

Государственная корпорация «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
"Производственное объединение "Маяк"

**Влияние прошлой и текущей деятельности завода РТ
на формирование современной радиационной обстановки
в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк»
(Россия, Санкт-Петербург, 27-28 мая 2009)**

Мокров Ю.Г.

Озерск, 2009

Реферат

Рассмотрены последствия наиболее серьезных радиационных аварий и инцидентов, произошедших на радиохимическом производстве ФГУП «ПО «Маяк» в первые годы его эксплуатации (1950-1960 годы).

Проанализировано влияние текущей деятельности радиохимического завода РТ и всего предприятия в целом на формирование радиационной обстановки и радиационных рисков для населения ближайших населенных пунктов. На основе анализа многолетних данных радиационного мониторинга оценена структура доз облучения населения. Показано, что текущая деятельность завода РТ практически не оказывает влияния на формирование дозовых нагрузок для населения.

Введение

Производственное объединение «Маяк» было создано на севере Челябинской области в конце 1940-х годов. (Рис. 1).

Перед ФГУП «ПО «Маяк» с момента создания ставились беспрецедентно сложные научно-технические и производственные задачи. По существу, за 2-3 года на базе ПО «Маяк» была создана новая (не имеющая технических аналогов) отрасль промышленности. Чрезвычайно высокие темпы разработки уникального технологического оборудования, строительства и ввода в эксплуатацию новых производств, отсутствие научных знаний и технологического опыта не позволили избежать ряда ра-

диационных аварий и породили серьезные проблемы в области охраны окружающей среды и здоровья человека.

