	н	0,15	0,10
Февраль	0,21	н	0,15	Н
Март	0,21	н	0,10	Н
Апрель	0,35	н	0,13	Н
Май	0,25	н	0,24	Н
Июнь	0,21	н	0,17	Н
Июль	0,21	н	0,21	Н
Август	0,44	н	0,14	Н
Сентябрь	0,32	н	0,15	Н
Октябрь	0,12	0,41	0,14	Н
Ноябрь	0,12	н	0,14	Н
Декабрь	0,35	-	0,10	-
Сумма, Бк/м ² ·год: 2003 г.	2,87	0,41	1,72	0,10
2002 г.	3,72	0,73	1,81	Н

н – ниже порога обнаружения;
- - измерения отсутствуют

Вода и другие объекты окружающей среды

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов в 2003 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}Cs и ^{60}Co в поверхностных водах в районе АЭС [24]. Видно, что объемная активность ^{137}Cs в 2003 г. осталась примерно на уровне предыдущего года, изменялась от 12 мБк/л (водозабор) до 20 мБк/л (старица) и была на три порядка ниже УВ по НРБ-99 (11 Бк/л). Содержание ^{60}Co в воде было ниже предела обнаружения во всех точках отбора.

Таблица 4.69

Содержание радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях в районе НВАЭС (данные ЛВРК НВАЭС)

Место отбора проб	Вода				Донные отложения			
	^{137}Cs , мБк/л		^{60}Co , Бк/л		^{137}Cs , Бк/кг в.-с.		^{60}Co , кБк/кг в.-с.	
	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.	2002г.	2003г.
<u>р. Дон</u>								
4 км выше сброса 1, 2 блоков	17	16	н	н	10	22	-	-
Старица	14	20	н	н	60	12	0,001	0,001
Водозабор 1, 2 блоков	21	12	н	н	20	3	0,007	н
Сбросной канал 1, 2 блоков	13	16	н-20,4*	н	Н	-	33,3-92,7*	-
100 м ниже сброса 1, 2 блоков	-	-	н-0,5	-	20,6	-	0,10	-
0,5 км ниже сброса 1, 2 блоков	14	15	≤0,2	н	9	18	0,061	0,094
6 км ниже сброса 1, 2 блоков	24	18	н	н	31	29	0,009	0,009
15 км ниже сброса 1, 2 блоков	-	-	0,01-<1,0	-	31-51,9	-	0,013	-
<u>Пруд-охладитель 5 блока</u>								
Сброс 5 блока	18	13	н	н	-	-	-	-
Пляж	11	19	н	н	4	3	-	-
Водозабор	19	12	н	н	7	2	-	-
<u>Пруды рыбхоза</u>								
«Нововоронежский»	14	15	н	н	3	5	0,005	0,008

- - данные не поступали;
- н - ниже предела обнаружения;
- * - левый берег устья сбросного канала

В 2003 г. ЛВРК НВАЭС также проводила контроль уровня загрязнения донных отложений радионуклидами в р. Дон, пруде-охладителе и рыбопроизводных прудах рыбхоза «Нововоронежский». Удельная активность ^{137}Cs в донных отложениях пруда-охладителя (табл. 4.69) составляла в среднем 2,5 Бк/кг в.-с., в рыбопроизводном пруде – 5 Бк/кг в.-с., в р. Дон – изменялась от 3 до 29 Бк/кг в.-с. Содержание ^{60}Co в донных отложениях в точках отбора проб колебалось в пределах от 1 до 94 Бк/кг.

Наличие ^{60}Co в донных отложениях, отобранных в точках по р. Дон в 0,5 км и 6 км ниже устья сбросного канала 1 и 2 блоков и в карте № 1 рыбопроизводных прудов рыбхоза «Нововоронежский» по данным АЭС [24] прослеживается с 1995 г. Активность ^{60}Co в донных отложениях ниже устья сбросного канала блоков 1 и 2 колеблется: максимальное значение наблюдалось в 1996 г., затем уменьшение активности в 1997 – 1998 гг., значительное повышение в 2001 г. и понижение в 2002 г. Подробные результаты обследования зоны загрязнения приведены в [19]. В 2003 г. объемная активность ^{60}Co в местах отбора проб несколько увеличилась или осталась на уровне прошлого года.

Причиной поступления ^{60}Co в р. Дон и пруды рыбхоза «Нововоронежский» является разгрузка подземных вод из зоны локализации низкоактивных солевых промышленных отходов ХЖО-2 в устье

сбросного канала 1-го и 2-го блоков. Колебания содержания этого радионуклида в гидробионтах, вероятно, связаны с природными явлениями (количество осадков, уровень воды в р. Дон и др.).

В 2003 г. в наблюдательных скважинах зоны загрязнения ХЖО-2 среднегодовая объемная активность ^{60}Co находилась практически на уровне 2002 г. и изменялась от 0,8 Бк/л (в скважине № 109) до 680 Бк/л (в скважине № 80). В 2003 г. зафиксировано превышение уровня вмешательства по среднегодовому содержанию в воде ^{60}Co ($\text{УВ} = 41$ Бк/л по НРБ-99 [5]) в 12 скважинах (№ 34, 35, 45, 61, 80, 85, 86, 87, 102, 105, 108, 110), по содержанию в воде ^{137}Cs ($\text{УВ} = 11$ 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 на два – три порядка меньше соответствующих критериев УВ и на протяжении всех лет наблюдений стабильны.

В 2000 – 2002 гг. НПО «Тайфун» в рамках совместной программы определялось содержание трития в поверхностных и подземных водах в районе НВАЭС в зоне влияния утечки РАО из ХЖО-2 [27]. Данные исследования показали, что содержание трития в р. Дон практически не отличалось от глобального уровня, в то время как в подземных водах (в воде ряда наблюдательных скважин и впадающих в р. Дон родников, см. рис. 4.12) содержание трития было на два – три порядка выше глобального. Содержание трития в наблюдательных скважинах НВАЭС в 2001 г. в зависимости от места расположения скважин изменялось в пределах от 5 (в скважине № 60) до 1 420 Бк/л (в скважине № 102); в устье сбросного канала 1 – 2 блоков НВАЭС объемная активность трития составляла (6 – 9) Бк/л; в р. Дон – (1 – 4) Бк/л на разных расстояниях от устья сбросного канала; в родниках по берегам устья сбросного канала (места разгрузки загрязненных подземных вод) – порядка (60 – 80) Бк/л. В 2002 г. содержание трития в разгружающихся в р. Дон подземных водах составляло от 10 до 120 Бк/л. Наблюдавшиеся уровни загрязнения воды тритием не превышали уровня вмешательства по НРБ-99 (7 700 Бк/л) [5].

В воде питьевых артезианских водозаборов промзоны НВАЭС и г. Нововоронежа в 2003 г. техногенные радионуклиды были ниже предела обнаружения [24]. Общая активность составляла 0,2 Бк/л и не превышала среднее значение за последние 5 лет (0,3 Бк/л). Объемная суммарная активность α - и β -излучающих нуклидов в воде была значительно меньше нормируемых по НРБ-99.

В рыбе рыбхоза «Нововоронежский» [24] с 1997 г. регистрируется ^{60}Co . В 2002 г. удельная активность ^{60}Co в ней составляла 0,5 Бк/кг сырой массы. Удельная активность ^{137}Cs в рыбе в 2003 г. была, как и в предыдущем году, 0,4 Бк/кг сырой массы.

Загрязнение почвы радионуклидами в районе АЭС определялось ЛВРК НВАЭС [24]. В 2003 г. плотность загрязнения почвы ^{137}Cs в СЗЗ составила 9 кБк/м² (при среднем значении за последние 5 лет 11 кБк/м²), в ЗН – 8 кБк/м² (при среднем значении за последние 5 лет 10 кБк/м²), в контрольном пункте Лиски, расположенном в 50 км от АЭС, – 10 кБк/м² (при среднем значении за последние 5 лет 8 кБк/м²). Анализ данных позволяет сделать вывод, что загрязнение почвы радионуклидами не зави-

сит от удаленности от АЭС. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs во всех пунктах контроля в 4 – 5 раз выше уровня глобального загрязнения на территории РФ (1,9 кБк/кг).

Содержание ^{137}Cs в местной сельскохозяйственной продукции было намного ниже нормативов по СанПиН-96 [6]: в молоке – 0,1 Бк/кг сырой массы, в мясе – 0,7 Бк/кг сырой массы, в пшенице – 0,1 Бк/кг в.-с., в картофеле – 0,2 Бк/кг в.-с. ^{131}I в молоке контрольного стада обнаружен не был.

Среднегодовое значение мощности экспозиционной дозы γ -излучения в 2003 г. в СЗЗ и ЗН по данным АСКРО НВАЭС было 10 и 9 мкР/час соответственно. Максимальное значение МЭД в СЗЗ достигало 16 мкР/час, в ЗН – 19 мкР/час. По данным маршрутных обследований, проведенных ЛВРК АЭС в 2003 г., 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 γ -облучения в 2003 г. в СЗЗ составила $55,8 \cdot 10^{-5}$ Гр, в ЗН – $56,6 \cdot 10^{-5}$ Гр, в контрольном пункте Лиски – $48,7 \cdot 10^{-5}$ Гр.

По данным наблюдений УГМС ЦЧО [26] в 100-км зоне вокруг НВАЭС, среднемесячные значения мощности экспозиционной дозы γ -излучения изменялись от 8 до 13 мкР/ч. Максимальное значение МЭД наблюдалось в СКФМ (17 мкР/ч), что обусловлено остаточным загрязнением от аварийного выброса Чернобыльской АЭС в 1986 г. Эти значения практически не отличаются от результатов 2002 г.

Таким образом, в 2003 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 радиоактивное загрязнение окружающей среды, которое выражается в появлении в атмосфере близлежащих населенных пунктов продуктов деления и нейтронной активации, объемные активности которых в 10^5 – 10^8 раз ниже установленных нормативов. Радиационный инцидент, произошедший в 1985 г., через много лет привел к загрязнению ^{60}Co подземных вод, донных отложений в р. Дон и прудах рыбхоза «Нововоронежский», небольших участков почвы в устье сбросного канала и рыбы в прудовом хозяйстве.

4.10. Смоленская АЭС

Смоленская АЭС (САЭС) расположена на юге Смоленской области в 35 км от г. Рославля.

Местность находится в пределах лесной зоны западной части Русской равнины. Часть территории занята Смоленско-Московской возвышенностью. Высота в пределах области изменяется от 140 до 330 м [28].

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 км². Створ плотины расположен в междуречье р. Десны и её притока р. Сельчанка в 7 км от п. Екимовичи.

Климат района САЭС формируется под влиянием атлантических и континентальных воздушных масс – умеренно-континентальный [27]. Зима умеренно холодная с устойчивым снежным покровом, со средней температурой от минус 4°С до минус 16°С. Лето тёплое. Самая высокая температура наблюдается в июле. Средняя годовая температура ≈ 7°С.

Ветровой режим района водохранилища в годовом разрезе характеризуется равномерным распределением ветров по всем румбам. В летний период наблюдается некоторое преобладание ветров северо-западной четверти, в зимний – южных ветров.

Размер зоны наблюдения для САЭС определён площадью радиусом 30 км. Площадь территории составляет 2 797,7 км². 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 км² [28]. Численность населения, проживающего в районе зоны наблюдения САЭС, составляет 125,9 тыс. человек: городское – 104,7 тыс. человек, сельское – 21,2 тыс. чел.

Санитарно-защитная зона САЭС определена площадью радиусом 3 км.

На САЭС эксплуатируется три энергоблока с реакторами РБМК-1000 одноконтурного типа общей мощностью 3000 МВт. Все энергоблоки оснащены системами локализации аварий, исключающими выброс радиоактивных веществ в окружающую среду даже при самых тяжёлых, предусмотренных проектом авариях, связанных с разрывом трубопроводов контура охлаждения реактора максимального диаметра [28].

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 отработанного ядерного топлива на территории промплощадки оборудовано хранилище отработанного ядерного топлива (ХОЯТ).

Поступление радионуклидов в окружающую среду с газоаэрозольными выбросами происходит через вентиляционные трубы (ВТ-1, ВТ-2).

Содержание радионуклидов в газоаэрозольных выбросах САЭС в 2003 г. представлены в табл. 4.70 [2, 28]. Там же для сравнения приведены данные за 2002 г. [2].

Таблица 4.70

Мощность выбросов регламентируемых радионуклидов в атмосферу на САЭС, Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный выброс	Фактический выброс		Увеличение (+), снижение (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
⁶⁰ Со	2,5·10 ⁹	1,41·10 ⁷	1,97·10 ⁸	- 1,83·10 ⁸
¹³¹ I	9,3·10 ¹⁰	5,3·10 ¹⁰	1,56·10 ⁹	- 1,03·10 ⁹
¹³⁴ Cs	1,4·10 ⁹	5,51·10 ⁶	1,05·10 ⁷	- 4,99·10 ⁶
¹³⁷ Cs	4,0·10 ⁹	1,86·10 ⁷	3,89·10 ⁷	- 2,03·10 ⁷
Сумма ИРГ	3,7·10 ¹⁵	2,18·10 ¹⁴	3,25·10 ¹⁴	- 1,07·10 ¹⁴

Из табл. 4.70 видно, что в 2003 г. по сравнению с предыдущим годом выбросы регламентированных радионуклидов уменьшились: выбросы ^{60}Co – в 14 раз, ^{137}Cs и ^{134}Cs – в 2 раза, ^{131}I – в 3 раза и ИРГ – в 1,5 раза. Мощности выбросов всех радионуклидов в 2003 г. не превышали соответствующих нормативов, установленных органами Минприроды РФ и Минздравом РФ применительно к промзоне САЭС. Наибольший вклад в абсолютную величину активности выброса вносили ИРГ и ^{131}I .

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 прямиков грунтовых вод машзалов и баков приемки вод пожаротушения через очистные сооружения промливневой канализации (ПЛК) в водоем-охладитель.

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами САЭС в водоем-охладитель показаны в табл. 4.71 по данным САЭС [2, 28]. Общий объем сброса сточных вод в 2003 г. составлял $58\,070\text{ м}^3$ [28] с активностью $1,56 \cdot 10^7$ Бк.

Таблица 4.71

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть на САЭС в 2003 г., Бк/год

Наименование радионуклида	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Снижение (-), увеличение (+) сбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
		2003 г.	2002 г.	
^{54}Mn	$8 \cdot 10^9$	$1,47 \cdot 10^6$	$9,48 \cdot 10^5$	$+ 5,22 \cdot 10^5$
^{60}Co	$1,6 \cdot 10^9$	$3,40 \cdot 10^6$	$2,35 \cdot 10^6$	$+ 1,05 \cdot 10^6$
^{134}Cs	$1,7 \cdot 10^{10}$	$6,77 \cdot 10^5$	$8,79 \cdot 10^5$	$- 2,02 \cdot 10^5$
^{137}Cs	$8,0 \cdot 10^9$	$1,01 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^7$	$- 1,00 \cdot 10^6$

Из приведенных данных видно, что сбросы радионуклидов на САЭС в 2003 г. не превышали разрешенных и составляли $4,0 \cdot 10^{-5} - 1,5 \cdot 10^{-2}$ от установленных нормативов. Сбросы ^{54}Mn и ^{60}Co повысились: в 1,6 и 1,5 раза соответственно. Сброс ^{134}Cs уменьшился в 1,3 раза. Сбросы ^{137}Cs остались практически на уровне предыдущего года. Кроме указанных в табл. 4.71 радионуклидов, в сбросных водах в небольших количествах присутствовали ^{58}Co , ^{95}Nb , ^{90}Sr , ^{51}Cr и ^{59}Fe с суммарной активностью $2,62 \cdot 10^6$ Бк.

