

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование загрязненности водных объектов техногенными радионуклидами
УДК <u>502.51:504.5:628.4.047</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е41	Лебедева Мария Станиславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
Р1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
Р3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
Р4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
Р5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)

	оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	
Профиль		
Р6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
Р7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
Р8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
Р9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная
безопасность
_____ Е.В.
Ларионова
05.02.2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Е41	Лебедева Мария Станиславовна

Тема работы:

Исследование загрязненности водных объектов техногенными радионуклидами

Утверждена приказом директора (дата, номер)

29.02.2018 №428/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

13.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования являются окружающая среда. Предмет – водные образцы, отобранные в непосредственной близости к г. Северску. В ходе исследования необходимо сделать вывод о наличие каких-либо радионуклидов.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи

Литературный обзор
Отбор проб воды с мест, которые могут подвергаться негативному воздействию со стороны химического комбината
Проведение исследования в лаборатории ОГБУ «Облкомприрода».

исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Анализ полученных результатов.
---	--------------------------------

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Место отбора проб Данные отбора проб Технические характеристики спектрометра DSpec Результаты гамма-спектрометрического анализа проб воды с водохранилища Протокол лабораторных испытаний пробы В-ВХ-2 Протокол лабораторных испытаний пробы В-П-1 Протокол лабораторных испытаний пробы В-ЧП-1 Протокол лабораторных испытаний пробы В-ВХ-3 Протокол лабораторных испытаний пробы В-П-2 Протокол лабораторных испытаний пробы В-ЧП-2 Результаты анализа проб
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>
--

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение	Николаенко В.С.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2018 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		05.02.2018 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E41	Лебедева М.С.		05.02.2018 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2018 г.	Раздел «Литературный обзор». Анализ литературных источников, ранее проведенных исследований.	20
26.03.2018 г.	Раздел «Экспериментальная часть». Отбор проб.	10
09.04.2018 г.	Раздел «Экспериментальная часть». Проведение исследования в лаборатории ОГБУ «Облкомприрода».	15
23.04.2018 г.	Раздел «Экспериментальная часть». Анализ полученных результатов.	15
07.05.2018 г.	Разработка раздела «Социальная ответственность». Рассмотрение опасных и вредных производственных факторов и способы защиты.	10
21.05.2018 г.	Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Расчет затрат на НТИ.	10
04.06.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		05.02.2018

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		05.02.2018

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1E41	Лебедева Мария Станиславовна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются водные образцы, которые могут содержать техногенные радионуклиды.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность	<p>Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень ионизирующего излучения (причины возникновения, воздействие на организм; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение показателей микроклимата. <p>Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток (причины, меры предосторожности, действия на человека); – взрывы и пожары (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
2. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>К чрезвычайным ситуациям, которые могут произойти относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пожар;

	<ul style="list-style-type: none"> – заражение местности радиоактивными веществами. <p>Наиболее вероятными являются пожары.</p>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е41	Лебедева Мария Станиславовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е41	Лебедева Мария Станиславовна

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Человеческие ресурсы – 2 человека. Финансовые ресурсы – 738050 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	Районный коэффициент – 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Отчисления на социальные нужды – 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Планирование научно-исследовательских работ	Определение структуры работ в рамках НТИ. Определение трудоемкости выполнения работ. Разработка графика проведения НТИ. Расчет бюджета НТИ.
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. Календарный план-график проведения НТИ
4. Материальные затраты
5. Затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ
6. Расчет основной заработной платы и дополнительной
7. Отчисления во внебюджетные фонды
8. Накладные расходы
7. Расчет бюджета затрат НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е41	Лебедева М.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 72 с., 7 рис., 17 табл., 25 источников.

Ключевые слова: радионуклиды, загрязнение, радиация, окружающая среда.

Объектом исследования является окружающая среда, предмет – водные ресурсы, которые могут подвергаться негативному влиянию работы химического комбината.

Цель работы заключается в выявлении радионуклидов, содержащихся в водных ресурсах территории, подвергающихся негативному воздействию со стороны химического комбината.

В процессе работы проводились обзор ранее проведенных исследований, отбор проб воды, анализ результатов, полученных в ходе лабораторного исследования.

В результате исследования были выявлены радионуклиды, которые присутствуют в водных образцах, а также сделан вывод о вкладе этих радионуклидов в загрязнение р. Томи.

Область применения: лаборатории экологического мониторинга за состоянием окружающей среды.

Оглавление

Введение.....	14
1. Литературный обзор	16
2. Характеристика района размещения.....	22
2.1 Гидрометеорологические условия	22
2.2 Геолого-тектоническое, гидрогеологические, гидрологические, сейсмические и инженерно-геологические условия	24
3. Экспериментальная часть	27
3.1 Методика отбора проб и их подготовка к исследованию.....	27
3.2 Работа со спектрометром	28
4. Результаты и их обсуждение	31
5. Социальная ответственность	39
5.1 Ведение	39
5.2 Производственная безопасность	39
5.2.1 Повышенный уровень ионизирующего излучения.....	40
5.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	43
5.2.3 Отклонение показателей микроклимата.....	45
5.2.4 Электробезопасность.....	46
5.2.5 Пожарная и взрывная безопасность.....	48
5.3 Экологическая безопасность	51
5.3.1 Защита гидросферы	51
5.3.2 Защита литосферы	51
5.3.3 Защита атмосферы	51
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	52
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	52

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	54
6.1 Предпроектный анализ.....	54
6.2 Планирование работ	54
6.3 Определение трудоемкости выполнения работ.....	55
6.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	56
6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	60
6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	60
6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	61
6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	62
6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	65
6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	65
6.5.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки	66
6.5.7 Контрагентные расходы.....	66
6.5.8. Накладные расходы	67
6.5.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	67
Заключение	69
Список литературы	70

ВВЕДЕНИЕ

С началом открытия радиоактивности началось стремительное развитие и изучение данной области. Использование ядерной энергии в мирных и военных целях делает приоритетным обеспечение радиационной безопасности человека и среды его обитания. Особой актуальностью исследования ядерной энергетики является образование и накопление радионуклидов.

Одним из крупнейших предприятий, которые обеспечивали и обеспечивают потребности атомной электростанции в уране для топлива и плутония для военных целей являлся Сибирский химический комбинат. Строительство комбината по производству делящихся компонентов ядерного оружия было принято произвести в непосредственной близости от г. Томска в 1949 году. Уже в 1953 году была выпущена первая партия обогащенного урана. Спустя пару лет, на комбинате были запущены и другие заводы, сделав предприятие практически с безотходным ядерно-топливным циклом.

В процессе нормальной работы предприятия образуются отходы (газообразные, жидкие, твердые), которые содержат радиоактивные вещества. Выход этих веществ в окружающую среду обусловлен сбросом сточных вод, выбросом газо-аэрозольных смесей и подземной закачкой отходов в глубинные горизонты. Главным путем поступления радиоактивных веществ в доступную для человека окружающую среду до 2008 года являлся сброс сточных вод в р. Томь и газо-аэрозольные выбросы в атмосферу. При этом сброс сточных вод более значим по отношению к предельно допустимым объемам поступления радионуклидов в атмосферу.

В некоторых публикациях, которые вышли после аварии 1993 года, отмечалось превышение ПДК некоторых радионуклидов в почвенных и донных отложениях, воде и рыб. Исследования российских и зарубежных

ученых показали превышение фоновых уровней облучения у жителей поселков, расположенных ниже по течению Чернильщикова протоки и особенно в семьях рыбаков [1].