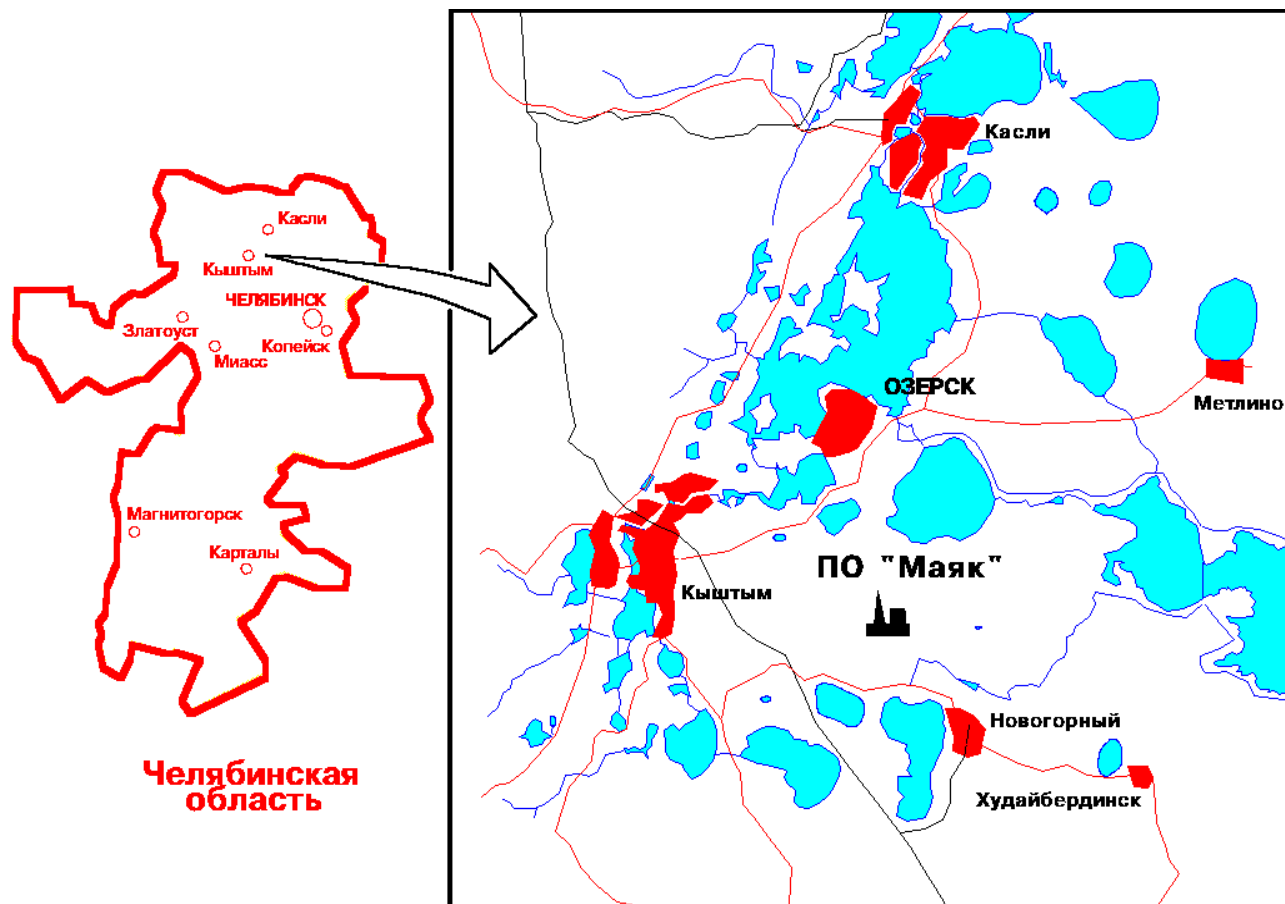


Рисунок 1. Схема расположения ФГУП «ПО «Маяк».

Наиболее серьёзные и разноплановые проблемы возникли в период освоения и ввода в эксплуатацию радиохимического производства. Первый радиохимический завод (завод «Б») был пущен в эксплуатацию в декабре 1948 года и был остановлен в 1967 году. Второй радиохимический завод «ДБ» эксплуатировался с 1959 по 1987 год. В 1977 году на базе бывшего завода «Б» был введён в эксплуатацию третий радиохимический завод – «РТ», который успешно работает до настоящего времени.

1 Особенности формирования современной радиационной обстановки

Современная радиационная обстановка в районе предприятия сформировалась в 1950-1960 годах в результате следующих радиационных аварий и инцидентов:

Регламентные и аварийные сбросы жидких радиоактивных отходов (ЖРО) радиохимического производства в р. Теча в 1949-1956 годах. По различным оценкам в воды

реки было сброшено от 2,7 МКи до 7,2 МКи радионуклидов осколочного происхождения. Пойма и донные отложения р. Теча до настоящего времени загрязнены радионуклидами (в основном ^{137}Cs), а иловые отложения в верхней части реки классифицируются как твердые радиоактивные отходы (ТРО). С целью исключения сбросов ЖРО в открытую гидрографическую систему и локализации наиболее загрязненных участков поймы, в 1956-1964 гг в верхней части р. Теча был создан Теченский каскад водоемов (ТКВ);

регламентные и аварийные газо-аэрозольные выбросы осколочных радионуклидов из высоких труб реакторного и радиохимического производства в 1950-1960 гг., когда отсутствовали эффективные методы очистки;

взрыв емкости с жидкими высокоактивными отходами радиохимического производства в 1957 году с выбросом в атмосферу $7,4 \cdot 10^{17}$ Бк (20 МКи) бета-излучающих радионуклидов. В результате аварии образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС);

ветровой вынос донных отложений в 1967 году с обнажившихся берегов водоема В-9 (оз. Карачай) использовавшегося в качестве хранилища жидких среднеактивных отходов радиохимического производства.

В соответствии с санитарными требованиями вокруг промышленной зоны предприятия установлены санитарно-защитная зона (СЗЗ), включающая территорию промышленной площадки, и зона наблюдения (ЗН). В СЗЗ отсутствуют населенные пункты, жилые дома и объекты социально-культурного назначения.

В настоящее время радиоактивное загрязнение территории в районе предприятия определяется только ^{90}Sr , ^{137}Cs и, в значительно меньшей степени, плутонием, что обуславливает долговременный характер радиационного воздействия. К категории «загрязненные земли» относятся территории (участки земель, водоемы), имеющие радиоактивное загрязнение техногенного происхождения, которое может привести к облучению с индивидуальной годовой эффективной дозой более 10 мкЗв.

2 Характеристика и результаты контроля современной радиационной обстановки

2.1 Организация системы контроля

В целях обеспечения безопасности населения, проживающего в районе размещения предприятия, ФГУП «ПО «Маяк» осуществляет работы по радиационному контролю в СЗЗ и ЗН (рис. 2).