Радиационный мониторинг окружающей среды в СЗЗ и ЗН осуществлялся лабораторией внешнего радиационного контроля (ЛВРК) САЭС. В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения САЭС в 2003 г. осуществлялись следующие виды контроля:

- контроль мощности экспозиционной дозы γ -излучения и годовой поглощенной дозы на местности;
- контроль объемной активности радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы и активности радиоактивных выпадений на местности;

- контроль содержания 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 «Тайфун-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. Отбор проб почвы производился один раз в год в пунктах постоянного наблюдения.

В табл. 4.72 приведены среднегодовые объемные активности радионуклидов в воздухе в СЗЗ, ЗН. Данные по контрольному пункту Кириллы, расположенном в 35 км на юго-запад от АЭС в 2003 г. не приводятся, вероятно, измерения не проводились. Наибольшие объемные активности радионуклидов в воздухе наблюдались в СЗЗ. Техногенные радионуклиды ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co , отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона, регистрировались и в ЗН САЭС. Объемные активности радионуклидов в ЗН в 2 – 15 раз меньше, чем в СЗЗ. В 2003 г. по сравнению с предыдущим годом объемные активности всех контролируемых радионуклидов в воздухе СЗЗ уменьшились: ^{137}Cs и ^{134}Cs – в 1,4 раза, ^{60}Co и ^{54}Mn – в 2 раза, а ^{51}Cr – в 1,6 раза. В зоне наблюдения в 2,5 раза увеличилась объемная активность ^{54}Mn и в 1,6 раза – ^{137}Cs , объемные активности ^{134}Cs и ^{60}Co остались на уровне прошлого года, а объемная активность ^{51}Cr уменьшилась в 2 раза. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в СЗЗ и ЗН АЭС была соответственно в 10 и 3 раза выше, чем в среднем по территории РФ. В то же время, наблюдаемые объемные активности техногенных радионуклидов в приземной атмосфере вокруг АЭС были существенно ниже допустимых по НРБ-99.

Таблица 4.72

Среднегодовая объемная активность радионуклидов в приземном воздухе в районе САЭС в 2003 г., 10^{-7} Бк/м³ (данные ЛВРК АЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{134}Cs		^{60}Co		^{54}Mn		^{51}Cr	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
СЗЗ	40	57	4,0	5,7	105	200	9,6	19	63	100
ЗН	13,4	21	0,6	< 2	7	6	5	2	20	40
Контрольный пункт	-	10	-	< 1	-	4	-	1	-	40

По данным ЛВРК АЭС в 2003 г. загрязнение почвы ^{137}Cs в СЗЗ составляло 2,1 кБк/м², в ЗН – 9,8 кБк/м² в контрольном пункте (п. Кириллы) – 6,7 кБк/м². Загрязнение почвы ^{137}Cs в ЗН и п. Кириллы в среднем было в 3,8 раза выше уровня глобального загрязнения по территории РФ. Возможно, это остаточное загрязнение после Чернобыльской аварии 1986 г.

Контроль жидких сбросов САЭС включал измерения содержания радионуклидов:

- в воде сбросных каналов и р. Десна;

- в воде водохранилища в районе д. Холмец (контрольная точка выше зоны циркуляций);
- в донных отложениях.

Для отбора проб воды открытых водоемов использовались два способа:

- концентрирование и разделение взвешенных форм радионуклидов и растворенной фракции цезия с использованием пробоотборной установки «Мидия». Объем отбираемых проб – до 800 литров;
- концентрирование радионуклидов на ионообменной смоле КУ-2 из отобранной пробы объемом 20 литров.

Отбор проб сельскохозяйственной продукции производился в хозяйствах, расположенных в зоне наблюдения САЭС, один раз в год после сбора урожая.

Основная часть объемной активности воды Десногорского водохранилища и р. Десны ниже плотины обусловлена присутствием в ней ^{137}Cs , максимальная объемная активность которого составляла 8,8 мБк/л, что находится на уровне прошлого года и на несколько порядков ниже УВ по НРБ-99 [5]. Присутствие ^{137}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. 4.73 представлены результаты обследования донных отложений в водоемах в районе САЭС. Пробы донных отложений отбирались с поверхностных слоев:

- на мелководье путем снятия слоя стеклянной банкой емкостью 1 л;
- на глубоких местах – дночерпателем.

Как видно из табл. 4.73, наибольшая удельная активность ^{137}Cs в 2003 г. в донных отложениях, как и в 2002 г., наблюдалась в районе плотины, а также в р. Соложа, где удельная активность ^{137}Cs возросла в 2,5 раза по сравнению с предыдущим годом. Кроме ^{137}Cs в донных отложениях водоемов в районе САЭС присутствует ^{60}Co . В среднем, содержание ^{137}Cs в донных отложениях в 2003 г. увеличилось, а ^{60}Co уменьшилось.

Таблица 4.73

Содержание радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе САЭС в 2003 г., Бк/кг в.-с. (данные ЛВРК АЭС)

Место отбора проб	^{137}Cs		^{60}Co	
	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.
р. Соложа	120	49	1,4	-
д. Трояново	99	77	3,0	3,7
Очистные сооружения	30	72	2,3	2,3
Плотина	150	120	4,8	5,5
Городской пляж	94	100	3,3	7,0
р. Десна	12	17	3,4	6,0
Среднее	84,2	72,5	3,0	4,9

В зерновых культурах (рожь, овес, пшеница) окрестных хозяйств [28] удельная активность ^{137}Cs в 2003 г. составляла 0,27 Бк/кг сырой массы, в рыбе (окунь) – 5,3 Бк/кг сырой массы. Содержа-

ние ^{137}Cs и ^{90}Sr 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 γ -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.

Радиационный мониторинг окружающей среды в 100-км зоне вокруг САЭС на стационарных пунктах наблюдения осуществляет Центральное УГМС [17]. В 2003 г. в 100-км зоне действовало семь стационарных пунктов наблюдения за МЭД и четыре пункта наблюдения за атмосферными выпадениями (см. рис. 4.14). Наблюдения за объемной активностью радиоактивных продуктов в воздухе не проводились. По данным ежедневных наблюдений, представленных в табл. 4.74, максимальные уровни атмосферных выпадений $\Sigma\beta$ в течение 2003 г. в 100-км зоне вокруг АЭС не превышали 4,3 Бк/м²·сутки (п. Жуковка, апрель), а среднегодовые значения находились в пределах от 0,4 до 0,8 Бк/м²·сутки, т.е. в пределах фоновых уровней и не отличались от данных 2002 г.

Таблица 4.74

Среднемесячная (с) и максимальная суточная (м) $\Sigma\beta$ атмосферных выпадений в 100-км зоне вокруг САЭС в 2003 г., Бк/м²·сутки (данные Центрального УГМС)

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
Ельня	с	0,4	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,4	0,3
	м	1,2	0,8	1,2	1,9	1,4	1,5	1,7	1,1	1,4	2,3	2,3	0,9		
Смоленск	с	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
	м	1,0	1,0	1,4	1,8	1,3	1,3	1,5	1,3	1,5	1,6	1,3	1,7		
Жуковка	с	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9
	м	1,0	1,6	1,9	4,3	1,3	1,6	2,2	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2		
Спас-Деменск	с	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
	м	1,1	1,2	1,3	1,3	2,1	0,9	0,9	1,3	1,0	1,2	1,2	1,1		

Мощность дозы γ -излучения регистрировалась на постах постоянного наблюдения переносными приборами с периодичностью один раз в 10 дней и круглосуточно в населенных пунктах зоны наблюдения измерителями радиационного фона СТБК, на территории промплощадки – переносным прибором по установленному регламенту маршруту.

Среднегодовая величина мощности дозы γ -излучения по данным АСКРО САЭС в СЗЗ и ЗН составляла 10 мкР/ч. При маршрутных обследованиях на территории СЗЗ и ЗН САЭС регистрировались значения МЭД 15 и 12,7 мкР/ч соответственно.

Годовая поглощенная доза на местности измерялась термолюминесцентными дозиметрами ТЛД 500-К 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 техно-

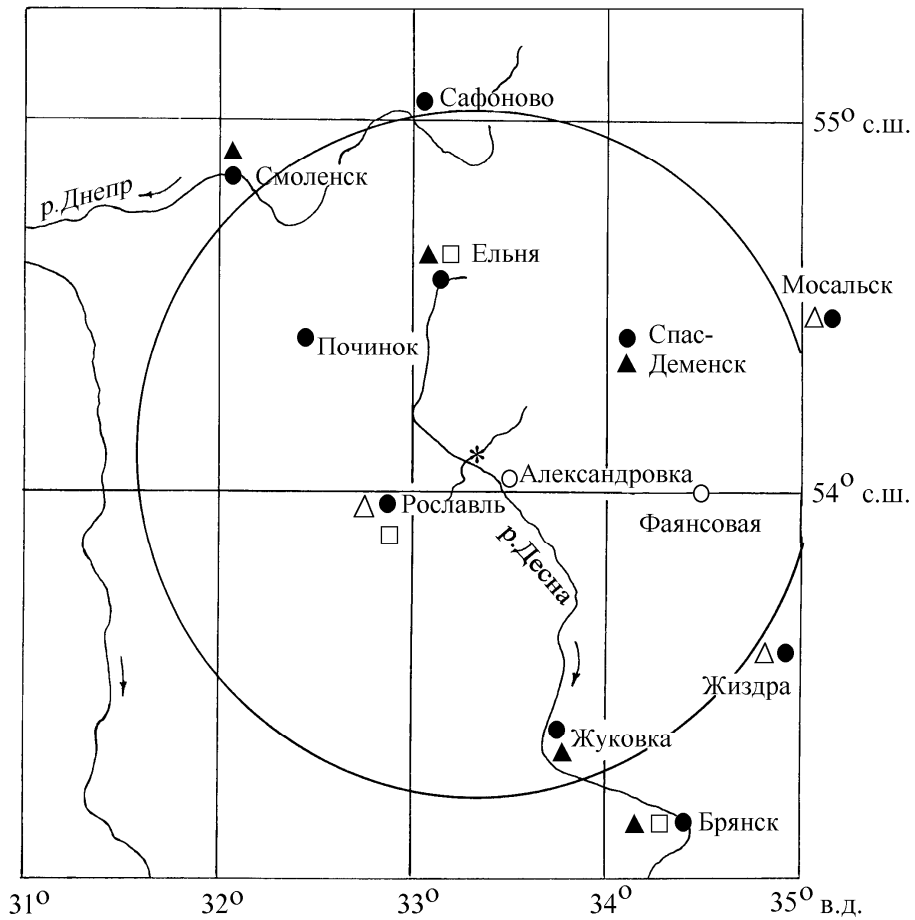


Рис. 4.14. Расположение пунктов радиационного мониторинга в 100-км зоне вокруг Смоленской АЭС:

- * — АЭС;
- — наблюдения за γ -фоном;
- ▲ — отбор проб атмосферных выпадений;
- — отбор проб атмосферных аэрозолей;
- △ □ — планируемые наблюдения

генных факторов, практически не зависело от расстояния и направления от АЭС, а диапазон измеренных значений годовых поглощенных доз варьировал в пределах $(44 - 85) \cdot 10^{-5}$ Гр, что находится на уровне естественного радиационного фона.

По данным ежедневных наблюдений Центрального УГМС в 2003 г. среднемесячные значения МЭД в разных пунктах 100-км зоны вокруг САЭС изменялись в пределах от 9 до 13 мкР/ч, максимальные среднесуточные значения достигали 19 мкР/ч (в г. Смоленске), что соответствует природным флуктуациям естественного γ -фона.

Из анализа приведенных выше данных следует, что Смоленская АЭС оказывает влияние на загрязнение объектов окружающей среды в 35-км зоне ^{60}Co . В приземной атмосфере 35-км зоны САЭС наблюдаются отсутствующие в составе глобального радиоактивного фона ^{51}Cr , ^{54}Mn и ^{60}Co , хотя наблюдаемые уровни загрязнения воздуха этими радионуклидами на несколько порядков ниже нормативных уровней, установленных НРБ-99.

Список литературы к разделу 4

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1993 г. Ежегодник. Под ред. К.П.Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1994.
2. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н., Косова О.Е. Радиационная обстановка на предприятиях Минатома в 2003 году. – М: ВНИИХТ, 2004.
3. Мышов А.С. Справка по радиационному мониторингу окружающей среды за 2003 г. в регионе расположения Балаковской АЭС. – Балаково: Балаковская АЭС, 2004.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2002.
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. Бигильдеева Н.Р., Шахов Д.Б. О результатах оперативно-производственной деятельности Приволжского УГМС в 2003 году по осуществлению радиационного мониторинга. Отчет. – Самара: Приволжское УГМС, 2004.
8. Рафиков Е.М., Колтик И.И. Отчет о радиационной обстановке в районе расположения Белоярской АЭС за 2003 г. – Заречный: Белоярская АЭС, 2004.
9. Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2003 году. Ежегодник. – Екатеринбург: Уральское УГМС, 2004.
10. Филатов И.М. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Билибинской АЭС за 2003.– Билибино: Билибинская АЭС, 2004.
11. Мастакова Н.В. Отчет по оперативно-производственной работе по мониторингу радиоактивного загрязнения Чукотского УГМС в 2003 году. – Певек: Чукотское УГМС, 2004.
12. Галиев Р.С., Банников Г.Н. Радиационная обстановка в районе расположения Ростовской АЭС за 2003 г. Отчет. – Волгодонск: Ростовская АЭС, 2004.
13. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-99) СП 2.6.1.27–2000. – М: 2000.

14. Буренина Г.П. Годовой отчет об оперативно-производственной работе радиометрической лаборатории Ростовского областного ЦГМС в 2003 г. – Ростов-на-Дону: Северо-Кавказское УГМС, 2004.
15. Сорока А.А., Бугаева Л.Г., Отченашева Л.Н., Носарева Ю.А. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Калининской АЭС за 2003 г. – Удомля: Калининская АЭС, 2004.
16. Хрисанфов Ю.В. Обзор радиоактивного загрязнения природной среды на территории, обслуживаемой Северо-Западным УГМС. – СПб.: Северо-Западное УГМС, 2004.
17. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе отдела радиационного мониторинга (ОРМ) ГУ «Московского ЦГМС-Р» в 2003 году. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2004.
18. Белев В.Я., Карабнев Е.И. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Кольской АЭС за 2003 г. – Полярные Зори: Кольская АЭС, 2004.
19. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2002 г. Ежегодник. Под ред. С.М. Вакуловского. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
20. Мокротоварова О.И., Короткова Т.Д., Михайлова Г.И. Обзор о радиоактивном загрязнении окружающей природной среды на территории деятельности Мурманского УГМС в 2003 году. – Мурманск: Мурманское УГМС, 2004.
21. Стасенко В.В. О радиационной обстановке в районе размещения Курской АЭС за 2003 год. Отчет. – Курчатова: Курская АЭС, 2004.
22. Черемисов В.А., Богучарский А.Г., Сопин С. Е. и др. Отчет по контролю за радиоактивным загрязнением природной среды в районе Курской АЭС за 2003 год. – Курск: УГМС ЦЧО, 2004.
23. Епихин А.И., Козлов Е.П., Степанов С.В. Отчет о радиационной обстановке в районе размещения Ленинградской атомной станции в 2003 г. – Сосновый Бор: Ленинградская АЭС, 2004.
24. 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.
25. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1994 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – Обнинск: НПО «Тайфун», 1995.
26. Кобзев И.П., Черемисов В.А. Об оперативно-производственной деятельности УГМС ЦЧО по радиационному мониторингу за 2003 год. Отчет. – Курск: УГМС ЦЧО, 2004.
27. Никитин А.И., Катрич И.Ю., Крышев И.И. Анализ радиационного риска и радиоэкологический мониторинг трития на объектах ядерного комплекса России. Отчет. – Обнинск: НПО «Тайфун», 2003.
28. Краснов И.М., Паршин А.М., Скворода Г.А., и др. Радиационный мониторинг окружающей среды в регионе САЭС в 2003 г. Отчет. – Десногорск: Смоленская АЭС, 2004.

5. РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ

5.1. Радиационная обстановка в г. Москве и Московской области

Радиационный мониторинг на территории Москвы и Московской области проводится Московским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ГУ «Московский ЦГМС – Р») Росгидромета. Наблюдения за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы проводятся ежедневно путем круглосуточного отбора проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки на фильтр ФПП-15-1,5 в п. Подмосковная [1]. Радиоактивные выпадения контролируются в пяти пунктах, два из которых расположены на территории Москвы, остальные — на территории области. Отбор проб радиоактивных выпадений производится с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией. Мощность экспозиционной дозы гамма-излучения измеряется ежедневно на 16 станциях Москвы и области.

Данные о суммарной бета-активности атмосферных аэрозолей и выпадений на подстилающую поверхность за 2003 г. представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Среднемесячные (с) и максимальные суточные (м) выпадения и объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере Москвы и Московской области в 2003 г.

Пункт наблюдения		Месяц												Среднее	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2003 г.	2002 г.
		<u>Выпадения, Бк/м²-сутки</u>													
Подмосковная	с	1,1	0,8	0,7	0,8	1,3	0,8	0,8	1,3	1,2	1,5	0,9	1,1	1,0	0,4
	м	4,3	2,8	3,0	2,2	3,9	2,8	2,9	3,6	3,7	4,6	3,7	4,4		
Балчуг	с	0,3	0,6	0,8	1,3	1,4	0,9	0,9	1,0	1,4	1,6	1,2	0,9	1,0	0,5
	м	1,7	2,9	3,3	4,1	3,7	3,8	2,6	3,5	3,8	4,8	3,6	3,3		
ВВЦ	с	0,4	1,0	0,9	1,1	0,5	0,8	1,2	1,2	0,2	0,7	1,4	1,1	0,9	0,5
	м	2,0	4,0	4,0	4,5	1,9	3,8	4,1	2,8	0,6	2,3	4,4	4,1		
ЦВС	с	0,6	0,5	0,9	0,6	0,9	0,2	0,4	0,9	0,8	0,9	0,9	1,1	0,7	0,3
	м	3,6	2,8	3,2	8,1	3,1	0,6	1,4	4,6	3,6	3,5	2,7	3,8		
Новый Иерусалим	с	0,5	0,9	0,6	0,8	1,4	0,7	1,2	1,5	1,2	0,6	1,0	1,0	0,9	0,4
	м	4,8	4,2	3,6	4,1	3,9	2,2	2,8	3,3	4,3	2,9	2,3	3,5		
Среднее:															
по зоне наблюдения		0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	0,7	0,9	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	0,9	0,4
	по центру ЕТР	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	0,9	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2		
		<u>Объемная активность, 10⁻⁵ Бк/м³</u>													
Подмосковная	с	23,4	39,6	21,8	18,5	16,8	18,2	17,5*	-	-	-	-	-	22,9	22,3
	м	70,5	305,0	60,4	44,5	92,7	-	41,6*	-	-	-	-	-		

* – пробы отбирались 15 дней

Из табл. 5.1 видно, что в первом полугодии 2003 г. максимальная среднесуточная и среднемесячная объемная активность $\Sigma\beta$ в приземной атмосфере в Подмосковной наблюдалась в феврале. Средняя за полгода объемная активность $\Sigma\beta$ в 2003 г. составила $22,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Объемная активность $\Sigma\beta$ в 2003 г. практически не отличалась от уровня 2002 г. и была в 1,3 раза выше средневзвешенной объемной активности по центру ЕТР ($18,1 \cdot 10^5$ Бк/м³). Выпадения $\Sigma\beta$ на подстилающую поверхность

увеличились по сравнению с 2002 г. в 2 раза, но не превышали регионального уровня ($1,0 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{сутки}$ для центра ЕТР).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы на территории Москвы и области изменялась в пределах от 6 мкР/ч в г. Дмитрове до 14 мкР/ч в гг. Клин и Новый Иерусалим, что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальные значения МЭД не превышали 19 мкР/ч .

Радиационная обстановка в Москве также систематически контролируется МосНПО «Радон». Наблюдения за радиоактивностью объектов окружающей среды и дозами излучения на территории города выполняются согласно постановлению Правительства Москвы № 945 «о мерах по повышению радиационной безопасности населения г. Москвы» [2].

Система радиационно-экологического мониторинга г. Москвы состоит из мобильных и стационарных средств контроля, центрального лабораторного комплекса и информационно-аналитического центра. Мобильные средства включают в себя автомобильный и водный комплексы для проведения авто-гамма-съемки в районах промышленных и жилых застроек города и радиационного мониторинга поверхностных вод и донных отложений основных водных транспортных путей Московского региона. Стационарные средства – это режимная наземная сеть наблюдений (134 пункта) и гидрологическая сеть (64 пункта), а также пять постов радиационного контроля приземной атмосферы, шесть постов контроля поверхностных вод и сеть измерителей мощности экспозиционной дозы γ -излучения (МЭД). МЭД непрерывно измеряется автоматизированными датчиками в 50 точках. При превышении МЭД критического значения автоматически осуществляется связь с информационным центром.

Схема радиационного мониторинга в г. Москве представлена на рис. 5.1. Пробы атмосферных аэрозолей отбирались с помощью ВФУ «Тайфун-4» производительностью $1 \text{ 200 м}^3/\text{ч}$ с осаждением на фильтр ФПП-15-1,5. Атмосферные выпадения собирались в высокооборотные кюветы. После недельной экспозиции пробы поступали на радиометрический и гамма-спектрометрический анализы. Отбор проб речной воды и донных отложений производился раз в месяц на шести стационарных створах рек Москва, Сетунь, Сходня, Яуза, а также в устье Соболевского ручья как наиболее вероятного места поступления промышленных загрязнений. Радиоактивность почв и грунтов определялась в 134 пунктах контроля по пробам верхнего поддернового слоя, отобраным на глубину 5 см с площади 10 м^2 методом «конверта». Кроме того, на каждом пункте отбирались пробы травы, листвы и снега.

В процессе мониторинга в 2003 г. отобрано и проанализировано более 2 500 проб объектов окружающей среды, в 300-х точках с помощью термомлюминесцентных дозиметров измерялась поглощенная доза.

В пробах окружающей среды г. Москвы основными дозообразующими радионуклидами являются продукты распада природных урана и тория, космогенный ^7Be и техногенные радионуклиды глобальных выпадений. В табл. 5.2 по данным [2] приведены среднегодовые значения контролируемых параметров объектов окружающей среды в 2003 г. и для сравнения в 2002 г.



Рис. 5.1. Схема радиационно - экологического мониторинга г. Москвы

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------|
| ▲ | отбор проб аэрозолей и выпадений; | ▮ | водный монитор-пост; |
| ■ | отбор проб поверхностных вод; | ▬ | измерение γ -фона; |
| ● | пункт режимной сети | | |

Из табл. 5.2 видно, что удельные активности природных и техногенных радионуклидов в почве, листе, траве и донных отложениях не превышали фоновых уровней. Среднегодовая объемная активность суммы бета-активных радионуклидов ($\Sigma\beta$) в приземной атмосфере г. Москвы не изменилась по сравнению с 2002 г. и не превышала средневзвешенного по территории центра ЕТР значения ($18,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/ м^3). Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере увеличилась в 2003 г. в 1,5 раза по сравнению с 2002 г. и в 2 раза превышала средневзвешенное по территории центра ЕТР значение ($9,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3). Выпадения $\Sigma\beta$ на территории г. Москвы в 2003 г. не превышали фонового уровня ($1,4$ Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{сутки}$), а выпадения ^{137}Cs были на уровне средневзвешенных по территории центра ЕТР ($0,73$ Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{год}$).

Таблица 5.2

Содержание радионуклидов в объектах окружающей среды г. Москвы

Контролируемые параметры среды	$\Sigma\beta$		Радионуклид									
			^{226}Ra		^{232}Th		^{40}K		^7Be		^{137}Cs	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Объемная активность в приземной атмосфере, 10^{-5} Бк/ м^3	13	13	0,26	0,25	0,29	0,20	2,1	0,21	260	130	0,13	0,20
Выпадения на подстилающую поверхность, Бк/ $\text{м}^2 \cdot \text{год}$	438	438	-	29,2	-	29,2	237	237	438	475	0,58	0,58
Удельная активность:												
почва, грунт, Бк/кг	445	370	14	17	21	22	355	365	-	-	8	7
листва, Бк/кг	1140	820	5	7	3	4	740	740	150	260	4	3
трава, Бк/кг	1280	1270	7	8	6	7	890	890	125	270	4	5
донные отложения, Бк/кг	435	290	15	13	16	15	290	300	-	-	4	5
Объемная активность: поверхностные воды, мБк/л	150	160	-	3,6	-	6,1	-	10	-	-	-	1,2

- - измерения не проводились

Следует отметить, что в 2003 г. был зарегистрирован радиоактивный ^{131}I в пробах воздуха в районе Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева с 29 по 31 января ($1,0 \cdot 10^{-6}$ Бк/ м^3) и с 9 по 12 марта ($4,9 \cdot 10^{-6}$ Бк/ м^3), что указывает на функционирование в городе радиационно опасных объектов. Однако зарегистрированные объемные активности на шесть порядков ниже предельно допустимого уровня по НРБ-99 [3] для объемной активности ^{131}I , равного 7 Бк/ м^3 .

В радионуклидном составе донных отложений преобладали ^{226}Ra (13 Бк/кг), ^{232}Th (15 Бк/кг) и ^{137}Cs (5 Бк/кг). Максимальная удельная активность ^{137}Cs (520 Бк/кг) имела место в районе Соболевского ручья, принимающего свыше 30 лет промстоки предприятий и институтов с радиоактивной спецификой научной и производственной деятельности. Причем, за счет шлюзовых разнонаправленных движений воды, повышенные значения наблюдались и выше по течению от места впадения ручья. Максимум содержания (95 Бк/кг) ^{226}Ra в донных отложениях отмечался в низовье реки Москвы около сброса Московского завода полиметаллов. Повышенные значения удельной активности ^{232}Th наблюдались у г. Красногорска (200 км) 47,5 Бк/кг и до 45 Бк/кг в Троице-Лыковой пойме, в луке Серебряного бора и у плотины Карамышево (190 км).

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы на территории Москвы составляла 11 мкР/ч, что соответствует фоновым значениям.

С целью определения радиоэкологических условий проживания населения и пребывания детей в школах и садах в 2003 г. было обследовано 409 жилых зданий, 88 школ и 94 детских образовательных учреждения. В воздухе обследованных квартир и служебных помещений среднегодовая ЭРОА радона не превышала 20 Бк/м³, а мощность дозы составляла 8 – 20 мкР/ч [2]. Согласно НРБ-99 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³.

В 2003 г. ГУП МосНПО «Радон» продолжал работы по выявлению и дезактивации участков радиоактивного загрязнения (УРЗ), которые включили в себя 8 000 км маршрутов авто-гамма-съемки, пешеходную γ -съемку, охватившую 29 км² городской территории, и дезактивационные работы. Было выявлено и дезактивировано 25 УРЗ. Среди площадных УРЗ максимальная экспозиционная доза γ -излучения составила 23 мР/ч. Вывезено на переработку 45,5 тонн РАО, обследовано 35 рынков и вывезено 1042 кг загрязненных продуктов питания.

Анализ радиационно-экологической обстановки в Москве за 2003 г. показал, что за исключением упомянутых выше УРЗ, контролируемые параметры объектов природной среды находились на уровне многолетних значений, характерных для радиационного фона столицы, 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 Ежегоднике за 2000 г.[4]. Там же были приведены карты плотности загрязнения почв Южно-Уральского региона ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs по состоянию на 1997 г.

На территории этого радиоактивного следа, который примерно совпадает с районом предполагаемых нештатных выбросов ПО «Маяк», Уральское УГМС в 13 пунктах проводит систематические наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями и мощностью экспозиционной дозы [5].

Суммарные за 2003 г. выпадения долгоживущих β -активных радионуклидов, а также ^{137}Cs и ^{90}Sr приведены в табл. 5.3. Расположение этих пунктов контроля представлено на рис. 2.1 в разд. 2 и рис. 4.3 в разд. 4. Выпадения $\Sigma\beta$ в пункте наблюдения определялись в каждой суточной пробе, ^{137}Cs – в объединенной за месяц пробе, ^{90}Sr – в пробе, объединенной за квартал.

Таблица 5.3
Выпадения $\Sigma\beta$, ^{137}Cs и ^{90}Sr в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа в 2001 – 2003 гг., Бк/м²·год

Пункт наблюдения	$\Sigma\beta$			^{137}Cs			^{90}Sr		
	2003 г.	2002 г.	2001 г.	2003 г.	2002 г.	2001г.	2003 г.	2002 г.	2001 г.
Аргаяш	292	329	292	2,4	7,2	7,2	3,7	9,4	8,7
Багаряк	-	-	292	-	3,6	3,6	-	-	-
Байны	146	-	146	6,0	3,6	2,4	1,9	3,4	3,8
Береговой	-	256	219	-	3,6	2,4	-	-	-
Богданович	183	183	183	1,2	н	6,0	2,0	2,6	3,0
Бродокалмак	329	329	329	2,4	2,4	2,4	3,2	6,7	4,9
Ирбит	146	146	146	1,2	2,4	2,4	2,8	2,3	4,1
Каменск-Уральский	183	146	183	2,4	2,4	2,4	1,8	4,7	5,8
Камышлов	146	183	183	1,2	1,2	2,4	2,9	3,3	4,3
Муслюмово	365	292	292	4,8	3,6	10,8	7,3	15,5	9,0
Новый Завод	146	146	146	1,2	2,4	1,2	1,8	5,2	3,9
Рыбниковское	183	146	146	2,4	2,4	2,4	2,0	5,0	6,6
Тавда	146	146	146	2,4	1,2	7,2	2,3	5,2	2,6
Талица	146	146	183	2,4	2,4	2,4	1,7	3,2	2,5
Среднее по территории ВУРС	219	183	219	2,4	2,4	3,9	2,8	5,5	4,9
Фон для Уральского региона	183	183	183	1,2	1,2	1,2	1,6	1,92	2,04

Анализ данных о величине выпадений радиоактивных продуктов в районе территории Восточно-Уральского радиоактивного следа показывает, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ практически не меняются в течение последних трех лет и не превышают средних данных по Уральскому региону.

Годовые выпадения ^{137}Cs на территории ВУРС в 2003 г. не изменились по сравнению с 2002 г., но превышали региональные фоновые в 2 раза. Максимальные выпадения ^{137}Cs , усредненные по территории ВУРС, наблюдались в июле (0,4 Бк/м²·месяц), тогда как в среднем по Уральскому региону выпадения составляли 0,1 Бк/м²·месяц. По отдельным пунктам наблюдений максимальные годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в Муслюмово (9,0 Бк/м²·год) и в Аргаяше (8,7 Бк/м²·год), которые входят в 100-км зону наблюдения вокруг ПО «Маяк».

В 2003 г. в среднем на территории всего Уральского региона выпадения ^{90}Sr уменьшились в 1,2 раза. Годовые выпадения ^{90}Sr , усредненные по территории ВУРС, тоже уменьшились примерно в 2 раза, но все еще превышали региональный фон в 1,7 раза. Наибольшие средние по территории ВУРС выпадения были зарегистрированы в четвертом квартале (0,87 Бк/м²·квартал). Максимальные годовые выпадения ^{90}Sr наблюдались в Муслюмово (7,3 Бк/м²·год), на остальных пунктах наблюдения они изменялись от 1,7 Бк/м²·год до 3,7 Бк/м²·год.

В 2001 – 2003 гг. годовые выпадения ^{90}Sr на территории ВУРС превышали фоновые в 2,5 раза, в 3 раза и 1,7 раза соответственно. Превышение регионального фонового уровня на территории ВУРС связано с ветровым подъемом и переносом радионуклидов на загрязненной ранее территории.

