

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «Сибирский химический комбинат» (ЗАТО Северск)

УДК 621.039.743:504.064(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В41	Польшикова Алена Евгеньевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии	Решетько М.В.	к.г.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения нефтегазового дела	Вершкова Е.М.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Задорожная Т.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ведущий эксперт организационного отдела, доцент отделения геологии	Пасечник Е.Ю.	к.г.-м.н.		

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) - Природообустройство и водопользование
 Отделение школы (НОЦ) - Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2В41	Польшиковой Алене Евгеньевне

Тема работы:

Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «Сибирский химический комбинат» (ЗАО Северск)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 31.05.2018 №3979/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	18.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы; вид сырья или материал изделия; особые требования к особенностям функционирования, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы, полученные в период прохождения производственной практики; литературные, нормативно-правовые источники и фондовый материал; метеорологические данные, интернет ресурсы.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Описать физико-географические и социально экономические условия района исследований; на основе литературных источников рассмотреть способ консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов и технологии очистки ЖРО на СХК; выявить изменения метеорологических условий в районе расположения хранилищ ЖРО; изучить нормативно-правовую базу в области ПКОРАО.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Физико-географические условия и антропогенная нагрузка района исследований. 2. Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ассистент отделения контроля и диагностики, Задорожная Т.А.
Социальная ответственность	Старший преподаватель отделения нефтегазового дела, Вершкова Е.М.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.11.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения геологии	Решетько М.В.	К.Г.Н.		30.11.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В41	Польшикова Алена Евгеньевна		30.11.2017

Планируемые результаты обучения

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>В соответствии с общекультурными компетенциями</i>		
P1	Приобретать и использовать глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в междисциплинарном контексте инновационной профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ОК-1, 2, 3, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-20, ОК-21), (ЕАС-4.2a)(АВЕТ-3А)
P2	Применять глубокие профессиональные знания для решения задач проектно-исследовательской, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВПО (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-14, ОК-15, ОК-16, ОК-17, ОК-18, ОК-19, ОК-22)
P3	Проводить изыскания по оценке состояния природных и природно-техногенных объектов для обоснования принимаемых решений при проектировании объектов природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВПО (ПК-1) (АВЕТ-3i).
<i>В соответствии с профессиональными компетенциями в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P4	Уметь формулировать и решать профессиональные инженерные задачи в области природообустройства с использованием современных образовательных и информационных технологий	Требования ФГОС ВПО (ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5) (ЕАС-4.2d), (АВЕТ3e)
P5	Управлять системой технологических процессов, эксплуатировать и обслуживать объекты природообустройства и водопользования с применением <i>фундаментальных</i> знаний	Требования ФГОС ВПО (ПК-6, ПК-7, ПК-8)
P6	Применять инновационные методы практической деятельности, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач с учетом безопасности в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте.	Требования ФГОС ВПО (ПК-9, ПК-10, ПК-11)
P7	<i>Самостоятельно</i> приобретать с помощью новых информационных технологий <i>знания и умения</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВПО (ПК-12) (ЕАС-4.2-h), (АВЕТ-3d),
P8	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента	Требования ФГОС ВПО (ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16)

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P9	Определять, систематизировать и профессионально выбирать и использовать инновационные методы исследований, современное научное и техническое оборудование, программные средства для решения научно-исследовательских задач.	Требования ФГОС ВПО (ПК-17)
P10	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий	Требования ФГОС ВПО (ПК-18, ПК-19, ПК-20) (АВЕТ-3b)
<i>в области проектной деятельности</i>		
P11	Уметь применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления программы мониторинга объектов природообустройства и водопользования, мероприятий по снижению негативных последствий антропогенной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС ВПО (ПК-21, ПК-22, ПК-23, ПК-24) (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 125 с., 10 рис., 20 табл., 61 источник, 2 прил.

Ключевые слова: рекультивация, жидкие радиоактивные отходы, поверхностные хранилища жидких радиоактивных отходов, окружающая среда, Сибирский химический комбинат.

Объект исследований: поверхностные хранилища жидких радиоактивных отходов.

Тема выпускной квалификационной работы «Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «Сибирский химический комбинат» (ЗАО Северск)».

Целью выпускной квалификационной работы является оценка консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов как способа обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

В результате работы были описаны физико-географические и социально-экономические условия района исследований, изучены способ консервации поверхностных хранилищ и методы очистки ЖРО, применяемые на Сибирском химическом комбинате, проанализирована необходимость консервации открытых хранилищ ЖРО, изучены изменения в нормативно-правовой базе в области ПКОРАО.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, при работе использовались возможности Microsoft Excel.

Определения, обозначения и сокращения

В данной бакалаврской работе применяются следующие определения и сокращения:

Особые радиоактивные отходы (особые РАО) – радиоактивные отходы, для которых риски, связанные с радиационным воздействием, иные риски, а также затраты, связанные с извлечением таких радиоактивных отходов из пункта хранения радиоактивных отходов, последующим обращением с ними, в том числе захоронением, превышают риски и затраты, связанные с захоронением таких радиоактивных отходов в месте их нахождения [3].

Пункт консервации особых радиоактивных отходов (ПКОРАО) – природный объект или объект техногенного происхождения, в которых содержатся особые радиоактивные отходы, имеются барьеры для обеспечения безопасности, изолирующие радиоактивные отходы от окружающей среды в течение определенного соответствующим проектом срока эксплуатации указанных объектов [3].

Радиоактивные отходы, сокр. РАО – не подлежащие дальнейшему использованию материалы и вещества, а также оборудование, изделия (в том числе отработавшие источники ионизирующего излучения), содержание радионуклидов в которых превышает уровни, установленные в соответствии с критериями, установленными Правительством РФ.

Декантат – жидкость, отделённая от осадка методом декантации или фильтрации (вторичный раствор, раствор содержащий осадок).

ЖРО – жидкие радиоактивные отходы

НАО – низкоактивные отходы

НО РАО – ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами»

АО «СХК» – Акционерное общество «Сибирский химический комбинат»

РХЗ – Радиохимический завод

ЧС – чрезвычайная ситуация

Оглавление

Введение.....	11
1 Физико-географические условия района.....	15
1.1 Географическое и административное положение	15
1.2 Климат.....	16
1.3 Гидрологические условия	20
1.4 Геологические и гидрогеологические условия.....	26
2 Социально-экологическая характеристика района исследований.....	34
2.1 Демографическая ситуация и экономическое развитие района.....	34
2.2 Виды и интенсивность антропогенной нагрузки на территорию и водные ресурсы	36
3 Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «СХК».....	40
3.1 Особенности обращения с жидкими радиоактивными отходами	40
3.2 Источники жидких радиоактивных отходов на территории СХК.....	42
3.3 Технология очистки жидких радиоактивных отходов.....	48
3.3.1 Теоретические основы.....	48
3.3.2 Описание технологического процесса и аппаратурно-технологической схемы.....	55
3.3.3 Контроль технологического процесса	60
3.4 Способ консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов.....	61
3.5 Развитие нормативно-правовой базы эксплуатации хранилищ ЖРО в России.....	67
3.6 Анализ изменения метеорологических условий в районе расположения хранилищ жидких радиоактивных отходов.....	71
3.6.1 Материалы и методы исследований.....	72

3.6.2 Результаты статистического анализа метеорологических данных	74
4 Социальная ответственность	77
4.1 Производственная безопасность	80
4.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	81
4.1.2 Анализ опасных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению.....	90
4.2 Экологическая безопасность	92
4.2.1 Защита атмосферы	92
4.2.2 Защита гидросферы.....	93
4.2.3 Защита литосферы	95
4.3 Чрезвычайные ситуации.....	96
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	99
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	103
5.1 Техничко-экономическое обоснование продолжительности работ по объекту и объемы проектируемых работ.....	103
5.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ	105
5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	106
5.4 Расчет затрат на подрядные работы.....	108
5.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ.....	109
Заключение	111
Список публикаций автора.....	113
Список использованной литературы.....	114
Приложение А	118
Климатические характеристики исследуемого района.....	118
Приложение Б.....	120

Методики выполнения анализов вод, поступающих и образующихся на площадке 13 и декантатов пульпохранилищ..... 120

Графические приложения:

Лист 1. Физико-географические условия и антропогенная нагрузка района исследований

Лист 2. Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов

Введение

Обеспечение радиационной безопасности окружающей среды и населения является важной задачей, которая должна быть решена, на основе механизмов правового регулирования. На сегодняшний день большая часть накопленных в Российской Федерации радиоактивных отходов (РАО) сосредоточена в крупных хранилищах ЖРО, созданных 50–70 лет тому назад. До недавнего времени практиковалось долговременное хранение радиоактивных отходов, а решение проблемы их окончательной изоляции откладывалось. Вопросы консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов будут рассмотрены на примере АО «Сибирский химический комбинат».

26 марта 1949г. Советом министров СССР принято решение о строительстве Зауральского машиностроительного завода (Комбинат 816, п/я 129, п/я 153, п/я В-2994, Сибирский химический комбинат - СХК). Основной задачей комбината на протяжении многих лет было получение для оборонных целей и атомной энергетики обогащенного урана-235 и плутония-239, изготовление компонентов ядерных зарядов, разборка и переработка компонентов зарядов, снятых с вооружения, в топливо для АЭС, регенерация отработанного на АЭС топлива, выработка для народного хозяйства электрической и тепловой энергии и производство различных товаров народного потребления.

В 2009-2010 годах осуществлен переход ОАО «СХК» в состав Топливной компании Росатома «ТВЭЛ». ОАО «СХК» является предприятием Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Одно из основных направлений работы СХК – обеспечение потребностей атомных электростанций в уране для ядерного топлива, производство тепловой и электрической энергии.

На данный момент основу комбината составляют четыре завода:

– Завод разделения изотопов (ЗРИ) — получение обогащённого урана для атомной энергетики. Осуществляет разделение изотопов урана с низкой степенью обогащения по ^{235}U . Функционирует с 1953 года. До 1973 года осуществлялось газодиффузионное разделение, а позднее — центрифужное. Производится также ряд стабильных изотопов ксенона, олова, селена и т. д.

– Сублиматный завод (СЗ) — переработка ураносодержащих продуктов, в том числе высокообогащённого урана. Получение закиси-окиси урана для твэлов и сырьевого гексафторида урана для изотопного обогащения. Запущен в 1954—1955 годах.

– Радиохимический завод (РХЗ) — переработка облучённых урановых блоков с целью извлечения урана и плутония, а также других радионуклидов. Первая очередь с 1961 год, вторая — с 1962 года. В настоящий момент основная деятельность РХЗ — это получение чистых соединений природного урана (аффинаж).

– Химико-металлургический завод (ХМЗ) — плавка и обработка плутония с производством компонентов для ядерного оружия, утилизация специзделий, производство магнитных сплавов и магнитов из них, производство ультрадисперсных порошков [7].

Радиохимический завод осуществляет переработку облученных урановых блоков с целью извлечения урана и плутония, захоронение жидких радиоактивных отходов, тонкую очистку импортного сырья от радиоактивных и стабильных примесей, консервацию поверхностных радиоактивных хранилищ с целью улучшения экологической обстановки региона.

Завод, пущенный в эксплуатацию в 1961 году, производит радиохимическую переработку облученных стандартных урановых блоков промышленных уран-графитовых реакторов реакторного завода с использованием экстракционно-сорбционной технологии.

Основными задачами РХЗ по переработке облученных стандартных урановых блоков являются:

- Очистка (аффинаж) урана, а также наработанных в промышленном реакторе плутония и нептуния от радиоактивных продуктов деления урана;
- Получение азотнокислых растворов регенерированного урана (марки «РС»), а также оксидов плутония и нептуния;
- Обращение с жидкими радиоактивными отходами (ЖРО), образующимися в технологических схемах переработки СХК.

Кроме того, на заводе получили развитие конверсионные направления по переработке природного уранового сырья (в форме оксидов и металла), а также оксидов регенерированного урана энергетических реакторов.

Основными задачами РХЗ по конверсионным направлениям являются: Очистка природного урана от сопутствующих примесных элементов; Усреднение регенерированного урана и его очистка от продуктов распада изотопа уран-232, технеция-99, а также ряда других химических примеси

Основная продукция завода - очищенное урановое сырье для сублиматного завода. Получаемый диоксид плутония (некондиционный для оружейного использования) складировается под постоянным контролем американских специалистов в специально созданном хранилище [17].

В процессе производственной деятельности при работе с радиоактивными веществами и ядерными материалами на заводах АО «СХК» образуются твердые и жидкие радиоактивные отходы (РАО).

К твердым радиоактивным отходам (ТРО) относятся, в основном, загрязненные радионуклидами средства защиты, технологические отходы (мусор), списанные приборы, использованные элементы оборудования, металлолом, выработавшие ресурс радионуклидные источники. Твердые радиоактивные отходы в зависимости от уровня загрязненности размещаются в хранилищах, представляющих собой сооружения траншейного типа или железобетонные сооружения, выполненные по специальным проектам. По результатам проводимого мониторинга, влияния хранилищ ТРО за пределами промышленных площадок комбината не выявлено.

Жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) с учетом источника их образования и уровня загрязненности разделяются на нетехнологические и технологические отходы. В схеме обращения с ЖРО в АО «СХК» в настоящее время задействованы 6 открытых бассейнов-хранилищ (2 бассейна выведены из эксплуатации и находятся в стадии консервации), общекомбинатские очистные сооружения.

Целью работы является оценка консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов как способа обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

Чтобы достичь поставленной цели, необходимо выполнение следующих задач:

- рассмотреть физико-географическое и административное положение, техногенную нагрузку в районе исследований;
- изучить способ консервации поверхностных хранилищ и методы очистки жидких радиоактивных отходов на Сибирском химическом комбинате;
- проанализировать изменения метеорологических условий, влияющих на радиационную безопасность в районе размещения поверхностных хранилищ ЖРО;
- изучить изменения в нормативно-правовой базе в области пунктов консервации особых радиоактивных отходов.

1 Физико-географические условия района

1.1 Географическое и административное положение

АО «СХК» расположено в границах закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) Северск Томской области, на правом берегу реки Томь, на расстоянии 10-12 километров севернее областного центра.

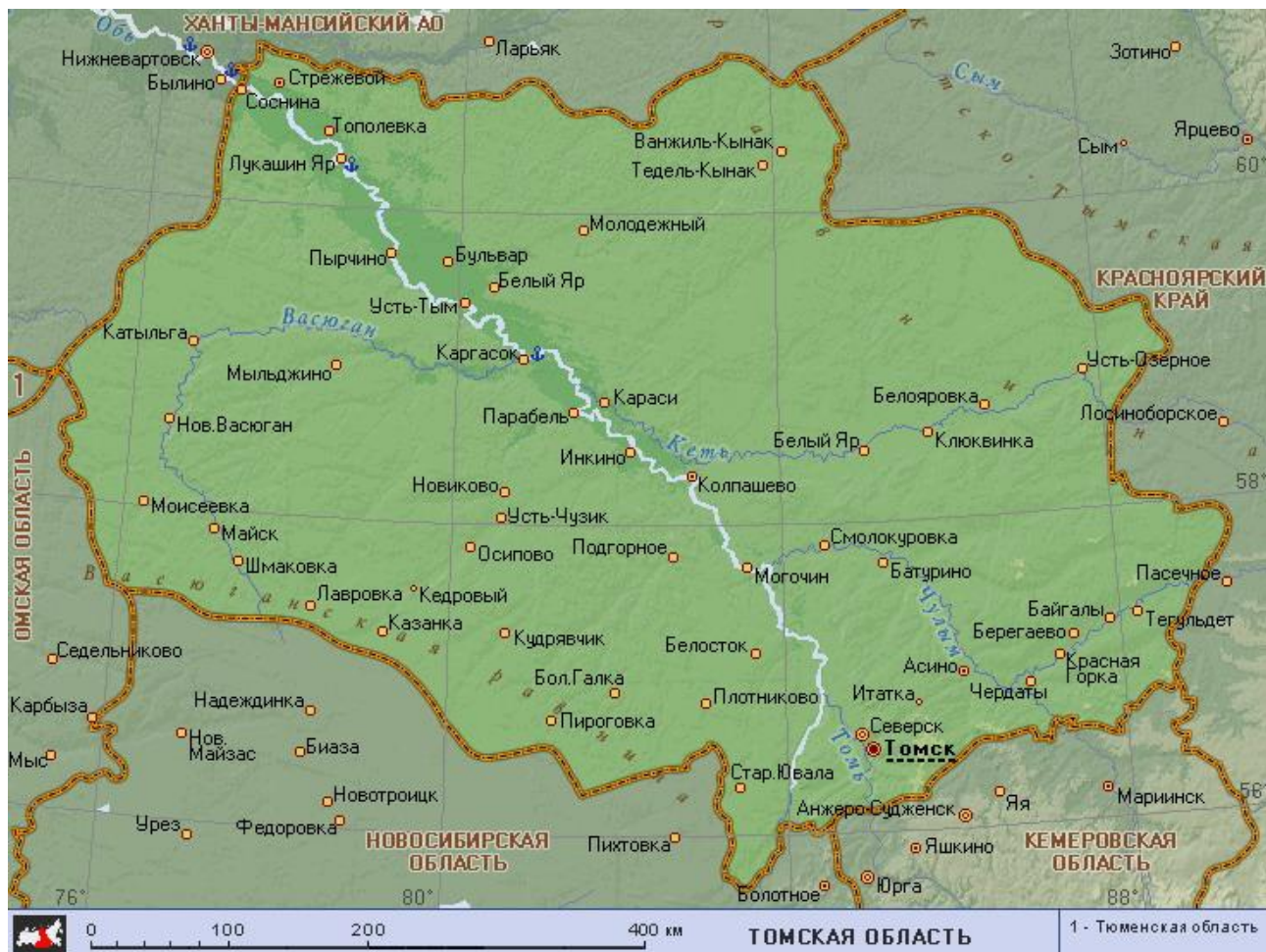


Рисунок – 1.1 Географическая карта Томской области [15]

Томская область расположена в среднем течении р. Оби в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины и граничит: на юге - с Кемеровской, Новосибирской областями, на юго-западе - с Омской областью, на западе, северо-западе и севере - с Ханты-Мансийским автономным округом, на северо-востоке и востоке - с Красноярским краем. Томская область расположена в среднем течении р. Оби в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины и граничит: на юге - с Кемеровской, Новосибирской

областями, на юго-западе - с Омской областью, на западе, северо-западе и севере - с Ханты-Мансийским автономным округом, на северо-востоке и востоке - с Красноярским краем [23].

1.2 Климат

Климат Томской области определяется ее географическим положением (расположена в умеренных широтах - 55-61° с.ш.) и отличается значительной сезонной изменчивостью притока солнечной радиации и преобладанием северо-восточного переноса воздушных масс. Климат континентальный с теплым коротким летом и суровой продолжительной зимой и ярко выраженными весенними и осенними периодами, ранними осенними и поздними весенними заморозками, умеренным количеством осадков, характеризуется избыточным увлажнением, недостаточной теплообеспеченностью и слабой испаряемостью, способствующей заболачиванию. Район исследований относится к 1В климатическому району с суровыми условиями, умеренно-холодному. Опасные метеорологические процессы и явления (смерчи, ураганы, лавины и пр.) на изучаемой территории отсутствуют [23].

Среднегодовая температура воздуха в г.Томск +0,5°C. Средняя температура самого холодного месяца января – минус 19,1°C, самого теплого, июля +18,3°C. Средняя температура наиболее холодной пятидневки – минус 40°C. Средняя температура наиболее холодных суток – минус 44°C. Характеристики района предприятия приводятся в соответствии с СП 131.13330.2012 [56].

Средняя температура воздуха периодов со средней суточной температурой $\leq 8^\circ\text{C}$ составляет минус 8,4°C, периодов со средней суточной температурой $\leq 10^\circ\text{C}$ - минус 7,3°C, а продолжительность этих периодов соответственно 236 и 253 суток. Продолжительность периода с температурой воздуха $\leq 0^\circ\text{C}$ - 179 суток при средней температуре минус 12,4°C.

Переход среднесуточных температур на положительные значения осуществляется в 20-х числах марта. абсолютный максимум температуры в июле (+36⁰С), минимум - в январе (-55⁰С); средняя температура наиболее холодного периода – минус 25⁰С; средняя максимальная температура наиболее теплого месяца – плюс 23,7⁰С; безморозный период колеблется в пределах 120-150 дней; снежный покров держится 170-180 дней [23].

Наибольшее выпадение осадков приходится на июль-август. Годовая норма атмосферных осадков составляет 591 мм, из которых в теплый период выпадает 406 мм. Суточный максимум осадков P=1% - 76 мм. Годовое количество осадков - 450-590 мм, из них 66-78% выпадает в жидком виде, а остальные - в твердом (Приложение А). По количеству выпадающих осадков район относится к зоне умеренного увлажнения. За год бывает около 190 дней с осадками, наибольшее число дней с осадками приходится на осенне-зимний период (около 111 дней) (Приложение А). Наибольшую повторяемость имеют дожди интенсивностью, равной 0,03 – 0,05 мм/мин за каждый дождь. Отдельные дожди в июле имели очень высокую среднюю интенсивность – более 0,4 мм/мин.