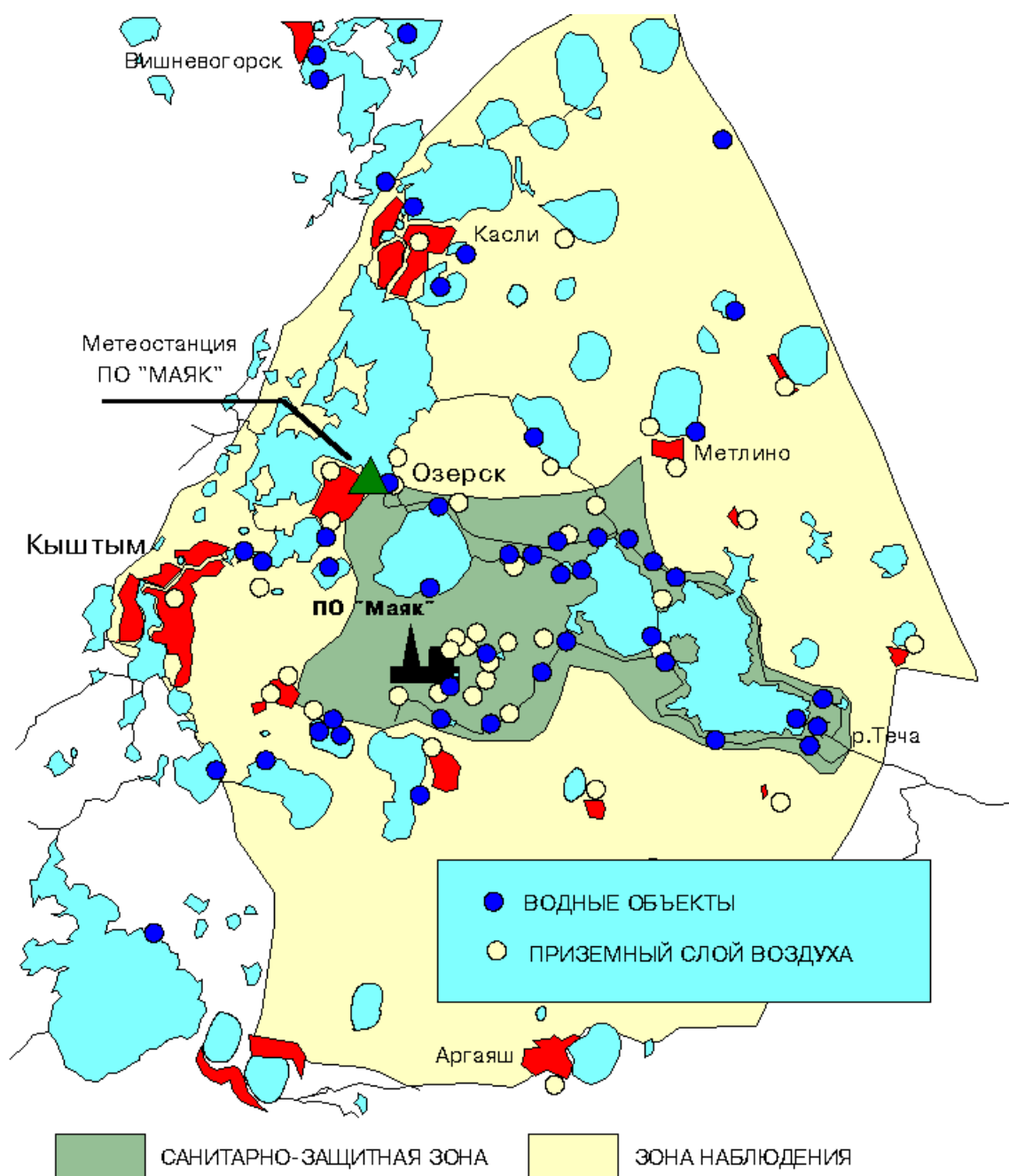


Рисунок 2. Расположение основных пунктов контроля загрязнения атмосферы и водных объектов в СЗЗ и ЗН ФГУП «ПО «Маяк».

Контроль радиоэкологической обстановки проводится в соответствии с Программой, которая согласовывается с органами Госсанэпиднадзора и природоохранными органами. Программой установлен объем радиационного контроля, его периодичность и определены места отбора проб. Программа контроля пересматривается не реже одного раза в 5 лет. Радиоэкологическим контролем занимается специальная аккредитованная служба предприятия.

В рамках программы контроля в зоне влияния ПО «Маяк» постоянно ведётся мониторинг содержания радиоактивных и химических веществ в атмосферном воздухе, воде, почве, растительности и пищевых продуктах. Местоположение стационарных пунктов контроля выбрано с учетом характеристик района наблюдения, плотности и численности проживающего населения. Общее число пунктов контроля превышает 100. Контролируются все основные дозообразующие радионуклиды: ^{90}Sr , ^{137}Cs , Pu, тритий, а также ряд других искусственных и естественных альфа- и гамма-излучающих нуклидов. Санитарно-гигиенические нормативы загрязнения объектов окружающей среды соблюдаются для всех населенных пунктов в зоне влияния предприятия.