В настоящее время на Реакторном заводе продолжают работы по выводу из эксплуатации реакторов и электростанций №1 и №2, при этом особое внимание уделяется мероприятиям по обеспечению экологической безопасности выводимых из эксплуатации объектов и охране окружающей среды. Выполняется комплекс работ, в том числе научно-исследовательских, по повышению надежности действующих хранилищ радиоактивных отходов (РАО), освоению и обработке технологии дезактивации металлических РАО и так далее.

Но, до сих пор, нет четкого представления об экологической обстановке в настоящее время, после последних сбросов. Этим и обосновывается актуальность выбранного исследования.

Объектом исследования является окружающая среда. Предмет изучения – водные ресурсы Томской области.

Цель работы заключается в выявлении радионуклидов, содержащихся в водных ресурсах территории, подвергающихся негативному воздействию со стороны химического комбината.

Задачи, поставленные перед началом работы:

- Изучение ранее изданных публикаций об экологической обстановке в данном районе;
- Проведение лабораторных исследований;
- Проанализировать полученные результаты.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В 90-е годы сточные воды комбината содержали большое количество радионуклидов. Далее они поступали в р. Томь, загрязняя и ее. Первые упоминания об этом появились и в докладах, а также в ежегодных отчетах Гидрометеослужбы [2, 3, 4]. Согласно данным французской и двух российских лабораторий в воде, донных отложениях и водорослях из протоки Чернильщиковской в 1990 году отмечено присутствие 18 гамма-излучающих радионуклидов, при этом максимальная активность в пробах приходилась на натрий [1].

После инцидента, произошедшего в 1993 году, было проведено множество исследований для выявления радиоактивного загрязнения на территории Томской области. По данным журнала «Плутоний в России...» После аварии в 1993 году была проведена работа специальной комиссии по комплексной оценке влияния СХК на состояние окружающей среды и здоровье населения, созданная по поручению Правительства — Совета Министров РФ в 1993 г., которая «...не смогла прийти к однозначному выводу об отсутствии опасного влияния СХК на окружающую среду Томской области...» [5].

В это же время вышли публикации, которые полностью описывали ситуацию, которая происходит на самом деле с экологической обстановкой. Так, журнал «Nuclear Weapons...», сообщает, что в воздухе, над водой в районе сброса сточных вод, при замере мощности экспозиционной дозы уровень гамма-излучения составлял 300 мкР/ч, а в самой воде – 400 мкР/ч. После попадания сточных вод в р. Томь происходило разбавление воды с радионуклидами, но, несмотря на это, уровень гамма-фона достигал 150 мкР/ч. В самом устье р. Ромашка мощность эквивалентной дозы превышала значения в 3000 мкР/ч [6].

Позднее, в работе «Радиационная обстановка в районе расположения Сибирского химического комбината» приведен список

радионуклидов, которые составляли наибольшую активность в промежуток с 1993–1994 год. Это: натрий-24, фосфор-32, нептуний-239, кобальт-60, стронций-46, хром-51. Остальные радионуклиды, присутствующие в воде, имели активность ниже предела обнаружения [7].

В следующие годы по отчетам СХК в сточных водах присутствовали только три радионуклида, это натрий-24, фосфор-32, нептуний-239 [8]. Но приведенные данные не соответствовали отчетам центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора г. Северска и Госкомэкологии Томской области, которые отмечали нахождение в водах и других радиоактивных нуклидов, таких как молибден-99, иод-131, 133 и др. [9].

Согласно экологическому мониторингу в 2003 году контроль радиоактивного загрязнения поверхностных вод ближайшей зоны СХК заключался в ежемесячном отборе и анализе проб воды в 4х точках: р. Томь (у моста, г. Томск), р. Томь (д. Чернильщиково), р. Ромашка (пост полиции), р. Ромашка (канал, место выпуска из водохранилища СХК). В момент отбора проводились измерения мощности эквивалентной дозы над поверхностью воды и на высоте 1 м. Значения составляли до 806 мкР/ч (в месте выпуска), до 253 мкР/ч (у поста полиции), и до 16 мкР/ч (у д. Чернильщиково).

Такое снижение мощности эквивалентной дозы обусловлено разбавлением сточных вод СХК водами рек Ромашка и Томь, а также водой ТЭЦ (Северск). Анализы проб проведены в лабораториях томского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода». Во всех пробах, отобранных из р. Томь в районе коммунального моста (Томск), техногенных радиоактивных веществ не обнаружено. Результаты анализов отобранных проб показывают, что в сточных водах СХК находятся техногенные радионуклиды (натрий-24, калий-42, мышьяк-76, молибден-99, йод-131, нептуний-239 и некоторые другие), причем, содержание натрия-24 в пробах, взятых в месте сброса

сточных вод в р. Ромашка из водохранилища СХК (в канале), в январе и феврале превышали 5 000 Бк/кг (при допустимой концентрации $ДК_6 = 1036$ Бк/л по нормам радиационной безопасности НРБ 76/87, по НРБ 99 не нормируется). Фосфор-32, плутоний-239 и тритий в пробах не измерялись [10].

Мощность экспозиционной дозы (МЭД) в 2005 стала значительно ниже, по сравнению с результатами 2013 года. Так, в месте выпуска значения составляют до 621 мкР/ч, у поста полиции до 168 мкР/ч. Во всех пробах, отобранных из р. Томи в районе коммунального моста (г. Томск), техногенных радиоактивных веществ не обнаружено. Результаты анализов отобранных проб показывают, что в сточных водах СХК находятся техногенные радионуклиды натрий-24, калий-42, хром-51, мышьяк-76, молибден-99, йод-133, европий-152, нептуний-239 и некоторые другие. Фосфор-32, плутоний-239 и тритий в пробах не измерялись. Максимальное загрязнение воды наблюдалось в марте и декабре 2005 г. Содержание радионуклидов, обнаруженных в 2005 г. за пределами санитарно-защитной зоны СХК, не превышает нормативов. По данным Регионального управления № 81, в 2005 г. содержание радионуклидов в речной воде за СЗЗ СХК (Самусь, Орловка) значительно ниже уровней вмешательства (УВ) по НРБ-99 и находятся на уровне 2004 г. Содержание таких гигиенически значимых радионуклидов, как цезий-137 и стронций-90 в речной воде пренебрежимо мало [11].

В последующие годы, после остановки реактора, экологическая обстановка улучшается с каждым годом благодаря самоочищению природы и распаду радиоактивных элементов.

Удельные активности техногенных радионуклидов цезия-137, стронция-90 и плутония-239, 240 в 2016 году не превышали нижних пределов методов определения равных 0,2 Бк/кг, 0,1 Бк/кг и 0,005 Бк/кг соответственно, а также уровней их вмешательства, установленных «Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009»: $УВ_{\text{вода}}$ цезий-137 –

11 Бк/кг, $УВ_{\text{вода}}$ стронций-90 – 4,9 Бк/кг, $УВ_{\text{вода}}$ плутоний-239,-240 – 0,55 Бк/кг. Концентрации суммарной α -, β -активностей не превышали гигиенических нормативов, установленных «Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009»: 0,2 Бк/кг для суммарной α -активности и 1,0 Бк/кг для суммарной β -активности соответственно [12].

Изучая экологические отчеты «СХК» можно отметить, что в настоящее время в АО «СХК» установлены нормативы сброса радионуклидов со сточными водами в реку Томь. В 2016 году, так же как и в период 2012 ÷ 2015 гг., радионуклиды, которые могут образовываться в ходе проведения технологических процессов на заводах АО «СХК» (кобальт-60, стронций-90, рутений-106, цезий-137, церий-144), в сточных водах АО «СХК» не обнаруживались при нижних пределах методов их определения, которые не превышают соответствующих уровней вмешательства по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде, установленных «Нормами радиационной безопасности (НРБ 99/2009)». Сумма альфа- и бета-активных нуклидов в сточных водах не превышает контрольных уровней.