Отмечается в среднем 178 дней со снежным покровом. Средняя дата образования устойчивого снежного покрова – 28 октября, разрушения – 18 апреля, схода – 30 апреля. Средняя декадная за зиму высота снежного покрова за зиму составляет 53 см, максимальная – 78 см. Средняя многолетняя высота снега за зиму на открытых полях равняется 30-40 см, на защищенных местах (полянах в лесу) 55-82 см. Средняя плотность снежного покрова при наибольшей его высоте составляет 0,28 тс/м³. Среднегодовое число дней с гололедом -6,9, с градом- 2,6. Снег держится на севере 183-201, на юге - 178-180 дней [23].

Характеристики района в соответствии с СП 131.13330.2012 [56]: относительная влажность воздуха в районе в 15 часов наиболее холодного и жаркого месяцев в году составляет соответственно 78% и 56%.

Годовые колебания средних значений относительной влажности составляют 22%. Самым «сухим» является май, когда средняя относительная влажность 60%. Наибольших значений относительная влажность достигает с ноября по январь (77-82%). Суточный ход относительной влажности зимой слабо выражен. Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 74%, наиболее холодного месяца – 80% [23].

Ветровой режим. Средняя годовая скорость ветра равна 4,1 м/с. Наибольшие средние скорости ветра отмечаются в декабре и марте, наименьшие – в июле и августе. Повторяемость направлений ветра за год приведены в таблице А1, повторяемость направлений ветра и средняя скорость в июле и январе месяцах приведены в таблице А2 (приложение А). Скорость ветра, вероятность превышения которой менее 55 – 12 м/с.

Преобладающие направления ветра – южное и юго-западное. Коэффициент А, зависящий от стратификации атмосферы и определяющий условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе составляет $A=200$. В долинах крупных рек (Обь, Томь) повторяемость скоростей ветра 4-7 м/с составляет 28%, что создает наиболее суровые зимние условия. Средние наибольшие скорости ветра наблюдаются в наиболее холодный месяц (январь)- 5,6м/с, средние наименьшие скорости ветра - в наиболее жаркий месяц (июль)-3,2 м/с. Среднегодовое число дней с сильным ветром (более 15 м/с) - 9. Даже в самые ветреные месяцы года (декабрь и март) повторяемость слабых ветров 46%, а летом она достигает 73%. В течение 6642 часов в году в городе отмечается скорость ветра менее 5 м/с [23].

В соответствии со схематической картой районирования территории бывшего СССР по смерчопасности (РБ-022-01) район размещения площадки относится к малоизученным районам. На территории Томской области смерчи не зафиксированы. Смерчи интенсивностью 1 балл по шкале Фуджиты зарегистрированы у с. Венгерovo и с. Меньшиково Новосибирской области 17.05.1971 г. и у с.Пеньки – 14.07.1973 г. На юге Западной Сибири

зафиксировано 8 смерчей, вероятность их на 1000 км равна 0,011 или 1 раз в 10000 лет [23].

Туманы, образуясь обычно при штилевой погоде или слабом ветре, способствуют загрязнению атмосферы. Вероятность образования туманов невелика. В среднем, в году отмечается 19 дней с туманом, чаще всего они возникают в теплый период года (17 дней) с максимумом в августе (5 дней). Наибольшее число дней с туманом зарегистрировано в 1931 г. (80 дней), а наименьшее – в 1953 г. (12 дней). Продолжительность тумана за год - 56 часов. Ежегодно суммарная продолжительность тумана составляет около 150 ч.

Метели наблюдаются ежегодно с октября по апрель. Среднее число дней с метелью за год составляет 51. Наиболее часты метели в декабре и январе, когда в среднем за месяц наблюдается 10-12 дней с метелями. Скорость ветра при метелях в городе невелика (в 75% случаев она не превышает 9 м/с), чаще всего метели имеют южное и юго-западное направление, при котором отмечались максимальные скорости ветра. Метели наблюдаются при температуре выше минус 15°C, при более низких температурах они отмечаются в 11% случаев [23].

Грозовая деятельность протекает довольно активно, в среднем за год наблюдается 26 дней с грозой. Средняя суммарная продолжительность гроз в год равна 50 ч. Выпадение града отмечается с апреля по октябрь. Максимальное число случаев с градом приходится на июнь [23].

Среднее число дней с гололедом – 2 за год, а со всеми видами отложений (гололед, зернистая, кристаллическая изморозь, мокрый снег) – 41 день. Наибольшее число дней с гололедом приходится на ноябрь, декабрь. Наиболее распространенным видом обледенения является изморозь. В среднем за год отмечается 34 дня с изморозью, а зимой 1951-52 гг. зарегистрировано 69 дней. Средняя продолжительность гололеда составляет 11 ч. Продолжительность отложения изморози в среднем составляет 63 ч, в 30% случаях она колеблется от 30 до 50 ч. Размеры отложений гололеда обычно небольшие, в среднем их диаметр равен 5 мм. Средний диаметр отложений

изморози равен 17 мм, отложения диаметром 15-25 мм составляют 53%. По толщине стенки гололеда рассматриваемая территория относится ко II району [23].

1.3 Гидрологические условия

1.3.1 Состояние поверхностных вод

Основными водными объектами тридцатикилометровой зоны наблюдения ОАО «СХК» являются: р. Томь и малые реки, в нее впадающие: Большая и Малая Киргизка, Ушайка, Басандайка, Самуська, Поперечка, Камышка, Черная речка и т.д. Река Томь на всем протяжении в 30-км зоне (рисунок 1.3) является судоходной.

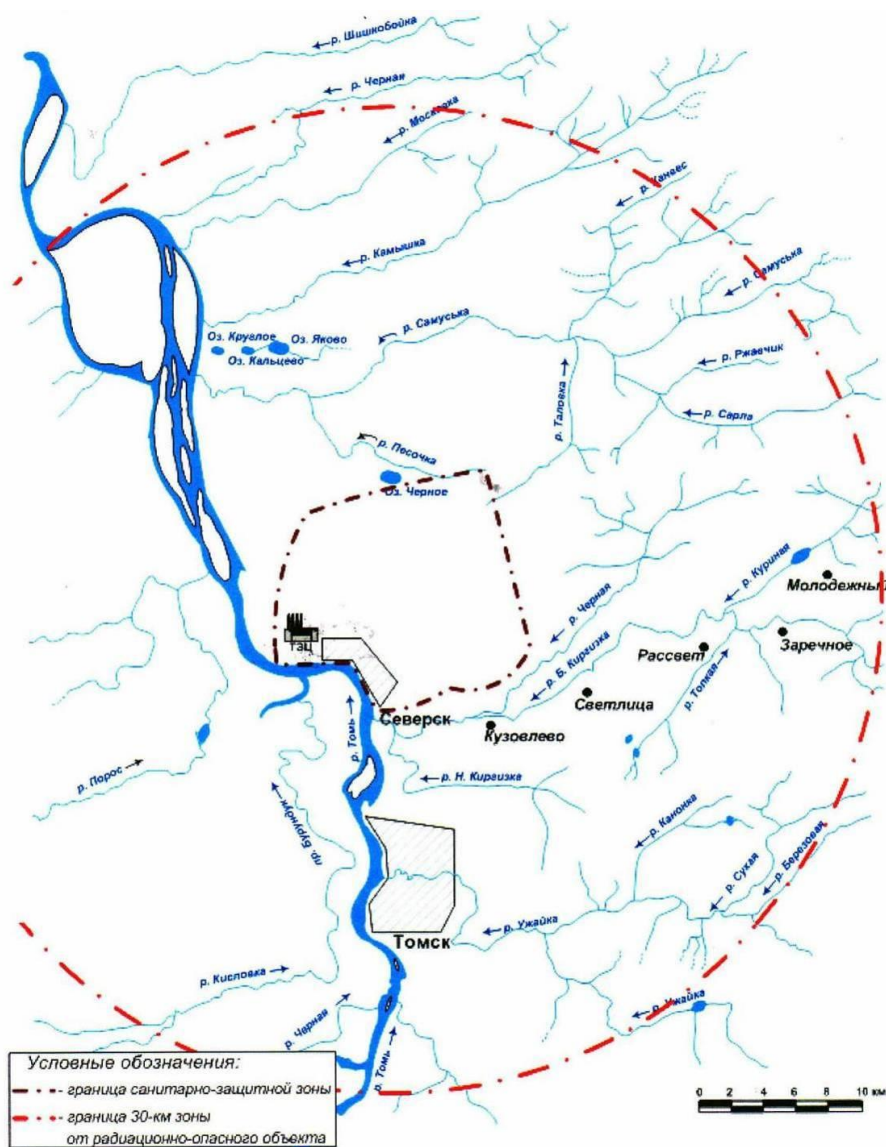


Рисунок – 1.3 Схема гидрографической сети 30-км зоны вокруг АО «СХК» [23]

Река Томь, один из самых крупных притоков Оби, берет свое начало с горного узла хребтов Абаканского и Кузнецкого Алатау, впадает в Обь с правого берега в пределах южной зоны Томской области в 2672 км от устья. Общая длина реки 840 км, площадь водосбора 62000 км², залесенность – 70%, заболоченность – 5%, озерность – 1%.

Река Томь относится к рекам со смешанным питанием (талые, дождевые и подземные воды). Томь с отметками уреза воды 67,0-67,5 м протекает с южной стороны в 1,5 км от места расположения бассейна Б-1.

По характеру водного режима р. Томь относится к рекам с весенним половодьем и паводками в теплое время года. Средняя дата начала половодья приходится на середину апреля, ранняя – на конце марта, поздняя – на первые числа мая. Прохождение наибольшего расхода наблюдается, как правило, в конце апреля – начале мая, ранние даты приходятся на середину апреля, поздние – на начало июня. Средняя продолжительность половодья 87 дней, наименьшая – 58, наибольшая – 123 дня. Соотношение между продолжительностью подъема и общей продолжительностью половодья колеблется от 0,23 до 0,52. Интенсивное снеготаяние в горной части бассейна, и частые дожди обуславливают гребенчатый характер гидрографа половодья реки.

После прохождения половодья на реке устанавливается летне-осенняя межень, длящаяся до конца октября – первой половины ноября. Межень практически ежегодно нарушается дождевыми паводками, в отдельные годы уровни во время дождевых паводков повышаются на 3-4 м. Зимняя межень устанавливается в ноябре и продолжается до начала половодья, наименьший сток наблюдается в конце зимы.

Максимальная годовая амплитуда колебаний уровня воды достигает 10 м. Долина реки пойменная с крутыми склонами. Склоны террасированы (в районе г.Томска выделяется 4-5 террас), высотой до 80-95 м.

Пойма преимущественно двухсторонняя, шириной от 3-4 до 15 км, местами односторонняя. Пойма изрезана протоками, старицами, озерами,

покрыта луговой и кустарниковой, а местами древесной растительностью или заболочена. Правобережная пойма в пределах г. Томска застроена. В пойме имеются поля сельскохозяйственных угодий.

В пределах территории района размещения ПКОРАО (зоны радиусом 30 км) правобережная часть бассейна р. Томь характеризуется сравнительно хорошо развитой гидрографической сетью, густота речной сети 0,3 км/км².

С правого берега впадают реки: Ушайка, Большая Киргизка, Самуська, Камышка, Мостовка и Черная.

Левобережная часть бассейна имеет редкую гидрографическую сеть (густота речной сети 0,15 км/км²), здесь в р. Томь впадают небольшие реки: Черная, Кисловка, Порос [23].

Притоки р. Томь в рассматриваемом районе относятся к рекам с весенним половодьем и паводками в теплое время года. Основным источником питания рек являются талые воды, которые в годовом балансе составляют 60-80%.

Начало половодья наблюдается в первой декаде апреля, пик половодья проходит в конце апреля – в начале мая.

Амплитуда колебаний уровня за половодье на р. Киргизке составляет около 5 м, на р. Самуське – 3,5 м, на остальных реках – до 2-х метров. В период половодья устьевые участки рек находятся в подпоре от р. Томи.

Летне-осенняя межень устанавливается в июне и продолжается до начала ноября. Во время интенсивных и продолжительных дождей, как это наблюдалось осенью 1996 г., уровни на р. Киргизке и р. Самуська повышаются до 2 м, на реках Мостовка, Камышка, Черная и Шишкобойка – до 1-1,5 м. Наименьшие уровни зимней межени наблюдаются в феврале – начале марта. Реки Мостовка, Камышка и Черная перемерзают.

Средняя дата перехода температуры воды весной через 0,2°С на р. Томи, по данным поста г. Томск, - 24 апреля, ранние даты приходятся на первые числа апреля, поздние – на первые числа мая. Средняя дата перехода температуры воды осенью через 0,2°С – 4 ноября, ранние даты приходятся на

вторую декаду октября, поздние – на третью декаду ноября. Наибольшая годовая температура воды наблюдается в июле. По данным наблюдений максимальная температура воды достигает 28°C.

На малых реках района сроки весеннего перехода температуры воды через 0,2°C по сравнению с р. Томь, в основном, запаздывают на 5-10 дней, сроки осеннего перехода наступают, как правило, на 5-7 дней раньше (за исключением р. Порос). Среднемесячные значения температуры воды наиболее жаркого месяца (июль) ниже на 2-5°C (реки Киргизка, Ушайка, Кисловка) и на 5-7°C ниже на р. Порос.

Первые ледяные образования (забереги, сало) на малых реках района появляются, как правило, с середины октября, ранние даты их появления относятся к началу октября, поздние – ко второй половине ноября. Осенние ледоходы и шугоходы наблюдаются не ежегодно. Ледостав устанавливается в первой-второй декаде ноября. При ранних похолоданиях ледяной покров может образоваться во второй декаде октября, при позднем – в начале декабря. Средняя продолжительность ледостава 154-178 дней, в затяжные зимы может достигать 190-210 дней. Наибольшей толщины ледяной покров достигает к концу марта (55-110 см). Весенний ледоход на ряде малых рек и шугоход наблюдаются не ежегодно.

На некоторых участках малых рек рассматриваемого района на ледовый и термический режим оказывают влияние выходы грунтовых вод (реки Ушайка, Порос), на р. Томи – сбросы теплых промышленных вод.

Для г. Северск р. Томь является, прежде всего, источником технической воды для нужд предприятий и города. Ежегодно из реки забирается порядка 500 млн. м³ воды, сброс осуществляется через 2 выпуска - Северный и Южный. Из технической воды на ТЭЦ готовится горячая вода для населения города. Качество забираемой воды из р. Томи и сбрасываемой в нее постоянно контролируется радиационной промышленно-санитарной лабораторией СХК и Центром Госсанэпиднадзора №81.

Состояние вод бассейна Нижней Томи и её притоков в 30-ти километровой зоне влияния ОАО «СХК» с 1992 по 2008 год по данным ландшафтно-экологического мониторинга 30-км зоны наблюдения характеризуется некоторым общим улучшением, и вода оценивается в пределах III класса (вода умеренно загрязнённая) и как переходная от III класса к IV (от умеренно-загрязнённой к загрязнённой).

Донные биоценозы в водотоках 30-ти километровой зоны влияния ОАО «СХК» проявляют в последние годы (1998-2008 гг.) тенденцию к улучшению своего состояния, что свидетельствует об усилении процессов очищения в бассейне Нижней Томи. По-прежнему напряженными остаются участки в районе водозабора г. Северск и ниже устья Большой Киргизки, что обуславливается органическими и токсическими загрязнениями с ряда сельскохозяйственных и промышленных предприятий.

Гидрографическая характеристика рассматриваемого участка проводилась авторами [23] на основе карты бассейна р. Томь масштаба 1:10000 съемки 1990 года.

Средний уклон водной поверхности в период межени составляет 0,085 ‰. Средние скорости течения на участке реки Томь км 43 - км 53 от устья при высоких уровнях воды достигают 2 м/с и более, максимальные скорости при этом превышают 3 м/с. С понижением уровня скорости течения уменьшаются и в межень составляют 0,3-0,6 м/с, максимальные - 0,7-1,1 м/с.

Коэффициент шероховатости ложа реки - 0,067, коэффициент шероховатости нижней поверхности льда - 0,020; коэффициент извилистости - 1,5.

Русло реки умеренно-извилистое, галечниковое, имеются острова. Ширина русла преимущественно 0,5-0,7 км. Местами отмечаются оползни берегов. Долина реки пойменная с крутыми склонами. Склоны террасированы (в районе Томска выделяется 4-5 террас), высотой до 80-95 м.

В пределах территории района размещения производства правобережная часть бассейна р. Томь характеризуется сравнительно хорошо развитой гидрографической сетью, густота речной сети 0,3 км/км².

На территории ОАО «СХК» из природных водоемов следует отметить озеро Черное и речку Песочную (Песочку). Длина озера Черное 1050 м, площадь 45 га, длина береговой линии 2575 м. Озеро имеет эллипсовидную форму и характеризуется отсутствием значительных заливов. Берега озера, за исключением северо-восточного, низкие, заболоченные.

В озеро Черное с южной стороны впадает маленькая речка Песочная (Песочка), имеющая родниковое происхождение. Истоки р. Песочка расположены в 1,0-1,5 км юго-восточнее озера. В летний период р. Песочка почти полностью пересыхает. Во время весеннего половодья в северо-западной части озера имеется сток в р. Самуська – правый приток р. Томь; летом русло стока сильно заболачивается.

Кроме этого на территории ОАО «СХК» находятся несколько технологических водоемов – бассейнов, пульпохранилищ, и водохранилищ сточных вод комбината [23].

1.3.2 Современное состояние загрязнения водных объектов

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в р. Томь в табл. 1.3.2 приведены для створа 3,5 км ниже р.п. Черемошники и определены [23] в соответствии с РД 52.24.622-2001 отдельно для зимней и летне-осенней межени.

В соответствии с выпиской Радиационной промышленно-санитарной лаборатории от 25.06.2007 г. № 26/748 из «Отчета о результатах контроля объектов окружающей среды в районе расположения комбината в 2006 г.» сбросы радиоактивных веществ со сточными водами комбината в реку Томь в 2006 году, как и в предыдущие годы, не превышают нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС), установленных комбинату органами Минприроды России [23].

Таблица 1.3.2 - Фоновые концентрации загрязняющих веществ в р. Томь

[23]

№ п/п	Загрязняющее вещество	зима	лето
1	Азот аммонийный, мгN/дм ³	0,22	0,33
2	Азот нитритный, мгN/дм ³	0,013	0,012
3	Азот нитратный, мгN/дм ³	0,46	0,67
4	Фосфаты, мгP/ дм ³	0,066	0,06
5	Железо, мг/ дм ³	0,04	0,70
6	Железо (II), мг/ дм ³	0,024	0,02
7	Нефтепродукты, мг/ дм ³	0,36	0,36
8	Фенолы, мг/ дм ³	0,001	0,002
9	Хлориды, мг/ дм ³	8,1	5,9
10	Сульфаты, мг/ дм ³	19,8	17,7
11	Взвешенные вещества, мг/ дм ³	6,5	10,95
12	Никель (II), мг/ дм ³	0,003	0,005
13	Цинк, мг/ дм ³	0,0041	0,016
14	Медь (II), мг/ дм ³	0,0024	0,005
15	Хром общий, мкг/ дм ³	1,9	1,9
16	Хром (6+), мкг/ дм ³	0,9	1,16
17	Хром (3+), мкг/ дм ³	0,7	1,3
18	БПК ₅ , мг/ дм ³	1,52	1,75

1.4 Геологические и гидрогеологические условия

Площадка ОАО «СХК» находится в районе, который расположен на сочленении южной окраины Западно-Сибирской плиты и Томь-Колыванской складчатой зоной.

В геологическом строении территории представлены двумя структурными этажами палеозойского фундамента, перекрытые мощным чехлом рыхлых мезо-кайнозойских отложений.

Нижний структурный этаж представлен породами нижнекаменноугольного и девонского возраста, слагающими фундамент. Наиболее высоко кровля фундамента находится на правом берегу р. Томи. Севернее г. Томска прослеживается уступ в сторону Западно-Сибирской плиты. Называемый в геологической литературе Томским поднятием. Далее к северу поверхность фундамента выполаживается. Породы нижнего структурного

этажа, слагающие фундамент, претерпели региональный метаморфизм низшей стадии (сланцевый), представлены глинистыми, углисто-глинистыми и алевролито-глинистыми сланцами и песчаниками.

Верхний структурный этаж представлен рыхлой, почти горизонтально залегающей толщей мезо-кайнозойского возраста, перекрывающей с угловым и стратиграфическим несогласием породы карбона и девона. Отложения верхнего структурного этажа нивелируют древний рельеф, в связи с чем в северо-западном направлении наблюдается погружение фундамента и увеличение мощности мезо-кайнозойских отложений.

Гидрогеологические условия территории г. Томска предопределяются особенностями геологического строения. В разрезе выделяются два структурных этажа. Основание представлено плотными дислоцированными трещиноватыми породами палеозоя, на котором залегают рыхлые песчано-глинистые отложения мезо-кайнозойского возраста. Роль разделительного слоя между ними выполняет кора выветривания мел-палеогенового возраста, имеющая переменную мощность и представленная водоупорными глинами. В плотных породах фундамента залегают трещинные, преимущественно напорные воды, которые используются для нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения на территории города. Для рыхлых пород чехла характерно близкое к горизонтальному залегание, в соответствии с которым возможно выделение водоносных горизонтов по литолого-стратиграфическому принципу. Особые условия залегания подземных вод характерны для аллювиальных отложений достаточно хорошо развитой гидрографической сети. Подземные воды верхней части гидрогеологического разреза испытывают наиболее интенсивное техногенное воздействие и сами в свою очередь оказывают существенное влияние на условия жизнедеятельности города.