Среднегодовая мощность экспозиционной дозы гамма-излучения в пунктах наблюдения на территории ВУРС колебалась от 10 до 12 мкР/ч и находилась в пределах фоновых значений для Уральского региона.

Пос. Двуреченск

На Ключевском заводе ферросплавов, расположенном в пос. Двуреченск Сысертского района Свердловской области, производится захоронение радиоактивных отходов, образующихся в виде металлических шлаков при переработке сырья, содержащего ниобиевые и циркониевые концентраты. Источником радиоактивного загрязнения является естественный радионуклид ^{232}Th и его дочерние продукты распада [5]. Пункт захоронения радиоактивных отходов расположен в 3-х км от пос. Двуреченск. Кроме того, пос. Двуреченск расположен в 100-км зоне наблюдения вокруг Белоярской АЭС.

С 1991 г. в поселке Двуреченск действует пост Уральского УГМС с наблюдениями за атмосферными выпадениями с помощью планшета с суточной экспозицией и с измерениями мощности экспозиционной дозы γ -излучения 3 раза в сутки. Результаты наблюдений за суммарной β -активностью атмосферных выпадений, а также результаты радионуклидного анализа проб выпадений в пос. Двуреченск в 2001 – 2003 гг. представлены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Выпадения из атмосферы суммы долгоживущих β -активных радионуклидов ($\Sigma\beta$, Бк/м²·сутки) и месячные выпадения ^{137}Cs и ^{90}Sr (Бк/м²·месяц) в некоторых городах Свердловской области в 2003 г.

Месяц	г. Двуреченск			г. Новоуральск			г. Лесной		
	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{90}Sr
Январь	0,4	н	0,2	0,4	0,4	0,15	0,3	н	0,15
Февраль	0,4	н	0,2	0,3	н	0,15	0,2	н	0,15
Март	0,2	0,7	0,2	0,3	н	0,15	0,3	0,7	0,15
Апрель	0,3	0,5	0,08	0,5	н	0,46	0,4	н	0,13
Май	0,4	н	0,08	0,6	н	0,46	0,4	н	0,13
Июнь	0,3	н	0,08	0,6	н	0,46	0,5	0,2	0,13
Июль	0,3	н	0,5	0,3	н	0,35	0,3	н	0,03
Август	0,3	н	0,5	0,7	0,3	0,35	0,5	0,2	0,03
Сентябрь	0,4	н	0,5	0,6	н	0,35	0,7	н	0,03
Октябрь	0,3	1,4	0,3	0,5	н	0,33	0,4	н	0,23
Ноябрь	0,4	н	0,3	0,4	0,4	0,33	0,3	0,4	0,23
Декабрь	0,2	н	0,3	0,3	1,0	0,33	0,2	н	0,23
Сумма, Бк/м ² ·год									
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 ² ·год									
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

Анализ среднегодовых данных о выпадениях радионуклидов за последние три года показал, что годовые выпадения суммы β -активных радионуклидов в Двуреченске не превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения ^{137}Cs в пос. Двуреченск в 2003 г. несколько увеличились и в 2,2 раза превышали фоновый уровень, который в течение 2001 – 2003 гг. оставался постоянным для Уральского региона. Выпадения ^{90}Sr уменьшились по сравнению с 2002 г. в 1,4 раза и в 2,3 раза превышали региональный фоновый уровень. Среднегодовая мощность экспозиционной дозы γ -излучения в 2003 г. составляла 11 мкР/ч, что соответствует фоновому значению. Загрязнение приземной атмосферы пос. Двуреченска ^{137}Cs и ^{90}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 2003 г. комбинатом в открытую гидрографическую сеть было сброшено $9,93 \cdot 10^8$ Бк α -активных изотопов урана (примерно в 1,5 раза больше, чем в 2002 г.), что составляет 27 % от величины разрешенного сброса, а в воздух выброшено $1,27 \cdot 10^8$ Бк (в 4 раза меньше, чем в 2002 г.) α -активных изотопов урана или 1,7 % от величины разрешенного выброса [6].

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 γ -излучения 3 раза в сутки [5]. Результаты наблюдений приведены в табл. 5.4. Видно, что годовая сумма выпадений β -активных радионуклидов в г. Новоуральске в течение последних трех лет не меняется и не превышает среднегодовых значений для Уральского региона. В 2003 г. суммарные выпадения ^{137}Cs за год уменьшились в 2,2 раза по сравнению с 2002 г. и в 1,8 раза превышали уровень регионального фона. Выпадения ^{90}Sr в 2003 г. увеличились в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом и в 2,3 раза превышали уровень регионального фона. Среднее за год значение МЭД составляло 11 мкР/ч, что соответствует естественному фону. Как и в случае с пос. Двуреченском, источником загрязнения приземной атмосферы города ^{137}Cs и ^{90}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 монтаж ядерного оружия. Комбинат ЭХП выбрасывает в атмосферу радиоизотопы урана. Согласно [6], в 2003 г. выбросы нуклидов урана не изменились по сравнению с 2002 г. и составили $6,30 \cdot 10^8$ Бк/год, 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 γ -излучения 3 раза в сутки. Данные наблюдений и радионуклидного анализа проб выпадений приведены в табл. 5.4.

Анализ результатов показывает, что годовые выпадения $\Sigma\beta$ радионуклидов в г. Лесном не изменяются последние три года и не превышают фоновый уровень для Уральского региона. Годовые выпадения ^{137}Cs в 2003 г. практически не изменились по сравнению с 2002 г. и в 1,3 раза превышали региональный фоновый уровень. Годовые выпадения ^{90}Sr уменьшились до фонового для Уральского региона уровня. Среднегодовое значение МЭД составляло 11 мкР/ч. Поскольку ^{137}Cs и ^{90}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 о радиоактивном загрязнении Уральского региона следует, что в 2003 г. выпадения ^{137}Cs из атмосферы на перечисленных выше локальных территориях, в основном, незначительно изменились и превышали фоновые значения, характерные для всего Уральского региона, в целом, в 2 – 3 раза. Фоновые выпадения ^{90}Sr по всему Уральскому региону в 2003 г. уменьшились в 1,2 раза, а на рассматриваемых территориях выпадения ^{90}Sr превышали фоновый уровень в 1,7 – 2,3 раза. Радиационная обстановка в этих районах требует пристального внимания и постоянного контроля. Данные о радиоактивном загрязнении окружающей среды в районах расположения других РОО этого региона были рассмотрены выше в разделах 2, 3 и 4.

5.3. Радиоактивное загрязнение отдельных территорий и населённых пунктов Иркутской области

На территории Иркутской области существует ряд локальных источников, являющихся потенциально радиационно опасными. К ним относятся:

- предприятие по обогащению урана – Ангарский электролизно-химический комбинат (АЭХК), г. Ангарск;
- пункт хранения радиоактивных отходов ПХРВ Иркутского СК «Радон»;
- территории, непосредственно примыкающие к местам проведения подземных ядерных взрывов в мирных целях для нужд промышленности: в Усть-Кутском районе («Метеорит», 1977 г., мощностью 8 кт), в Осинском районе («Рифт-3», 1982 г., мощностью до 10 кт).

Кроме того, часть Иркутской области относится к радоноопасной [7] и некоторые населенные пункты необходимо обследовать для выявления повышенных концентраций радона в подвальных и первых этажах помещений.

Результаты последнего радиометрического обследования территории ядерного взрыва «Метеорит» были представлены в Ежегоднике за 1997 г. [8]. Радиационная обстановка вокруг ПХРВ Иркутского СК «Радон» и АЭХК в 2003 г. обсуждались выше в разделе 2 и 3.

В 2003 г. Иркутский УГМС продолжил работы по радиационному обследованию отдельных районов Иркутской области. В августе при плановом обследовании почв была произведена гамма-съёмка в Заларинском и Зиминском районах Иркутской области (по 40 точек в каждом). Измерения проводились дозиметром ДБГ-01Н на расстоянии 1 м от поверхности почвы. Измеренные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения [7] находились в пределах 8 – 21 мкР/ч, что не отличается от колебаний естественного гамма-фона.

В 2003 г. сотрудниками БСП «Сосновгеология» на территории Иркутской области были выполнены работы по следующим направлениям:

- начаты планомерные работы по выявлению территорий и объектов с высоким уровнем доз облучения населения г. Иркутска от природного источника радиации – радона;
- продолжены режимные измерения эквивалентной объёмной активности радона и его продуктов распада (ЭРОА Rn, Tn) на контрольно-калибровочном пункте (ККП);
- продолжено обследование радиационно-загрязнённых участков территории Иркутской области.

В рамках работ по выявлению территорий и объектов с высоким уровнем доз облучения населения радоном было проведено радиационное обследование 177 помещений. Установлено 144 экспозиметра радона (РЭИ-4) в 50 зданиях. Средние значения ЭРОА радона в воздухе жилых помещений г. Иркутска приведены в табл. 5.5 [9]. Из приведенных в таблице данных видно, что во многих помещениях подвальных и первых этажей г. Иркутска эквивалентная объёмная активность радона превышала допустимый уровень. Согласно НРБ-99 [3], в эксплуатируемых зданиях среднегодовая ЭРОА дочерних изотопов радона и торона в воздухе жилых помещений не должна превышать 200 Бк/м³.

Проведены исследования по определению плотности потока радона (ППР) на участках оснований зданий, предназначенных для строительства в гг. Иркутске и Ангарске [9], а также ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений, расположенных в ближайших уже эксплуатируемых зданиях. Измеренные значения ППР на территориях, отведенных под строительство зданий, в г. Иркутске изменялись от 10 до 894 мБк/м²·с а в г. Ангарске – от 7 до 108 мБк/м²·с, т.е. обследованные территории г. Ангарска менее радоноопасны, чем г. Иркутска. Это объясняется значительной мощностью рыхлых аллювиальных отложений, включающих и глинистые прослои в долинах рек Ангары и Китоя. Существует прямая корреляционная связь между ППР на территориях предполагаемого строительства и ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений, расположенных в ближайших эксплуатируемых зданиях.

В отчётном году продолжались многолетние (начиная с 1998 г.) режимные наблюдения вариаций ЭРОА радона на контрольно-калибровочном пункте (ККП) – в воздухе помещений первого этажа капитального здания и в грунте, на котором построено здание (нулевой этаж элеваторного цеха). В таблице 5.6 приведены среднемесячная и среднегодовая ЭРОА радона в воздухе этих помещений в

Таблица 5.5

Средние значения ЭРОА района в воздухе жилых помещений г. Иркутска в 2003 г.

№ п/п	Место, адрес объекта	Количество помещений	ЭРОА, Бк/м ³	
			среднее	максимальное
1.	ул. Гоголя, 53, производственное помещение	7	32	523 (1 600)
2.	ул. Автомобильная, 4	4	260	355
3.	ул. Флюкова, 37	3	179	231
4.	ул. Новокшонова, 47	5	95	347
5.	ул. Байкальская, 156	6	72	260
6.	ул. Профсоюзная, 64	12	45	480
7.	ул. Мухина, 19, детская поликлиника № 6	8	58	76 (700)
8.	Пионерский переулок, поликлиника УВД	4	33	50
9.	ул. Поленова, 643 б/с	13	18	65
10.	ул. Грибоедова, 2-а	3	21	34
11.	ул. 4-я Железнодорожная, 46 - 6	4	10	96
12.	пр-т Жукова, 68, кв. 280	8	14	20
13.	ул. Гоголя, 104, гостиница	8	30	294
14.	ул. Маяковского, 57	3	20	45
15.	ул. Гоголя, 45	6	10	20
16.	ул. Фаворского, Лимнологический институт	10	12	168
17.	ул. Полярная, 201	9	32	88
18.	ул. Норильская, 9-б	5	40	53
19.	ул. Гоголя, д. 79	4	48	51
20.	ул. Чехова, 17	3	15	51
21.	Университетский, 46	16	72	128
22.	ул. Профсоюзная, 64 б/секции	16	30	72
23.	ул. Чехова, 17	4	45	51
24.	ул. Чернышевского, 17	5	45	52
25.	ул. Ямская, 56, 53	4 + 4	64	400 (2 479)
26.	ул. 5-й Армии, 48	3	80	129
Итого		177		

Примечание: в скобках показаны максимальные значения ЭРОА, зарегистрированные до производства противорадионных мероприятий

Таблица 5.6

Среднемесячные значения ЭРОА изотопов района в воздухе ККП по годам, Бк/м³

Месяц	1998 г.	1999 г.		2000 г.		2001 г.		2002 г.		2003 г.
	нулевой этаж	первый этаж	нулевой этаж	первый этаж	нулевой этаж	первый этаж	нулевой этаж	первый этаж	нулевой этаж	нулевой этаж
Январь	-	-	99	61	138	39	70	107	180	158
Февраль	-	-	96	75	139	36	80	94	180	120
Март	110	97	150 (115)	98	150 (142)	32	75 (75)	127	190 (183)	119 (132)
Апрель	114	85	115	87	130	32	93	104	195	137
Май	186	134	325	161	324	64	192	202	474	373
Июнь	268 (189)	154	391 (277)	190	483 (312)	86	404 (230)	163	794 (488)	490 (333)
Июль	485	161	542	108	367	223	685	233	955	664
Август	897	154	627	129	516	228	779	141	886	772
Сентябрь	352 (578)	152	414 (528)	185	244 (375)	225	659 (708)	185	496 (779)	758 (731)
Октябрь	168	91	164	55	87	121	254	95	182	282
Ноябрь	158	94	166	42	85	110	248	92	203	231
Декабрь	118 (148)	86	174 (168)	54	120 (97)	102	195 (232)	95	146 (177)	205 (239)
Сумма	2556	1208	3263	1145	2783	1295	3734	1638	4881	4305
Среднее	256	121	272	95	232	108	311	136	406	359

Примечание: в скобках показаны среднеквартирные значения ЭРОА района

1998 - 2003 гг. Из табл. 5.6 видно, что за весь период наблюдений ЭРОА радона в воздухе нулевого этажа имеет ярко выраженный сезонный ход, максимальная эсхалция радона приходится на третий квартал, на август месяц. Среднемесячное значение ЭРОА в августе заметно отличается от года к году: минимальное значение, зарегистрированное в 2000 г., отличается от максимального, зарегистрированного в 2002 г., в 1,7 раза. Изучение взаимосвязей сезонных изменений ЭРОА радона с метеопараметрами и солнечной активностью показало значимость их корреляционных связей. Полученные данные имеют практическое значение для оценки среднегодового значения ЭРОА радона по единичным измерениям.

В 2003 г. в рамках Межакадемического интеграционного проекта [10] проводилось обследование радиоактивного загрязнения Южного Прибайкалья. Детальные медико-эпидемиологические и медико-генетические исследования были проведены в пос. Малое Голоустное. Выбор этого поселка в качестве тестового объекта обусловлен высоким уровнем его техногенного радиоактивного загрязнения ^{137}Cs – до 200 мКи/км² (рис. 5.2) и плутонием – до 6,2 Бк/кг [11]. Загрязнение Байкальского региона сформировалось вследствие переноса в атмосфере радиоактивных продуктов ядерных взрывов, проводившихся на полигонах планеты, в частности, на Семипалатинском и Новоземельском полигонах, а также на Синцзянском полигоне КНР у оз. Лобнор.