Выбросы радионуклидов в атмосферу в 2016 году, как и в предыдущие годы, находились на стабильно низком уровне и составили всего 1,2 ÷ 1,9 % от ПДВ (ПДВ – санитарный норматив выброса радионуклидов, установленный комбинату надзорными органами).

По результатам производственного контроля атмосферного воздуха в 2016 году среднегодовые концентрации радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения АО «СХК» находились на уровнях, близких к фоновым значениям. В приземном слое атмосферного воздуха уровни содержания радионуклидов стронция-90, цезия-137 и плутония-239, -240 были в тысячи раз ниже санитарных нормативов, установленных для населения «Нормами радиационной безопасности (НРБ- 99/2009)», радионуклиды рутений-106 и церий-144 не обнаруживались. По данным автоматизированной системы

контроля радиационной обстановки (АСКРО - СХК) мощность дозы гамма-излучения в санитарно-защитной зоне комбината за пределами территории основных подразделений АО «СХК» и в зоне наблюдения составила $0,08 \div 0,09$ мкЗв/час, что соответствует фоновому уровню для региона [13].

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.

Производственный экологический контроль АО «СХК» включает в себя:

- контроль производств комбината в области экологической безопасности и охраны окружающей среды;
- радиационный и санитарный контроль состояния окружающей среды на территории санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения сибирского химического комбината (далее СЗЗ и ЗН);
- контроль содержания загрязняющих (вредных химических и радиоактивных) веществ на источниках выбросов подразделений комбината;
- контроль содержания загрязняющих (вредных химических и радиоактивных) веществ в сточных водах подразделений и комбината в целом;
- контроль объемов образования и лимитов размещения отходов производства и потребления (нерадиоактивных отходов);
- контроль объемов образования жидких и твердых радиоактивных отходов, порядка обращения с данными отходами. Производственный экологический контроль проводится во всех подразделениях комбината, производственная деятельность которых связана с воздействием на

окружающую среду. Объем и периодичность контроля регламентированы нормативными документами, стандартами организации и проводится на основании графиков, которые ежегодно разрабатываются. Результаты контроля оформляются документально [14].

2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАЗМЕЩЕНИЯ

АО «СХК» расположен на правом берегу реки Томь в границах закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) Северск на расстоянии 10÷12 км от северной окраины г. Томска и на расстоянии ~2,5 км к северо-западу от жилой застройки города Северска.

Площадь санитарно-защитной зоны (СЗЗ) ОАО «СХК» составляет 192 км², радиус 6÷8 км, протяжённость СЗЗ по периметру границы – 68 км. Население на территории санитарно-защитной зоны ОАО «СХК» не проживает. Площадь зоны наблюдения (ЗН) ОАО «СХК» составляет 1560 км², радиус 15÷30 км. В зоне наблюдения ОАО «СХК» находятся город Северск, областной центр – город Томск, 4 посёлка городского типа и 64 сельских населённых пункта. В городах Томск и Северск проживает более 600 тыс. человек, что составляет около 60% от общей численности населения Томской области и более 84% её городского населения.

Район расположения комбината находится в прикраевой части Западно-Сибирской низменности, на правом берегу р. Томь, в 30-40 километрах южнее от места её впадения в р. Обь. На севере район ограничен левым берегом р. Самуська, на юге – правым берегом р. Большая Киргизка, на востоке – водораздельной линией бассейнов р. Томь и р. Чулым.

2.1 Гидрометеорологические условия

Район расположения АО «СХК» относится к климатическому району «ІВ». Рассматриваемая территория относится к климатическому району «ІІ4» с умеренно холодным климатом.

Климат района – континентальный, отличается суровой продолжительной зимой с сильными ветрами, метелями, с устойчивым

снежным покровом и довольно жарким летом. Переходные сезоны короткие, с резкими колебаниями температуры.

Среднегодовая температура воздуха равна минус 0,5 °С, абсолютный максимум – 35 °С, абсолютный минимум – минус 55 °С.

Устойчивые морозы устанавливаются, в среднем, 6 ноября и продолжаются до 23 марта, продолжительность морозного периода – 138 дней.

Годовая амплитуда температуры составляет, в среднем, 37,4 °С, максимально зафиксированная годовая амплитуда – 52,6 °С.

Нормативная глубина сезонного промерзания почвы для глинистых и суглинистых грунтов для оголённой от снега поверхности – 2,3–2,4 м, для песчаных и супесчаных грунтов – 2,9 м.

По количеству осадков рассматриваемая территория относится к зоне умеренного увлажнения. Норма атмосферных осадков принимается равной 591 мм (для года 50 % обеспеченности), из них 406 мм (68,7 %) приходится на тёплый период года (апрель-октябрь). Годовая сумма осадков для года 5 % обеспеченности – 755 мм, 95 % обеспеченности – 422 мм.

Устойчивый снежный покров по средним многолетним данным устанавливается в третьей декаде октября.

Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова составляет 56 см, максимальная и минимальная из наибольших высот соответственно 79 и 30 см.

Средняя плотность снежного покрова в течение зимы измеряется от 0,16 до 0,28 г/см³.

Территория относится к IV району по весу снегового покрова, нормативный вес составляет 1,5 кПа на 1 м² горизонтальной поверхности.

В годовой розе ветров преобладающими являются ветры южного (38 %) и юго-западного направлений (15 %).

Среднегодовая скорость ветра составляет 3,6 м/с.

Среднегодовая повторяемость штилей – 11 %, штилевых условий (при скорости ветра менее или равной 2 м/с) – более 50 %.

Максимальная наблюденная скорость ветра на высоте флюгера равна 34 м/с.

Рассматриваемая территория относится к III ветровому району с нормативным значением ветрового давления 0,38 кПа повторяемостью 1 раз в 5 лет.

Характер ветрового режима в значительной мере определяется особенностями атмосферного давления и рельефом местности.

2.2 Геолого-тектоническое, гидрогеологические, гидрологические, сейсмические и инженерно-геологические условия

Тектонические условия

В тектоническом отношении район расположен в зоне сочленения молодой Западно-Сибирской плиты с Алтае-Саянской горно-складчатой областью. В структурном плане район приурочен к зоне сочленения Томско-Каменского выступа и Барабинско-Пихтовой моноклинали, относящимся к внешнему поясу тектонических структур плиты, где платформенный чехол имеет мощность не более 500–600 м. Томско-Каменский выступ отражает в платформенном чехле северо-западное погружение структур позднегерцинской Томь-Колыванской зоны и салаирид Кузнецкого Алатау.

В соответствии с имеющимися фактическими данными палеозойский фундамент в районе размещения комбината характеризуется сравнительно слабой тектонической нарушенностью. Наиболее крупное тектоническое нарушение предполагается в виде кулисообразных зон вдоль р. Томи по её левому берегу вне пределов территории предприятия.

Сейсмические условия

По данным исследований интенсивность новейших и современных тектонических движений недостаточна для накопления энергии, вызывающей возникновение землетрясений с магнитудой более 4,0. При значительной глубине очагов, перекрытых чехлом рыхлых отложений, сейсмические эффекты на поверхности не могут превышать 5 баллов.

Гидрологические условия

Главной водной артерией является река Томь с притоком правого берега р. Большая Киргизка. Помимо указанной речной сети, на территории района имеются естественные и искусственные водоёмы.

Длина р. Томь – около 840 км. Она берёт начало на западном склоне Абаканского хребта на высоте 1800 м. Площадь водосбора – 1240 км². Впадает р. Томь в р. Обь в 40 км ниже г. Северска. Правый берег реки крутой, местами отвесный, покрыт древесной и кустарниковой растительностью. Ширина поймы р. Томь составляет 1–1,5 км. Скорость течения в межень составляет 0,3–0,5 м/с, в половодье до 2–2,5 м/с.