В соответствии с особенностями залегания водопроницаемых горных пород, общими условиями их питания и разгрузки в пределах территории г. Томска можно выделить водоносный комплекс четвертичных отложений, водоносный комплекс неоген-палеогеновых отложений и водоносный комплекс

палеозойских отложений [16].

Согласно СНиП 11-7-81* (с изменениями №5) исследуемая территория расположена в 6-ти бальной зоне сейсмической опасности, т.е. район не сейсмичный [23].

Водоносный комплекс четвертичных отложений

Комплекс включает в себя водоносные горизонты низких террас рек Томи и Ушайки, высоких террас р.Томи, водораздела и его склонов, а также горизонты верховодок.

Верховодка в пределах города имеет значительное распространение и развита на всех геоморфологических элементах, за исключением второй террасы. На низких террасах р.Томи верховодка наблюдается вдоль их закраин севернее устья р.Ушайки, занимает обширные площади района ул. Дальне-Ключевской до железной дороги и далее на север переходит в заболоченные территории, переувлажнение которых сформировано стоком р.Киргизки. Широкому распространению верховодки способствуют: плоский рельеф поверхности террас, в тыловых частях часто имеющий обратные уклоны, наличие многочисленных местных западин, зарегулированность поверхностного стока.

Горизонты верховодки приурочены к супесчаным разностям пород, покровным суглинкам, особенно гумусированным и иловым, болотным отложениям и насыпным грунтам. Глубина их залегания колеблется от 0,5 до 4-5 м, мощности переувлажненных зон зависят от индивидуального строения участков развития верховодок и взаимоотношений с горизонтами грунтовых вод [16].

Водоносный горизонт низких террас объединяет отложения низкой и высокой пойм и первой надпойменной террасы. Основанием для такого объединения служит наличие близких по высотным отметкам цоколей, перекрытых практически единым горизонтом песчано-гравийно-галечниковых отложений. Мощность отложений колеблется от 6,1 до 13 м, в кровле их залегают суглинки, глины с прослоями песка, иногда иловатые. Горизонт,

неоднородный по составу и степени промытости отложений, содержит поровые подземные воды напорно-безнапорного типа, гидравлически тесно связанные с поверхностными водами рек Томи и Ушайки. Глубины залегания кровли водоносных отложений зависят от строения разреза, гипсометрических отметок рельефа и колеблются от 5,5 до 22 м. Вблизи русла р.Томи водоносный горизонт безнапорный, к окраинам террас приобретает напоры до 7 м над кровлей водоносных отложений и уровни устанавливаются у поверхности земли. В период паводков напоры подземных вод до 6-7 м - явление повсеместное. По составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые, реже магниево-кальциевые и кальциево-натриевые с минерализацией 0,19-0,6 г/л.

Водоносный горизонт высоких террас объединяет отложения второй, третьей и четвертой террас и развит на большей территории города. В южной половине города он выполняет практически всю площадь междуречья Томь-Ушайки, в северной ему принадлежат обширные территории западного склона долины р.Томи. В южной части города обводнены отложения всех высоких террас, в северной - третья терраса расположена выше уровней грунтовых вод. Водоносными являются пески, супеси, иногда (в южной части города в основании второй террасы, линзы и прослой на четвертой террасе) галечники. Воды порового типа, как правило, безнапорные, но иногда приобретают местные напоры за счет наличия перекрывающих слоев и линз суглинков и глин, залегают на разновозрастных отложениях.

Мощности обводненных отложений разнообразны. Наиболее характерными являются значения 8-12 м, на отдельных участках отмечены мощности до 20-25 м (на второй террасе в южной части города). Уровни подземных вод имеют абсолютные отметки от 80 до 130 м в северной части города и от 80 до 115 м - в южной. Направление потока ориентированно в сторону основных дренажей - рек Томи, Ушайки, Киргизки. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией до 0,36 г/л [16].

Водоносный горизонт верхнеплиоценовых отложений кочковской свиты

Данный водоносный горизонт на территории г. Томска имеет широкое распространение. На большей части городской территории подстилает условно выделенный водоносный горизонт водораздела и может рассматриваться как его нижняя граница в разрезе. В кровле водоносного горизонта лежат одновозрастные суглинки и глины.

В северо-восточной и южной частях территории, на глинах кочковской свиты залегает супесчано-суглинистая слабопроницаемая толща озерно-аллювиальных отложений тайгинской свиты.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта резко изменяется по площади. Минимальные глубины отмечаются в пределах 8-16 м, максимальные - на возвышенных участках водоразделов - 50 м.

Мощность водоносного горизонта аллювиальных отложений кочковской свиты меняется, увеличиваясь с востока на запад к террасам р. Томи и ее притоков. На большей части территории гравийно-галечниковые отложения подстилаются глинами новомихайловской свиты. Воды отложений кочковской свиты напорно-безнапорные. Напоры обычно небольшие, а вблизи русел рек напоры часто отсутствуют [16].

Водоносный комплекс палеогеновых отложений.

Водоносный комплекс палеогеновых отложений, представленный рядом водоносных горизонтов широко развит в пределах северной части городской территории. Глубины залегания отложений палеогена колеблются от 20 до 50 м в пойме р. Томи и от 25 до 52 м на водораздельных участках. Водовмещающие породы представлены разнотернистыми песками с прослоями глин и лигнитов. Водоносные горизонты отделяются друг от друга, а также от залегающих выше четвертичных отложений глинистыми водоупорами, имеющими "литологические окна", через которые осуществляется достаточно тесная гидравлическая связь.

Подземные воды палеогеновых отложений имеют напорный характер пьезометрические уровни их устанавливаются на отметках 73-85 метров абс.

высоты в пойменной части долины р.Томи, т.е. на глубинах, близких к дневной поверхности. На водораздельных территориях уровни залегают на глубинах до 70,5 м.

Водоносный горизонт олигоценых отложений лагернотомской и новомихайловской свит в пределах участка распространен почти повсеместно. Залегают они на коре выветривания пород палеозойского фундамента и, в северо-западной части участка, на осадках юрковской свиты. Литологически отложения свит представлены разнозернистыми песками, иногда с галькой, плотными глинами [16]. Воды отложений почти повсеместно напорные. Максимальная величина напора достигает 2м. Пьезометрическая поверхность подземных вод располагается на глубинах 0.9-7.0 м. Общая мощность водоносной толщи до 55 м.

Кровлей обводненных песков лагернотомской и новомихайловской свит служат глины того же возраста и реже - пески кочковской свиты или аллювиальные отложения террас. Отсутствие на отдельных участках водоупора в кровле обуславливает взаимосвязь его с вышележащими водоносными горизонтами и создает условия возможного питания за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Частичная их разгрузка осуществляется в долины р. Томи и ее притоков. Воды в основном гидрокарбонатные кальциево-магниевые, реже гидрокарбонатные кальциево-магнезио-натриевые. Воды пресные, слабоминерализованные, жесткие, умеренно-жесткие, мягкие и очень мягкие.

Водоносный комплекс меловых отложений

Водоносный комплекс меловых отложений отдельными скважинами вскрыт и изучен в пределах Обь-Томского междуречья, где выделяется до трех напорных водоносных горизонтов, приуроченных к пескам, чередующимся с глинистыми разностями пород. Меловые отложения выклиниваются в районе русловой части р.Томи и на правобережье в пределах северо-западной части города.

На территории г. Томска отложения верхнего мела представлены в

основном песками с маломощными прослоями глин. Пески тонкозернистые глинистые. Мощность отложений симоновской свиты достигает 18 м. Мощность песков - 6-16 м. Глубина залегания кровли обводненных песков, представленная глинами люлинворской свиты, достигает 70-74 м. Их подошва сложена глинистыми продуктами коры выветривания. Наличие водоупорных глин в кровле затрудняет прямую гидравлическую связь с вышележащими водоносными горизонтами и создает условия для существования высоконапорных вод. Вода слабоминерализована, гидрокарбонатного кальциевого, магниевого состава, умеренно жесткая [16].

Водоносный комплекс палеозойских отложений

Водоносный комплекс палеозойских отложений имеет повсеместное распространение и приурочен к верхней зоне экзогенной трещиноватости сложнодислоцированных нижнекаменноугольных пород басандайской, лагернотомской свит и лайкового комплекса пермь-триасового возраста. Водоносные породы преимущественно глинистые сланцы алевролиты и, в меньшей мере, мелкозернистые песчаники, выходят на дневную поверхность в районе Лагерного сада и в долине р.Ушайки. В северном и северо-западном направлениях породы палеозойского фундамента резко погружаются и уже в пределах Черемошников залегают на глубинах 80-100 м даже в пойменной части долины р. Томи. Наибольшие глубины залегания отмечаются в пределах северной части городской территории.

В кровле палеозойских пород почти повсеместно развита глинистая кора выветривания, которая служит региональным водоупором, но на отдельных участках ее мощность сокращается, а в некоторых случаях преобладают песчано-дресвяные отложения, что способствует формированию вертикальных перетоков из вышележащих водоносных горизонтов. Воды преимущественно трещинного типа имеют напорный характер. Уровни подземных вод и последующих исследований устанавливаются на глубинах от 0 до 33-35,5м. На большей части территорий, исключая северную часть города подземные воды палеозойских отложений используются для децентрализованного

водоснабжения различных предприятий. Воды трещиноватой зоны палеозойских образований кальциево-магниевые, кальциево-магниево-натриевые с минерализацией 0.2- 0.5 г/л [16].

2 Социально-экологическая характеристика района исследований

2.1 Демографическая ситуация и экономическое развитие района

Среднегодовая оценка численности постоянного населения ЗАТО Северска за 2017 год в соответствии с данными Росстата [14] составляет 113843 человек (включая поселки Самусь и Орловка, деревни Кижирово, Чернильщиково и Семиозерки), из них 107494 человека городского населения и 6349 человека сельского населения. Миграционный прирост населения составляет 115 человек.

Транспортная инфраструктура на территории ЗАТО Северск представлена водным и автомобильным транспортом. В навигационный период (с мая по октябрь) по реке осуществляется регулярное пассажирское сообщение обществом с ограниченной ответственностью «Северская судоходная компания» двумя теплоходами типа "Заря" по линии «Северск-Игловск» и «Северск-Пушкарево».

Транспортные связи ЗАТО Северск с областным центром г.Томском осуществляются посредством регулярного автобусного сообщения по следующим автодорогам: Томск-Северск; Томск-Самусь; Самусь-Орловка.

Градообразующим предприятием является Сибирский химический комбинат (направление – производство ядерного топлива), в котором занято 3,4 тыс. человек.

Наряду с градообразующим предприятием сегодня на территории Северска работают строительно-монтажные и промышленные предприятия, предприятия жилищно-коммунального хозяйства и социальной сферы, малого и среднего бизнеса.

Число учтенных в Статистическом регистре хозяйствующих субъектов ЗАТО Северск по состоянию на 1 января 2011 года составило 1747 организаций всех форм собственности (на 01.01.2010 было 1646 организаций) и 3075 индивидуальных предпринимателей без образования юридического лица (на 01.01.2010 было 3083 ИП) [28].

По состоянию на 01.01.2011 года 85,2% организаций находились в частной собственности, 1,9% – в государственной и 7,3 % – в муниципальной собственности, 5,6% – в смешанной собственности и собственности общественных организаций.

Наибольшая часть организаций занимается операциями с недвижимым имуществом, арендой и предоставлением посреднических услуг, связанных с недвижимым имуществом (24,8% от общего числа организаций) и торговой деятельностью, ремонтом автотранспортных средств, бытовых изделий и предметов личного пользования (24,6 %). В промышленности сосредоточено 12,1%, в строительстве 10,8 % организаций [28].

В настоящее время на территории ЗАТО Северск действует 84 муниципальных бюджетных учреждения и 10 муниципальных предприятий с общей численностью работающих 5,7 тыс. чел.

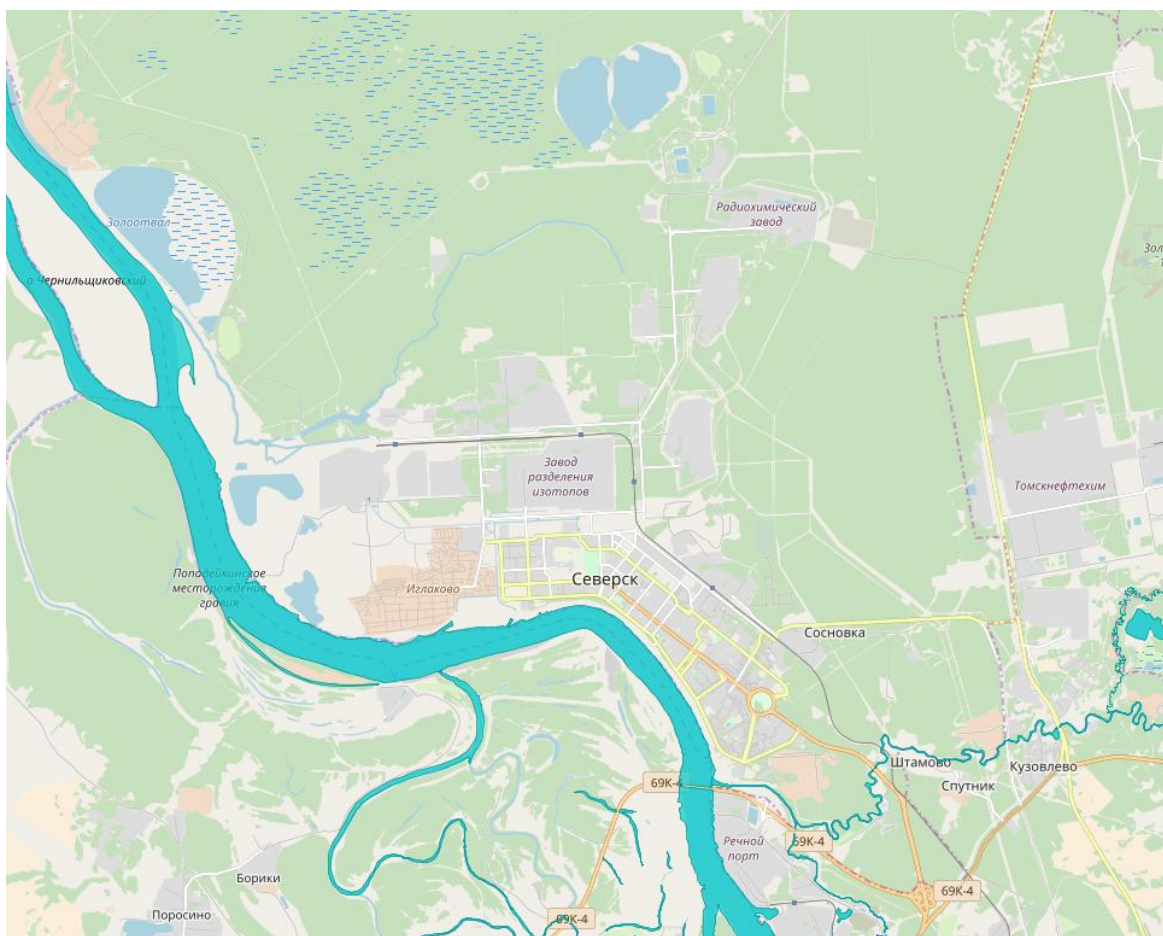


Рисунок 2.1 – Схема расположения ЗАТО Северск и промышленных предприятий [4]

Промышленное производство, представленное тремя видами экономической деятельности (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды), является одним из важнейших секторов экономики ЗАТО Северск. На промышленных предприятиях работает порядка 30% от занятых в экономике ЗАТО Северск.

Строительный комплекс представляет собой сеть специализированных самостоятельных предприятий. Строительно-монтажные работы на объектах производственного назначения на территории ЗАТО Северск, Томской области и за ее пределами осуществляются строительными организациями: ОАО «Спецтеплохиммонтаж», ЗАО «МСУ-74», ЗАО «МУ-20» и др. Среди основных застройщиков в жилищном строительстве являются ОАО «Томская домостроительная компания», ОАО ФСК «ГазХимстройИнвест» [28].

2.2 Виды и интенсивность антропогенной нагрузки на территорию и водные ресурсы

В пределах Томского района расположены наиболее продуктивные земли области, которые интенсивно используются в сельскохозяйственном производстве. Наиболее распространены серые лесные оподзоленные и подзолистые почвы. Из 1003,885 тыс. га общей площади земель района 486,196 тыс. га составляют земли лесного фонда, 6,957 тыс. га – земли водного фонда, 16,089 тыс. га – земли населенных пунктов, 20,057 тыс. га – земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, и иного специального назначения, 55020 тыс. га – земли запаса. Покрытая лесом площадь составляет 756 тыс. га, в т.ч. площадь спелых и перестойных лесов – 217 тыс. га, из них хвойных – 50 тыс. га. Средняя лесистость территории района – 75 %.

На территории района обитает около 20 видов охотничье-промысловых животных. В южных районах постоянно держатся небольшие группы сибирской косули – вид занесен в Красную книгу Томской области. В целях сохранения этого представителя семейства оленых были проведены

масштабные мероприятия, направленные на сохранение и воспроизводство обитающих на территории области косуль. Площадь охотничьих угодий Томского района составляет 980,2 тыс. га [27]. Из озерно-речных видов рыб, составляющих основу рыбных запасов, остались высокими запасы леща. Большая часть рыбопромысловых участков используется для осуществления промышленного рыболовства.

Основу рекреационных ресурсов района составляют особо охраняемые природные территории. В районе имеются 83 памятника природы, в том числе 9 геологических, 9 водных, 55 ботанических, 4 зоологических и 6 комплексных. Большое рекреационное значение имеет Обь-Томское междуречье. В Томском районе в 2010 году создана особо охраняемая природная территория местного значения: «Долина р. Бардынка».

На территории района находятся Калтайский и Томский (зоологические) и Ларинский (ландшафтный) заказники общей площадью 92,5 тыс. га, а также особо охраняемая природная территория рекреационного назначения «Береговой склон р. Томи между г. Томском, с. Коларово и автодорогой Томск-Коларово» площадью 1,15 тыс. га. Фактически вся территория района в той или иной степени используется населением г. Томска и Томского района для отдыха и сбора дикоросов [27].

Среди источников экологической опасности в г. Томск к основным относятся производственные объекты теплоэнергетики, транспорта, стройиндустрии, деревообработки, химической и пищевой промышленности. Подавляющее их большинство размещаются в зонах жилой застройки. Только немногие из промышленных объектов располагаются в малонаселенных микрорайонах за пределами жилых зон города. Основной вклад в объем выбросов от стационарных источников (около 60%) вносят предприятия теплоэнергетической отрасли.

Выбросы вредных веществ в атмосферу поступают от 107 предприятий, что оказывает существенное влияние на окружающую среду и играет ведущую роль в формировании неблагоприятной экологической обстановки. При

интенсивной урбанизации и росте мегаполисов автомобильный транспорт стал самым неблагоприятным экологическим фактором в охране здоровья человека и природной среды в городе. Сегодня без автомобиля немислимо существование человечества, и он становится конкурентом человека за жизненное пространство. Доля выбросов от автотранспорта в воздушную среду Томска составляет 74% от общегородского объема выбросов.

К основным токсичным выбросам автомобиля относятся: отработавшие газы и топливные испарения. Отработавшие газы, выбрасываемые двигателем, содержат окись углерода, углеводороды, окислы азота, альдегиды и сажу. Топливные испарения поступают в окружающую среду из системы питания двигателя: стыков, шлангов и т.д.

Наибольшие значения пылевой нагрузки наблюдаются в зоне воздействия ГРЭС-2 на пересечении проспектов Фрунзе и Комсомольского – 0,4608 г. Территория г. Томска повсеместно загрязнена такими тяжелыми металлами, как цинк, свинец и медь. Если рассматривать содержание свинца в снеговом покрове, то можно отметить превышение его концентрации по сравнению с ПДК (0,03 мг/дм³) во всех точках отбора проб. Это связано с поступлением дымовых газов котельных и бытовых печей частного сектора, работающих на угле и мазуте [13].

Основной вклад в объем образованных отходов по Томской области принадлежит полигону ТБО г. Томска. Из 131 организаций, деятельность которых подлежит государственному учету и контролю, лимиты на размещение отходов имеют только 30, т.е. обеспеченность организаций района лимитами на размещение отходов очень низкая и составляет 23 %. В районе имеется 31 санкционированный полигон размещения твердых бытовых отходов (ТБО), общей площадью 41,66 га и 8 скотомогильников, площадью 2,3 га [27].

Согласно данным ГУПР по Томской области, ТЦ «Томскгеомониторинг», ОГУ «Облкомприрода» [22, 27], речные воды на территории Томской области используются для технического и сельскохозяйственного водоснабжения, отведения сточных вод, организации

горячего водоснабжения, для нужд водного транспорта, а также в целях рыболовства и удовлетворения культурно-бытовых нужд. Кроме того, в речных поймах и на островах ведутся работы по добыче песчано-гравийного материала, накапливающегося в результате русловых процессов [20].