Радиометрическое обследование окрестностей объекта «Рифт-3» в период с 1991 по 2003 гг. силами специализированных организаций проводилось 8 раз. «Рифт-3» – место проведения подземного ядерного взрыва в мирных целях. Взрыв был произведен 31 июля 1982 г. на территории Осинского района в долине р. Обусы в 7 км восточнее пос. Борохал. Глубина проведения взрыва – 860 м, объявленная мощность 8,5 кт. На расстоянии 160 км от места взрыва в г. Иркутске он был зафиксирован как обычное землетрясение силой 3 балла. Взрыв сопровождался разрывом сплошности геологических пластов и прорывом глубинных вод в горизонты питьевых вод с возникновением в долине р. Обусы и ее притоков ряда восходящих родников, в большинстве своем позднее закрывшихся. В результате этих исследований установлено, что современное радиационное состояние окрестностей «Рифт-3» является безопасным для проживания населения. Уровень радиационного загрязнения вдоль долины р. Обусы в настоящее время не превышает по ^{137}Cs – 103 мКи/км² и по $^{239,240}\text{Pu}$ – 2,4 Бк/кг, что хотя и превышает уровень глобального фона соответственно в 2 и 10 раз, но значительно ниже нормативов, установленных НРБ-99. На завершающем этапе этих работ в 2002 и 2003 гг. были получены данные (радиография годовых колец деревьев), что этот подземный ядерный взрыв сопровождался истечением на поверхность земли радиоактивных инертных газов. В подземных водах водозаборных скважин в районе влияния объекта «Рифт-3» установлено наличие незначительных концентраций техногенного радионуклида ^{90}Sr , что может свидетельствовать о начале поступления продуктов ядерного взрыва из взрывной камеры в окружающую природную среду.

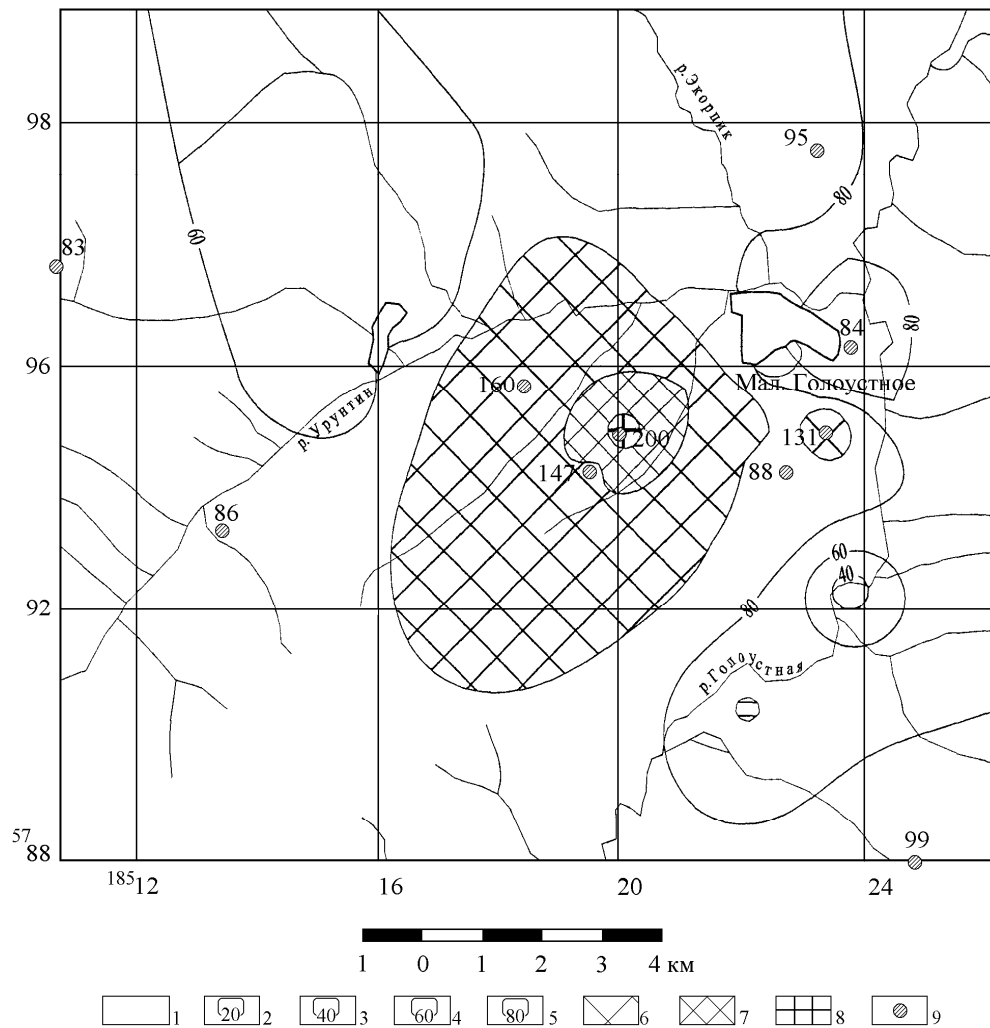


Рис. 5.2. Схема плотности выпадения цезия-137. Малое Голоустное.
1-9 – плотность выпадений цезия-137 в мКи/км²: 1 – 0-20, 2 – 20-40,
3 – 40-60, 4 – 60-80, 5 – 80-100, 6 – 100-150, 7 – 150-200, 8 – 200-250;
9 – пункты наблюдения с повышенной плотностью выпадения цезия-137.

На основании этих результатов работ объект «Рифт-3» с близлежащими населёнными пунктами Горхон, Борохал, Обуса и Оса был рекомендован НТП «Сосновгеос» для проведения детальных исследований в рамках Межакадемического интеграционного проекта [10].

Список литературы к разделу 5

1. Попова Е.И. Годовой отчет по оперативно-производственной работе отдела радиационного мониторинга (ОРМ) ГУ «Московского ЦГМС-Р» в 2003 г. – М.: ГУ «Московский ЦГМС-Р», 2004.
2. Польский О.Г., Шмонов М.Г., Лакаев В.С. и др. Радиационно-экологическая обстановка на территории г. Москвы в 2003 г. – Москва: МосНПО «Радон», 2004.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999. – 115 с.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 252 с.
5. Казанцева Г.А., Банникова О.А., Широкова Н.В. и др. Радиационная обстановка на территории деятельности Уральского УГМС в 2003 г. Ежегодник. – Екатеринбург: Уралгидромет, 2004.
6. Серебряков И.С., Брыкин С.Н., Землянухин В.Н. Радиационная обстановка на предприятиях Минатома в 2003 году. – М.: ВНИИХТ, 2004.
7. Кудринская Г.Б., Верещагина Т.К., Наумова Н.П. Радиационная обстановка на территории Иркутской области в 2003 году. – Иркутск: Иркутское УГМС, 2004.
8. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1997 г. Ежегодник. Под ред. К.П. Махонько. – СПб.: Гидрометеиздат, 1998. – 252 с.
9. Малевич Л.Б., Мальцев А.В., Киселев В.А. Информационный отчет по исследованиям радоноопасности г. Иркутска. – Иркутск: Сосновгеос, 2003.
10. Изучение современного техногенного загрязнения Байкальского региона и медико-генетическая оценка отдаленных последствий радиационного воздействия на его коренное население. СО РАН, СО РАМН, 2003.
11. Мясников А.А., Медведев В.И., Коршунов Л.Г. Радиационная обстановка Байкальского региона. Всероссийская научно-практическая конференция «Геологическое картографирование». – М.: 1998, с. 126 – 132.

О С Н О В Н Ы Е В Ы В О Д Ы

О РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2003 г.

В 2003 г. ни на территории России, ни за ее пределами не было радиационных аварий, способных повлиять на радиационную обстановку в стране.

Объемные активности радионуклидов в воздухе, характеризующие радиоактивное загрязнение приземной атмосферы, в среднем по территории РФ за пределами загрязненных зон составляли: для суммы долгоживущих β -активных радионуклидов – $15,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, для ¹³⁷Cs – $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, для ⁹⁰Sr – $1,36 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. По сравнению с прошлым 2002 г. радиоактивное загрязнение атмосферы практически не изменилось (разница в величинах не превышает 20 %). Объемные активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в приземной атмосфере были на семь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99 для этих радионуклидов. Выпадения $\Sigma\beta$ из атмосферы в среднем по РФ ($1,4$ Бк/м²·сутки) также не изменились по сравнению с 2002 г. Выпадения ¹³⁷Cs были несколько ниже, чем в 2002 г., и составляли $< 0,4$ Бк/м²·год, а выпадения ⁹⁰Sr на большей части территории страны были ниже предела чувствительности применяемых методов анализа.

В атмосфере городов Курска, Курчатова, Нововоронежа и Обнинска, расположенных в окрестностях РОО, в 2003 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 Нормами радиационной безопасности 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 2003 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 ⁹⁰Sr, накопившегося на почве, атмосферными осадками и паводковыми водами и выпадениями трития с осадками. В реках Европейской и Азиатской территорий России (кроме рек, протекающих по загрязненным зонам) объемная активность ⁹⁰Sr в 2003 г. составляла в среднем 6,4 и 4,5 мБк/л соответственно и мало отличалась от уровней 2002 г. (5,9 и 3,6 мБк/л соответственно). В целом, объемная активность ⁹⁰Sr 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 29 пунктах) мало отличалась от уровня 2002 г. (2,8 Бк/л) и составляла 2,5 Бк/л. Выпадения трития с осадками на всю территорию РФ в 2003 г. составили $24,9 \cdot 10^{15}$ Бк.

Объемная активность трития (³H) в основных реках РФ в 2003 г. колебались в пределах от 1,8 до 3,6 Бк/л при среднем значении 2,5 Бк/л, что практически не отличалось от уровня 2002 г. (2,7 Бк/л). Наибольшая объемная активность воды наблюдалась в р. Амур (г. 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}Sr в морях РФ мало изменились по сравнению с 2002 г. В 2003 г. максимальная объемная активность ^{90}Sr наблюдалась в Баренцевом море (без данных по Азовскому и Черному морю, загрязнение в которых в 5 – 8 раз выше) – 3,6 мБк/л, а минимальная – у берегов Восточной Камчатки в Тихом океане и в Охотском море – 2,1 мБк/л.

В Европейской части России (ЕТР) вследствие Чернобыльской аварии 1986 г. загрязненными ^{137}Cs оставались некоторые районы Брянской, Тульской, Орловской, Калужской и других областей. На Азиатской территории России (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 вследствие ветрового выноса загрязненной радионуклидами пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, расположенного в промзоне ПО «Маяк», в 1967 г.

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}Cs и ^{90}Sr в воздухе и в атмосферных выпадениях, существенно превышающее средние по стране. Например, в зоне, загрязненной в результате аварии на ЧАЭС, выпадения ^{137}Cs остались на уровне 2002 г. и в среднем составляли $3,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. Наибольшие выпадения ^{137}Cs наблюдались, как и ранее, на западе Брянской области в п. Красная Гора – $19,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. В этом районе средняя плотность загрязнения почвы ^{137}Cs – $5,3 \text{ Ки/км}^2$, но в окрестностях есть участки с плотностью загрязнения более 100 Ки/км^2 , которые являются источниками радиоактивной пыли.

Годовые выпадения ^{90}Sr и ^{137}Cs на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа в среднем составляли 2,8 и $2,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ соответственно. Они превышали средние фоновые для Уральского региона для ^{90}Sr – в 1,7 раза, для ^{137}Cs – в 2 раза. Выпадения ^{90}Sr по сравнению с 2002 г. уменьшились в 2 раза, а ^{137}Cs – остались на уровне 2002 г.

В 2003 г. не улучшилась радиационная обстановка в 100-км зоне ПО «Маяк». Годовые выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне ПО «Маяк» в 2003 г. повысились и превышали региональный фоновый уровень в 5 раз, а ^{90}Sr – в 3,5 раза. Максимальные выпадения ^{137}Cs ($26,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$) из атмосферы, как и ранее, наблюдались в п. Новогорный Челябинской области, а ^{90}Sr – в пп. Новогорный и Худайбердинский ($10,6$ и $9,5 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ соответственно). Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере п. Новогорный, расположенном в непосредственной близости от ПО «Маяк», увеличилась в 2003 г. в 2,3 раза и составляла $5,31 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, что в 130 раз выше средневзвешенной объемной активности этого радионуклида по территории РФ, однако на 5 порядков ниже ДОО_{нас.} по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в п. Новогорный осталась на уровне 2002 г. и составляла

$1,38 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, но на два порядка превышала средневзвешенную объемную активность ⁹⁰Sr по территории РФ при ДОА_{НАС.} = 2,7 Бк/м³ по НРБ-99. Объемные активности ²³⁸Pu и ^{239,240}Pu в п. Новогорный увеличились в 2,2 и 1,5 раза и составляли $4,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ при ДОА_{НАС.} = $2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ и ДОА_{НАС.} = $2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовая объемная активность трития в осадках в п. Новогорный составляла 91,9 Бк/л, что в 37 раз выше среднего содержания трития в осадках на территории РФ. Среднегодовая объемная активность ⁹⁰Sr в р. Тече, принимающей сбросы ПО «Маяк», в среднем не уменьшилась по сравнению с 2002 г. и примерно в 2 раза (п. Муслимово) превышала уровень вмешательства для питьевой воды по НРБ-99. Среднегодовая объемная активность трития в р. Тече (п. Муслимово) составляла 109,4 Бк/л и была в 44 раз выше уровня загрязнения тритием рек РФ.

Как уже отмечалось ранее, по-прежнему существует проблема неконтролируемого промышленного загрязнения окружающей среды естественными радионуклидами уранового и ториевого рядов при добыче полезных ископаемых. Некоторые поселки (например, п. Октябрьский в Читинской области) расположены непосредственно на урановом месторождении. Чтобы избежать нежелательных последствий, требуется организация радиационного контроля. Для контроля радиационной обстановки вокруг добывающих и перерабатывающих предприятий необходима организация стационарных пунктов наблюдения за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

В целом, радиоактивное загрязнение различных объектов природной среды в 2003 г. на территории Российской Федерации сохранялось примерно на уровне 2002 г. и не представляло 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 МИНАТОМА РФ В 2003 Г.**

Таблица П1

Мощность выбросов радионуклидов в атмосферу организациями Минатома России в 2003 г., Бк/год