Средняя температура воды в районе комбината в тёплый период изменяется от 4–6 °С в октябре и мае до 19,9 °С – в июле. Максимальная наблюдаемая температура воды в реке – 24,3 °С.

Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении район относится к Чулымо-Колпашевскому гидрогеологическому району Западно-Сибирского артезианского бассейна и расположен на его юго-восточной окраине. Верхний гидрогеологический ярус представляет собой склон артезианского бассейна с этажным чередованием водоносных горизонтов и водоупоров с развитием в них пластово-поровых гравитационных и пластово-поровых связанных типов вод.

Песчано-глинистый разрез осадочного чехла характеризуется литолого-фациальной, и, соответственно фильтрационной неоднородностью в плане и в разрезе.

По совокупности геологических признаков в песчано-глинистой толще было выделено 7 водоносных горизонтов, которым при проведении геологоразведочных работ была присвоена условная индексация (снизу вверх): I, II, III, IV, IVa, V и VI. Были выделены также 7 слабопроницаемых глинистых горизонтов: A, B, C, D, E, F, G. Горизонты I – IV и A, B, C, D относятся к отложениям мелового возраста, горизонты IVa - VI и E, F, G - к отложениям палеогенового и четвертичного возрастов. Граница между меловыми и палеогеновыми отложениями соответствует горизонту E, разделяющему IV и IVa горизонты [15].

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования в экосистеме нижней Томи стали водные ресурсы р. Ромашка. Данная река далее по течению впадает в реку Томь. На данном промежутке находится несколько населенных пунктов.

3.1 Методика отбора проб и их подготовка к исследованию

Водные образцы отбирались согласно ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [16].

Методика отбора пробы воды на химический анализ:

- Для пробы воды необходима чистая пластиковая бутылка из-под минеральной или питьевой воды.
- Недопустимо отбирать пробы в бутылки из-под пива, кваса, фруктовой воды и т.д.
- Для проведения химического анализа природной и сточной воды емкость бутылки должна составлять 1,5 – 2,0 л.
- Перед отбором необходимо спускать воду из источника в течение 3 минут.
- Ополоснуть бутылку данной водой от 3 до 5 раз.
- Наполнить бутылку водой доверху так, чтобы некоторое количество воды перелилось через край.
- Плотнo закрыть бутылку с водой так, чтобы между пробкой и водой не осталось прослойки воздуха.
- В случае невозможности доставки бутылки с водой в лабораторию анализа воды в день отбора пробы, допускается её хранение в холодильнике в течение суток.

Пробы отбирались в пластиковые бутылки объемом 1,5 литра, непосредственной близости с р. Ромашка и Томь.

Месторасположение приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Места отбора проб

Расположение места отбора проб	Координаты	
	с.ш.	в.д.
Водоохранилище-1	56°37'35,02''	84°47'41,58''
«У поста полиции»	56°38'21,13''	84°46'02,60''
Чернильщикова притока	56°39'57,73''	84°43'40,65''

Данные об отборе приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные отбора проб

№	Место отбора	Дата, время отбора	Код пробы
1	Водоохранилище	26.04.2018 14:11	В-ВХ-1
2	Водоохранилище	28.04.2018 10:15	В-ВХ-2
3	«У поста»	28.04.2018 10:25	В-П-1
4	Чернильщикова притока	28.04.2018 10:35	В-ЧП-1
5	Водоохранилище	03.05.2018 9:16	В-ВХ-3
6	«У поста»	03.05.2018 9:29	В-П-2
7	Чернильщикова притока	03.05.2018 9:38	В-ЧП-2

3.2 Работа со спектрометром

Основное внимание при проведении аналитических работ уделяется определению изучению гамма-излучающих радионуклидов. Это объясняется тем, что, во-первых, именно гамма-излучающие радионуклиды являются, как правило, основными загрязнителями и по их активности можно судить об общем характере загрязненности изучаемых

образцов. Во-вторых, доступность и экспрессность определения гамма-излучающих радионуклидов методом полупроводниковой гамма-спектрометрии позволяют эффективно и быстро получать информацию об активности изотопов.

Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения DSpec (далее спектрометры DSPEC) предназначены для измерения энергий испускаемых радионуклидами фотонов рентгеновского или гамма излучения, а также активности (удельной, объемной) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах (при наличии соответствующих методик выполнения измерений).

Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения DSPEC предназначены для эксплуатации, как в передвижных, так и в стационарных радиометрических лабораториях и применяются на предприятиях атомной промышленности и при радиационном контроле окружающей среды.

Спектрометры DSPEC состоят из:

- детектирующей системы;
- криостата и сосуда Дьюара или электроохладителя Electricool, X-cooler II;
- многоканального цифрового анализатора (типа DSP-50);
- персонального компьютера с программным обеспечением MAESTRO-32 или Gamma Vision или ПО серии Ortec Connections.

Принцип действия спектрометра DSPEC основан на регистрации детектором квантов рентгеновского или гамма-излучения, испускаемого радионуклидами, присутствующими в анализируемом образце, получении спектра амплитудного распределения и выделении в спектре пиков полного поглощения (ППП) квантов рентгеновского или гамма-излучения. По положению ППП в спектре определяют энергии гамма-квантов E_i , (спектрометр предварительно градуируют по энергии с помощью

образцовых источников гамма излучения). Активность гамма-излучающих радионуклидов, присутствующих в анализируемом образце, определяют по скоростям счета гамма-квантов в ППП соответствующих энергий с учетом абсолютных интенсивностей гамма-излучения и эффективности регистрации гамма-квантов в ППП, которая устанавливается предварительно путем градуировки спектрометра по образцовым мерам активности расчетным или экспериментальным способом.

Технические характеристики спектрометров DСpec определяются, в основном, типом и эффективностью применяемых детекторов излучения [17].

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Водные образцы исследовались в лаборатории радиационного контроля ОГБУ «Облкомприрода» и ГУ «Томский ЦГМС» по аттестованным методикам. Данные представлены на рисунках 1–7.