Автоматическая система контроля радиационной обстановки (АСКРО) предприятия включает 31 пункт контроля и предназначена для оперативного измерения радиационных параметров и индикацию метеорологических параметров в населенных пунктах и на промплощадке. Измеренные данные в автоматическом режиме передаются на центральный пост АСКРО ПО «Маяк» по телефонным линиям и по радиоканалу.

2.2 Контроль загрязнения атмосферы

Система контроля загрязнения воздушного бассейна в районе расположения ФГУП «ПО «Маяк» включает в себя контроль выбросов из организованных источников (труб) предприятия и мониторинг загрязнения приземного слоя атмосферы. Действующую сеть контроля предприятия дополняет государственная система мониторинга Росгидромета и органов санитарного надзора.

2.2.1 Результаты контроля выбросов в атмосферу

ФГУП «ПО «Маяк» осуществляет выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в соответствии с утвержденными нормативами предельно-допустимых выбросов (ПДВ). Нормативы ПДВ разрабатываются каждые 5 лет на основе экспериментальных данных инвентаризации источников выброса и расчетных результатов рассеива-

ния загрязняющих веществ в атмосфере. Непрерывному контролю подлежат все технологические и вентиляционные выбросы, поступающие в атмосферу после их предварительной многоступенчатой очистки от радиоактивных газов и аэрозолей.

Фактические выбросы радиоактивных веществ находятся на среднемноголетнем уровне, в 100-10 000 раз меньше установленных значений ПДВ и практически не влияют на радиационную обстановку в районе расположения предприятия (табл. 1).

Максимальная дозовая нагрузка на население прилегающих к ФГУП «ПО «Маяк» территорий от текущих выбросов радионуклидов в атмосферу не превышает 0,005 мЗв/год.

Таблица 1 – Фактические выбросы наиболее радиационно-опасных нуклидов радиохимического завода за период с 2004 по 2008 год

Год	В процентах от ПДВ			
	²³⁹ Pu	⁹⁰ Sr	¹³¹ I	¹³⁷ Cs
2004	0,33	0,044	0,026	0,010
2005	0,77	0,044	0,037	0,013
2006	0,51	0,057	0,032	0,016
2007	0,52	0,026	0,013	0,015
2008	0,45	0,043	0,0072	0,021

Завод «РТ» осуществляет выбросы в атмосферу вредных химических веществ (ВХВ) через трубы высотой 150 м. За последние пять лет среднегодовые выбросы наиболее опасных ВХВ составили:

по двуокиси азота (NO₂) – 5,5 т/год (~10 % ПДВ);

по трибутилфосфату (ТБФ) – 0,015 т/год (~2 % ПДВ).

Для указанных ВХВ максимальные значения приземных концентраций, обусловленные выбросами завода «РТ», в воздухе населённых пунктов не превышают 0,1 % от соответствующих предельно-допустимых концентраций.

2.2.2 Результаты контроля загрязнения атмосферы

Непрерывный контроль загрязнения приземного слоя атмосферы, дополненный подфакельными определениями, ведется аспирационным и седиментационным методами. Максимальные значения среднегодовой объёмной активности радионуклидов в приземной атмосфере зоны наблюдения значительно (на 2-5 порядков величины) ниже регламентированных для населения (табл. 2).

Значения плотности радиоактивных выпадений в районе размещения предприятия находятся на среднем многолетнем уровне, характеризуются отчетливой тенденцией к снижению, не превышают установленных значений контрольных уровней и обусловлены не текущими выбросами в атмосферу, а процессами ветрового подъема и переноса радионуклидов с ранее загрязненных территорий.

Таблица 2 – Диапазон изменения среднегодовой объемной активности атмосферного воздуха и плотности радиоактивных выпадений в ближайших к предприятию населенных пунктах (2000-2008 годы)

Параметр	Pu	⁹⁰Sr	¹³⁷Cs
Объемная активность, мкБк/м ³	2 – 15	5 – 90	10 – 200
Плотность выпадений, Бк/(м ² ·год)	0,5 – 5,0	5 – 50	100 – 200

2.3 Контроль загрязнения водных объектов

Мониторинг водных объектов включает в себя контроль сбросов и контроль состояния водоемов, рек, водотоков, озер и подземных вод в зоне влияния предприятия. Для проведения стационарных гидрологических наблюдений на контролируемых водных объектах оборудованы водомерные посты, на которых измеряются уровни и расходы воды. Периодичность замеров уровней воды для различных водоемов составляет от одного раза в месяц до ежедневного. Контроль за гидродинамическим и гидрохимическим состоянием подземных вод, а также за содержанием в них загрязняющих веществ осуществляется посредством регулярных наблюдений за уровнем подземных вод и периодического отбора проб из наблюдательных скважин.