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.	
			в 2003 г.	в 2002 г.		
ТРИТИЙ	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$1,850 \cdot 10^{14}$	$9,37 \cdot 10^{13}$	$1,120 \cdot 10^{14}$	$- 1,83 \cdot 10^{13}$	
	НПО РИ В.Г. Хлопина	$1,82 \cdot 10^{12}$	$6,30 \cdot 10^9$	$4,440 \cdot 10^9$	$+ 1,86 \cdot 10^9$	
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$6,03 \cdot 10^{14}$	$1,91 \cdot 10^{14}$	$3,000 \cdot 10^{14}$	$- 1,09 \cdot 10^{14}$	
	ФГУП Комбинат ЭХП	$8,92 \cdot 10^{13}$	$8,90 \cdot 10^{13}$	$8,890 \cdot 10^{13}$	$+ 1,00 \cdot 10^{11}$	
	ОИЯИ	$4,00 \cdot 10^{11}$	$3,40 \cdot 10^{10}$	$7,30 \cdot 10^9$	$+ 2,67 \cdot 10^{10}$	
ФОСФОР-32	ФГУП ГХК	$5,55 \cdot 10^{11}$	$9,10 \cdot 10^{10}$	$5,20 \cdot 10^{10}$	$+ 3,90 \cdot 10^{10}$	
КАЛИЙ-40	ОАО ППГХО	$2,04 \cdot 10^9$	$3,96 \cdot 10^9$	-	$+ 3,96 \cdot 10^9$	
	ОАО ЧМЗ	$2,80 \cdot 10^9$	$2,01 \cdot 10^9$	$2,21 \cdot 10^9$	$- 2,00 \cdot 10^8$	
ХРОМ-51	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{10}$	$5,58 \cdot 10^8$	$3,30 \cdot 10^8$	$+ 2,28 \cdot 10^8$	
	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{11}$	$4,16 \cdot 10^9$	$1,96 \cdot 10^9$	$+ 2,20 \cdot 10^9$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$1,20 \cdot 10^8$	$2,30 \cdot 10^8$	$- 1,10 \cdot 10^8$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$8,30 \cdot 10^8$	$2,24 \cdot 10^8$	$+ 6,06 \cdot 10^8$	
МАРГАНЕЦ-54	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^9$	$2,30 \cdot 10^7$	$2,00 \cdot 10^7$	$+ 3,00 \cdot 10^6$	
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$5,00 \cdot 10^7$	$1,10 \cdot 10^6$	$9,80 \cdot 10^4$	$+ 1,00 \cdot 10^6$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$5,30 \cdot 10^8$	$3,70 \cdot 10^8$	$+ 1,60 \cdot 10^8$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$2,42 \cdot 10^7$	$1,25 \cdot 10^8$	$- 1,01 \cdot 10^8$	
ЖЕЛЕЗО-59	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^9$	$8,00 \cdot 10^6$	$1,80 \cdot 10^7$	$- 1,00 \cdot 10^7$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$1,47 \cdot 10^6$	$6,92 \cdot 10^7$	$- 6,77 \cdot 10^7$	
КОБАЛЬТ-57	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,80 \cdot 10^8$	$2,60 \cdot 10^7$	$1,20 \cdot 10^7$	$+ 1,40 \cdot 10^7$	
КОБАЛЬТ-58	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^9$	$1,96 \cdot 10^8$	$1,77 \cdot 10^8$	$+ 1,90 \cdot 10^7$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$4,50 \cdot 10^8$	$5,10 \cdot 10^8$	$- 6,00 \cdot 10^7$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	$4,78 \cdot 10^6$	$1,22 \cdot 10^7$	$- 7,42 \cdot 10^6$	
КОБАЛЬТ-60	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$8,90 \cdot 10^6$	$2,40 \cdot 10^7$	$- 1,51 \cdot 10^7$	
	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^9$	$2,54 \cdot 10^8$	$2,53 \cdot 10^8$	$+ 1,00 \cdot 10^6$	
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$1,90 \cdot 10^9$	$6,70 \cdot 10^6$	$2,80 \cdot 10^6$	$+ 3,90 \cdot 10^6$	
	ФГУП ИРМ	$2,40 \cdot 10^{10}$	$4,63 \cdot 10^8$	$1,10 \cdot 10^9$	$- 6,37 \cdot 10^8$	
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,57 \cdot 10^7$	$3,66 \cdot 10^7$	$- 2,09 \cdot 10^7$	
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$9,07 \cdot 10^5$	$5,19 \cdot 10^4$	$+ 8,55 \cdot 10^5$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	-	$5,44 \cdot 10^6$	$- 5,44 \cdot 10^6$	
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$6,09 \cdot 10^7$	-	$+ 6,09 \cdot 10^7$	
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$4,12 \cdot 10^6$	$1,00 \cdot 10^7$	$- 5,88 \cdot 10^6$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$1,23 \cdot 10^8$	$1,90 \cdot 10^8$	$- 6,70 \cdot 10^7$	
	КУРСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$6,92 \cdot 10^7$	$2,80 \cdot 10^8$	$- 2,11 \cdot 10^8$	
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,51 \cdot 10^8$	$1,89 \cdot 10^8$	$- 3,80 \cdot 10^7$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$7,40 \cdot 10^9$	$5,50 \cdot 10^8$	$6,60 \cdot 10^8$	$- 1,10 \cdot 10^8$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,50 \cdot 10^9$	$1,40 \cdot 10^7$	$1,97 \cdot 10^8$	$- 1,83 \cdot 10^8$	
ЦИНК-65	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,22 \cdot 10^7$	$1,50 \cdot 10^7$	$- 2,80 \cdot 10^6$	
	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^9$	$6,60 \cdot 10^7$	$4,70 \cdot 10^7$	$+ 1,90 \cdot 10^7$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	-	$5,51 \cdot 10^6$	$- 5,51 \cdot 10^6$	
СТРОНЦИЙ-89	ФГУП НИИП	$5,80 \cdot 10^6$	$2,64 \cdot 10^5$	$2,26 \cdot 10^5$	$+ 3,80 \cdot 10^4$	
	ФГУП ИРМ	$1,92 \cdot 10^9$	$4,50 \cdot 10^5$	$1,84 \cdot 10^6$	$- 1,39 \cdot 10^6$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	$5,80 \cdot 10^5$	$1,00 \cdot 10^5$	$+ 4,80 \cdot 10^5$	
СТРОНЦИЙ-90	ФГУП ПО «МАЯК»	$1,85 \cdot 10^{10}$	$8,03 \cdot 10^8$	$5,80 \cdot 10^8$	$+ 2,23 \cdot 10^8$	
	ФГУП СХК	$5,18 \cdot 10^9$	$3,48 \cdot 10^8$	$4,81 \cdot 10^8$	$- 1,33 \cdot 10^8$	
	ФГУП ГХК	$1,48 \cdot 10^{10}$	$3,28 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^9$	$- 8,22 \cdot 10^8$	
	ФГУП НИЦ СНИИП	$1,49 \cdot 10^9$	2,40	-	$+ 2,40$	
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$3,70 \cdot 10^9$	$3,10 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^6$	$+ 2,88 \cdot 10^7$	
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$8,72 \cdot 10^9$	$1,25 \cdot 10^8$	$1,15 \cdot 10^8$	$+ 1,00 \cdot 10^7$	
	ФГУП НИИП	$3,00 \cdot 10^4$	$1,14 \cdot 10^4$	$9,20 \cdot 10^3$	$+ 2,20 \cdot 10^3$	
	ФГУП НИТИ	$3,60 \cdot 10^5$	$3,27 \cdot 10^5$	$4,25 \cdot 10^3$	$+ 3,23 \cdot 10^5$	
	ФГУП ИРМ	$9,62 \cdot 10^7$	$4,50 \cdot 10^5$	$1,84 \cdot 10^6$	$- 1,39 \cdot 10^6$	
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$1,90 \cdot 10^8$	-	$2,18 \cdot 10^4$	$- 2,18 \cdot 10^4$	
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$1,90 \cdot 10^8$	-	$7,70 \cdot 10^5$	$- 7,70 \cdot 10^5$	
	КУРСКАЯ АЭС	$2,40 \cdot 10^8$	$5,46 \cdot 10^7$	$2,75 \cdot 10^7$	$+ 2,71 \cdot 10^7$	
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$2,40 \cdot 10^8$	$4,80 \cdot 10^6$	$6,60 \cdot 10^6$	$- 1,80 \cdot 10^6$	
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$2,40 \cdot 10^8$	$1,95 \cdot 10^7$	$8,21 \cdot 10^7$	$- 6,26 \cdot 10^7$	
	ЦИРКОНИЙ-95 + НИОБИЙ-95	ФГУП ГХК	$2,22 \cdot 10^{11}$	$1,80 \cdot 10^6$	$5,20 \cdot 10^6$	$- 3,40 \cdot 10^6$
		ФГУП ПО «МАЯК»	$2,96 \cdot 10^{10}$	$1,89 \cdot 10^7$	$1,80 \cdot 10^7$	$+ 9,00 \cdot 10^5$

Продолжение таблицы П1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
			в 2003 г.	в 2002 г.	
ЦИРКОНИЙ-95 +НИОБИЙ-95	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	9,30·10 ⁸	8,10·10 ⁶	-	+ 8,10·10 ⁶
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	2,90·10 ⁷	1,84·10 ⁷	+ 1,06·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	4,26·10 ⁶	8,08·10 ⁷	- 7,65·10 ⁷
РУТЕНИЙ-103	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹⁰	8,00·10 ⁵	2,10·10 ⁶	- 1,30·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	1,50·10 ⁸	6,80·10 ⁵	-	+ 6,80·10 ⁵
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	-	5,10·10 ⁶	2,50·10 ⁶	+ 2,60·10 ⁶
РУТЕНИЙ-106	ФГУП ПО «МАЯК»	6,66·10 ¹⁰	7,09·10 ⁷	2,10·10 ⁸	- 1,39·10 ⁸
	ФГУП ГХК	1,18·10 ¹¹	7,33·10 ⁸	2,88·10 ⁹	- 2,15·10 ⁹
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	7,60·10 ⁸	1,10·10 ⁷	3,20·10 ⁵	+ 1,07·10 ⁷
СУРЬМА-125	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹⁰	1,25·10 ⁷	8,50·10 ⁷	- 7,25·10 ⁷
ИОД-131	ФГУП ПО «МАЯК»	3,70·10 ¹⁰	1,60·10 ⁹	1,60·10 ⁹	-
	ФГУП СХК	3,64·10 ¹¹	2,92·10 ⁹	3,92·10 ⁹	- 1,00·10 ⁹
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	3,60·10 ¹⁰	1,50·10 ⁸	9,70·10 ⁸	- 8,20·10 ⁸
	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹¹	3,19·10 ⁸	2,70·10 ⁸	+ 4,90·10 ⁷
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	1,26·10 ¹²	2,36·10 ⁹	2,54·10 ⁹	- 1,80·10 ⁸
	ФГУП ИРМ	8,22·10 ⁹	3,03·10 ⁶	1,01·10 ⁷	- 7,07·10 ⁶
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,59·10 ⁸	1,20·10 ⁹	- 1,04·10 ⁹
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,80·10 ⁸	-	+ 3,80·10 ⁸
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	4,09·10 ⁷	5,70·10 ⁷	- 1,61·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,02·10 ⁹	1,68·10 ⁹	- 6,60·10 ⁸
	КУРСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	3,27·10 ⁹	1,63·10 ⁹	+ 1,64·10 ⁹
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	1,15·10 ⁹	1,06·10 ⁹	+ 9,00·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	1,80·10 ¹⁰	1,20·10 ⁹	1,20·10 ⁹	-
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	9,30·10 ¹⁰	5,32·10 ⁸	1,56·10 ⁹	- 1,03·10 ⁹
ЦЕЗИЙ-134	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	7,24·10 ⁸	7,40·10 ⁸	- 1,60·10 ⁷
	ФГУП ГХК	1,85·10 ⁹	5,00·10 ⁶	5,00·10 ⁶	-
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	9,32·10 ⁶	2,18·10 ⁷	- 1,25·10 ⁷
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	4,26·10 ⁴	1,77·10 ⁵	- 1,34·10 ⁵
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	3,75·10 ⁶	-	+ 3,75·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	1,44·10 ⁶	2,20·10 ⁵	+ 1,22·10 ⁶
	КОЛЬСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	1,04·10 ⁷	-	+ 1,04·10 ⁷
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	5,89·10 ⁷	7,10·10 ⁷	- 1,21·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	9,00·10 ⁸	3,20·10 ⁷	4,80·10 ⁷	- 1,60·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,40·10 ⁹	5,51·10 ⁶	1,05·10 ⁷	- 4,99·10 ⁶
	ЦЕЗИЙ-137	ФГУП ПО «МАЯК»	1,85·10 ¹⁰	1,43·10 ⁷	1,50·10 ⁷
ФГУП ГХК		1,85·10 ¹⁰	2,66·10 ⁸	2,14·10 ⁸	+ 5,20·10 ⁷
ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ		2,00·10 ⁹	4,70·10 ⁷	1,60·10 ⁷	+ 3,10·10 ⁷
ФГУП ГНЦ РФ НИИАР		5,86·10 ⁹	3,57·10 ⁹	2,26·10 ⁸	+ 3,34·10 ⁹
ФГУП НИИП		1,80·10 ⁴	1,50·10 ⁴	5,50·10 ³	+ 9,50·10 ³
ФГУП НИТИ		1,10·10 ⁶	3,30·10 ⁵	1,68·10 ⁴	+ 3,13·10 ⁵
ФГУП ИРМ		1,92·10 ⁸	1,27·10 ⁷	3,53·10 ⁷	- 2,26·10 ⁷
БАЛАКОВСКАЯ АЭС		2,00·10 ⁹	1,99·10 ⁷	2,85·10 ⁷	- 8,60·10 ⁶
БЕЛОЯРСКАЯ АЭС		2,00·10 ⁹	4,47·10 ⁷	1,13·10 ⁷	+ 3,34·10 ⁷
ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС		2,00·10 ⁹	9,69·10 ⁶	-	+ 9,69·10 ⁶
КАЛИНИНСКАЯ АЭС		2,00·10 ⁹	2,24·10 ⁶	1,20·10 ⁶	+ 1,04·10 ⁶
КОЛЬСКАЯ АЭС		2,00·10 ⁹	9,75·10 ⁷	4,20·10 ⁷	+ 5,55·10 ⁷
КУРСКАЯ АЭС		4,00·10 ⁹	2,68·10 ⁷	6,20·10 ⁷	- 3,52·10 ⁷
ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС		4,00·10 ⁹	1,56·10 ⁸	2,02·10 ⁸	- 4,60·10 ⁷
НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	2,00·10 ⁹	1,60·10 ⁸	5,80·10 ⁷	+ 1,02·10 ⁸	
СМОЛЕНСКАЯ АЭС	4,00·10 ⁹	1,86·10 ⁷	3,89·10 ⁷	- 2,03·10 ⁷	
БАРИЙ-140	ФГУП ГХК	3,70·10 ⁹	2,40·10 ⁷	1,70·10 ⁷	+ 7,00·10 ⁶
ЦЕРИЙ-141	ФГУП ГХК	3,70·10 ⁹	5,06·10 ⁶	3,30·10 ⁶	+ 1,70·10 ⁶
ЦЕРИЙ-144	ФГУП ПО «МАЯК»	2,96·10 ¹¹	3,05·10 ⁷	2,10·10 ⁷	+ 9,50·10 ⁶
	ФГУП ГХК	1,11·10 ¹¹	9,25·10 ⁸	1,17·10 ⁹	- 2,45·10 ⁸
ЕВРОПИЙ-152	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	2,40·10 ⁷	3,60·10 ⁴	1,00·10 ⁵	- 6,40·10 ⁴
ЕВРОПИЙ-154	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	6,90·10 ⁶	3,30·10 ⁵	1,80·10 ⁴	+ 3,12·10 ⁵
СВИНЕЦ-214	ОАО ППГХО	2,79·10 ¹⁴	7,30·10 ¹³	-	+ 7,30·10 ¹³
ВИСМУТ-214	ОАО ППГХО	7,20·10 ¹³	5,33·10 ¹³	-	+ 5,33·10 ¹³
ПОЛОНИЙ-210	ОАО ППГХО	8,44·10 ¹⁴	1,40·10 ¹³	-	+ 1,40·10 ¹³
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	4,00·10 ⁶	7,80·10 ³	1,66·10 ³	+ 6,14·10 ³
РАДОН-222	ОАО ППГХО	8,51·10 ¹⁴	3,29·10 ¹⁴	9,23·10 ¹⁴	- 5,94·10 ¹⁴
	ФГУП ВНИИХТ	1,85·10 ¹⁰	8,11·10 ⁷	2,02·10 ⁸	- 1,21·10 ⁸