Водоотведение осуществляется преимущественно в р. Томь и ее притоки. В структуре сточных вод преобладают нормативно чистые и нормативно очищенные воды, сбрасываемые непосредственно в р. Томь на участке, расположенном ниже по течению от г. Томск (с. Чернильщиково – с. Орловка). Доля прочих рек, включая и р. Обь, в суммарном объеме принимаемых сточных вод по Томской области несоизмеримо меньше [22]. Несмотря на относительно небольшой объем сбрасываемых недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод, с ними в поверхностные водные объекты поступает значительное количество загрязняющих веществ, среди которых преобладают неорганические соли. В меньших, но все-таки, значительных количествах в реки, озера и болота сбрасываются взвешенные вещества и органические соединения. Согласно данным ГУПР по Томской области, в структуре отдельно идентифицируемых веществ преобладают сульфаты, хлориды, магний, кальций, нитраты, азот аммонийный, железо, кремний и некоторые другие вещества [20].

В Томской области в настоящее время расположено 246 особо охраняемых природных территорий, из которых лишь одна является федеральной (заказник «Томский»), а остальные относятся к региональному (126 объектов – заказники и памятники природы) и местному (119) уровням. Располагаются они, большей частью в южных районах, а также в долинах крупных рек (Обь, Чулым, Кеть, Парабель и др.) К памятникам природы относятся разнообразные объекты: обнажение горных пород, участки реликтовых видов древесных пород, родники, месторождения лечебных грязей, источники минеральной воды, эталонные участки болот и места обитания редких видов животных [12].

3 Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «СХК»

3.1 Особенности обращения с жидкими радиоактивными отходами

В настоящее время вопрос хранения радиоактивных отходов наиболее актуален, поскольку с развитием атомной промышленности их объемы значительно выросли. Существует необходимость решения проблемы хранения, переработки и захоронения радиоактивных атомных отходов (РАО).

Многие страны приняли меры безопасности с помощью простого запрета ввоза на их территорию РАО для дальнейшего хранения, переработки и захоронения. После использования радиоактивные вещества продолжают нести в себе огромную угрозу не только той территории, на которой они хранятся, но окрестностям, флоре и фауне, а также жизни и здоровью человека [25]. С 2001 года в Российскую Федерацию разрешен ввоз отработавшего ядерного топлива из других стран на переработку и хранение.

В России до недавнего времени обращение с радиоактивными отходами, включая их захоронение, на фоне имевшихся научно-практических вопросов в области вооружения и энергетики не относилось к приоритетным и актуальным задачам и системно не рассматривалось [24]. Этот вопрос подробнее раскрыт в пункте 3.5 настоящей работы.

В качестве примеров обращения с жидкими радиоактивными отходами в некоторых европейских странах рассмотрим опыт Франции и Чехии.

Обращение с РАО во Франции

Во Франции имеется пятьдесят действующих ядерных реакторов на девятнадцати площадках, один реактор находится на стадии строительства. Также имеется девять исследовательских реакторов, которые действуют в четырех разных местах. Четыре действующих завода по производству тепловыделяющих элементов или топливных таблеток располагаются на трех площадках, один обогащающий и два конверсионных завода. Четырнадцать

энергетических и исследовательских реакторов и десять других ядерных установок выводятся из эксплуатации [9].

Концепция обращения с радиоактивными отходами основывается на методах и положениях, приведенных ниже.

При обращении с высокордиоактивными отходами, образовавшимися в ходе переработки, и с отходами среднего уровня применяют следующие методы и положения:

- разделение и трансмутация;
- хранение в глубоких геологических формациях. Такой метод хранения позволяет извлекать радиоактивные отходы в течение 100 лет. Это является стандартным решением для радиоактивных отходов, которые нельзя размещать в наземных сооружениях для окончательного захоронения в целях безопасности для окружающей среды;
- дальнейшее совершенствование технологий временного хранения и кондиционирования.

Радиоактивные отходы низкого и среднего уровней с долгоживущими радионуклидами хранятся по месту их образования в специальных хранилищах, с короткоживущими радионуклидами - кондиционируются на территории объектов, где были произведены.

Характерным признаком является то, что хранилище не покрывается специальным герметизирующими материалами и не герметизируется до тех пор, пока каждая секция хранилища не будет заполнена. После закрытия наземного хранилища его состояние будет наблюдаться в течение 300 лет. Для окончательного захоронения радиоактивные отходы очень низкого уровня радиоактивности помещают в наземные хранилища с меньшими требованиями безопасности. Также возможен сброс таких отходов в окружающую среду, но в крайне редких случаях [9].

Обращение с РАО в Чехии

В Чехии имеется четыре действующих реактора в Дукованы и два в Темелине, но в 2010 году строительство двух других реакторов в Темелине было временно приостановлено. Также в городе Рез расположен один действующий исследовательский реактор и два стратегических блока, оба действующие. Кроме всего этого на территории страны имеется одна действующая урановая шахта и одна обогатительная фабрика.

Жидкие радиоактивные отходы хранятся в специальных резервуарах временных хранилищ на территории их образования. Затем проводится процедура битумирования и остекловывания. После того, как степень радиоактивности отходов низкого и среднего уровней станет соответствовать радиологическим условиям хранилища, их транспортируют в хранилище в Дукованы. Радиоактивные отходы очень низкого уровня выпускаются в обычный сектор, как только их суммарная радиоактивность падает ниже установленных норм [10].

3.2 Источники жидких радиоактивных отходов на территории СХК

3.3 Технология очистки жидких радиоактивных отходов

3.3.1 Теоретические основы

3.3.2 Описание технологического процесса и аппаратурно-технологической схемы

3.3.3 Контроль технологического процесса

Лабораторно-производственный контроль работы технологического процесса очистки промышленных сточных вод выполняет аналитическая лаборатория пл.13. Задачей лабораторно-производственного контроля является установление оптимальной степени очистки сточных вод как на отдельных сооружениях, так и по всему комплексу.

Взятие проб производится в обязательном порядке на входе и выходе из очистных сооружений или проверяемой ступени очистки с учетом времени прохождения сточных вод через сооружения.

Места точек отбора и перечень определений назначены в соответствии с технологическими схемами очистных сооружений.

Аналитическая лаборатория, проводящая настоящий мониторинг, обеспечена необходимыми приборами, оборудованием и химическими реактивами для выполнения задач, поставленных перед лабораторией, а также аккредитована в системе аналитических лабораторий. Проводимый мониторинг включает в себя радиационный контроль производственных и сточных вод посредством радиометрического и фотометрического оборудования, а также контролируются состав и концентрация загрязнений этих вод после каждого сооружения очистки.

Содержание взвесей и удельной бета-активности контролируется лабораторным методом ежедневно, а остальных компонентов по графику. Аналитический контроль включает анализ всех вод, поступающих и образующихся на пл. 13, декантата пульпохранилищ.

В низкоактивных отходах нормируется и контролируется температура $\leq 40^{\circ}\text{C}$ и рН среды $\geq 6,0$.

Контролируемые по приборам КИПиА параметрами отделения подготовки и выдачи вод на подземное захоронение являются:

- рН среды низкоактивных отходов;
- расход;

– давление.

Заполнение пульпохранилищ контролируется по рейке. Замер уровня производится ежемесячно с записью в оперативном журнале.

Гидрогеологический контроль в районе пульпохранилищ осуществляет лаборатория геотехнологического мониторинга комбината.

В аналитической лаборатории, площадки 13, цеха приёма, переработки и подготовки к захоронению радиоактивных отходов, содержания и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов (водохранилищ ВХ-3,4; пульпохранилищ ПХ-1,2; бассейнов Б-1, Б-2, Б-25) Радиохимического завода производится выполнение анализов вод, поступающих и образующихся на площадке 13, декантатов пульпохранилищ по методикам, представленным в приложении Б.

Автором выполнялись измерения объемной активности суммы бета-излучающих радионуклидов радиометрическим методом, измерения рН в водах потенциометрическим методом, измерения объемной активности стронция – 90 после его селективного осаждения в виде нитрата, измерения жесткости воды титриметрическим методом с трилоном Б, а также определена объемная активность альфа-излучающих нуклидов.

3.4 Способ консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов

Бассейн Б-1 Сибирского химического комбината был принят в эксплуатацию в 1964 году и расположен вблизи г. Северска Томской области. Предназначался для приема и временного хранения жидких технологических радиоактивных отходов Радиохимического завода среднего и высокого уровней активности в соответствии с [48]. Сброс жидких радиоактивных отходов в бассейн Б-1 прекращен в 1982 году и в связи с большой потенциальной опасностью объекта для окружающей среды принято решение провести консервацию на длительный срок.

В рамках мероприятий Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016 – 2020 годы и на период до 2030 года» был разработан и реализован проект консервации бассейна Б-1 [25].

Поскольку жидкие радиоактивные отходы АО «СХК», размещенные в хранилищах открытого типа, относятся к категории особых радиоактивных отходов, на месте расположения бассейна Б-1 создан пункт консервации особых радиоактивных отходов [47]. В соответствии с [3] пунктом консервации особых радиоактивных отходов (ПКОРАО) является природный объект или объект техногенного происхождения, содержащий особые радиоактивные отходы, имеющий барьеры для обеспечения безопасности, изолирующие РАО от окружающей среды. Бассейн, как пункт хранения особых радиоактивных отходов, в соответствии с [47] размещен за пределами границ населенных пунктов, особо охраняемых природных территорий, прибрежных защитных полос и водоохраных зон водных объектов, других защитных и охранных зон, установленных законодательством РФ.

Бассейн представлял собой гидротехническое сооружение в виде котлована, по дну и откосам которого уложен глиняный экран, закрытый сверху защитным слоем из местного грунта. Откосы хранилища укреплены гравийно-песчаной смесью и бетонными плитами. Вокруг бассейна расположены наблюдательные скважины для контроля санитарного состояния подземных вод (рис. 3.4.1). По мере заполнения и эксплуатации бассейна происходил отстой растворов с выпадением взвесей и образованием нерастворимых соединений железа, хрома, алюминия, никеля и кремния. Поэтому основное количество радионуклидов сосредоточено в донных отложениях, представленных гидроокисными осадками многовалентных металлов.

Консервация бассейна Б-1 включала в себя несколько этапов. На 1 и 2 этапах произведена отсыпка разделительных дамб по акватории бассейна с невысоким уровнем пульпы. На 3 этапе выполнена засыпка оставшейся акватории бассейна с высоким уровнем пульпы. На дно бассейна в южной его

части установлены два аппарата для сбора дренажных вод и атмосферных осадков. В грунт установлены датчики для измерения высоты капиллярного подъема влаги. Равномерно по всей территории бассейна установлены 20 трубок-карманов длиной 5 м с датчиками температуры и датчиками измерения мощности дозы гамма излучения на разных уровнях, входящие в дно бассейна на 5-10 см. На 4 этапе по территории бассейна устроены засыпанные гравием дренажные каналы глубиной 0,4 - 0,8 м, сформированные с уклоном и объединенные у дренажных аппаратов. На 5 этапе для предотвращения роста растительности, разноса радиоактивности и подготовки к последующему этапу консервации, по всей площади бассейна выполнена отсыпка дренирующего слоя щебня высотой 0,4 м. 6 этап – выдержка бассейна, наблюдение за процессами, происходящими в засыпке и выполнение контрольных температурных и радиационных измерений. После завершения наблюдений была продолжена консервация бассейна. Слой щебня, выполненный на предыдущих этапах, был засыпан местным грунтом, поверх которого проведена отсыпка фильтрующего слоя щебня и установлены 25 скважин-отдушин для газоотвода. Поверх щебня засыпан грунт и уложен глиняный экран, обеспечена герметичная стыковка нижнего и верхнего экранов. Далее выполнена засыпка верхнего глиняного экрана местным грунтом и устройство защитного растительного экрана.

Вокруг бассейна создана грунтовая защитная полоса шириной от 30 до 40 м, препятствующая распространению кустарника и деревьев, а в совокупности с противопаводковым валом высотой 1 м и шириной 5 м снижает паводковую нагрузку на дренажную систему бассейна. Дренажная система бассейна представляет собой канаву для сбора и отвода осадков общей протяженностью 1,5 км [21]. В 2012 году работы по консервации бассейна были закончены, и строительный комплекс принят Государственной комиссией [8].

Согласно [49], с целью получения актуальной информации об уровне безопасности и воздействии пункта консервации особых радиоактивных отходов на население, персонал и окружающую среду Сибирский химический

комбинат проводит радиационный контроль, мониторинг состояния бассейна Б-1 и контроль технического состояния зданий, сооружений и элементов бассейна, а также выполняет остальные требования, установленные соответствующими нормативными документами.

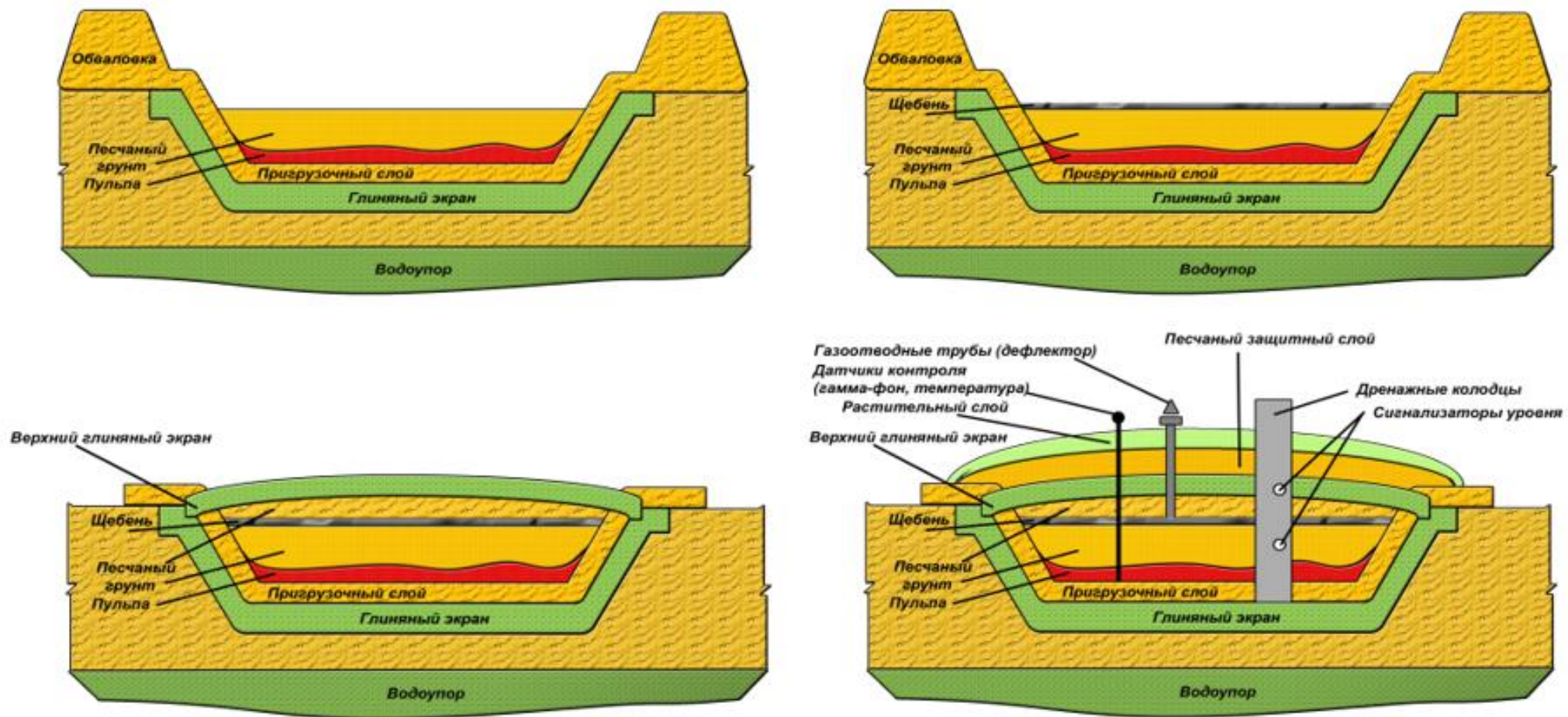


Рисунок 3.4.1 – Схема консервации бассейна Б-1 [17]

Аналитический контроль осуществляется по лабораторным анализам проб ведется по утвержденным методикам Радиохимического завода АО «СХК».

Отбор проб грунта выполняется в сорока точках, расположенных равномерно по всей площади купола бассейна с периодичностью 2 раза в год (май, сентябрь), в соответствии с рабочей инструкцией АО «СХК». Контролируются такие показатели, как pH, Ca, Cr, NO₃, Na₂CO₃ в водной вытяжке и МЭД, Σβ-активность, Σα-активность, стронций-90, цезий-137, U в кислотной вытяжке. Пробы декантата отбираются в здании пробоотбора у бассейна 2 раза в год (май, сентябрь) и анализируются показатели: pH, МЭД, взвешенные вещества, Σβ-активность, Σα-активность, стронций-90, нитрат натрия, ацетат натрия, карбонат натрия, оксид кремния и солесодержание. Отбор проб газа выполняется из дыхательных труб и дренажных аппаратов 1 раз в месяц, контролируется водород и метан.



Рисунок 3.4.2 – Современное состояние бассейна Б-1 [17]

Приборный контроль ведется с помощью показаний КИП, средств автоматики, аварийной и предупредительной сигнализации и включает

контроль заполнения дренажных емкостей, контроль температуры, контроль параметров радиационной обстановки на бассейне и прилегающей территории.

Контроль радиационной обстановки на поверхности перекрытого бассейна проводится в точках отбора проб грунта с периодичностью 1 раз в год для α -излучения и 1 раз в месяц для β - и γ -излучения. В 200-метровой зоне вокруг бассейна контроль осуществляется раз в год для трех видов излучения. Мощность дозы гамма-излучения и температуры в теле бассейна контролируется ежедневно.

Состояние нижнего глиняного экрана контролируется по 49 скважинам, расположенным вокруг хранилища. Отслеживаются такие параметры как, динамический уровень, химический состав и радиохимический состав.

Территории хранилищ РАО обеспечены необходимой физической защитой. Ближайшие железнодорожные пути Российских железных дорог проходят в 8 км от АО «СХК», а расстояние до областных автомобильных дорог составляет около 5 км, что исключает распространение поражающих факторов на объекты комбината в случае возникновения крупномасштабной аварии (пожар, разлив ВХВ) на этих магистралях. Ближайший аэропорт находится в 32 км к югу, а местная авиатрасса – в 22 км к востоку от промышленной площадки АО «СХК». Над территорией Сибирского химического комбината полёты запрещены [17].

3.5 Развитие нормативно-правовой базы эксплуатации хранилищ ЖРО в России

В марте 1949 г. правительство СССР издало постановление за подписью И.В. Сталина, в котором Минсредмашу ставилась задача «создать закрытый ядерный центр с целью ликвидировать монополию США в ядерном вооружении». Уже в августе 1953 г. был получен первый сибирский обогащенный уран.

Сжатые сроки выполнения ядерной программы СССР потребовали решения в первую очередь технологических вопросов, поэтому в конце 40-х

начале 50-х годов XX века обращение с радиоактивными отходами и охрана окружающей среды оказались отодвинутыми на второй план. Технология обращения с радиоактивными отходами изменялась по мере приобретения опыта и знаний обо всех аспектах поведения малоизученных радиоактивных нуклидов в окружающей среде.

На первых этапах высокоактивные жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) хранились в естественных или искусственных прудах-отстойниках, или в специальных инженерных сооружениях (стальные баки с многослойными покрытиями, танки и др.), а низкоактивные отходы сбрасывались в открытые водные системы, где происходило их естественное разбавление до безопасных уровней.

Однако в первые же годы эксплуатация таких хранилищ показала высокую опасность применяемых технологий и недопустимость обращения с жидкими радиоактивными отходами, как с обычными промышленными, поскольку при фильтрации из поверхностных хранилищ загрязнялись грунтовые воды, происходило аэрозольное загрязнение территорий, при сбросе в открытые водные системы наблюдалось загрязнение поверхностных водотоков на сотни километров от мест сброса. Не меньше опасностей заключало в себе и хранение ЖРО в специальных емкостях – например, в 1957 г. в Челябинске-65 разогрев отходов в баке привел к парогазовому взрыву большой мощности [6].

Наиболее явные проблемы нормативно-правового характера были связаны с поверхностными водоемами-хранилищами ЖРО.

Начиная с конца 1940-х годов и на протяжении длительного времени, все принципиальные решения по характеру использования этих объектов принимались Правительствами СССР или РСФСР в форме отдельных и закрытых документов, что позволяет охарактеризовать этот промежуток времени как период полной правовой неопределенности. Распад СССР не сразу прекратил эту практику – в начале 90-х годов разрешения на сбросы радиоактивных веществ в поверхностные хранилища ЖРО фиксировались в

форме закрытых документов уполномоченных федеральных органов исполнительной власти. В связи с этим долгое время вопрос статуса поверхностных хранилищ ЖРО фактически оставался открытым, поскольку был связан с двойственной природой этих объектов: исходные свойства элемента окружающей среды активно применялись для целей использования атомной энергии, согласно [24]. Эта двойственность в середине 2000-х гг. на фоне усиления природоохранных позиций в итоге привела к своеобразному пересечению сферы компетенций четырех федеральных органов исполнительной власти: Росатома, Ростехнадзора, Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Минздрава России. И если наличие первых трех очевидно, то четвертое министерство в условиях полной правовой неопределенности поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов исторически и практически единолично обеспечивало законность эксплуатации таких объектов [24].