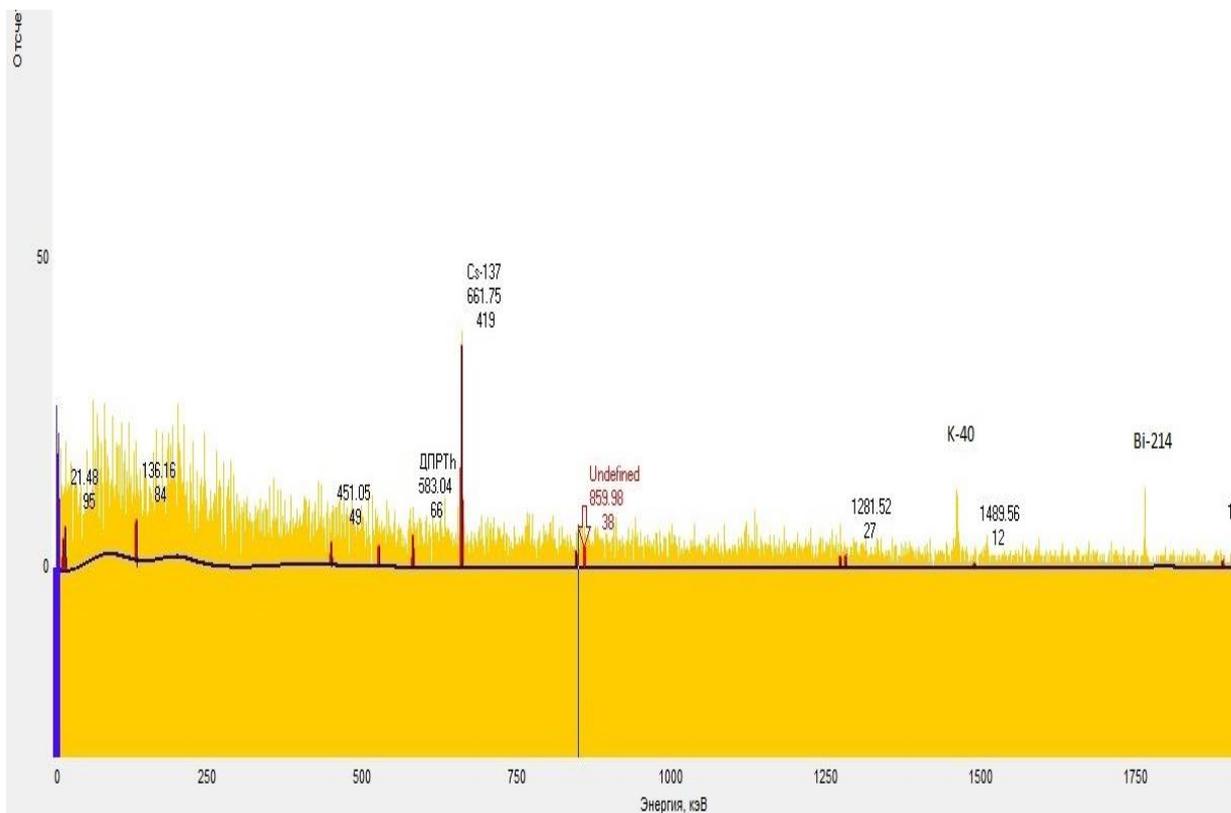


Рисунок 1 – Результаты гамма-спектрометрического анализа проб воды из водохранилища №1



Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения

**ПРОТОКОЛ
обработки гамма-спектра
от 22.05.2018**

Спектр: В-ВХ-2-вода-22,05,2018
Конфигурация: Tomsk(GEM30P4)
Дата измерения: 22-05-18 7:09:57
Живое время: 10800.00 с.
Реальное время: 10805.58 с.
Геометрия: Marinelli
Масса, г: 967.72
Объем, мл: 1000
Материал: вода

Результат обработки: 22.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк/кг	Относительная погрешность, %
Bi-214	< 900		< 9	
Th-232	< 290		< 0.59	
As-74	< 240		< 0.4	
Ru-106	< 240		< 3.6	
Na-22	< 200		< 0.28	
Cu-64	< 180		< 3.0	
Ra-226	< 140		< 0.44	
K-40	< 120		< 15	
Cs-134	< 100		< 0.24	
Sc-46	< 100		< 0.32	
Zn-65	< 70		< 1.5	
Unidentified	37	26	0	

Рисунок 2 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-ВХ-2



Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения

ПРОТОКОЛ обработки гамма-спектра от 17.05.2018

Спектр: В-П-1-вода-17,05,2018
 Конфигурация: Томск(GEM30P4)
 Дата измерения: 17-05-18 7:10:03
 Живое время: 21600.00 с.
 Реальное время: 21628.14 с.
 Геометрия: Marinelli
 Масса, г: 967.34
 Объем, мл: 1000
 Материал: вода

Результат обработки: 17.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк/кг	Относительная погрешность, %
Tl-208	< 19000		< 40	
Bi-214	< 2500		< 10	
Cu-64	< 600		< 4.9	
As-74	< 500		< 0.37	
Na-22	< 400		< 0.30	
Ru-106	< 400		< 1.5	
Th-232	< 300		< 0.30	
Ra-226	< 290		< 0.6	
Tl-44	< 280		< 0.26	
Cs-134	< 180		< 0.13	
K-40	< 160		< 9	
Sc-46	< 130		< 0.27	
Zn-65	< 100		< 1.0	
Unidentified	49	22	0	

Рисунок 3 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-П-1



Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения

ПРОТОКОЛ обработки гамма-спектра от 18.05.2018

Спектр: В-4П-1-вода-18,05,2018
 Конфигурация: Tomsk(GEM30P4)
 Дата измерения: 18-05-18 7:08:21
 Живое время: 21600.00 с.
 Реальное время: 21609.94 с.
 Геометрия: Marinelli
 Масса, г: 954.52
 Объем, мл: 1000
 Материал: вода

Результат обработки: 18.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк/кг	Относительная погрешность, %
Tl-208	< 29000		< 40	
Bi-214	< 3100		< 19	
Cu-64	< 800		< 7	
Na-22	< 700		< 0.34	
As-74	< 700		< 0.28	
Ru-106	< 700		< 2.4	
Ra-226	< 240		< 0.49	
Th-232	< 230		< 0.36	
Cs-134	< 180		< 0.29	
K-40	< 110		< 7	
Unidentified	< 21		0	

Рисунок 4 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-ЧП-1



Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения

ПРОТОКОЛ обработки гамма-спектра от 24.05.2018

Спектр: В-ВХ-3-вода-24,05,2018
Конфигурация: Tomsk(GEM30P4)
Дата измерения: 24-05-18 7:05:37
Живое время: 10800.00 с.
Реальное время: 10805.78 с.
Геометрия: Marinelli
Масса, г: 0
Объем, мл: 1000
Материал: вода

Результат обработки: 24.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк	Относительная погрешность, %
Tl-208	< 6000		< 27	
Bi-214	< 500		< 5	
As-74	< 320		< 0.43	
Ru-106	< 270		< 2.3	
Na-22	< 270		< 0.24	
Cu-64	< 250		< 3.6	
Ra-226	< 150		< 0.41	
K-40	< 130		< 13	
Cs-134	< 110		< 0.29	
Unidentified	50	40	0	

Рисунок 5 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-ВХ-3



*Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения*

ПРОТОКОЛ обработки гамма-спектра от 22.05.2018

Спектр: В-П-2 (у поста)-вода-22,05,2018
Конфигурация: Tomsk(GEM30P4)
Дата измерения: 22-05-18 11:13:34
Живое время: 10800.00 с.
Реальное время: 10806.30 с.
Геометрия: Marinelli
Масса, г: 958.72
Объем, мл: 1000
Материал: Вода

Результат обработки: 22.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк/кг	Относительная погрешность, %
Bi-214	< 600		< 6	
Ru-106	< 270		< 3.4	
Cu-64	< 240		< 4.2	
Ra-226	< 230		< 0.8	
As-74	< 210		< 0.32	
Na-22	< 190		< 0.3	
K-40	< 140		< 16	
Cs-134	< 130		< 0.24	
As-76	< 110		< 1.2	
Br-82	< 90		< 0.10	

Рисунок 6 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-П-2



Лаборатория
Оперативного
Контроля
Радиоактивного
Загрязнения

ПРОТОКОЛ обработки гамма-спектра от 23.05.2018

Спектр: В-4П-2 (Чернильщигово)-вода-23,05,2018
Конфигурация: Tomsk(GEM30P4)
Дата измерения: 23-05-18 7:23:00
Живое время: 10800.00 с.
Реальное время: 10811.34 с.
Геометрия: Marinelli
Масса, г: 967.18
Объем, мл: 1000
Материал: вода

Результат обработки: 23.05.2018 :

Нуклиды/линии	Площадь, [импульс]	Абсолютная погрешность, [импульс]	Активность, Бк/кг	Относительная погрешность, %
Bi-214	< 700		< 7	
As-74	< 270		< 0.5	
Ru-106	< 240		< 3.2	
Na-22	< 230		< 0.34	
Cu-64	< 170		< 3.0	
Ra-226	< 130		< 0.38	
Cs-134	< 100		< 0.22	
K-40	< 100		< 12	

Рисунок 7 – Протокол лабораторных испытаний пробы В-ЧП-2

Рассмотрим техногенные радионуклиды.