2.3.1 Сбросы радионуклидов в спецводоемы

ФГУП «ПО «Маяк» не производит сбросов ЖРО в открытую гидрографическую сеть. Часть жидких отходов, образующихся в процессе производственной деятельности, направляется на хранение в изолированные от открытой гидрографической системы специальные промышленные водоемы. На предприятии существует восемь таких водоемов-хранилищ (рис.3): – водоёмы оборотного водоснабжения В-2 (оз. Кызылташ) и водоем В-6 (оз. Татыш); водоёмы-хранилища НАО В-3, В-4, В-10 и В-11 (ТКВ); водоёмы-хранилища САО В-9 (Карачай) и В-17 (Старое Болото).

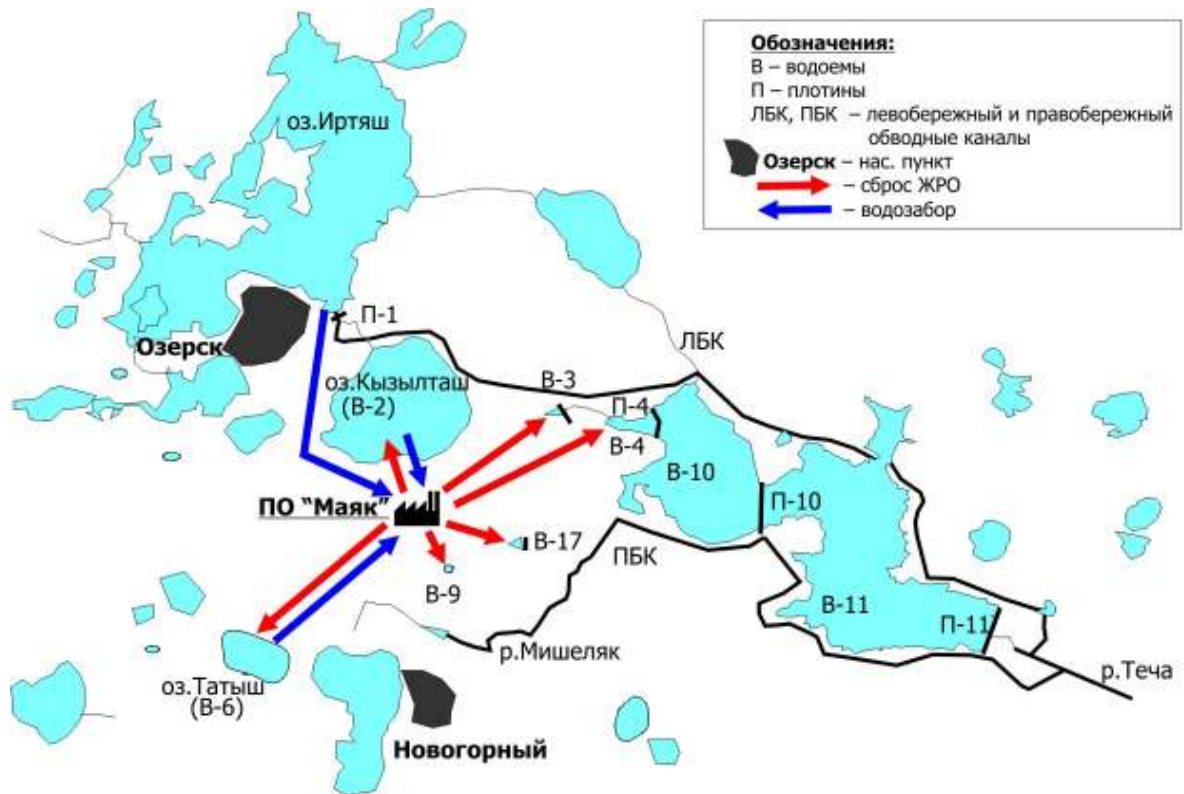


Рисунок 3. Схема сбросов жидких радиоактивных отходов ФГУП «ПО «Маяк».