Проблеме использования, хранения, переработки и захоронения радиоактивных отходов посвящен Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [60].

Основной целью закона является выход из режима накопления проблем в области обращения с радиоактивными отходами за счет создания в Российской Федерации Единой государственной системы обращения с РАО (ЕГС РАО). Ключевой идеей ЕГС РАО является отказ от существовавшей ранее практики «отложенных решений» и создание системы, обеспечивающей эффективное и безопасное обращение с радиоактивными отходами на всех этапах, нацеленной на обязательное их захоронение [5].

Закон разработан в соответствии с действующим законодательством РФ и международными обязательствами в области использования атомной энергии, а также в смежных отраслях законодательства – об охране окружающей среды и обеспечении экологической безопасности, о санитарно-эпидемиологическом

благополучии населения, водным, земельным, гражданским, градостроительным, законодательством и др.

Создание Единой государственной системы обращения с радиоактивными отходами будет включать такие этапы, как разработка нормативной и организационной базы, первичная регистрация отходов и мест их размещения, создание системы захоронения низкоактивных и среднеактивных отходов, создание системы захоронения высокоактивных РАО [5]. Закон устанавливает принципы обращения и захоронения РАО. Важным моментом является то, что он создает законодательную основу классификации отходов для обеспечения связи между категориями, видами РАО и нормативными требованиями к последующему обращению с ними, включая захоронение.

Принципиально новая классификация подразделяет радиоактивные отходы на удаляемые и особые (неизвлекаемые). Обращение с особыми отходами осуществляется с учетом состояния пунктов их размещения и потенциальной опасности. Удаляемые отходы должны быть извлечены, переработаны, кондиционированы и захоронены (они классифицируются по способу захоронения). Федеральный закон также устанавливает, что захоронение жидких РАО возможно только в трех пунктах глубинного захоронения, действующих в настоящее время.

Кроме того, законом предусмотрено создание специальной организации, несущей ответственность за обеспечение безопасного захоронения радиоактивных отходов, эксплуатацию и закрытие пунктов захоронения соответствующих отходов – национального оператора по обращению с радиоактивными отходами (НО РАО) [19].

В 2017 году был принят нормативный документ, устанавливающий требования к обеспечению безопасности и категории ПКОРАО [49], одним из авторов которого являлся начальник отдела, ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» выпускник кафедры ГИГЭ 2005 года А.В. Познов. В соответствии с [49] эксплуатирующая организация обязана в

течение года разработать программу перевода объекта в пункт консервации особых радиоактивных отходов и предусмотреть обследование, оценку безопасности ПКОРАО, реализацию технических решений.

3.6 Анализ изменения метеорологических условий в районе расположения хранилищ жидких радиоактивных отходов

К барьерам безопасности ПКОРАО предъявляются следующие требования:

- предотвращение проникновения растений, животных и непреднамеренного вторжения человека в систему захоронения РАО;
- сохранение изолирующих свойств при воздействии на них вмещающих горных пород;
- сохранение изолирующих свойств при тепловом воздействии на них тепловыделяющих РАО [50].

Согласно [17] бассейн Б-1 был заизолирован снизу, что исключает контакт ЖРО с подземными водами, поэтому необходимость консервации возникла по причине вероятности ветрового уноса радионуклидов с поверхности хранилища.

К метеорологическим условиям, влияющим на радиационную безопасность, согласно [51] относятся: ветер, ураган, смерч, цунами, сейши, приливы и отливы, тайфун, снежная лавина, наводнение, ледовые явления на водотоках. Так как смерч, цунами, сейши, приливы и отливы, тайфун, снежная лавина, наводнения, ледовые явления на водотоках не характерны для района исследований, к условиям, представленным в районе относится только максимальная скорость ветра.

В данной работе представлены исследования средних и максимальных скоростей ветра на метеостанциях Томской области за последние десятилетия, изменения параметров которых могут повлечь повышение вероятности ветрового уноса радионуклидов из открытых хранилищ ЖРО на территории АО «СХК».

3.6.1 Материалы и методы исследований

Особое внимание в работе автором было уделено правильности выбора массива данных для статистического анализа. Обработка результатов является полной только при условии, что учитывается неоднородность ряда или используются однородные ряды. Существует климатологическая и статистическая однородность.

Климатологически однородный ряд – это ряд, характеристики которого изменяются от года к году или от определенного периода лет к другому периоду только в соответствии с естественной изменчивостью макропроцессов, которые оказывают влияние на погоду и климат данного района [1]. Климатологическая неоднородность возникает при переносе станции с одного места на другое или при изменении окружающих метеоплощадку условий (возникновение городской застройки, появление антропогенных водных объектов и т.д.). При изучении рядов данных скорости ветра климатологическая неоднородность может повлиять на результаты расчетов из-за расположения метеоплощадки, вокруг которой на незначительном расстоянии растут деревья. Выполнить контроль климатологической однородности рядов наблюдений можно при помощи сопоставления данных одной станции по годам и рассмотрении истории станции. Климатологическая неоднородность была выявлена на Томской метеостанции, поэтому данные метеостанции Томск не рассматривались, так как наблюдательная площадка расположена в лесу. Данный факт может сильно повлиять на полученные данные за длительный период, если в год основания (1966) на этом месте еще не было или были, но не значительной высоты деревья.

Статистически однородный ряд – это так называемый «стационарный» ряд, для которого на всем его протяжении является характерным колебание членов ряда около одного и того же уровня (средней арифметической) примерно в одном и том же диапазоне [1].

Материалом исследований послужили специализированные массивы среднесезонных данных ветра на метеостанциях (м/с) Пудино, Колпашево, Бакчар за каждые 3 часа за период с 1966 по 2017 гг. с мая по октябрь [2]. Метеостанции были выбраны с учетом близости к объекту исследований и отсутствия высокой древесной растительности, влияющей на правильность определения максимальных скоростей ветра. Был выбран период, в течение которого поверхность хранилища не покрыта снегом или льдом и существует вероятность выноса радиоактивных загрязнений с поверхности хранилища ЖРО. В ходе выполнения расчетов было обработано около 2,5 млн значений.

Проверка на однородность ряда по методу Тест Аббе

Тест Аббе применяется для проверки выборки с равными математическими ожиданиями на отсутствие систематических изменений. В случае однородного ряда, согласно [1] должно выполняться следующее условие:

$$1 - \frac{1}{\sqrt{n-1}} \leq \frac{2A}{B} \leq 1 + \frac{1}{\sqrt{n-1}}, \text{ где}$$

$$A = a_1'^2 + a_2'^2 + \dots + a_n'^2 - \frac{1}{2}(a_1'^2 + a_n'^2),$$

$$B = (a_1' - a_2')^2 + (a_2' - a_3')^2 + \dots + (a_{n-1}' - a_n')^2,$$

причем a_i' – отклонение значения члена временного ряда a_i от значения среднего арифметического, n – число членов ряда. Если это условие не выполняется, то предположение об однородности ряда не принимается.

Проверка на наличие тренда

Нередко предметом исследования являются тенденции изменения на определенном отрезке времени какого-либо климатического параметра. Это особенно характерно для исследования современных процессов, которые связаны с климатом, так как наиболее интенсивные его изменения начались сравнительно недавно – в 1960-1970-х годах. Такие тенденции чаще всего демонстрируются в виде линейных трендов, и технология их выявления не зависит от того, изучается тренд параметра климата или какого-либо иного параметра.

Для проверки ряда на наличие тренда применяется критерий инверсий при уровне значимости $\alpha=0,05$. Гипотеза заключается в том, что наблюдения представляют собой независимые исходы случайной величины, т.е. тренда нет. Области принятия этой гипотезы имеет вид:

$$A_{N, 1-\alpha/2} < A \leq A_{N, \alpha/2}.$$

Подсчитывается число инверсий в последовательности, далее определяется общее число инверсий A . Границы значений определяются интерполяцией по [1].

3.6.2 Результаты статистического анализа метеорологических данных

Практически все ряды максимальных скоростей ветра и около 80% рядов средней скорости ветра являются неоднородными. Обнаруженная неоднородность рядов на метеостанции Томск является климатологической, поэтому из дальнейшего анализа автор ее данные исключил. В таблицах 3.6.1, 3.6.2 представлены результаты обработки рядов ветра рассматриваемых метеостанций.

Таблица 3.6.1 – Результаты проверки на однородность средних скоростей ветра

Месяц/нас. пункт	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Бакчар	н	н	н	о	н	н
Колпашево	н	н	н	н	н	н
Пудино	о	н	о	о	о	н
Томск	н	н	н	н	н	н

* о – ряды однородны, н – ряды неоднородны

Таблица 3.6.2 – Результаты проверки на однородность максимальных скоростей ветра

Месяц/нас. пункт	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Бакчар	н	н	н	н	н	н
Колпашево	н	н	н	н	н	н
Пудино	о	н	н	н	н	н
Томск	н	н	н	н	н	н

* о – ряды однородны, н – ряды неоднородны

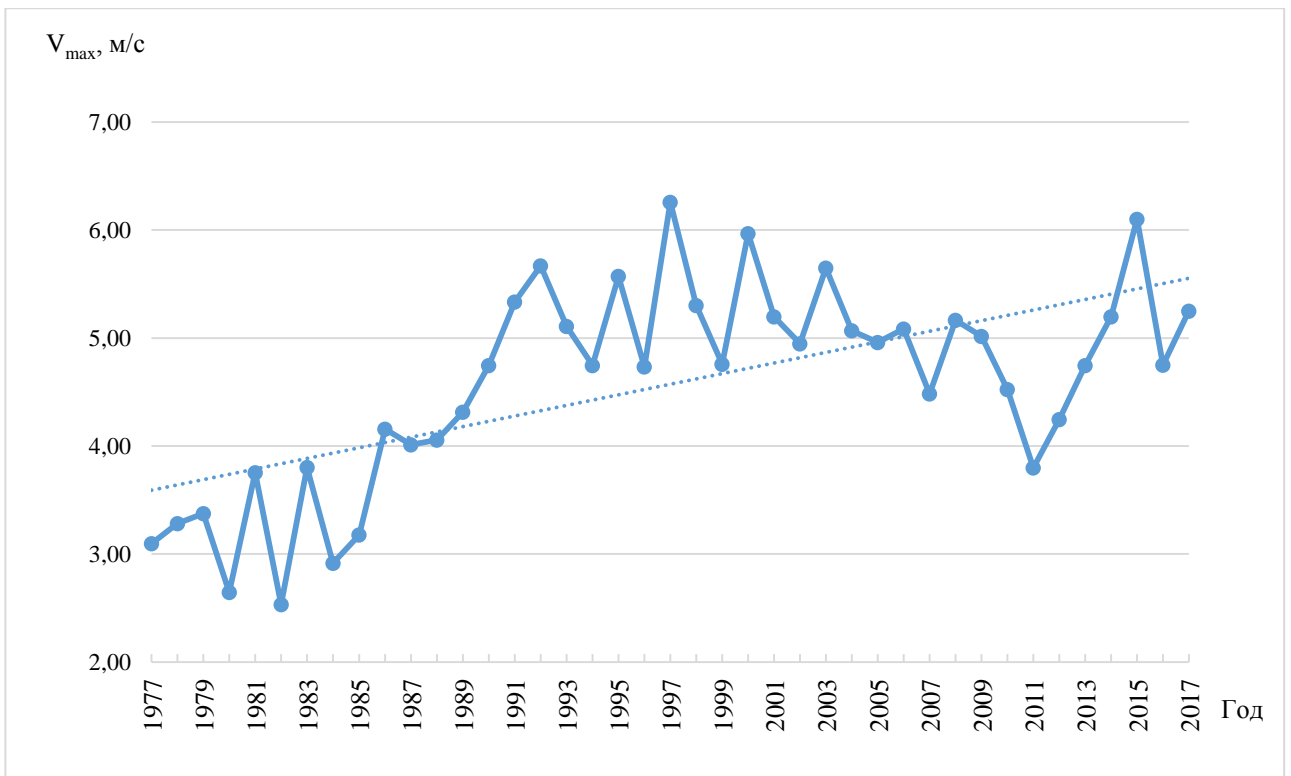


Рисунок 3.6.1 – Временной ход максимальных скоростей ветра м/с Пудино за июль линейным трендом (1977-2017 гг.)

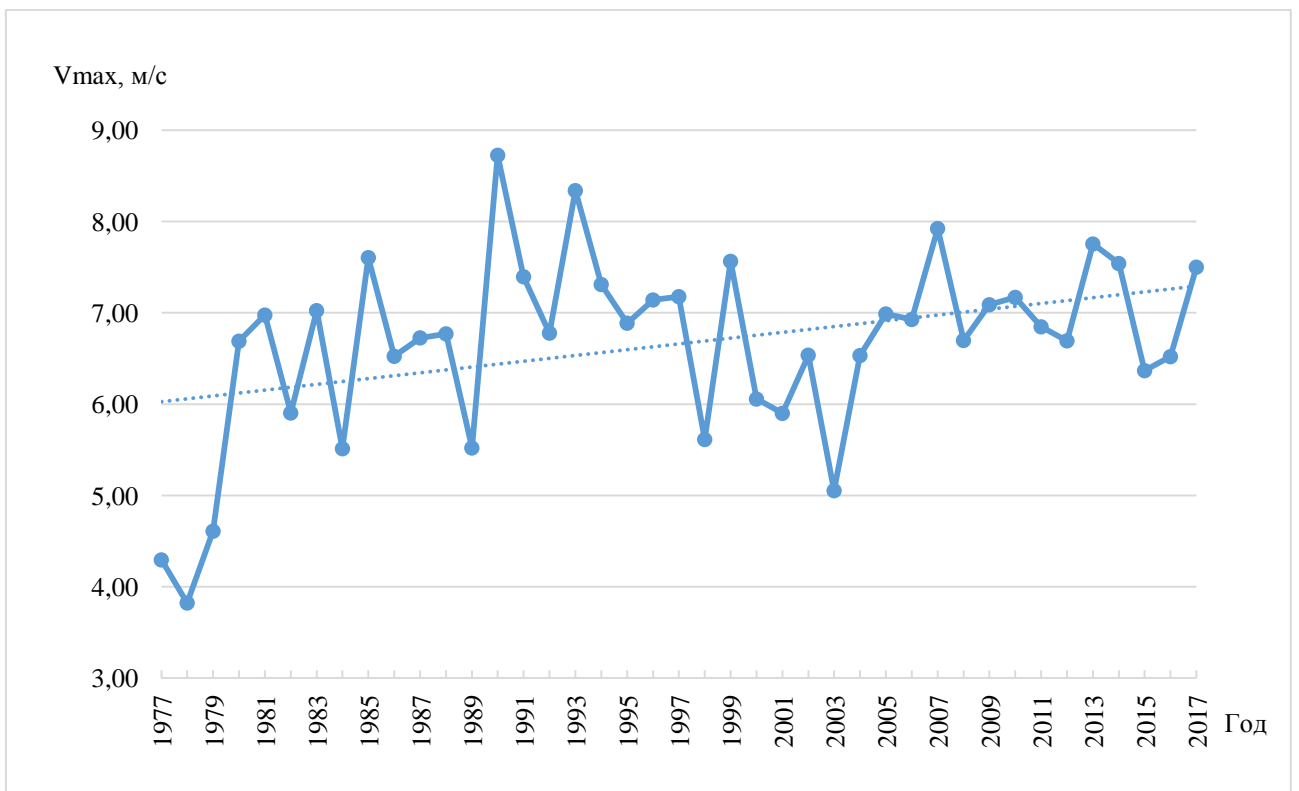


Рисунок 3.6.2 – Временной ход максимальных скоростей ветра м/с Колпашево за май линейным трендом (1977-2017 гг.)

В ходе работы выявлены тренды для рядов средних скоростей ветра с 1966 по 2017 год и максимальных скоростей с 1977 по 2017 год (табл. 3.6.3, 3.6.4) с помощью критерия инверсий при уровне значимости $\alpha=0,05$ для метеостанций Бакчар, Колпашево, Пудино, расположенных рядом с районом исследований.

Таблица 3.6.3 – Статистически значимые тренды средних скоростей ветра

Месяц/нас. пункт	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ср. за теплый период
Бакчар	0	+	0	0	0	0	0
Колпашево	+	+	+	+	+	+	+
Пудино	0	+	0	0	0	0	0

* «+» - наличие положительного тренда; 0 – отсутствие тренда

Таблица 3.6.4 – Статистически значимые тренды максимальных скоростей ветра

Месяц/нас. пункт	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ср. за теплый период
Бакчар	0	0	0	+	0	0	0
Колпашево	+	0	+	+	+	0	0
Пудино	+	+	+	+	+	+	+

* «+» - наличие положительного тренда; 0 – отсутствие тренда

Средние скорости ветра практически не изменяются на м/с Бакчар и Пудино, уменьшаются на метеостанции Колпашево. Увеличение максимальных скоростей ветра отмечено на м/с Бакчар, Колпашево, Пудино (рис. 3.6.1, 3.6.2).

Согласно [51], если средняя скорость ветра более 7 м/с, то присваивается II степень опасности по последствиям воздействия на поверхностное хранилище ЖРО. Увеличение максимальных скоростей ветра может повлечь за собой увеличение вероятности ветрового выноса ЖРО из открытых бассейнов, следовательно, решение о консервации бассейнов было принято своевременно.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2В41	Польшиковой Алене Евгеньевне

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования - цех приёма, переработки и подготовки к захоронению радиоактивных отходов, содержания и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов Радиохимического завода АО «СХК».</p> <p>Область применения – атомная промышленность.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению</p> <p>1.2 Анализ опасных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению</p>	<p>1.1 При полевых и лабораторных работах вероятно воздействие следующих вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата в помещении и на открытом воздухе (в холодный сезон года необходимо предусматривать дополнительную теплую одежду и отопление, в летний – облегченную форму одежды, кондиционер); - Недостаточная освещенность рабочего места в помещении устраняется установкой дополнительных ламп; - Повреждения от контакта с насекомыми, защитой от которых служит дополнительной спецодеждой, репеллентами; - Воздействие ионизирующего излучения (в качестве защиты проводить дозиметрический контроль, использовать СИЗ: костюм, шапочка, нательное белье, полотенце, носки, перчатки х/б, спецобувь, носовые платки разового пользования и средства защиты органов дыхания – респиратор, противогаз); - При утечках токсичных и вредных веществ в атмосферу или контактах с ними для защиты используются респиратор или противогаз, защитные очки, пластиковая спец. одежда, резиновые перчатки и сапоги. <p>1.2 Выявленный опасный фактор - электрический ток. В целях защиты используется защитное заземление, зануление и защитное отключение.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Вредное воздействие распространяется на гидросферу, атмосферу и литосферу, в том числе на недра земли.</p> <p>Мероприятия по обеспечению экологической безопасности: мониторинг воздушной среды, водных и почвенных ресурсов путем отбора</p>

	проб, консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов, установка воздушных фильтров.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: ветровой вынос радионуклидов с поверхности хранилищ ЖРО и поступление жидких радиоактивных отходов в буферные водоносные горизонты, на прилегающие территории и в открытую гидрографическую сеть. Мероприятия по обеспечению безопасной работы: использование защищающих от ионизирующего излучения материалов, использование средств индивидуальной защиты, увеличение расстояния от источника ионизирующего излучения.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Нормативно правовую базу в области охраны труда на АО «СХК» составляют Трудовой кодекс РФ, ОСПОРБ-99/2010 - Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности, Нормы радиационной безопасности и должностные инструкции комбината, согласно которым у сотрудников, которые заняты на работах во вредных или опасных условиях, продолжительность рабочего времени сокращается на 4 часа в неделю, предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск, оплата труда устанавливается в повышенном размере. При компоновке рабочей зоны следует создать наиболее благоприятные условия труда: наличие хорошего освещения, вентиляции воздуха, систем отопления, водоснабжения, которые будут соответствовать требованиям.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Задорожная Т.А.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В41	Польшикова Алена Евгеньевна		

4 Социальная ответственность

Социальная ответственность – ответственность перед людьми или данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров. Внутренняя социальная ответственность организации – это деловая практика по отношению к собственному персоналу, ключевым направлением деятельности которой является безопасность (в том числе пожарная, промышленная и экологическая безопасность) и охрана труда.

На любом этапе развития общества, создание наиболее благоприятных условий для высокопроизводительного труда является одним из главнейших направлений деятельности любого предприятия.

Тема выпускной квалификационной работы – консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «Сибирский химический комбинат» (ЗАО Северск).

Целью выпускной квалификационной работы является оценка консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов как способа обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

В работе описаны физико-географические и социально-экономические условия района, изучены метод консервации и мониторинг поверхностных хранилищ ЖРО на примере бассейна Б-1 АО «СХК», методы очистки жидких радиоактивных отходов, выявлены и проанализированы изменения скоростей ветра в районе расположения хранилищ ЖРО, изучена нормативно-правовая база в области пунктов консервации особых радиоактивных отходов.