Радиоизотоп меди-64 имеет период полураспада 12,7 ч, поэтому его нахождение в протоколе можно списать на погрешность прибора измерения. Также и изотоп брома с периодом полураспада 6,1 минуту.

В НРБ 99/2009 приведены уровни вмешательства УВ (Бк/кг) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде [18]. Сравним их с полученными результатами исследования (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты анализа проб

Радионуклид	Период полураспада	Активность в водных образцах Бк/кг	Содержание радионуклидов в воде р. Томи в СЗЗ СХК в 1999 г., Бк/кг [1]	Уровни вмешательства УВ (Бк/кг) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде
Ru-106	373,59 сут.	<3,6	нет данных	20
Na-22	2,6088 лет	<0,34	нет данных	43
Cs-134	2,0651 года	<0,29	нет данных	7,3
Cs-137	30,21 лет	<2,9	<3	11
As-76	1,1 сут.	<1,2	1,25	86
As-74	17,8 сут	<0,5	нет данных	110
Sc-46	83,81 сут.	<0,32	<1	93
Zn-65	243,9 сут.	<1	<1	36

Большинство радионуклидов являются продуктами распада других изотопов, которые могли присутствовать в воде до остановки реакторов. Значения активностей по мере отдаления от источника выбросов изменяются как в большую, так и в меньшую сторону. Исходя из этого, можно сделать вывод о неоднородности распределения радиоизотопов. Полученные активности на порядок меньше допустимых, а значит, не представляют никакой угрозы для человека и окружающей среды.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Введение

Данная работа связана с исследованием загрязненности водных объектов техногенными радионуклидами, которые могут попасть в окружающую и доступную для человека среду из-за эксплуатации Сибирского химического комбината.

Дипломная работа выполнялась в полевых условиях, а также в помещении Областного государственного бюджетного учреждения «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования» в лаборатории радиационного контроля.

Работа выполнялась с использованием современной вычислительной техники, что позволило достичь высокой эффективности процесса и уменьшения временных затрат на его проведение. Но, несмотря на это, не удастся избежать потенциальное воздействия вредных и опасных факторов.

5.2 Производственная безопасность

Потенциально опасными и вредными факторами в процессе получения данных и их обработки определяются в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [19].

Факторы, которые могут воздействовать на исследователя и руководителя в ходе работы, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Опасные и вредные факторы при исследовании загрязненности водных объектов техногенными радионуклидами

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Отбор проб воды	Повышенный уровень ионизирующего излучения		НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010
Исследование в лаборатории	Недостаточная освещенность рабочей зоны		ГОСТ Р 55710-2013, САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03
		Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
	Отклонение показателей микроклимата		САНПИН 2.2.4.548–96
	Повышенный уровень ионизирующего излучения		НРБ-99/2009, ОСПОРБ 99/2010
		Взрывы и пожары	ГОСТ Р12.1.004-85 ССБТ Пожарная безопасность, ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность

5.2.1 Повышенный уровень ионизирующего излучения

Потенциально вредным фактором в процессе получения данных и их обработки является фактор, связанный с повышенным уровнем ионизирующих излучений, вызванным потоками частиц. Кроме того, распад отдельных химических элементов сопровождается выбросом частиц, которые вредно воздействуют на организм человека, поэтому в

обстоятельствах широкого употребления этих веществ, включая атомную энергию, радиационной безопасности нужно уделять особое внимание. В нормах радиационной безопасности и правилах работы с радиоактивными веществами установлены предельно допустимые дозы облучения и предельно допустимые концентрации радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений (НРБ-99/2009) [18].

При отборе проб, их подготовки, изготовлении образцов и выполнении анализа измерений радиоактивности должны не нарушаться следующие правила безопасности: СП 2.6.1.2612 (ОСПОРБ 99/2010), а также нормативных документов, предусмотренных руководствами по эксплуатации используемых средств измерений.

- ГОСТ Р 51966-2002 Загрязнение радиоактивное. Технические средства дезактивации. Общие технические требования.
- МВИ 01-8/96 Методика контроля радиоактивного загрязнения воздуха .
- НПАОП 73.1-1.06-77 Основные правила безопасной работы в химических лабораториях.
- СанПиН 2.6.1.1281-03 Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ).
- СанПин 2.6.1.2523-09 Санитарные правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).
- СП 2.6.1.2612-10 Санитарные правила и нормативы. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010).
- РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды» (РД 52.18.826 – 2015).

Под влиянием ионизирующего излучения в организме может происходить торможение функции кроветворных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др. Необходимо применять защитные меры, которые должны предотвращать радиоактивное загрязнение воздуха, поверхности рабочих помещений, кожи и одежды персонала.

Для этого существуют допустимые уровни доз, которые может получить человек. Уровни разделяются в соответствии с категорией по нормам радиационной безопасности, данные представлены в таблице 5 [18].

Таблица 5 – Пределы допустимых доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал группы А	Население
Эквивалентная доза	20мЗв	1мЗв
Эквивалентная доза за год:		
в хрусталике	150мЗв	15мЗв
в коже	500мЗв	50мЗв
в кистях и стопах	500мЗв	50мЗв

Персонал (группа А) – лица, работающие с техногенными источниками, ионизирующими излучением, или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б). Население – все лица, включая персонал вне работы.

Пределы доз и допустимые уровни для персонала группы Б равны 1/4 от группы А. В таблице 6 указана максимальная продолжительность облучения в год [18].

Таблица 6 – Мощность эквивалентной дозы используемой при проектировании защиты

Категория облучаемых лиц		Назначение помещения	Продолжительность облучения, ч/год	Проектируемая мощность дозы, мкЗв/ч
Персонал	Гр. А	Постоянное пребывание	700	6,0
		Временное пребывание	850	12
	Гр. Б	Помещение организации и территория С.З.З., где нах-ся. пер.гр. Б	2000	1,2
Население		Любое другое помещение и территория	8800	0,06

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относятся средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы) и кожи (специальные и подручные).

5.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Требования к освещению рабочих мест с компьютерами определяются характером зрительной работы персонала, пользующегося компьютерной техникой. Особенностью таких рабочих мест является необходимость работы с информационными носителями разного вида: с одной стороны, это тексты или графики на бумаге, с другой стороны – аналогичная информация, но на светящемся экране монитора.

При этом следует иметь в виду, что экранное изображение существенным образом отличается от бумажного: оно является светящимся, а не отраженным, имеет меньший контраст, непостоянно во времени и в пространстве, состоит из дискретных элементов – пикселей. Такая особенность источника информации, безусловно, влияет на зрительную работоспособность и утомление. Дополнительной нагрузкой на орган зрения является необходимость постоянной переадаптации при

перемещении взора с экрана на клавиатуру и бумажный носитель. Кроме этого пользователь компьютера должен быстро считывать информацию с бумажного носителя.

Работники должны проходить предварительный (при приеме на работу) и периодический медицинский осмотр для предупреждения профессиональных заболеваний.

Таким образом, требования к зрительной работоспособности при работе с персональным компьютером и экраном ВДТ чрезвычайно высоки. В работе мы основываемся на СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Для общего и местного искусственного освещения следует использовать источники света с цветовой коррелированной температурой от 2400 °К до 6800 °К. Преимущество отдается светодиодным лампам, обеспечивающим общую освещенность, корректировка освещенности осуществляется локальным освещением.

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности. Расчетная точка принимается в геометрическом центре помещения или на расстоянии 1 м от поверхности стены, противостоящей боковому светопроему. Освещение должно обеспечиваться коэффициентом естественного освещения (КЕО) не ниже 1,0 %. Выполнение таких работ, как, например, обработка документов, требует дополнительного местного освещения, концентрирующего световой поток непосредственно на орудие и предметы труда. Освещенность на поверхности пола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Предпочтение должно отдаваться лампам дневного света [20].