Продолжение таблицы П1

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный выброс	Выброшено в атмосферу		Увел. (+), сниж. (-) выбросов в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
			в 2003 г.	в 2002 г.	
РАДИЙ-226	ОАО ЧМЗ	$2,81 \cdot 10^8$	$2,57 \cdot 10^8$	$2,66 \cdot 10^8$	$- 9,00 \cdot 10^6$
СУММА НУКЛИДОВ УРАНА	ОАО ХМЗ	$3,34 \cdot 10^7$	$2,08 \cdot 10^7$	$1,69 \cdot 10^7$	$+ 3,90 \cdot 10^6$
	ОАО НЗХК	$2,66 \cdot 10^9$	$2,29 \cdot 10^9$	$2,12 \cdot 10^9$	$+ 1,70 \cdot 10^8$
	ФГУП АЭЖК	$3,33 \cdot 10^9$	$2,50 \cdot 10^8$	$2,90 \cdot 10^8$	$- 4,00 \cdot 10^7$
	ПО ЭХЗ	$3,70 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^8$	$1,02 \cdot 10^8$	$+ 4,80 \cdot 10^7$
	ФГУП ПО СТАРТ	$2,22 \cdot 10^5$	$3,24 \cdot 10^4$	$7,96 \cdot 10^3$	$+ 2,44 \cdot 10^4$
	ОАО ППГХО	$1,75 \cdot 10^{11}$	$1,50 \cdot 10^{10}$	$2,30 \cdot 10^{10}$	$- 8,00 \cdot 10^9$
	ОАО ЧМЗ	$4,83 \cdot 10^9$	$9,39 \cdot 10^8$	$1,16 \cdot 10^9$	$+ 2,25 \cdot 10^8$
	ОАО МСЗ	$6,75 \cdot 10^8$	$1,51 \cdot 10^8$	$2,14 \cdot 10^8$	$- 6,30 \cdot 10^7$
	ФГУП НИИ НПО ЛУЧ	$3,70 \cdot 10^7$	$8,00 \cdot 10^6$	$9,30 \cdot 10^6$	$- 1,30 \cdot 10^6$
	ФГУП КОМБИНАТ ЭХП	$6,32 \cdot 10^8$	$6,30 \cdot 10^8$	$6,31 \cdot 10^8$	$- 1,00 \cdot 10^6$
	ОАО КЧХК	$2,22 \cdot 10^8$	$3,51 \cdot 10^4$	$7,35 \cdot 10^4$	$- 3,84 \cdot 10^4$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$4,20 \cdot 10^{10}$	$1,44 \cdot 10^{10}$	$7,40 \cdot 10^9$	$+ 7,00 \cdot 10^9$
	ФГУП УЭЖК	$7,40 \cdot 10^9$	$1,27 \cdot 10^8$	$5,70 \cdot 10^8$	$- 4,43 \cdot 10^8$
	ФГУП НИИП	$3,40 \cdot 10^6$	$1,24 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^5$	$- 7,00 \cdot 10^2$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$2,96 \cdot 10^{10}$	$5,07 \cdot 10^9$	$5,40 \cdot 10^9$	$- 3,30 \cdot 10^8$
	ФГУП ВНИИХТ	$1,01 \cdot 10^7$	$4,30 \cdot 10^6$	$3,90 \cdot 10^5$	$+ 3,91 \cdot 10^6$
	ФГУП ВНИИНМ	$2,52 \cdot 10^6$	$2,12 \cdot 10^5$	$6,01 \cdot 10^5$	$- 3,89 \cdot 10^5$
	ФГУП ПСЗ	$3,77 \cdot 10^8$	$1,30 \cdot 10^5$	$2,96 \cdot 10^5$	$- 1,66 \cdot 10^5$
СУММА НУКЛИДОВ ПЛУТОНИЯ	ФГУП ПО «МАЯК»	$7,40 \cdot 10^9$	$4,45 \cdot 10^8$	$3,40 \cdot 10^8$	$+ 1,05 \cdot 10^8$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$7,40 \cdot 10^5$	$1,48 \cdot 10^5$	$2,10 \cdot 10^5$	$- 6,20 \cdot 10^4$
	ФГУП НИЦ СНИИП	$1,37 \cdot 10^6$	$2,30 \cdot 10^{-3}$	-	$+ 2,30 \cdot 10^{-3}$
	ФГУП СХК	$6,81 \cdot 10^9$	$2,13 \cdot 10^9$	$2,22 \cdot 10^9$	$- 9,00 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$5,24 \cdot 10^8$	$1,01 \cdot 10^7$	$6,55 \cdot 10^6$	$+ 3,55 \cdot 10^6$
	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^9$	$6,60 \cdot 10^7$	$6,50 \cdot 10^7$	$+ 1,00 \cdot 10^6$
	ФГУП ВНИИНМ	$4,88 \cdot 10^6$	$4,91 \cdot 10^5$	$3,30 \cdot 10^5$	$+ 1,61 \cdot 10^5$
	ФГУП ВНИИХТ	$4,14 \cdot 10^4$	$1,10 \cdot 10^3$	$1,20 \cdot 10^3$	$- 1,00 \cdot 10^2$
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	$1,34 \cdot 10^8$	$8,72 \cdot 10^5$	$1,13 \cdot 10^6$	$- 2,58 \cdot 10^5$
СУММА НУКЛИДОВ ТОРИЯ	ОАО ЧМЗ	$7,66 \cdot 10^8$	$6,39 \cdot 10^8$	$7,03 \cdot 10^8$	$- 6,40 \cdot 10^7$
	ОАО ППГХО	$1,92 \cdot 10^9$	$8,10 \cdot 10^8$	-	$+ 8,10 \cdot 10^8$
СУММА БЕТА-АКТИВНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ*	ФГУП СХК	$6,88 \cdot 10^{11}$	$8,20 \cdot 10^{10}$	$1,05 \cdot 10^{11}$	$- 2,30 \cdot 10^{10}$
	ОАО КЧХК	$1,11 \cdot 10^8$	$2,31 \cdot 10^4$	$5,25 \cdot 10^4$	$- 2,94 \cdot 10^4$
	ФГУП ВНИИНМ	$7,40 \cdot 10^6$	$2,90 \cdot 10^6$	$3,28 \cdot 10^6$	$- 3,81 \cdot 10^5$
	НПО РИ им. В.Г. Хлопина	$1,04 \cdot 10^9$	$7,02 \cdot 10^6$	$8,67 \cdot 10^6$	$- 1,65 \cdot 10^6$
СУММА ИРГ	ФГУП СХК	$6,29 \cdot 10^{15}$	$1,21 \cdot 10^{15}$	$1,33 \cdot 10^{15}$	$- 1,20 \cdot 10^{14}$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,90 \cdot 10^{15}$	$4,00 \cdot 10^{13}$	$7,10 \cdot 10^{13}$	$- 3,10 \cdot 10^{13}$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	$1,73 \cdot 10^{15}$	$1,09 \cdot 10^{15}$	$1,43 \cdot 10^{15}$	$- 3,40 \cdot 10^{14}$
	ФГУП НИИП	$1,10 \cdot 10^{14}$	$2,87 \cdot 10^{11}$	$1,90 \cdot 10^{12}$	$- 1,61 \cdot 10^{12}$
	ФГУП НИТИ	$4,50 \cdot 10^{14}$	$1,19 \cdot 10^{12}$	$2,35 \cdot 10^{11}$	$+ 9,55 \cdot 10^{11}$
	ОИЯИ	$1,48 \cdot 10^{14}$	$7,40 \cdot 10^{12}$	$2,92 \cdot 10^{13}$	$- 2,18 \cdot 10^{13}$
	ФГУП ИРМ	$2,53 \cdot 10^{14}$	$1,12 \cdot 10^{14}$	$1,43 \cdot 10^{14}$	$- 3,10 \cdot 10^{13}$
	ФГУП ГХК	$1,70 \cdot 10^{15}$	$3,83 \cdot 10^{14}$	$3,59 \cdot 10^{14}$	$+ 2,41 \cdot 10^{13}$
	ФГУП ПО «МАЯК»	$3,65 \cdot 10^{15}$	$1,19 \cdot 10^{14}$	$1,20 \cdot 10^{14}$	$- 9,40 \cdot 10^{11}$
	БАЛАКОВСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$5,61 \cdot 10^{11}$	$3,08 \cdot 10^{12}$	$- 2,52 \cdot 10^{12}$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,25 \cdot 10^{12}$	$5,62 \cdot 10^{12}$	$- 3,37 \cdot 10^{12}$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$2,00 \cdot 10^{15}$	$5,14 \cdot 10^{14}$	$5,14 \cdot 10^{14}$	-
	ВОЛГОДОНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,98 \cdot 10^{12}$	$1,20 \cdot 10^{11}$	$+ 7,86 \cdot 10^{12}$
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$1,68 \cdot 10^{13}$	$1,90 \cdot 10^{13}$	$- 2,20 \cdot 10^{12}$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$2,29 \cdot 10^{13}$	$2,04 \cdot 10^{13}$	$+ 2,50 \cdot 10^{12}$
	КУРСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$3,54 \cdot 10^{14}$	$2,44 \cdot 10^{14}$	$+ 1,10 \cdot 10^{14}$
	ЛЕНИНГРАДСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$3,76 \cdot 10^{14}$	$4,59 \cdot 10^{14}$	$- 8,30 \cdot 10^{13}$
	НОВОВОРОНЕЖСКАЯ АЭС	$6,90 \cdot 10^{14}$	$7,70 \cdot 10^{13}$	$5,00 \cdot 10^{13}$	$+ 2,70 \cdot 10^{13}$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$3,70 \cdot 10^{15}$	$2,18 \cdot 10^{14}$	$3,25 \cdot 10^{14}$	$- 1,07 \cdot 10^{14}$

*) данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу

Мощность сбросов радионуклидов со сточными водами в открытую гидрографическую сеть в 2003 г. и соблюдение нормативов сброса, Бк/год

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Сниж. (-), увел. (+) сброса радионуклида в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
			за 2003 г.	за 2002 г.	
Тритий	ФГУП НИТИ	9,25·10 ¹²	2,51·10 ¹²	2,81·10 ¹²	- 3,00·10 ¹¹
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	3,49·10 ¹³	6,23·10 ¹³	- 2,74·10 ¹³
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	4,44·10 ¹¹	2,38·10 ¹⁰	2,66·10 ¹⁰	- 2,80·10 ⁹
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	2,50·10 ¹³	9,50·10 ¹⁰	3,66·10 ¹¹	- 2,71·10 ¹¹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	1,60·10 ¹⁴	1,70·10 ¹³	-	+ 1,70·10 ¹³
Натрий-24	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹⁴	6,59·10 ¹³	6,42·10 ¹³	+ 1,70·10 ¹²
	ФГУП СХК	1,48·10 ¹³	6,23·10 ¹²	6,94·10 ¹³	- 6,32·10 ¹³
Фосфор-32	ФГУП ГХК	2,22·10 ¹³	8,38·10 ¹²	7,87·10 ¹²	+ 5,11·10 ¹¹
	ФГУП СХК	4,07·10 ¹³	8,76·10 ¹²	1,13·10 ¹³	- 2,56·10 ¹²
Скандий-46	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	5,08·10 ¹⁰	5,43·10 ¹⁰	- 3,50·10 ⁹
Хром-51	ФГУП ГХК	1,48·10 ¹³	1,01·10 ¹²	1,28·10 ¹²	- 2,69·10 ¹¹
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	3,10·10 ¹²	4,26·10 ⁶	-	+ 4,26·10 ⁶
	КОЛЬСКАЯ АЭС	5,60·10 ¹³	5,10·10 ⁶	7,93·10 ⁶	- 2,83·10 ⁶
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,30·10 ¹²	4,10·10 ⁵	-	+ 4,10·10 ⁵
Марганец-54	ФГУП ГХК	1,48·10 ¹¹	3,70·10 ⁹	3,30·10 ⁹	+ 4,00·10 ⁸
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	1,20·10 ¹¹	2,49·10 ⁷	-	+ 2,49·10 ⁷
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	3,20·10 ⁹	3,10·10 ⁷	1,03·10 ⁸	- 7,20·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	8,00·10 ⁹	1,47·10 ⁶	9,47·10 ⁵	+ 5,23·10 ⁵
Железо-59	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹¹	3,71·10 ¹⁰	3,94·10 ¹⁰	- 2,30·10 ⁹
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	1,50·10 ¹⁰	1,20·10 ⁵	-	+ 1,20·10 ⁵
Кобальт-58	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	1,79·10 ¹⁰	1,58·10 ¹⁰	+ 2,10·10 ⁹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	9,90·10 ⁹	3,70·10 ⁶	5,39·10 ⁷	- 5,02·10 ⁷
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	2,30·10 ¹⁰	7,00·10 ⁴	4,92·10 ⁴	+ 2,08·10 ⁴
Кобальт-60	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	4,63·10 ¹⁰	4,30·10 ¹⁰	+ 3,31·10 ⁹
	ФГУП НИТИ	6,06·10 ⁶	6,95·10 ⁵	3,40·10 ⁵	+ 3,55·10 ⁵
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	5,00·10 ¹⁰	5,30·10 ⁷	8,08·10 ⁸	- 7,55·10 ⁸
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	5,90·10 ⁸	2,20·10 ⁷	7,57·10 ⁷	- 5,37·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	8,80·10 ¹⁰	1,10·10 ⁷	5,20·10 ⁶	+ 5,80·10 ⁶
	КУРСКАЯ АЭС	1,30·10 ¹⁰	8,97·10 ⁶	-	+ 8,97·10 ⁶
Медь-64	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹²	1,63·10 ¹²	2,04·10 ¹²	- 4,14·10 ¹¹
	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	3,87·10 ¹⁰	3,49·10 ¹⁰	+ 3,80·10 ⁹
Мышьяк-76	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹²	6,13·10 ¹¹	7,26·10 ¹¹	- 1,13·10 ¹¹
Стронций-90	ФГУП ГХК	7,40·10 ¹⁰	7,88·10 ⁹	1,09·10 ¹⁰	- 2,99·10 ⁹
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	1,84·10 ¹²	2,29·10 ¹²	- 4,46·10 ¹¹
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	1,85·10 ⁸	8,76·10 ⁵	9,92·10 ⁶	- 9,04·10 ⁶
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	-	7,70·10 ⁷	- 7,70·10 ⁷
	ФГУП НИТИ	8,29·10 ⁶	1,28·10 ⁶	3,28·10 ⁶	- 2,00·10 ⁶
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	9,31·10 ¹⁰	2,52·10 ⁷	5,00·10 ⁷	- 2,48·10 ⁷
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	1,50·10 ¹²	-	6,12·10 ⁶	- 6,12·10 ⁶
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	4,10·10 ⁹	1,50·10 ⁵	7,57·10 ⁴	+ 7,43·10 ⁴
	КУРСКАЯ АЭС	5,06·10 ¹⁰	3,97·10 ⁷	2,60·10 ⁷	+ 1,37·10 ⁷
	НОВОВОРОНЕЖ. АЭС	4,17·10 ¹⁰	5,40·10 ⁸	1,10·10 ⁷	+ 5,29·10 ⁸
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	-	1,76·10 ⁶	1,74·10 ⁶	+ 2,00·10 ⁴
	Цирконий-95 +Ниобий-95	ФГУП ГХК	7,40·10 ¹¹	1,04·10 ¹⁰	1,08·10 ¹⁰
КАЛИНИНСКАЯ АЭС		-	-	5,80·10 ⁵	- 5,80·10 ⁵
СМОЛЕНСКАЯ АЭС		-	2,28·10 ⁵	1,15·10 ⁵	+ 1,13·10 ⁵
Рутений-103	ФГУП ГХК	1,85·10 ¹¹	5,20·10 ⁹	5,30·10 ⁹	- 1,00·10 ⁸
Рутений-106	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹²	3,10·10 ⁹	1,09·10 ¹⁰	- 7,81·10 ⁹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	-	-	1,90·10 ⁶	- 1,90·10 ⁶
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,20·10 ¹²	7,50·10 ⁶	-	+ 7,50·10 ⁶
Сурьма-124	ФГУП ГХК	3,70·10 ¹¹	7,00·10 ⁸	8,50·10 ⁸	- 1,50·10 ⁸
Иод-131	ФГУП ГХК	5,55·10 ¹¹	3,30·10 ¹⁰	3,65·10 ¹⁰	- 3,50·10 ⁹
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	7,10·10 ¹¹	6,10·10 ⁴	1,41·10 ⁷	- 1,40·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	2,40·10 ¹³	2,70·10 ⁶	3,32·10 ⁶	- 6,20·10 ⁵
Цезий-134	ФГУП ГХК	3,00·10 ¹⁰	5,60·10 ⁸	6,00·10 ⁸	- 4,00·10 ⁷
	ФГУП НИТИ	7,58·10 ⁵	6,06·10 ⁴	-	+ 6,06·10 ⁴
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	7,10·10 ⁹	9,20·10 ⁷	7,32·10 ⁷	+ 1,88·10 ⁷
	КОЛЬСКАЯ АЭС	1,90·10 ¹¹	2,00·10 ⁷	8,18·10 ⁶	+ 1,18·10 ⁷
Цезий-137	ФГУП ГХК	1,11·10 ¹¹	1,14·10 ¹⁰	1,70·10 ¹⁰	- 5,60·10 ⁹
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	5,81·10 ¹⁰	-	+ 5,81·10 ¹⁰