Приведены источники жидких радиоактивных отходов на территории комбината, описаны физико-химические процессы очистки ЖРО, технологическая схема и контроль технологического процесса, который выполняет аналитическая лаборатория на базе цеха приёма, переработки и подготовки к захоронению радиоактивных отходов, содержания и эксплуатации

хранилищ радиоактивных отходов Радиохимического завода АО «СХК». Лаборатория геотехнологического мониторинга проводит радиационный контроль, мониторинг состояния бассейна Б-1 и контроль технического состояния зданий, сооружений и элементов бассейна путем отбора проб грунта, декантата, газа и подземных вод.

4.1 Производственная безопасность

При работе в цехе приёма, переработки и подготовки к захоронению радиоактивных отходов содержания и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов Сибирского химического комбината, выявлены следующие вредные и опасные факторы (табл. 4.1) в соответствии с [34] и прописаны мероприятия по их устранению.

Таблица 4.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по консервации поверхностного хранилища жидких радиоактивных отходов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003 – 74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1. Установка датчиков и аппаратов в теле бассейна 2. Выполнение температурных и радиационных измерений 3. Замер	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Отклонение показателей микроклимата в помещении; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повреждения в	1. Электрический ток	1. Показатели микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4.548-96 [53]. 2. Нормы освещенности регламентированы СП 52.13330.2011 [55]. 3. Дозовые пределы приведены в СанПиН

уровней в контрольных скважинах	результате контакта с насекомыми;		2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) [54].
4. Отбор проб грунта и декантата	5. Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;		4. ГН 2.2.5.1313-03 устанавливает ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны [30].
Лабораторные работы:	6. Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу.		5. Предельно допустимые токи и напряжения регламентирует ГОСТ 12.1.038-82 [37].
1. Лабораторный анализ проб			

4.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

4.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Микроклимат производственной среды - комплекс физических факторов рабочей среды, оказывающий влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека. К микроклиматическим параметрам, в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 [35] относят уровень температуры, влажность воздуха и его скорость движения, температура поверхностей ограждающих конструкций, предметов, оборудования, интенсивность тепловой радиации.

Климат Томской области континентальный с теплым коротким летом и суровой продолжительной зимой и ярко выраженными весенними и осенними периодами, ранними осенними и поздними весенними заморозками, умеренным количеством осадков, характеризуется избыточным увлажнением, недостаточной теплообеспеченностью и слабой испаряемостью. Район предприятия относится к климатическому району с суровыми условиями, умеренно-холодному. Среднегодовая температура воздуха в г.Томск +0,5°C.

Средняя температура самого холодного месяца января – минус 19,1°С, самого теплого, июля +18,3°С. Средняя температура наиболее холодной пятидневки – минус 40°С. Средняя температура наиболее холодных суток – минус 44°С.

При благополучных сочетаниях показателей микроклимата человек, условием жизнедеятельности которого является сохранение постоянства температуры тела, чувствует состояние теплового комфорта — важного условия высокой производительности труда. Существенное отклонение микроклиматических параметров рабочей зоны от оптимального может привести к резкому снижению работоспособности, а также к профессиональным заболеваниям, гипотермии, обморожениям конечностей.

В соответствии с [45] работы на открытом воздухе приостанавливаются работодателями при погодных условиях, указанных в таблице 4.1.1.1.

Таблица 4.1.1.1 – Предельные значения температуры, при которых не могут производиться работы на открытом воздухе [45]

Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С
при безветренной погоде	-36
не более 5,0	-35
5,1-10,0	-34
Свыше 10,0	-32

В случае, когда прекращение работ невозможно по производственно-техническим условиям, прекращение работ заменяется установлением чередующихся смен работающих.

На открытых площадках остальные микроклиматические параметры не нормируются, но устанавливаются мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия микроклимата на организм рабочего. При работе на открытом воздухе, согласно ГОСТ 12.4.011-89 [38], в холодный период работодатель должен установить перерывы на обогрев работников в специально-оборудованных теплых помещениях, выдать работникам соответствующую спецодежду, обувь, рукавицы, обладающие теплозащитными свойствами и обеспечить другими средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

4.1.1.2 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности воздуха, а также температуры окружающих его поверхностей. Особое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в рабочем помещении (лаборатории). Такими источниками могут служить лабораторные установки, ЭВМ, освещение. Все эти параметры оказывают прямое влияние на здоровье и деятельность человека в течение всего рабочего дня.

С целью максимально улучшить работоспособность персонала, работающего в лабораторных условиях, установлены нормы производственного микроклимата. В ГОСТ 12.1.005-88 установлены оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочих помещениях [35]. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону с учетом избытков теплоты, сложности выполняемой работы и сезона года, а допустимые, в свою очередь, устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы. Параметры микроклимата, которые приведены в таблице 4.1.1.2, удовлетворяют требованиям, указанным в СанПиН 2.2.4.548-96 [53]. Лабораторный анализ проб согласно [53] относится к Iб категории работ по уровню энергозатрат.

Таблица 4.1.1.2 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне [53]

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21 - 23	60-40	0,2
Теплый	Iб	22 - 24	60-40	0,3

Для защиты от воздействия низких температур помещения в холодное время года отапливаются. Важнейшим средством, обеспечивающим нормальные санитарно-гигиенические условия в помещениях,

является вентиляция – организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачу на его место свежего воздуха.

4.1.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны в помещении

Искусственное освещение производственных помещений обеспечивается электрическими источниками света и применяется для работы в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания.

Согласно СП 52.13330.2011 [55] для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного – коэффициент, который представляет собой отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременно измеренной наружной горизонтальной освещенности под открытым небом. На основании СП 52.13330.2011 [55] требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютерное и лабораторное оборудование, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300 лк, а комбинированная – 750 лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300 лк соответственно.

Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СП 52.13330.2011 [55]. Для производственных помещений характерна зрительная зона средней точности, размер объекта размещения составляет свыше 0,5 мм. Нормы КЕО для верхнего или комбинированного освещения равны 4 %, для бокового – 1,5 %. Искусственная освещенность составляет 300 лк. Кроме того, все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование.

Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе

периферийного зрения значительно увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

4.1.1.4 Повреждения в результате контакта с насекомыми

Район работ консервации поверхностных хранилищ ЖРО находится в лесистой местности, где содержится обилие кровососущих насекомых (овод, мошки, комары, клещи). В теплое время года гнус значительно усложняет работу персонала, нанося множественные укусы на открытые участки тела. Вероятны укусы зараженным клещом, влекущие тяжелое поражение нервной системы. По этой причине необходимо выполнять такие мероприятия, как оснащение персонала дополнительной спецодеждой, репеллентами, обработка инсектицидами прилегающих территорий.

4.1.1.5 Повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне

Радиоактивные вещества, как потенциальные источники внутреннего облучения по степени радиационной токсичности разделяются на четыре группы с индексами А, Б, В, Г (в убывающем порядке).

Группа А – радионуклиды особо высокой радиотоксичности: торий-230, уран-232, плутоний-238 и др.

Группа Б – радионуклиды высокой радиотоксичности: стронций-90, рутений-106, торий-234, уран-235, церий-144 и др.

Группа В – радионуклиды средней радиотоксичности: цезий-137, цирконий – 95, рутений 103 и др.

Группа Г – радионуклиды с наименьшей радиотоксичностью: углерод-14, фтор-18, хром-51, железо-55, ртуть-197 и др.

Класс работ с открытыми источниками устанавливается в соответствии с ОСПОРБ-99/2010 [43] в зависимости от группы радиационной опасности радионуклида с фактической его активности на рабочем месте. Классом работ определяются требования к размещению и оборудованию помещений, в которых проводятся работы с открытыми источниками.

Основные пределы доз для категорий облучаемых лиц на основании НРБ-99/2009 [54] приведены в таблице 4.1.1.5.

Таблица 4.1.1.5 – Основные пределы доз [54]

Нормируемые величины	Пределы доз	
	персонал	население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
коже	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

Перерабатываемые растворы могут содержать радионуклиды, относящиеся к группам А, Б, В. Класс проводимых с ними работ – I-ий (суммарная активность на рабочем месте – более 10^8 Бк). В связи с этим выполнены следующие профилактические мероприятия на основании РБ-И-106-057-2016 и ОСПОРБ-99/2010 [52,43]:

- В составе помещений имеется санитарный пропускник;
- Помещения разделяются на 3 зоны: I зона – каньоны и помещения, где размещается технологическое оборудование и коммуникации, является основными источниками радиоактивного загрязнения; II зона – периодически обслуживаемые помещения для проведения ремонта оборудования, места, где производятся вскрытия технологического оборудования, места загрузки и выгрузки радиоактивных веществ, временного хранения радиоактивных отходов (машзалы, вентиляционные коридоры, ремонтные зоны); III зона – помещения, предназначенные для постоянного пребывания персонала: щиты управления, людские проходы, трубные решётки, коридоры электроприводов и др.
- При выходе персонала из более грязной зоны в чистую, для исключения возможности разноса загрязнения, проводится контроль

загрязнения на стационарных приборах или службой дозиметрического контроля.

– Система вентиляции всех помещений выполнена таким образом, чтобы направление потоков воздуха было из помещений с меньшим возможным загрязнением в помещение с большим возможным загрязнением. На площадке имеется водопровод и канализация, действует определённая система сбора и удаления радиоактивных отходов.

В цехе осуществляется радиационный контроль, целью которого является контроль за соблюдением норм радиационной безопасности и санитарных правил и получение информации о дозе облучения персонала. Контроль за радиационной обстановкой включает:

– Контроль за мощностью дозы гамма-излучения, за плотностью потоков бета-частиц на рабочих местах, смежных помещениях и на территории цеха;

– Контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочих и других помещений цеха;

– Контроль за уровнем загрязнения радиоактивными веществами рабочих поверхностей и оборудования, кожных покровов и одежды работающих;

– Контроль за выбросами радиоактивных веществ в атмосферу;

– Контроль за содержанием радиоактивных веществ в жидких отходах и сбросных водах;

– Контроль за сбросом, удалением и обезвреживанием радиоактивных отходов;

– Контроль за уровнем загрязнения объектов внешней среды на территории цеха и за его пределами.

– Индивидуальный контроль облучения персонала включает, в зависимости от характера работы:

- Индивидуальный контроль за дозой облучения с использованием индивидуальных дозиметров;
- Индивидуальный контроль за поступлением и содержанием радиоактивных веществ в организме с использованием специальных приборов и методик.

Персонал должен знать и строго соблюдать требования радиационной безопасности, указанные в РБ-И-106-057-2016. Обеспечение радиационной безопасности на РХЗ АО «СХК» [52]. Некоторые из этих требований:

- Рабочие цеха, придя на работу, должны надеть в сан пропускнике положенную спецодежку и спецобувь. Приносить на завод продукты питания, книги и личные вещи, а также выносить с завода различные предметы запрещено.

- При срабатывании сигнализации персонал должен покинуть помещение, где проводились работы.

- Входить в помещение, где включен красный светофор или имеется аншлаг «опасно-вход запрещён» без ведома и разрешения персонала службы дозиметрического контроля запрещено.

- После окончания рабочего дня весь персонал обязан проверить спецодежду на загрязнённость, пройти сан обработку с последующим контролем по приборам дозиметрического контроля.

4.1.1.6 Утечки токсичных и вредных веществ в атмосферу

В технологичной схеме используется ряд реагентов, которые относятся к вредным веществам, то есть веществам, которые при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности могут вызвать производственные травмы, продолжительность заболевания или отклонения состояния здоровья. Таковыми являются: азотная кислота (HNO_3), гидроокись натрия (NaOH), железный купорос (FeSO_4).

Вредные вещества могут поступать в организм человека через органы дыхания (пары, пыль), кожу (жидкие, твердые вещества), желудочно-кишечный

тракт (жидкие, твердые, и газы). Наиболее часто вредные вещества попадают в организм человека через органы дыхания и быстро проникают к жизненно важным центрам человека.

Источниками выделения вредных веществ могут быть негерметичное оборудование, недостаточно автоматизированный отбор проб технологических жидкостей, пары азотной кислоты, альфа и бета – радиоактивные аэрозоли и ВХВ, находящиеся в воздухе.

Концентрированная азотная кислота, оксиды азота и железный купорос по токсичности относятся к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности), гидроксид натрия – ко 2-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007–76 [36].

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений в целях ограничения неблагоприятного воздействия вредных веществ, аэрозолей и пыли, в соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 и ГН 2.2.5.1314-03 [30,31] устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК), представляющих собой массу вредного вещества, содержащегося в 1 м³ воздуха (табл. 4.1.1.6).

Таблица 4.1.1.6 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [30,31]

Наименование вещества	Формула	Величина ПДК, мг/ м ³
Азотная кислота	HNO ₃	2
Гидроокись натрия	NaOH	0,5
Железный купорос	FeSO ₄	2

ПДК при ежедневной работе человека в течение 8 ч (40 часов в неделю) за время всего его рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами, в процессе работы или в отдельные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

При работе с вредными веществами предусмотрено применение следующих дополнительных средств индивидуальной защиты (СИЗ) на основании ГОСТ 12.4.011-89 [38]. При работе с азотной кислотой необходимо

использовать противогаз марки «В» (с фильтром при наличии тумана азотной кислоты), пластиковую спец. одежду, резиновые сапоги и противокислотные перчатки. При работе с гидроокисью натрия использовать противогаз, пластиковую спец. одежду, резиновые перчатки и сапоги. При работе с железным купоросом использовать респиратор, защитные очки, пластиковую спец. одежду, резиновые перчатки и сапоги.

4.1.2 Анализ опасных факторов рабочей зоны и обоснование мероприятий по их устранению

4.1.2.1 Электрический ток

Электробезопасность - это система организационных и технических мероприятий по защите человека от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, статического электричества, электромагнитного поля.

В химической лаборатории в качестве основных источников тепла используются различные электронагревательные приборы мощностью от нескольких ватт до десятков киловатт, в том числе электроплитки, сушильные шкафы и термостаты, приборы для выпаривания и высушивания с электроподогревом. Потребляют электроэнергию также различные источники света, центрифуги, вытяжные шкафы, многочисленные приборы для оптического, спектрального, хроматографического и других видов анализа.

При выполнении работ существует опасность электропоражения в следующих случаях: при прикосновении к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Особая опасность обусловлена возможностью воздействия на электрооборудование химически активной среды. К быстрому выходу из строя электрических приборов приводят брызги электролитов, органических растворителей, агрессивных жидкостей, а также водяные пары, в больших количествах образующиеся, например, при использовании кипящих водяных бань.

При действии электрического тока на человека могут иметь место поражения двух видов: электротравмы и электрические удары. Наиболее характерной разновидностью электротравм являются электрические ожоги, обусловленные термическим воздействием тока или электрической дуги. Электрический удар представляет собой резкое возбуждение живых тканей проходящим через организм током.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [37] предельно допустимые токи и напряжения, протекающие через тело человека при неаварийном (нормальном) режиме работы электроустановок для переменного тока 50 Гц составляют 0,3 мА и 2 В, для постоянного тока - сила тока составляет 1,0 мА и напряжения 8 В.

В целях защиты необходимо применять следующие меры:

- защитное заземление - преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, при этом сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом,

- зануление для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок, работающих под напряжением до 1000 В (в трехфазных четырехпроводных сетях с глухо-заземленной нейтралью),

- защитное отключение - быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током, происходит изменение некоторых электрических параметров сети, которые служат сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения [32].

В целях профилактики переутомляемости и перенапряжения при работе необходимо строгое соблюдение регламентируемых перерывов (3 раза за рабочий день). Во время которых, рекомендуется выполнять комплексные физические упражнения.

4.2 Экологическая безопасность

На основании ФЗ "Об охране окружающей среды", главы VII «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности», статьи 40 «Требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации объектов энергетики и объектов использования атомной энергии» при размещении хранилищ радиоактивных отходов должны обеспечиваться охрана окружающей среды от радиационного воздействия, приниматься меры по обеспечению полной радиационной безопасности окружающей среды и населения в соответствии с законодательством Российской Федерации и общепринятыми принципами и нормами международного права.

Основной задачей производственного экологического контроля, осуществляемого в АО «СХК», является обеспечение деятельности производств комбината, оказывающих воздействие на окружающую среду, в пределах установленных нормативов и в соответствии с требованиями действующего природоохранного законодательства и нормативных документов.

4.2.1 Защита атмосферы

Источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории цеха являются пары азотной кислоты, альфа и бета – радиоактивные аэрозоли и ВХВ, находящиеся в воздухе, сдуваемом из механических и ионообменных фильтров. В атмосферный воздух выбрасываются следующие радионуклиды: цезий-137; стронций-80,90; церий-141,144; цирконий-95 и ниобий-95; рутений-103,106 и иттрий-90.

В целях охраны воздушной среды в цехе предусмотрена установка воздушных фильтров на основании СанПиН 2.6.1.2523-09 [54]. Сдуваемый при операции взрыхления воздух, от механических и ионообменных фильтров проходит воздухоотделитель и после очистки на двух фильтрах «сдувочных» с

тканью Петрянова выбрасывается через трубу в атмосферу. Очистка сдуваемого воздуха происходит за счет осаждения аэрозолей на ткани Петрянова под действием электростатического эффекта.

Характеристика фильтров: давление рабочее - до 0,013 МПа, поверхность фильтрации – 7,5 м², производительность – 270 м³/час, диаметр – 912 мм, высота – 1040 мм.

Для определения эффектов работы фильтров выполняется контроль:

- Измерение перепада давления на фильтрах мембранным тягомером.
- Определение накопления активности на фильтрах по измерению мощности дозы γ -излучения.

Контроль ведется периодически, по графикам, утвержденным главным инженером завода.

Кроме того, потенциальными источниками загрязнения могут являться открытые хранилища ЖРО - при экстремальных значениях скоростей ветра и наличии смерчей возможно аэрозольное загрязнение атмосферного воздуха. Мероприятие по защите воздушной среды в этом случае – консервация открытых хранилищ жидких радиоактивных отходов.

4.2.2 Защита гидросферы

Основными видами деятельности цеха, которые могут нанести ущерб водным ресурсам является захоронение ЖРО в подземные горизонты методом локализации отходов в пределах горного отвода недр, выпуск загрязненных поверхностно-ливневых вод в открытую гидросеть.

На очистные сооружения поступают и образуются жидкие радиоактивные отходы, имеющие в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 [54] категорию низкорadioактивных отходов. Существующие очистные сооружения, находящейся в составе цеха обеспечивают очистку вод заводов комбината до концентрации радионуклидов в очищенной воде ниже допустимых, согласно [54].

Контроль за рН, содержание радионуклидов и ВХВ осуществляется путем отбора химических проб технологическим персоналом из коллектора. Качество очищенные воды после анионных фильтров определяется контрольными уровнями, установленным руководством комбината и утвержденными главным санитарным врачом г.Северска.

Собственные жидкие отходы очистных сооружений (пульпы, регенерирующие растворы и промывные воды) направляются на промежуточное хранение в пульпохранилища №1,2 и в составе декантата пульпохранилищ (ДПХ) выдаются на подземное захоронение в скважины площадку 18. На территории цеха находятся искусственно созданные водохранилища, гидравлически несвязанные с поверхностными водами, в которые могут сбрасываться низкоактивные отходы подразделений АО «СХК» для усреднения по солевому и радиохимическому составу, отстоя, выдержки с целью распада короткоживущих радионуклидов.

Дренажные воды направляются на дополнительную очистку от вредных химических веществ и радионуклидов до норм очищенной воды после анионных фильтров. Перед сбросом в реку Тоть поверхностно-ливнёвые и сточные воды цеха по линиям промливнёвой канализации поступают в водохранилище ВХ-1, в котором происходит частичное осаждение веществ и взвесей.

При нормальном ходе процесса подземного хранения отходов, поступления в открытую гидрографическую сеть, буферные водоносные горизонты вредных химических веществ и радионуклидов не происходит.

Благополучие экологической ситуации в районе водохранилищ обуславливается следующими факторами: состоянием гидротехнических сооружений; водным балансом водохранилищ ВХ-3,4, в т.ч. фильтрацией через дно водохранилищ (контроль проводится путем периодического отбора проб из контрольно-наблюдательных скважин лабораторией геотехнологического мониторинга, согласно регламента контроля за поверхностными хранилищами жидких радиоактивных отходов (ЖРО) СХК; природными факторами

(отсутствием смерчей, ураганов, землетрясений, падения метеоритов и пр.); соблюдением норм технологического режима.

4.2.3 Защита литосферы

При проведении работ по консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов, а также деятельности по очистке и захоронению ЖРО выявлены следующие виды воздействия на литосферу:

- Загрязнение местности радионуклидами;
- Механическое разрушение почв, уничтожение растительности тяжелой техникой;
- Загрязнение твердыми отходами.

В результате производственной деятельности цеха №4 радиохимического завода образуются твердые радиоактивные отходы категории очень низкоактивные отходы (ОНАО) и низкоактивные отходы (НАО). К твердым отходам относятся отработавшие лампы ртутные, люминесцентные, мусор от офисных и бытовых помещений, мусор от сноса и разборки зданий. Отходы удаляются путем передачи в специальные изолированные сторонние организации для обезвреживания, либо размещаются на площадке захоронения нерадиоактивных отходов Радиохимического завода.