5.2.3 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей. Высокая температура воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма и большое потовыделение. Это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая. При понижении относительной влажности воздуха до 20% у человека возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха.

Работа, производимая лаборантом, относится к категории 1б.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте должны составлять в теплое время года – 22–24°C, влажность воздуха 40–60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с. Оптимальные условия поддерживаются системой отопления или кондиционирования и естественной вентиляцией. К допустимым параметрам относят

температуру 28–24°C и 22–21°C, влажность воздуха не более 60% при температуре 27°C, скорость движения воздушных потоков 0,1–0,3 м/с [21].

5.2.4 Электробезопасность

Действие электрического тока на живую ткань носит разносторонний и своеобразный характер. Проходя через организм человека, электроток производит термическое, электролитическое, механическое и биологическое действия.

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 с – 2 мА, при 10 с и менее – 6 мА.

Переменный ток опаснее постоянного, однако, при высоком напряжении (более 500 В) опаснее постоянный ток. Неблагоприятный микроклимат (повышенная температура, влажность) увеличивает опасность поражения током, так как влага понижает сопротивление кожных покровов.

С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности. Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019-79. Все электрооборудование с напряжением свыше 36 В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены [22].

Источниками электрического тока в лаборатории являются розетки и распределительный щит.

В целях безопасности сотрудникам запрещено самостоятельно проводить ремонт розеток, осматривать распределительный щит, пренебрегать техникой безопасности (например, не прикасаться к источнику электрического тока мокрыми руками). Также, в целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;
- перегружать электросеть;
- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;
- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;
- загромождать подходы к электрическим устройствам.

Согласно правилам безопасности, при эксплуатации электроустановок необходимо использование также знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей.

Анализ опасности электрических сетей практически сводится к определению значения тока, протекающего через тело человека в различных условиях, в которых может оказаться человек при эксплуатации электрических сетей.

При прохождении электрического тока через тело человека могут возникнуть повреждения организма. Действие тока на организм человека может быть местным и общим. Общее (рефлекторное) поражение - электрический удар, представляет для человека наибольшую опасность: нарушается работа центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, что приводит к фибрилляции и параличу сердца, а также к остановке дыхания.

Характер и последствия поражения зависят от величины, частоты и

пути прохождения тока; продолжительности воздействия. Своевременно оказанная помощь при поражении током позволяет сохранить жизнь пострадавшему. Поэтому помощь должна быть оказана немедленно. При оказании первой помощи пострадавшего необходимо отсоединить от токоведущей части, одновременно защищая себя от опасности контакта с тоководами.

В первую очередь надо отключить ток. При легких поражениях пострадавшего следует вынести на свежий воздух. Если дыхание очень резкое и судорожное, необходимо сделать искусственное дыхание. При остановке дыхания и отсутствии пульса делают искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Затем необходима госпитализация.

5.2.5 Пожарная и взрывная безопасность

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара путем организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих невозможность возникновения пожара, а также системой пожарной защиты, направленной на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничения материального ущерба от него. Опасными факторами пожара для людей являются открытый огонь и искры, повышение температуры воздуха и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженное содержание кислорода в воздухе, обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок, а также взрывы.

Тушение пожара достигается следующими методами: прекращением доступа в зону горения окислителя (кислорода воздуха) или горючего вещества, а также снижением их поступления до величин, при которых горение невозможно; охлаждением зоны горения ниже температуры самовоспламенения или понижением температуры горящего вещества ниже температуры воспламенения; разбавлением горючих веществ негорючими; интенсивным торможением скорости химической

реакции в пламени (ингибированием горения), механическим срывом пламени сильной струей газа или воды [23].

Существуют следующие средства пожаротушения:

1. Первичные (огнетушители, ручной инструмент и инвентарь):

- Вода является наиболее дешевым и распространенным средством. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, отнимая большое количество теплоты от горящих веществ. При испарении воды образуется большое количество пара, который затрудняет доступ воздуха к очагу горения. Кроме того, сильная струя воды может сбить пламя, что облегчает тушение пожара.

- Химическая пена образуется при взаимодействии щелочного и кислотного растворов в присутствии пенообразователей. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ (диоксид углерода), который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена значительно легче огнеопасных жидкостей, и поэтому, плавая на поверхности, она преграждает выход паров горячей жидкости в зону горения и тушит пожар. Химическая пена применяется для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и других веществ.

- Углекислотно-бромэтиловые огнетушители предназначены для тушения небольших очагов горения волокнистых и других твердых металлов, а также электроустановок.

- Инертные и негорючие газы, главным образом, диоксид углерода и азот, которые понижают концентрацию кислорода в очаге горения и тормозят интенсивность горения.

2. Стационарные установки: установки газового пожаротушения предназначены для автоматического пожаротушения различного технологического оборудования в тех случаях, когда применение других веществ недопустимо.

В целях предотвращения пожара предусматриваются следующие меры:

- предотвращение образования горючей среды;
- предотвращение образования в горючей среде или внесение в нее источников зажигания;
- поддержание температуры и давления горючей среды, ниже максимально допустимого по группе горючести;
- уменьшение определяющего размера горючей среды, ниже максимально допустимого по горючести.

Пожарная опасность обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов.

Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа. Персональная ответственность за обеспечение пожарной безопасности предприятия и их структурных подразделений возлагается на их руководителей.

Перед началом работы был проведен инструктаж по правилам пожарной безопасности, были изучены средства тушения, находящиеся в лаборатории. При работе соблюдались следующие правила:

- в электроприборах использовались только стандартные предохранители;
- соединительные шнуры для подключения соответствующей аппаратуры и щит заземленности были выбраны с учетом соответствующих токов и напряжений;
- для устранения причин короткого замыкания регулярно проводились профилактические осмотры оборудования и кабелей;
- силовой щит был закрыт огнеупорным корпусом для предотвращения выгорания окружающих предметов от искр, возникающих при его отключении.

Работа проводилась в помещении, удовлетворяющем требованиям пожарной безопасности.

В случае возникновения аварийной ситуации необходимо сообщить руководителю, позвонить в соответствующую дежурную службу и принять необходимые меры к ее устранению в соответствии с инструкциями.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Защита гидросферы

В ходе выполнения химических анализов в водных образцах могут присутствовать радиоактивные вещества. Также, радионуклиды могут поступать в сточные воды при промывке посуды и оборудования.

Жидкие опасные отходы сливаются в отдельный слив в специальные контейнеры, проходят дезактивацию и вывозятся на очистные сооружения.

5.3.2 Защита литосферы

В процессе работы в лаборатории образуются твердые отходы 5 класса опасности: стекло, бумага, запчасти от компьютеров, изделия из ткани.

Отходы собираются в контейнеры и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов. Макулатура собирается отдельно и сдается в приемные пункты.

5.3.3 Защита атмосферы

Для того, чтобы вещества распада изотопов не попадали в атмосферу, используются герметичные емкости для хранения проб. В лабораторном кабинете используются дополнительные вытяжки.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Проведя анализ возможных чрезвычайных ситуаций, можно выделить наиболее вероятные: пожар и заражение местности радиоактивными веществами, которые может принести материальный ущерб, угрозу здоровью, жизни человека и природной среде.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение. Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием и бытовыми приборами требует регулярного проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду.

Предотвращение заражения местности достигается путем постоянного контроля выбросов коротко- и долгоживущих радиоактивных изотопов, соблюдением норм радиационной безопасности на производстве.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовой основой законодательства в области обеспечения БЖД является Конституция – основной закон государства.

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и постановления, принятые представительными органами Российской Федерации (до 1992 г. РСФСР) и входящих в нее республик, а также подзаконные акты.