Эксплуатация водоемов регламентируется специальными санитарными правилами и специальными ограничениями на сброс, установленными федеральными органами санитарного надзора.

Значения ограничений на сброс радионуклидов в специальные водоемы установлены с учетом гарантированного неувеличения объёмной активности воды в водоёмах. В 2002-2008 годах превышений установленных ограничений на сброс ЖРО в специальные водоёмы не было. Радиационная обстановка и объёмная активность радионуклидов в водоёмах оставались стабильными с тенденцией к снижению уровня загрязнения. Для примера, на рис. 4 и 5 приведены данные, характеризующие изменение удельной активности воды в водоёме В-17 (хранилище САО) и в водоёмах В-10 и В-11 ТКВ (хранилища НАО).

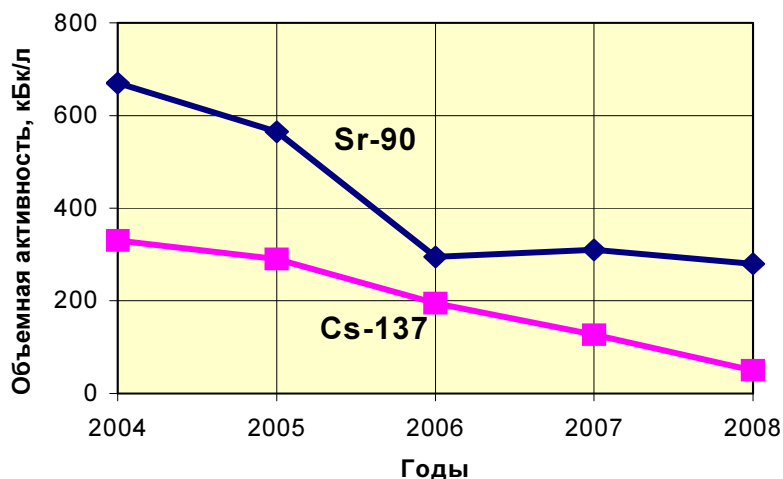


Рисунок 4. Изменение объемной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в воде водоёма В-17 (2004-2008 годы).

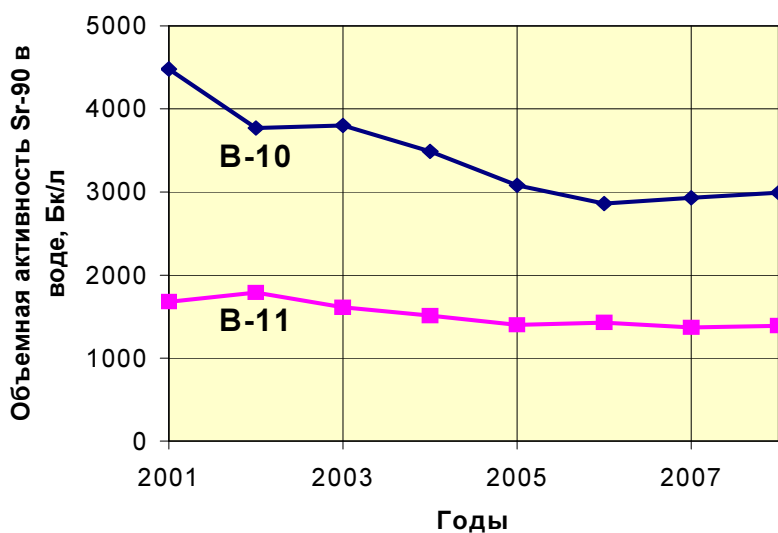


Рисунок 5. Изменение объемной активности ^{90}Sr в воде водоёмов В-10 и В-11 (2001-2008 годы).

Объемная активность радионуклидов в воде открытых водоемов, расположенных в зоне влияния предприятия и используемых для питьевых и хозяйственных целей, значительно ниже санитарных норм и составляет:

- по ^{90}Sr 0,01-0,15 Бк/л;
- по ^{137}Cs 0,01-0,2 Бк/л.

2.4 Контроль загрязнения почвы

Мониторинг загрязнения почвы осуществляется посредством периодического контроля мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, плотности потока бета-частиц с поверхности почвы переносными радиометрами и путём анализа результатов лабораторного контроля содержания радионуклидов в пробах почвы.

Плотность радиоактивного загрязнения почвы ^{90}Sr , ^{137}Cs и Pu на периферийных участках зоны наблюдения соответствует региональным «фоновым» значениям и возрастает на 1-2 порядка величины на границе СЗЗ, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварийных ситуаций 1950-1960 годов (табл. 3).