Контроль за состоянием почвы ведется приборным и лабораторными методами регулярно по утвержденным инструкциям АО «СХК». Контролируются такие показатели как суммарная альфа- и бета- активности, стронций-90, цезий-137, уран, рН, МЭД.

Территории хранилищ жидких радиоактивных отходов обеспечены необходимой физической защитой. Ближайшие железнодорожные пути Российских железных дорог проходят в 8 км от АО «СХК», а расстояние до областных автомобильных дорог составляет около 5 км, что исключает распространение поражающих факторов на объекты комбината в случае возникновения крупномасштабной аварии (пожар, разлив ВХВ) на этих магистралях. Ближайший аэропорт находится в 32 км к югу, а местная

авиатрасса – в 22 км к востоку от промышленной площадки АО «СХК». Над территорией Сибирского химического комбината полёты запрещены.

Геолого-гидрогеологические, топографические, гидрографические, инженерно-геологические, сейсмические, тектонические и климатические условия площадок для наземных хранилищ и подземных пунктов захоронения радиоактивных отходов комбината удовлетворяют требованиям НП-069-14 [41].

4.3 Чрезвычайные ситуации

Согласно N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории (акватории), сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [61].

Чрезвычайные ситуации классифицируются по различным признакам. По природе возникновения ЧС в соответствии с постановлением Правительства РФ № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [46] можно разделить на техногенные, природные, экологические, антропогенные, социальные и комбинированные.

В цехе 4 наиболее вероятными и опасными ЧС могут быть ветровой вынос радионуклидов с поверхности хранилищ ЖРО и поступление жидких радиоактивных отходов в буферные водоносные горизонты, на прилегающие территории и в открытую гидрографическую сеть. Такие ЧС на основании ГОСТ Р 22.0.05-94 [33] относятся к радиационной чрезвычайной ситуации - неожиданная опасная радиационная ситуация, которая привела или может привести к незапланированному облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверхустановленных гигиенических нормативов и требует экстренных действий по защите людей и среды обитания.

Аварии на хранилищах радиоактивных отходов представляют большую опасность, так как они могут привести к длительному радиоактивному загрязнению обширных территорий высокотоксичными радионуклидами и вызвать необходимость широкомасштабного вмешательства.

Аварийная ситуация при глубинном захоронении жидких радиоактивных отходов в подземные горизонты возможна при внезапном разрушении оголовка скважины, находящейся под давлением.

В случае размыва и растворения пород пласта-коллектора агрессивными компонентами радиоактивных отходов, например, кислотами, увеличивается пористость пород, что может приводить к утечке газообразных радиоактивных отходов. В этом случае переоблучению, как правило, может подвергнуться персонал хранилища.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды происходит, если содержание радиоактивности в почве, воде или воздухе превышает предельно допустимые концентрации. Оно квалифицируется как чрезвычайная ситуация с последующими действиями соответствующих служб по защите населения и проведением мероприятий по дезактивации местности и объектов на ней.

Среднегодовая доза техногенных излучений составляет около 0,9 мЗв (0,09 бэр). Среднее значение суммарной годовой дозы излучения естественных и техногенных источников составляет 2-3 мЗв. Это так называемый естественный фон. Уровень радиации (мощность дозы), соответствующий естественному фону, — ОД-0,6 мкЗв/ч (10-60 мкбэр/ч) — принято считать нормальным, свыше 0,6 мкЗв (60 мкбэр/ч) — повышенным.

Основными направлениями предотвращения и снижения потерь и ущерба при радиационных авариях согласно НРБ-99/2009 [54] являются:

- Рациональное размещение радиационно-опасных объектов с учетом возможных последствий аварии;
- Специальные меры по ограничению распространения выброса радиоактивных веществ за пределы санитарно-защитной зоны;

- Меры по защите персонала и населения.

При размещении радиационно-опасного объекта должны учитываться факторы безопасности. Расстояние от объекта до городов с населением от 500 тыс. до 1 млн. чел. — 30 км, от 1 до 2 млн. — 50 км, а с населением более 2 млн. — 100 км. Также учитываются роза ветров, сейсмичность зоны, ее геологические, гидрологические и ландшафтные особенности.

Мероприятия по защите персонала и населения:

- Использование защищающих от ионизирующего излучения материалов с учетом их коэффициента ослабления (Косл), позволяющего определить, в какой степени уменьшится воздействие ионизирующего излучения на человека. Использование коллективных средств защиты (герметизированных помещений, укрытий).

- Увеличение расстояния от источника ионизирующего излучения, при необходимости — эвакуация населения из зон загрязнения.

- Сокращение времени облучения и соблюдение правил поведения персонала, населения, детей, сельскохозяйственных работников и других контингентов в зоне возможного радиоактивного загрязнения.

- Проведение частичной или полной дезактивации одежды, обуви, имущества, местности и др.

- Установление временных и постоянных предельно допустимых доз (уровней концентрации) загрязнения радионуклидами пищевых продуктов и воды; исключение или ограничение потребления с пищей загрязненных радиоактивными веществами продуктов питания и воды.

- Эвакуация и переселение населения.

- Простейшая обработка продуктов питания, поверхностно загрязненных радиоактивными веществами (обмыв, удаление поверхностного слоя и т.п.), использование незагрязненных продуктов.

- Использование средств индивидуальной защиты (костюмы, респираторы).

– Использование средств медикаментозной защиты (фармакологическая противолучевая защита) — фармакологических препаратов или рецептур для повышения радиорезистентности организма, стимуляции иммунитета и кроветворения.

– Санитарная обработка людей [54].

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно статье 224 Трудового кодекса РФ [59] у сотрудников, которые заняты на работах во вредных или опасных условиях, продолжительность рабочего времени сокращается на 4 часа в неделю. Запрещен допуск к работе подростков, также сотрудников, не имеющих допуск к работе.

В соответствии со статьей 253 [59] ограничивается применение труда женщин на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на подземных работах, за исключением нефизических работ или работ по санитарному и бытовому обслуживанию. На основании статьи 147 [59] оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Работникам предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск согласно статье 117 ТК РФ [59]. В соответствии с Трудовым кодексом РФ и ИОТ-ОЛ-70-001-2015 [59,39] на работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

Должны проводиться обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) работников, занятых на работах с вредными веществами. Каждый работник должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты. К СИЗ относятся: костюм или комбинезон, шапочка, нательное белье, полотенце, носки, перчатки х/б, спецобувь, носовые платки разового пользования и средства защиты органов дыхания (респиратор типа Лепесток), перчатки резиновые.

В зависимости от характера и условий выполняемых работ выдаются специальная одежда и предохранительные приспособления, выдаваемые рабочим и служащим, считаются собственностью предприятия, и подлежат возврату: при увольнении; по окончании срока годности; при переводе в том же предприятии на другую работу. Замена основной спецодежды должна производиться не реже 1 раза в неделю, а в случае ее загрязнения выше допустимых значений замена должна проводиться немедленно.

Для исключения возможности несчастных случаев проводится обучение и проверка знаний работников о требованиях безопасности труда на основании ОСПОРБ-99/2010 и инструкциям по охране труда и безопасности персонала АО «СХК» [43, 39, 44, 42]. Для всех принимаемых на работу или проходящих практику обязательным требованием является прохождение вводных инструктажей, инструктажа по технике безопасности, внепланового инструктажа, а также периодических инструктажей и инструктажа при переводе сотрудника на новые виды работ.

При компоновке рабочей зоны следует создать наиболее благоприятные условия труда в лабораторных и производственных помещениях: обеспечить хорошее освещение, вентиляцию воздуха, установить системы отопления, водоснабжения, которые будут соответствовать требованиям.

Система вентиляции всех помещений должна быть построена с учетом правильного направления потоков воздуха: из помещений с меньшим возможным загрязнением в помещение с большим возможным загрязнением. В помещениях лабораторий вентиляционная система должна: обеспечивать надлежащий воздухообмен для присутствующих внутри сотрудников; поддерживать нужный уровень температуры, влажности с учетом хранящихся веществ и количества людей; не допускать выбросов вредных веществ, накопления их в помещении в опасных концентрациях; не создавать потенциально опасных ситуаций – пожаров, взрывов, отравления.

Необходимо предусмотреть водопровод и канализацию с системой сбора, и удаления радиоактивных отходов, а также санитарно-пропускной

пункт (санпропускник) - комплекс помещений, предназначенных для смены одежды, обуви, санитарной обработки персонала, контроля химического или радиоактивного загрязнения кожных покровов, средств индивидуальной защиты, специальной и личной одежды персонала.

Искусственное освещение создается светильниками — лампами накаливания или люминесцентными лампами в соответствующей арматуре и бывает общее и комбинированное. Во избежание слепящего действия, вызывающего утомление зрения и снижение работоспособности, не допускается применение открытых электрических ламп. При общем освещении светильники располагаются на потолке и освещают все помещение лаборатории. Комбинированная система освещения помимо светильников общего освещения включает местные светильники, призванные усилить освещенность на рабочих местах.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2В41	Польшиковой Алене Евгеньевне

Инженерная школа природных ресурсов		Отделение геологии	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i></p>	<p>Расчет стоимости проведения гидрогеохимического опробования подземных вод из 49-ти скважин на территории размещения поверхностного хранилища жидких радиоактивных отходов АО «СХК».</p>
<p>2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p>ССН. Выпуск 1. Гидрогеологические и связанные с ними работы; ССН. Выпуск 2. Геолого-экологические работы.</p>
<p>3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p>Амортизационные отчисления; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></p>	<p>Оценка видов и объемов работ, затрат времени и труда, оплаты труда, затрат на материалы, сметной стоимости и затрат на подрядные работы при проведении гидрогеохимического опробования подземных вод из 49-ти скважин на территории размещения поверхностного хранилища жидких радиоактивных отходов АО «СХК»</p>
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения нефтегазового дела	Вершкова Елена Михайловна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2В41	Польшикова Алена Евгеньевна		

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Тема выпускной квалификационной работы – консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «Сибирский химический комбинат» (ЗАО Северск).

Целью выпускной квалификационной работы является оценка консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов как способа обеспечения ядерной и радиационной безопасности.

В работе описаны физико-географические и социально-экономические условия района, изучены метод консервации и мониторинг поверхностных хранилищ ЖРО на примере бассейна Б-1 АО «СХК», методы очистки жидких радиоактивных отходов, выявлены и проанализированы изменения скоростей ветра в районе расположения хранилищ ЖРО, изучена нормативно-правовая база в области пунктов консервации особых радиоактивных отходов.

Приведены источники жидких радиоактивных отходов на территории комбината, описаны физико-химические процессы очистки ЖРО, технологическая схема и контроль технологического процесса, который выполняет аналитическая лаборатория на базе цеха приёма, переработки и подготовки к захоронению радиоактивных отходов, содержания и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов Радиохимического завода АО «СХК». Лаборатория геотехнологического мониторинга проводит радиационный контроль, мониторинг состояния бассейна Б-1 и контроль технического состояния зданий, сооружений и элементов бассейна.

5.1 Технико-экономическое обоснование продолжительности работ по объекту и объемы проектируемых работ

Одним из видов работ, выполняемых в рамках мониторинга долговременного хранения радиоактивных отходов, является контроль целостности наружного глиняного экрана законсервированного поверхностного

хранилища ЖРО, который включает в себя наблюдение за подземными водами в районе бассейна.

Финансовая часть содержит расчеты по необходимым затратам на выполнение полевых работ, лабораторных анализов и камеральных работ. Полевые работы заключаются в выполнении работ по замерам уровня подземных вод в скважинах, по отбору проб воды из скважин. Затем в лаборатории проводится химический анализ проб воды и, на камеральном этапе работ, осуществляется запись и обработка полученных данных. Виды работ с учетом условий и объемов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм	Кол -во		
1	Гидрогеохимические исследования	проба	49	Отбор проб подземных вод из наблюдательных скважин, замеры уровней подземных вод, категория проходимости - 1	Стеклянные бутылки, маркер, электрический уровнемер типа ТЭУ, журнал
2	Лабораторные исследования	шт.	49	Химический анализ воды	Лабораторное оборудование
3	Полевая камеральная обработка	%	100	Ручная работа	Бумага, ручка
4	Камеральная обработка материалов с использованием ЭВМ	%	100	Компьютерная обработка материала	ЭВМ

Периодичность контроля для отбора и анализа проб – 1 раз в год, замер уровней подземных вод проводится 1 раз в месяц круглогодично. Расчет ведется для 49 скважин на 1 год, таким образом, количество проб составляет 49 штук. Объем одной пробы, необходимый для выполнения химического и радиохимического анализа – 1,0 л.

Сметная стоимость составляется с использованием нормативно правовых документов [57,58].

5.2 Расчет затрат времени и труда по видам работ

Лабораторные работы выполняются подрядной организацией, поэтому нормы труда для них не рассчитываются, что отражено в таблице 5.2.1.

Таблица 5.2.1 – Расчет затрат времени

Виды работ	Объем работ		Норма длительности, смена	Коэф-т	Нормативный документ	Итого
	Ед. изм.	Кол-во				
Гидрогеохимические исследования с отбором проб подземных вод	шт.	49	1,1	1	СН, вып.1. табл.71, стр.2, ст.4	53,9
Лабораторные исследования	шт.	Исполняет подрядная организация				
Полевая камеральная обработка данных	шт.	49	0,0041	1	СН, вып.2. табл.54, стр.1, ст.3	0,2009
Камеральная обработка данных с использованием ЭВМ	шт.	49	0,0414	1	СН, вып.2. табл.61, стр.3, ст.4	2,0286
Итого:						56,1295

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в сборнике сметных норм на геологоразведочные работы СН-93 выпуск 1 «Гидрогеологические и связанные с ними работы» и выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из справочника взяты:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

При расчете норм длительности принята 40-часовая рабочая неделя (по 8 часов в день).

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q * НВР * K, ()$$

где N-затраты времени; Q-объем работ; НВР – норма времени из справочника сметных норм; K- коэффициент за ненормализованные условия.

Исходя из объема и сроков выполнения работ по мониторингу законсервированного поверхностного хранилища жидких радиоактивных отходов в состав гидрогеологической группы входят 3 человека: гидрогеолог, оператор геотехнологических скважин и рабочий 2 категории.

Таблица 5.2.2 – Расчет затрат труда

Виды работ	Т	Гидрогеолог	Оператор геотехнологических скважин	Рабочий 2 категории
		Н, чел/смена	Н, чел/смена	Н, чел/смена
Гидрогеохимическое опробование подземных вод	53,9	17,97	17,97	17,97
Полевые камеральные работы	0,2	0,1	0,1	-
Окончательные камеральные работы	2,03	2,03	-	-
Итого:	56,13	20,10	18,07	17,97

5.3 Расчет сметной стоимости проектируемых работ

Нормы расхода материалов для работ рассчитывались исходя из средней рыночной стоимости, их количества и представлены в таблице 5.3.1.

Оплата труда включает оклад и количество отработанного времени, также учитываются премиальные начисления и районный коэффициент, равный 1,3 для Томской области.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) находится по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{м}} * T_{\text{раб}} ,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника; $T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, месяцев; $Z_{\text{м}}$ – месячный оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника находится по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * k_{\text{р}} ,$$

где Z_6 – базовый оклад, руб.; k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томской области).

Таблица 5.3.1 – Материальные затраты

Наименование и характеристика изделия	Единица	Цена, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
1	2	3	4	6
Гидрогеохимические работы				
Бутылка пластиковая 1 л	шт.	15,00	49	735,00
Перчатки	шт.	48,00	2	96,00
Полевые камеральные работы				
Сумка полевая	шт.	600,00	1	600,00
Регистрационный журнал	шт.	120,00	2	240,00
Маркер перманентный	шт.	67,00	2	134,00
Карандаш простой	шт.	8,00	5	40,00
Ручка шариковая	шт.	25,00	4	100,00
Блокнот	шт.	23,00	5	115,00
Камеральная обработка данных				
Бумага офисная	пачка (500 листов)	320	1	320,00
Канцелярские товары	набор	150	3	450,00
Итого:				2830,00

Фонд заработной платы (ФЗП) формируется из дополнительной заработной платы и оплаты труда (в данном случае за 12 месяцев). Фонд оплаты труда определяется как сумма страховых взносов, дополнительной заработной платы и оплаты труда за весь период работ.

Итоговая сумма рассчитывается как заработная плата для всех работников с учетом единого социального налога, затрат на материалы, резерва и амортизации оборудования. Расчет оплаты труда представлен в таблице 5.3.2.

Количество отработанных смен определено в соответствии с затратами времени работника на каждый тип работ. Оплата за смену рассчитывается как частное оклада за месяц и количества смен (22 смены).

Таблица 5.3.2 – Расчет оплаты труда

№ п/п	Статьи основных расходов	Продолжительность работ	Оплата за смену, руб	Районный коэф-т	Итого, руб
1	2	3	4	5	6
Основная з/п:					
1	Гидрогеолог	20,1	1 080	1,3	28 220
2	Оператор геотехнологических скважин	18,07	1 023	1,3	24 025
3	Рабочий 2 категории	17,97	818	1,3	19 114
Итого:					71 359
2	Дополнительная з/п (7,9%)				5 637,36
	Итого: фонд заработной платы (ФЗП)				76 996,36
3	Страховые взносы (30%)				23 099
	Фонд оплаты труда				100 095,27
4	Амортизация (1,5%)				1 154,95
5	Резерв (3%) от ФЗП				2 309,89
Итого:					180 556,47

Фонд для оплаты отпуска формируется за счет дополнительной заработной платы, равной 7,9% от основной заработной платы. Страховые взносы равны 30% от фонда заработной платы (суммы основной и дополнительной заработной платы). Амортизация оборудования составляет 1,5% от ФЗП, а резерв – 3%.

5.4 Расчет затрат на подрядные работы

Лабораторные исследования отобранных проб подземных вод производились подрядным способом, расчет затрат на которые представлен в таблице 5.4. Общая сумма формируется из количества проб (отбор проб производится 1 раз в год из 49 скважин) и стоимости исследований. Стоимость исследований указана по прейскуранту аккредитованной химической лаборатории.

Таблица 5.4 – Расчет затрат на лабораторные исследования

№ п/п	Определяемый показатель	Стоимость 1 исследования, руб.	Сумма, руб
1	рН	267,20	13 092,80
2	взвешенные вещества	427,70	20 957,30
3	общая минерализация	223,60	10 956,40
4	жесткость общая	287,60	14 092,40
5	окисляемость перманганатная	332,10	16 272,90
6	карбонат натрия	527,70	25 857,30
7	хлорид	195,20	9 564,80
8	сульфат	623,80	30 566,20
9	нитрат	651,30	31 913,70
10	нитрит	421,50	20 653,50
11	аммоний	426,60	20 903,40
12	фторид	325,00	15 925,00
13	ПАВ	1 023,50	50 151,50
14	нефтепродукты	796,90	39 048,10
15	альфа - активность	2 920	143 080,00
16	бета - активность	2 920	143 080,00
17	Стронций-90	555,50	27 219,50
Итого:			633 334,80

5.5 Общий расчет сметной стоимости проектируемых работ

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат (сметная стоимость) на проведение работы (табл. 5.5).

Основой для расчетов сметной стоимости служат: основные расходы, связанные с выполнением работ и подразделяемые на гидрогеохимические работы и сопутствующие работы и затраты. На эти расходы начисляются проценты – расходы, за счет которых осуществляется содержание всех функциональных отделов структуры предприятия.

Накладные расходы составляют 10% основных расходов. Плановые накопления – это затраты, которые предприятие использует для создания нормативной прибыли, которые используются для выплаты налогов и платежей от прибыли, для формирования чистой прибыли и создания фондов

предприятия. Норматив «Плановых накоплений» составляет 15% от основных накладных расходов. Резерв составляет 3% от основных затрат.

Таблица 5.5 – Общий расчет сметной стоимости гидрогеохимических работ

№ п/п	Статьи затрат	Ед. изм.	Кол-во	Полная сметная стоимость, руб
I. Основные расходы				
1	Гидрогеохимическое опробование	%ПР	100	180 556,47
2	Камеральные работы	%ПР	100	180 556,47
3	Материальные затраты			2 830,00
Итого основных расходов:				363 942,94
II. Накладные расходы		%ОР	10	36 394,29
Итого основных накладных расходов:				400 337,23
III. Плановые накопления		%ОНР	15	60 050,59
IV. Подрядные работы (Лабораторные исследования)		руб.		633 334,80
V. Резерв		%ОР	3	10 918,29
Итого сметная стоимость				1 104 640,91
НДС		%	18	198 835,36
Итого с учетом НДС				1 303 476,27

Заключение

Сибирский химический комбинат основан в 1949 году, задачей которого являлось изготовление компонентов ядерных зарядов, получение обогащенного урана-235 и плутония-239, выработка электрической и тепловой энергии. Одним из направлений деятельности Радиохимического завода является обращение с жидкими радиоактивными отходами, образующимися в технологических схемах переработки СХК. Способ консервации поверхностного хранилища жидких радиоактивных отходов рассмотрен на примере бассейна Б-1 Радиохимического завода АО «СХК».