Наименование радионуклида	Наименование концерна, департамента, организации	Разрешенный сброс	Фактический сброс		Сниж. (-), увел. (+) сброса радионуклида в 2003 г. по сравнению с 2002 г.
			за 2003 г.	за 2002 г.	
Цезий-137	ФГУП НИТИ	$7,96 \cdot 10^6$	$1,40 \cdot 10^6$	$3,20 \cdot 10^6$	$- 1,80 \cdot 10^6$
	ЗФ СевРАО	$1,13 \cdot 10^7$	$5,14 \cdot 10^5$	-	$+ 5,14 \cdot 10^5$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$3,68 \cdot 10^{11}$	$1,16 \cdot 10^7$	$1,40 \cdot 10^8$	$- 1,28 \cdot 10^8$
	БИЛИБИНСКАЯ АЭС	$7,10 \cdot 10^{10}$	-	-	-
	КАЛИНИНСКАЯ АЭС	$2,10 \cdot 10^9$	$1,40 \cdot 10^8$	$1,29 \cdot 10^8$	$+ 1,10 \cdot 10^7$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$9,90 \cdot 10^{10}$	$2,70 \cdot 10^7$	$1,13 \cdot 10^7$	$+ 1,57 \cdot 10^7$
	КУРСКАЯ АЭС	$3,23 \cdot 10^9$	$2,13 \cdot 10^7$	$6,30 \cdot 10^7$	$- 4,17 \cdot 10^7$
	ЛЕНИНГРАДСК. АЭС	$1,10 \cdot 10^9$	$1,03 \cdot 10^6$	$1,66 \cdot 10^5$	$+ 8,64 \cdot 10^5$
	СМОЛЕНСКАЯ АЭС	$8,00 \cdot 10^9$	-	$1,11 \cdot 10^7$	$- 1,11 \cdot 10^7$
Барий-140	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$3,17 \cdot 10^{10}$	$3,12 \cdot 10^{10}$	$+ 5,00 \cdot 10^8$
Церий-141	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$9,40 \cdot 10^9$	$9,70 \cdot 10^9$	$- 3,00 \cdot 10^8$
Церий-144	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{11}$	$1,20 \cdot 10^{10}$	$2,18 \cdot 10^{10}$	$- 9,80 \cdot 10^9$
	КОЛЬСКАЯ АЭС	$5,10 \cdot 10^{12}$	$2,30 \cdot 10^7$	-	$+ 2,30 \cdot 10^7$
Европий-152	ФГУП ГХК	$1,85 \cdot 10^{11}$	$4,90 \cdot 10^9$	$5,40 \cdot 10^9$	$- 5,00 \cdot 10^8$
Европий-154	ФГУП ГХК	$3,70 \cdot 10^{10}$	$7,00 \cdot 10^8$	$9,10 \cdot 10^8$	$- 2,10 \cdot 10^8$
	БЕЛОЯРСКАЯ АЭС	$1,00 \cdot 10^9$	$4,00 \cdot 10^5$	-	$+ 4,00 \cdot 10^5$
Свинец-210	ОАО ППГХО	-	$3,40 \cdot 10^9$	$2,80 \cdot 10^9$	$+ 6,00 \cdot 10^8$
Полоний-210	ОАО ППГХО	-	$2,80 \cdot 10^9$	$2,20 \cdot 10^9$	$+ 6,00 \cdot 10^8$
Радий-226	ОАО ППГХО	-	$1,50 \cdot 10^9$	$1,50 \cdot 10^9$	$- 3,89 \cdot 10^1$
Сумма нуклидов тория	ОАО ППГХО	-	$3,50 \cdot 10^9$	$3,80 \cdot 10^9$	$- 3,00 \cdot 10^8$
Сумма нуклидов урана	ОАО ППГХО	$6,35 \cdot 10^{10}$	$2,21 \cdot 10^{10}$	$1,87 \cdot 10^{10}$	$+ 3,40 \cdot 10^9$
	ОАО МСЗ	$2,70 \cdot 10^{10}$	$4,01 \cdot 10^9$	$3,33 \cdot 10^9$	$+ 6,76 \cdot 10^8$
	ОАО КЧХК	$3,70 \cdot 10^9$	$3,07 \cdot 10^9$	$2,34 \cdot 10^9$	$+ 7,30 \cdot 10^8$
	ФГУП УЭХК	$3,70 \cdot 10^9$	$9,93 \cdot 10^8$	-	$+ 9,93 \cdot 10^8$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$3,33 \cdot 10^7$	$1,11 \cdot 10^7$	$5,29 \cdot 10^6$	$+ 5,81 \cdot 10^6$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИЭФ	$6,10 \cdot 10^9$	$7,40 \cdot 10^7$	$8,80 \cdot 10^7$	$- 1,40 \cdot 10^7$
	ФГУП ПСЗ	$1,30 \cdot 10^6$	$1,20 \cdot 10^5$	$2,16 \cdot 10^6$	$- 2,04 \cdot 10^6$
Нептуний-239	ФГУП ГХК	$7,40 \cdot 10^{12}$	$3,69 \cdot 10^{12}$	$3,93 \cdot 10^{12}$	$- 2,40 \cdot 10^{11}$
	ФГУП СХК	$1,48 \cdot 10^{13}$	$6,23 \cdot 10^{12}$	$8,14 \cdot 10^{12}$	$- 1,91 \cdot 10^{12}$
Сумма нуклидов плутония	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	$2,96 \cdot 10^6$	$2,50 \cdot 10^6$	$2,23 \cdot 10^6$	$+ 2,70 \cdot 10^5$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	-	$7,97 \cdot 10^6$	$- 7,97 \cdot 10^6$
	ФГУП ПО «МАЯК»	-	-	$5,91 \cdot 10^9$	$- 5,91 \cdot 10^9$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$2,39 \cdot 10^9$	$3,04 \cdot 10^8$	$3,19 \cdot 10^8$	$- 1,50 \cdot 10^7$
	ФГУП ГХК	-	-	$2,10 \cdot 10^9$	$- 2,10 \cdot 10^9$
Сумма бета-активных радионуклидов*	ОАО КЧХК	$4,81 \cdot 10^9$	$1,97 \cdot 10^9$	$1,77 \cdot 10^9$	$+ 2,00 \cdot 10^8$
	ФГУП РФЯЦ ВНИИТФ	-	-	$5,46 \cdot 10^7$	$- 5,46 \cdot 10^7$
	ФГУП ГНЦ РФ НИИАР	-	$6,10 \cdot 10^6$	$4,40 \cdot 10^8$	$- 4,34 \cdot 10^8$
	ФГУП ГНЦ РФ ФЭИ	$1,79 \cdot 10^9$	$3,11 \cdot 10^8$	$4,01 \cdot 10^8$	$- 8,99 \cdot 10^7$

*) данные организаций, предоставленные без расшифровки по радионуклидному составу.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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 нуклидов Pu
ФГУП СХК	7185,0	2620,0	3371,0	1194,0	5315,0	1870,0	6096,0	1089,0	-	-	Sr-90;Cs-137
РФЯЦ ВНИИЭФ	120,00	120,00	-	-	-	-	-	-	120,00	-	U-обеднени.
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 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 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											
МИНАТОМ РОССИИ	131393,34	74252,37	20764,17	36376,8	59677,3	70240,5	94544,74	35540,5	452,42	121188,5	
ОАО МСЗ	197,87	139,87	40,0	18,0	-	-	-	-	197,87	-	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 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 нуклидов Pu
ГНЦ РФ НИИАР	35,40	27,40	-	8,0	-	-	35,40	-	-	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
в зоне наблюдения											
МИНАТОМ РОССИИ	184621,94	174185,56	7436,38	3000,0	16000,15	167460,0	173460,15	10000,0	12,0	43400,0	
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
Загрязненные водоемы											
МИНАТОМ РОССИИ	104336,50	98403,0	1789,50	4144,0	-	103795,0	98266,50	5729,0	180,0	103578,50	
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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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											
МИНАТОМ РОССИИ	3193.00	10.00	46.00	3137.00	-	3032.00	66.00	2966.00	-	3042.00	
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											
МИНАТОМ РОССИИ	88330.50	85472.00	1713.50	1145.00	7,00	88063.00	85507.50	2763.00	60.0	87836.50	
ОАО МСЗ	60.00	30.00	20.00	10.00	-	-	-	-	60.00	-	U-обогачен 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											
МИНАТОМ РОССИИ	12820.00	12770.00	30.00	20.00	-	12700.00	12700.00	-	120.00	12700.00	
ОАО МСЗ	120.00	70.00	30.00	20.00	-	-	-	-	120.00	-	U-обогачен 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

³ H	тритий	12,35 (лет)	¹³¹ I	йод-131	8,04 (сут)
⁷ Be	бериллий-7	53,3 (сут)	¹³² I	йод-132	2,30 (час)
¹⁴ C	углерод-14	5,73·10 ³ (лет)	¹³² Te	теллур-132	78,2 (час)
²² Na	натрий-22	2,60 (лет)	¹³³ I	йод-133	20,8 (час)
²⁴ Na	натрий-24	15,0 (час)	¹³⁵ I	йод-135	6,61 (час)
³² P	фосфор-32	14,3 (сут)	¹³³ Xe	ксенон-133	5,245 (сут)
⁴⁰ K	калий-40	1,28·10 ⁹ (лет)	¹³⁵ Xe	ксенон-135	9,083 (час)
⁴¹ Ar	аргон-41	1,83 (час)	^{135m} Xe	ксенон-135m	15,65 (мин)
⁴⁴ Ti	титан-44	47,3 (лет)	¹³⁸ Xe	ксенон-138	14,13 (мин)
⁴⁶ Sc	скандий-46	83,8 (сут)	¹³⁴ Cs	цезий-134	2,062 (лет)
⁵¹ Cr	хром-51	27,7 (сут)	¹³⁷ Cs	цезий-137	30,174 (лет)
⁵⁴ Mn	марганец-54	312,5 (сут)	¹³³ Ba	барий-133	10,5 (лет)
⁵⁶ Mn	марганец-56	2,6 (час)	¹⁴⁰ Ba	барий-140	12,74 (сут)
⁵⁵ Fe	железо-55	2,72 (лет)	¹⁴⁰ La	лантан-140	1,68 (сут)
⁵⁹ Fe	железо-59	45 (сут)	¹³⁹ Ce	церий-139	139,3 (сут)
⁵⁷ Co	кобальт-57	270,9 (сут)	¹⁴¹ Ce	церий-141	32,5 (сут)
⁵⁸ Co	кобальт-58	70,8 (сут)	¹⁴⁴ Ce	церий-144	284,3 (сут)
⁶⁰ Co	кобальт-60	5,27 (лет)	¹⁴⁴ Pr	празеодим-144	17,30 (мин)
⁵⁹ Ni	никель-59	7,50·10 ⁴ (лет)	¹⁴⁵ Sm	самарий-145	340 (сут)
⁶³ Ni	никель-63	100,1 (лет)	¹⁴⁷ Pm	прометий-147	2,62 (лет)
⁶⁴ Cu	медь-64	12,7 (час)	¹⁵² Eu	европий-152	13,33 (лет)
⁶⁵ Zn	цинк-65	243,9 (сут)	¹⁵⁴ Eu	европий-154	8,80 (лет)
⁶⁸ Ge	германий-68	288 (сут)	¹⁵³ Gd	гадолиний-153	241,6 (сут)
⁶⁸ Ga	галлий-68	68,0 (мин)	¹⁶⁹ Yb	иттербий-169	30,7 (сут)
⁷⁵ Se	селен-75	118,45 (сут)	¹⁷⁰ Tm	тулий-170	128,6 (сут)
⁷⁶ As	мышьяк-76	26,32 (час)	¹⁸² Ta	тантал-182	115,0 (сут)
⁸⁵ Kr	криптон-85	10,71 (лет)	¹⁹² Ir	иридий-192	74,02 (сут)
^{85m} Kr	криптон-85m	4,48 (час)	²⁰³ Hg	ртуть-203	46,76 (сут)
⁸⁷ Kr	криптон-87	76,31 (мин)	²⁰⁴ Tl	таллий-204	3,78 (лет)
⁸⁸ Kr	криптон-88	2,84 (час)	²⁰⁹ Po	полоний-209	102 (лет)
⁸⁹ Sr	стронций-89	50,5 (сут)	²¹⁰ Pb	свинец-210	22,3 (лет)
⁹⁰ Sr	стронций-90	29,12 (лет)	²¹⁰ Po	полоний-210	138,4 (сут)
⁸⁸ Y	иттрий-88	107,15 (сут)	²¹² Pb	свинец-212	10,64 (час)
⁹⁰ Y	иттрий-90	2,67 (сут)	²²⁰ Rn(Tn)	торон	55,6 (с)
⁹¹ Y	иттрий-91	58,5 (сут)	²²² Rn(Rn)	радон	3,8235 (сут)
^{91m} Y	иттрий-91m	49,71 (мин)	²²⁶ Ra	радий-226	1,6·10 ³ (лет)
⁹⁵ Zr	цирконий-95	63,98 (сут)	²²⁸ Ra	радий-228	5,75 (лет)
⁹⁵ Nb	ниобий-95	35,15 (сут)	²²⁸ Ac	актиний-228	6,13 (час)
⁹⁹ Mo	молибден-99	2,75 (сут)	²³² Th	торий-232	1,405·10 ¹⁰ (лет)
^{99m} Te	технеций-99m	6,006 (час)	²³⁴ U	уран-234	2,445·10 ⁵ (лет)
¹⁰³ Ru	рутений-103	39,28 (сут)	²³⁵ U	уран-235	7,04·10 ⁸ (лет)
¹⁰⁶ Ru	рутений-106	368,2 (сут)	²³⁸ U	уран-238	4,47·10 ⁹ (лет)
¹⁰⁶ Rh	родий-106	29,9 (с)	²³⁹ U	уран-239	23,40 (мин)
^{110m} Ag	серебро-110m	250 (сут)	²³⁹ Np	нептуний-239	2,355 (сут)
¹⁰⁹ Cd	кадмий-109	1,27 (лет)	²³⁸ Pu	плутоний-238	87,7 (лет)
¹¹⁵ Cd	кадмий-115	53,46 (час)	²³⁹ Pu	плутоний-239	2,41·10 ⁴ (лет)
¹¹³ Sn	олово-113	115,2 (сут)	²⁴⁰ Pu	плутоний-240	6,54·10 ³ (лет)
^{119m} Sn	олово-119m	250 (сут)	²⁴¹ Pu	плутоний-241	14,4 (лет)
¹²² Sb	сурьма-122	2,714 (сут)	²⁴¹ Am	америций-241	432 (лет)
¹²⁴ Sb	сурьма-124	60,2 (сут)	²⁴³ Am	америций-243	7380 (лет)
¹²⁵ Sb	сурьма-125	2,77 (лет)	²⁵² Cf	калифорний-252	2,638 (лет)

**Радиационная обстановка на территории России
и сопредельных государств в 2003 г.
Ежегодник**

Научный редактор Вакуловский Сергей Мстиславович

Составитель Ким Вера Михайловна

ЛР №020228 от 10.11.96

Технический редактор Ким В.М. Корректор Белова Л.К. Художник Виноградова Л.А.

Подписано в печать 14.09.04. Формат издания 60 x 84¹/₈. Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 34,25.

Усл. печ. л. 31,85. Уч.-изд. л. 26,46. Тираж 410 экз. Индекс 342/04.

Оригинал-макет подготовлен к печати в НПО "Тайфун", 249038, г. Обнинск, Калужская область,
пр. Ленина, 82.

Гидрометеиздат. 199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38.