Таблица 3 – Максимальные значения плотности загрязнения почвы на территории зоны наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» (2000-2008 годы)

Радионуклид	Внешняя граница (Периферия)		Внутренняя граница (СЗЗ)	
	Ки/км ²	кБк/м ²	Ки/км ²	кБк/м ²
^{90}Sr	0,05	2,0	5,4	200
^{137}Cs	0,1	4,0	3,5	130
Pu	0,005	0,2	0,1	3,5

На территории ЗН суммарная мощность эквивалентной дозы внешнего облучения (техногенная и природная) составляет (0,09-0,16) мкЗв/час. Годовая доза внешнего облучения определённая с использованием термолюминесцентных дозиметров оценивается в (1,3-3,0) мЗв/год, при этом вклад техногенной составляющей не превышает 5 %.

2.5 Контроль загрязнения сельскохозяйственной продукции

Контроль загрязнения сельскохозяйственной продукции проводится совместно с органами Госсанэпиднадзора. Объектами контроля являются основные местные продукты рациона питания населения – молоко, картофель, мясо, рыба. Контроль загрязнения молока стронцием-90 и цезием-137 осуществляется два раза в год – в зимний (стойловый) и летний (пастбищный) периоды содержания животных; картофеля – 1 раз в год в период уборки урожая. Пробы растительности отбирают с пастбищных участков в окрестностях населенных пунктов, в которых ведется контроль рациона питания.

Удельная активность ^{90}Sr и ^{137}Cs во всех основных продуктах питания местного производства значительно меньше регламентируемых санитарных норм (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание радионуклидов в основных продуктах питания в ближайших к предприятию населённых пунктах (2000-2008 годы)

Продукт питания	в Бк/кг	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Молоко	0,3 – 3,0	0,3 – 3,0
Картофель	0,2 – 3,0	0,2 – 2,5
Овощи	0,2 – 2,0	0,1 – 1,0
Питьевая вода	0,01 – 0,2	0,01 – 0,05
Мясо КРС	0,1 – 3,0	0,3 – 8,0

Выполненные исследования показывают, что радиоактивное загрязнение картофеля, овощей, полевой растительности (сена) и коровьего молока определяется остаточным уровнем загрязнения поверхностного слоя почвы и не связано с текущими выбросами радионуклидов из труб предприятия.

Так, например, на рис. 6 показана динамика изменения объемной активности ^{90}Sr в коровьем молоке пос. Метлино за период с 1973 по 2008 год, которая хорошо коррелирует с теоретической кривой, описывающей изменение объемной активности приземного слоя атмосферы за счёт процессов вторичного ветрового подъёма.

В 2008 году поступление ^{90}Sr и ^{137}Cs в организм взрослого жителя г. Озерска с продуктами питания оценивается на уровне 600 Бк и 720 Бк, соответственно.