АО «СХК» расположен в пределах ЗАТО Северска, на правом берегу р. Томь, к северу от г.Томска. Климат района исследований континентальный с теплым коротким летом и суровой продолжительной зимой и ярко выраженными весенними и осенними периодами. Среднегодовая температура воздуха в г.Томск $+0,5^{\circ}\text{C}$. Годовая норма атмосферных осадков составляет 591 мм, из которых в теплый период выпадает 406 мм. Средняя годовая скорость ветра равна 4,1 м/с. Территория района исследований характеризуется обилием рек. Основными водными объектами являются: р. Томь и малые реки, в нее впадающие: Большая и Малая Киргизка, Ушайка, Басандайка, Самуська, Поперечка, Камышка, Черная речка и т.д.

В данной бакалаврской работе была достигнута поставленная цель: проведена оценка консервации поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов как способа обеспечения ядерной и радиационной безопасности. В работе изучены методы очистки жидких радиоактивных отходов, включающие коагуляцию, отстаивание, фильтрование и ионный обмен, используемые на очистных сооружениях площадки 13 Сибирского химического комбината. Рассмотрены методы контроля технологического процесса очистки ЖРО.

Бассейн представляет собой хранилище жидких радиоактивных отходов открытого типа, в виде искусственно созданного и обвалованного котлована, по

дну и откосам которого уложен противофильтрационный экран из многослойно укатанной глины. Поверх экрана уложен защитный песчаный пригрузочный слой. Откосы хранилища укреплены гравийно-песчаной смесью и бетонными плитами. Вокруг бассейна имеются наблюдательные скважины для контроля санитарного состояния подземных вод [17].

Способ консервации открытого земляного хранилища жидких отходов, примененный на Сибирском химическом комбинате, обеспечивает иммобилизацию радионуклидов в засыпке бассейна с дальнейшим безопасным хранением накопленных радиоактивных отходов и может быть рекомендован для консервации аналогичных поверхностных хранилищ техногенных веществ.

Автором на основе статистической обработки данных наблюдений за скоростью ветра выявлено увеличение максимальных скоростей ветра в теплый период года в районе расположения поверхностных хранилищ ЖРО, следовательно, можно сделать вывод, что консервация бассейна Б-1 на территории АО «СХК» была проведена своевременно.

Федеральный закон № 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [60] внес существенные изменения в нормативно-правовую базу в области пунктов консервации особых радиоактивных отходов. Основная цель закона - выход из режима накопления проблем в области обращения с радиоактивными отходами. С созданием ЕГС РАО в РФ обеспечивается эффективное и безопасное обращение с радиоактивными отходами на всех этапах, нацеленное на обязательное их захоронение. В законе приведена принципиально новая классификация РАО, захоронение ЖРО допускается только в трех действующих пунктах глубинного захоронения. Требования к обеспечению безопасности и категории ПКОРАО устанавливаются в соответствии с [49]. Создана специальная организация, ответственная за обеспечение безопасного захоронения радиоактивных отходов – ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами».

Список публикаций автора

1. Польшикова А.Е. Использование данных дистанционного зондирования при проведении геоэкологических исследований в районе нефтегазовых месторождений // Проблемы геологии и освоения недр труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. - С. 710-712.

2. Польшикова А.Е. Консервация поверхностных хранилищ жидких радиоактивных отходов на примере АО «СХК» // Труды XXII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр». - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. (принята в печать)

3. Польшикова А.Е. Экологические проблемы утилизации попутного нефтяного газа // Творчество юных - шаг в успешное будущее материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М. К. Коровина. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. - С. 55-56.

Список использованной литературы

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. - М.: Мир, 1989. - 541 с.
2. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 15.04.2018).
3. Глоссарий // ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» URL: <http://nora.o.ru/waste/glossariy/> (дата обращения: 14.01.2018).
4. Градостроительный Атлас Города Томска URL: https://map.admtomsk.ru/main/map_all.html (дата обращения: 14.05.2018).
5. Законодательная основа ЕГС РАО // Атомная энергия 2.0 URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2013/05/30/41928> (дата обращения: 28.04.2018).
6. Зубков А.А., Лукин А.А., Гусев Е.В., Черняев Е.В. История инженерно-геологического обеспечения полигонов захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината // Известия Томского политехнического университета. - 2005. - №2.
7. История СХК // АО "Сибирский химический комбинат" URL: <http://atomsib.ru/история-схк> (дата обращения: 05.06.2017).
8. На ОАО «СХК» государственной комиссией принят объект «Консервация бассейна Б-1» // АО «Сибирский химический комбинат» URL: <http://atomsib.ru/novosti/728-na-oao-sxk-gosudarstvennoj-komissiej-prinyat-obekt-konservaciya-bassejna-b-2> (дата обращения: 12.01.2018).
9. Обзор зарубежных практик захоронения ОЯТ и РАО / Н. С. Цебаковская, С. С. Уткин, И. В. Капырин, под ред. И. И. Линге, Ю. Д. Полякова. - М.: Комтехпринт, 2015. - 208 с.
10. Объединённая конвенция о безопасности обращения с отработавшим ядерным топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www-ns.iaea.org.
11. Опыт консервации открытого хранилища ЖРО // Российское атомное сообщество URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2011/12/15/29534> (дата обращения: 23.06.2017).
12. Особо охраняемые природные территории Томской области // ОГБУ «Облкомприрода» URL: http://ogbu.green.tsu.ru/?page_id=253 (дата обращения: 08.04.2018).
13. Оценка загрязнения территории Томска тяжелыми металлами и твердыми взвешенными частицами на основе химического анализа снегового покрова // Студенческий научный форум URL: <https://www.scienceforum.ru/2015/849/11879> (дата обращения: 10.04.2018).
14. Оценка численности постоянного населения в муниципальных образованиях Томской области // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области URL:

- http://tmsk.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tmsk/ru/statistics/population/ (дата обращения: 02.04.2018).
15. Подробная карта Томской области // Planetolog.ru URL: <http://planetolog.ru/map-rus-oblast-big.php?oblast=ТОМ&type=1> (дата обращения: 10.05.2018).
 16. Покровский Д.С., Кузеванов К.И. Гидрогеологические условия и процессы подтопления территории города Томска.- Новосибирск, Наука СО, 1987
 17. Проект - Консервация Бассейна Б-1 // Национальная премия «Хрустальный компас» URL: <http://rus-compass.ru/projects/4268/> (дата обращения: 18.06.2017).
 18. Радиохимический завод (РХЗ) // АО "Сибирский химический комбинат" URL: <http://atomsib.ru/struktura-kombinata/радиохимический-завод> (дата обращения: 05.06.2017).
 19. Развитие регулирующих основ и нормативно-правового регулирования в области обращения с РАО и ОЯТ // Атомная энергия 2.0 URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2014/03/17/47394> (дата обращения: 28.04.2018).
 20. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. - Томск: Издательство ТПУ, 2003.
 21. Способ фиксации пульпы в открытом бассейне-хранилище радиоактивных отходов // Патент России №2510858. 2014. / Твиленёв К.А., Круглов С.Н., Миклашевич М.А. [и др.].
 22. Состояние поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Томской области в 2000 г.: Информационный бюллетень. Вып.3. – Томск: ТЦ Томскгеомониторинг, 2001. – 86.
 23. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям «Реконструкция площадки 13 (радиохимический завод) федерального государственного унитарного предприятия «Сибирский химический комбинат (г. Северск, Томская обл.)».
 24. Уткин С.С. Обоснование долговременной безопасности крупных хранилищ жидких радиоактивных отходов: дис. ... д-р. техн. наук: 05.14.03. - М., 2016.
 25. Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2016 – 2020 годы и на период до 2030 года» URL: <http://фцп-ярб2030.пф/about/events-program/direction2event5/> (дата обращения: 23.03.2018).
 26. Шавунова С. Б. Проблемы хранения, переработки и захоронения радиоактивных атомных отходов в России // Актуальные проблемы права: материалы IV Междунар. науч. конф. — М.: Буки-Веди, 2015. — С. 181-184.
 27. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области/ Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев, Ю.В. Лунева; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода». — Томск: Издательство «Графика ДТР», 2013.

28. Экономика // Официальный интернет-портал Администрации Томской области URL: <https://tomsk.gov.ru/ZATO-Seversk-economic> (дата обращения: 05.04.2018).
29. Google Карты // Google URL: <https://www.google.ru/maps> (дата обращения: 25.06.2017).

Нормативная литература

30. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны
31. ГН 2.2.5.1314-03. Ориентировочные безопасные уровни воздействия
32. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
33. ГОСТ Р 22.0.05-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения
34. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
35. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
36. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
37. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
38. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
39. ИОТ-ОЛ-70-001-2015. Инструкция по охране труда. Общие требования для персонала завода.
40. И 04-040-2015. Инструкция по общей электробезопасности для не электротехнического персонала АО «СХК».
41. НП-069-14. Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности
42. Н-9294. Правила по охране труда и при эксплуатации электроустановок.
43. ОСПОРБ-99/2010. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности
44. ПО 07.2-026-2013. Положение порядка выдачи лечебно-профилактического питания, молока и пектина в ОАО «СХК»
45. Постановление администрации Томской области "О работе на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях в холодное время года" от 11.02.2011 № 29а // с изм. и допол. в ред. от 30.10.2012.
46. Постановление Правительства РФ № 304 от 21.05.2007 г. «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
47. Постановление Правительства Российской Федерации "О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и

- критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов" от 19.10.2012 № 1069.
48. Приказ Ростехнадзора "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности"" от 25.06.2015 № 242.
 49. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Требования к обеспечению безопасности пунктов размещения особых радиоактивных отходов и пунктов консервации особых радиоактивных отходов"" от 10.10.2017 № 418.
 50. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Требования к составу и содержанию отчета по обоснованию безопасности пунктов захоронения радиоактивных отходов"" от 23.06.2017 № 218
 51. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору "Об утверждении федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии"" от 30.11.2017 № 514.
 52. РБ-И-106-057-2016. Радиационная безопасность. Обеспечение радиационной безопасности на РХЗ АО «СХК»
 53. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
 54. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)
 55. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение
 56. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
 57. ССН. Выпуск 1. Гидрогеологические и связанные с ними работы. – М.: ВИЭМС, 1992 – 140 с.
 58. ССН. Выпуск 2. Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.
 59. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)
 60. Федеральный закон "Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 11.07.2011 № 190 // Российская газета.
 61. Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21.12.1994 № 68.

Климатические характеристики исследуемого района

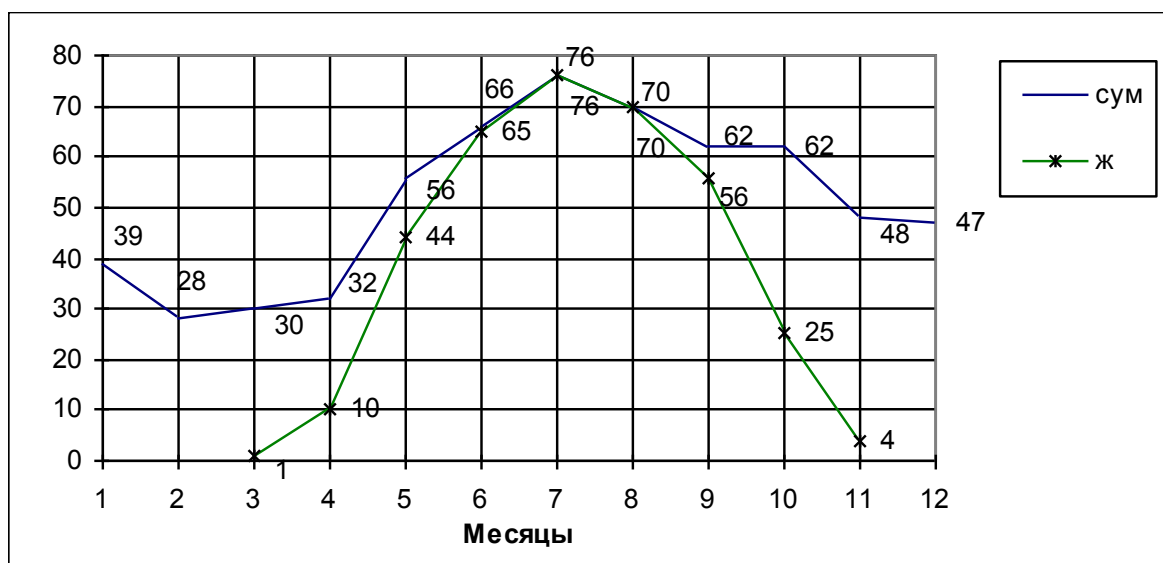


Рисунок - А1 Количество осадков (сум.) и жидких осадков (ж) в г. Северск [23]



Рисунок - А2 Число дней с осадками в г. Северск [23]

Таблица А1 - Повторяемость направлений ветра за год в районе г. Северск [23]

С – 9%	СВ – 10%	В – 11%	ЮВ – 11%
Ю – 33%	ЮЗ – 15%	З – 7%	СЗ – 4%

Таблица А2 - Повторяемость направлений ветра и средняя скорость в июле и январе месяцах в районе г. Северск [23]

Румбы	Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повтор, %	15	17	10	8	28	9	6	7
Скорость, м/с	2,8	3,4	3,0	2,9	3,2	2,8	2,2	2,5
Румбы	Январь							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повтор, %	6	10	8	5	49	17	2	3
Скорость, м/с	2,8	3,3	3,1	3,4	5,6	5,0	2,8	2,4

Методики выполнения анализов вод, поступающих и образующихся на площадке 13 и декантатов пульпохранилищ

1. Методика выполнения измерений объемной активности суммы бета-излучающих радионуклидов радиометрическим методом (ИА-70-17-6.149-2008).

Метод измерений суммарной бета - активности радионуклидов в пробах воды основан на регистрируемом β – излучении, испускаемого радионуклидами из счетного образца, приготовленного из пробы и нанесенного на подложку.

Подготовка пробы. Пробы различного объема подкисляют концентрированной азотной кислотой. Для пробы объемом 100 мл берут 1 мл азотной кислоты, для 50 мл – 0,5 мл азотной кислоты, для 10 мл – 0,2 мл HNO_3 .

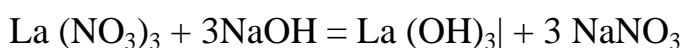
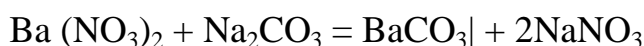
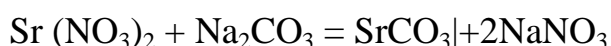
После упаривания раствора на электрической плитке (до 2 мл), раствор наносится на мишень и высушивается под термолампой досуха, затем, стакан 2 раза ополаскивается двунормальной азотной кислотой до полного удаления продукта со стенок стакана и высушивается. Высохшие мишени загружаются в камеру β – радиометра и проводятся измерения.

2. Методы определения объемной активности альфа-излучающих нуклидов (РД 95.10392-2005).
3. Методика выполнения измерений объемной активности стронция – 90 после его селективного осаждения в виде нитрата (ИА-70/25-009-2009).

1. В колбу с пробой вносим: 1 мл $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, 1 мл $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, 1 мл $\text{La}(\text{NO}_3)_3$. Носитель - вещество, за которым будет следовать при определенных реакциях излучающий элемент.

2. Вносим: 5 мл NaOH 10 %, 5 мл Na_2CO_3 насыщенный.

Таким образом осаждается карбонат Sr, Ba, гидроокись La:

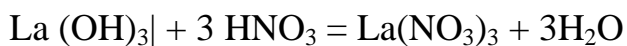


Осаждаем именно карбонаты Sr, Ba, так как проводимость гидроксидов Sr, Ba меньше проводимости карбонатов.

3. Ставим колбы на плитку, доводим до кипения, снимаем, остужаем.

4. Осветленную часть раствора осторожно сливаем, а осадок в пробирках в несколько приёмов переносим в центрифугу, отделяем от раствора центрифугованием.

5. В пробирку с осадком вносят 1 мл осадителя 70% HNO₃, тем самым растворяя осадок:



6. Осаждаем нитраты осадителем, добавляем 8 мл 70% HNO₃ и помещаем пробирку в стакан с холодной водой до выпадения нитрата стронция в осадок на 15 мин.



7. Пробирки ставим в центрифугу, так как La остается в растворе мы сливаем раствор.

8. Промываем осадок 2 мл осадителя, ставим пробирки в центрифугу раствор сливаем. Повторяем 2 раза.

9. Осадок в пробирке растворяем в 4-5 к. 2N HNO₃.

10. Повторно осаждаем нитрат Sr, добавляем 10 мл HNO₃ (70%).

Пробирку ставим в стакан с холодной водой на 15 минут.

11. Осадок отделяют на центрифуге, раствор сливаем.

12. Осадок промываем, добавляем 5 мл CH₃COOH (уксусная кислота).

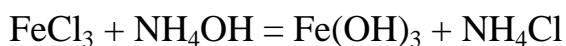
Таким образом, мы удаляем избыток HNO₃ и Ca.

13. Пробирку ставим в центрифугу, раствор сливаем.

14. Осадок растворяем в 1 мл H₂O, пробирки ставим на водяную баню на плитку.

15. В пробирку добавляем 0.1 мл FeCl₂ и коагулируем.

16. Добавляем 2 мл безугольного аммиака. Таким образом, удаляется Y-90.



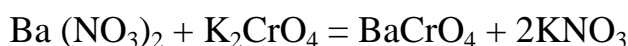
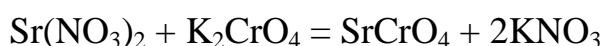
Аммиак безугольный не содержит углекислоты, чтобы не образовывался карбонат Sr, Ba.

17. Пробирку с коагулятом отправляем в центрифугу, раствор сливаем в чистые пробирки. 18. В осадок добавляем 1 мл H₂O, ставим в центрифугу, раствор сливаем в чистые пробирки. От осадка избавляемся и моем пробирки.

19. В пробирки с раствором добавляем 2.5 мл буферного раствора pH = 4.5, добавляем 1 мл K₂CrO₄.

Ставим пробирки на водяную баню на плитку.

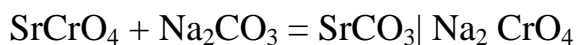
При таком pH = 99% осаждается Ba в виде хромата, а Sr остается в растворе (степень осаждения 7%). Таким образом, избавляемся от Ba.



20. Пробирки ставим в центрифугу, раствор с SrCrO₄ сливаем в чистые пробирки.

21. В осадок вносим 1 мл H₂O ставим в центрифугу, раствор сливаем в пробирки. Осадок содержащий BaCrO₄ отбрасываем.

22. В раствор, содержащий SrCrO₄ по каплям добавляем Na₂CO₃ до изменения окраски в лимонно-желтую. Таким образом, мы переводим Sr в карбонат и осаждаем его.

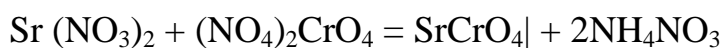


23. Пробирки ставим в центрифугу, раствор сливаем.

24. В пробирки вносим 10 мл H₂O, пробирки ставим в центрифугу, раствор сливаем. Таким образом, осадок промываем 2 раза.

25. В пробирки добавляем 2-3 к. 2N HNO₃, растворяя осадок SrCO₃ + 2HNO₃ = Sr(NO₃)₂ + CO₂ + H₂O.

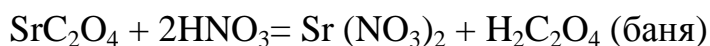
26. В раствор вносим 4 мл (NH₄)₂C₂O₄, происходит осаждение оксалата Sr.



27. Пробирки ставим в центрифугу, раствор сливаем.

28. Осадок промываем 7 мл H_2O , пробирки ставим в центрифугу, раствор сливаем. Повторяем 2 раза.

29. Осадок растворяем в 1 мл 2N HNO_3 .



30. Титрируем KMnO_4

$3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{CO}_2 + 2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ до смены окраски в бледно-розовую.

Ко выхода носителя.

$V_T=3.0-1.6$ - это потеря.

4. Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом (РД 52.24.493-2006).
5. Методика измерений массовой концентрации хлорид-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах меркуриметрическим методом (ПНДФ 14.1:2:4.441-97).
6. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом (ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97).
7. Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом (РД 52.24.360-2008).
8. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера (ПНДФ 14.1:2.1-95).
9. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «флюорат-02» (ПНДФ 14.1:2:4.128-98).
10. Методика выполнения измерений массовой концентрации Са в водах титриметрическим методом с трилоном Б.

11. Методика выполнения измерений массовых концентраций неионогенных синтетических поверхностно-активных веществ в пробах природных и сточных вод нефелометрическим методом.
12. Методика выполнения измерений массовой концентрации Na в водах потенциометрическим методом с ионселективным электродом.
13. Методика выполнения измерений суммарной массовой концентрации минерального фосфора (общего и органического фосфора) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом.
14. Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика выполнения измерений турбидиметрическим методом.
15. Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б.
16. Массовая концентрация железа общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10 – фенантроменом.
17. Методика измерения массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстрационно-фотометрическим методом.
18. Методика выполнения измерений общей концентрации солей кондуктометрическим методом в пробах технологических продуктов и пластовой воды контрольных скважин цеха №4 РХЗ (ИА-70/25-6.73-2009).
19. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
20. Методика измерений содержания общего азота фотометрическим и титриметрическими методами (ИА 67-109-2016).
21. Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом.
22. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом.

23. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах питьевых и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
24. Методика измерения прокаленного остатка гравиметрическим методом, разработанная ЦЗЛ АО «СХК» (ИА-67-32-2005).