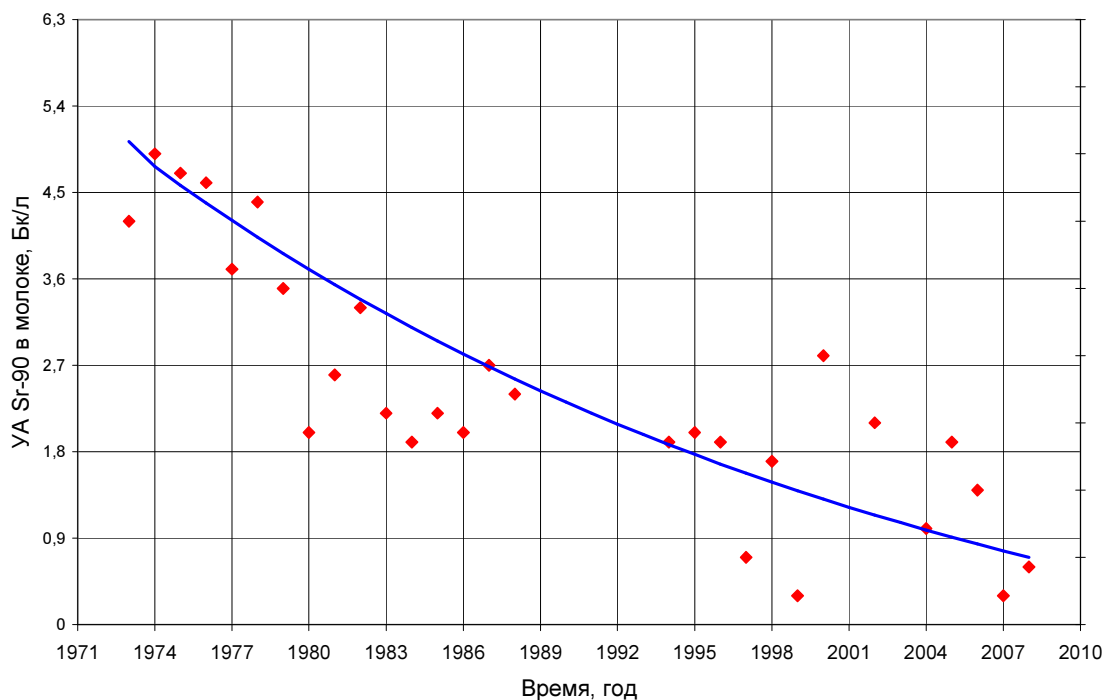


Рисунок 6. Изменение среднегодовой объёмной активности ^{90}Sr в коровьем молоке пос. Метлино (ОНИС) в сравнении с теоретической кривой вторичного ветрового подъёма (1973-2008 годы).

3 Структура эффективной дозы облучения населения

Годовая техногенная эффективная доза облучения населения, проживающего в населенных пунктах зоны наблюдения, наиболее подверженных радиационному воздействию, составляет от 0,06 до 0,28 мЗв/год (табл. 5, 6).

Таблица 5 – Годовая эффективная доза облучения населения зоны наблюдения ФГУП «ПО «Маяк»

Пункт контроля	в мЗв/год			
	2005	2006	2007	2008
г. Озерск	0,16	0,17	0,11	0,12
п. Метлино (ОНИС)	0,22	0,20	0,16	0,17
с. Башакуль	0,16	0,21	0,18	0,18
с. Худайбердинск	0,28	0,27	0,21	0,21
п. Новогорный	0,16	0,20	0,25	0,22
Поселок №2	0,18	0,20	0,12	0,13
г. Кыштым	0,09	0,08	0,06	0,07

Таблица 6 – Типичная структура эффективной дозы взрослого жителя г. Озерска (0,12 мЗв/год)

Параметр	Доза, мЗв/год	%
Внешнее облучение (с учетом экранировки зданиями)	0,03	26
Внутреннее облучение за счёт перорального поступления:		
⁹⁰ Sr	0,064	55
¹³⁷ Cs	0,009	8
Ингаляционное поступление: Pu	0,008	7
Внешнее и внутреннее облучение от текущих выбросов всех радионуклидов	0,005	4

Индивидуальный пожизненный риск возникновения стохастических эффектов для взрослых жителей г. Озерска от всех факторов радиационного воздействия оценивается $0,9 \cdot 10^{-5}$, а соответствующий риск, обусловленный текущими выбросами радионуклидов в атмосферу не превышает $0,04 \cdot 10^{-5}$, что существенно ниже уровня пренебрежимого риска ($0,1 \cdot 10^{-5}$).

4 Текущая и планируемая деятельность завода РТ-1

Основной задачей радиохимического производства ФГУП «ПО «Маяк» является прием, временное хранение и переработка различных видов облученного ядерного топлива (ОЯТ): энергетических реакторов ВВЭР-440 и БН, исследовательских реакторов, транспортных энергетических установок подводного и надводного морского флота.

В настоящее время на заводе «РТ» в рамках Федеральной Целевой Программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности» начаты крупномасштабные работы направленные на совершенствование системы обращения с текущими и накопленными в результате предыдущей деятельности жидкими и твёрдыми радиоактивными отходами, проводятся работы по реабилитации ранее загрязнённых территорий и консервации хранилищ РАО.

Выполненные оценки воздействия на окружающую среду при переработке ОЯТ «Гремихи» показывают:

- 1.Дополнительные газо-аэрозольные выбросы не превысят 0,1 % от существующих нормативов ПДВ;
- 2.Дополнительное дозовое воздействие на население составит не более 1 % от существующих значений.

Таким образом, дополнительная переработка ОЯТ «Гремихи», не приведёт к превышению установленных норм и ухудшению текущей радиационной обстановки в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк».

Финансовые средства, полученные от ввоза и переработки ОЯТ «Гремихи» будут направлены на реабилитацию загрязнённых территорий и позволят улучшить радиационную обстановку в регионе.