Правовой основой обеспечения государственной безопасности является целый ряд федеральных законов о безопасности. Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии с марта 1992 г. Федерального закона «Об охране окружающей природной среды» в

комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия. Настоящий закон определяет общие для РФ организационно-правовые нормы в области защиты граждан РФ, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории РФ, всего земельного, водного, воздушного пространства в пределах РФ или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от ЧС природного и техногенного характера [24].

Правовое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве включает законодательство о труде и охране труда. Настоящий Федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (далее также - организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты) к локализации и ликвидации последствий указанных аварий [25].

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1 Предпроектный анализ

Радиоэкологическая обстановка на территории Томской области вопрос, который стоит наиболее остро. Полученные результаты в ходе исследования будут полезны для населения и экологических организаций. В выводах будут указаны радионуклиды, которые присутствуют в водах, а также будет рассчитана активность каждого из них.

6.2 Планирование работ

Задачей планирования разработок является оптимальный расчет использования времени и ресурсов, обеспечивающий выполнение работ в срок при наименьших затратах средств.

На данном этапе работы определяются:

- Структура выполняемых работ в рамках исследования;
- Состав рабочей группы;
- Определение роли каждого участника в данном проекте;
- Обозначение функций, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Планирование работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель

Продолжение таблицы.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение экспериментов	Студент
	6	Проведение расчетов и их анализ	Научный руководитель, студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с ранее проведенными исследованиями	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Подведение итогов и оценка результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление отчетов	Студент

6.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы чел.-день;

t_{mini} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{maxi} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

6.4 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным инструментом для построения ленточного графика проведения научных работ является диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{кал}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

где, $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 104$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 14$).

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (5)$$

В таблице 8 приведены длительность этапов работы и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 8 –Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
		t_{min}	t_{max}	$t_{\text{ож}}$	$T_{\text{р}}$	$T_{\text{к}}$
Составление и утверждение технического задания	НР	1	3	1,8	1,8	2,66
Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5	10	7	7	10,36
Выбор направления исследований	НР, студент	3	5	3,8	1,9	2,8

Продолжение таблицы.

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_p	T_k
Календарное планирование работ по теме	НР, студент	2	5	3,2	1,6	2,37
Проведение экспериментов	Студент	10	15	12	12	17,76
Проведение расчетов и их анализ	НР, студент	7	10	8,2	4,1	6
Сопоставление результатов экспериментов с ранее проведенными исследованиями	Студент	5	7	5,8	5,8	8,59
Подведение итогов и оценка результатов	НР, студент	3	5	3,8	1,9	2,8
Оформление отчетов	Студент	4	7	5,2	5,2	7,7
Итого:				50,8	41,3	61,04

На основе табл. 8 строится календарный план-график (табл. 9). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 9 – Календарный план-график проведения работ НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнитель	Т, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ															
				февр		март			апрель			май			июнь				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания	НР	3																
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	11																
3	Выбор направления исследований	НР, студент	3																
4	Календарное планирование работ по теме	НР, студент	3																
5	Проведение экспериментов	Студент	18																
6	Проведение расчетов и анализ	РП, студент	6																
7	Сопоставление результатов экспериментов с ранее проведенными исследованиями	Студент	9																
8	Подведение итогов и оценка результатов	НР, студент	3																
9	Оформление отчетов	Студент	8																

где:  НР;

 Студент.

6.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m C_i N_{расхi}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, указаны в таблице 10.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Пластиковая бутылка	шт.	6	15	292,5
Перчатки	шт.	2	50	850
Итого:				1142,5

6.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную часть включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 11. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Дозиметр ДКГ-07Д «Дрозд»	1	23000	26450
2	Лабораторные весы	1	62500	71875
3	Спектрометр рентгеновского и гамма-излучения серии DSpec	1	450000	517500
4	Компьютер EliteCOM	1	15000	17250
Итого:				561200

6.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников (табл. 12), непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор;

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д. 3) иные выплаты; районный коэффициент.

Таблица 12 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапа	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Составление и утверждение технического задания	НР	2,66	2680,2	7129
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	10,36	126	1305
3	Выбор направления исследований	НР	2,8	2680,2	7504
		Студент	2,8	126	352
4	Календарное планирование работ по теме	НР	2,37	2680,2	6352
		Студент	2,37	126	298
5	Проведение экспериментов	Студент	17,76	126	2237
6	Проведение расчетов и их анализ	НР	6	2680,2	16081
		Студент	6	126	756
7	Сопоставление результатов экспериментов с ранее проведенными исследованиями	Студент	8,59	126	1082
8	Подведение итогов и оценка результатов	НР	2,8	2680,2	7504
		Студент	2,8	126	352
9	Оформление отчетов	Студент	7,7	126	970
Итого:					51919

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} T_p, \quad (9)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m M}{F_d}, \quad (10)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 13).

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	НР	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
– выходные дни	104	104
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	48	48
– отпуск	48	48
– невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	199

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} (1 + k_{\text{пр}} + k_d) k_p, \quad (11)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{гс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2680,2	16,63	44572
Студент	1854	-	-	1,3	2410,2	126	58,32	7347
Итого:								51919

6.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} Z_{осн}, \quad (12)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12–0,15).

Дополнительная заработная плата составит: у научного руководителя 5348,6 рублей, у студента 881,6 рублей.

6.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 год установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году вводится пониженная ставка – 27,1%.

В таблице 15 приведен расчет отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	$Z_{\text{внеб}}$, руб.
Руководитель	44572	5348,6	13528,5
Студент	7347	881,6	2230
Итого:			15758,5

6.5.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

По данной теме командировки не осуществлялись.

6.5.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями.

В данном проекте контрагентные расходы отсутствуют.

6.5.8. Накладные расходы

Накладные расходы (табл. 16) учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7)k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 16 – Расчет накладных расходов

$Z_{\text{мат.з.}}$	$Z_{\text{спец.об}}$	$Z_{\text{осн.}}$	$Z_{\text{доп.}}$	$Z_{\text{внеб.}}$	$Z_{\text{накл.}}$
1142,5	561200	51919	6230	15758,5	101800

6.5.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 17.

Таблица 17 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	1142,5	Пункт 1.4.1.

Продолжение таблицы.

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	561200	Пункт 1.4.2.
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	51919	Пункт 1.4.3.
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	6230	Пункт 1.4.4.
5. Отчисления во внебюджетные фонды	15758,5	Пункт 1.4.5.
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	Пункт 1.4.6.
7. Контрагентные расходы	0	Пункт 1.4.7.
8. Накладные расходы	101800	Пункт 1.4.8.
9. Бюджет затрат НТИ	738050	Сумма ст. 1–8

Вычисленный бюджет научно-исследовательской работы составил 738050 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была рассмотрена и изучена радиоэкологическая обстановка на территории водных объектов, которые подвергаются воздействию химического комбината.

После 2008 года, когда были остановлены последние реакторы Сибирского химического комбината, радиационная обстановка в экосистеме р. Томи значительно улучшилась. В ходе исследования было выявлено наличие 8 техногенных радиоизотопов, активности которых не превышали нормативные значения. Показателями этого служит следующее:

1. Короткоживущие радионуклиды, которые образовывались в ходе производственной деятельности, отсутствуют. Этим подтверждается факт прекращения сбросов.

2. Протекание нескольких параллельных процессов, которые приводят к самоочищению экосистемы р. Томи:

- Распад техногенных радионуклидов, которые образовывались в ходе технологической цепочки и поступали в окружающую среду со сбросами сточных вод;
- Перераспределение и перенос радионуклидов с донными отложениями вниз по течению реки Томи и далее по реке Оби, особенно в паводковый период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торопов А.В. Последствия гонки ядерных вооружений для реки Томи: без ширмы секретности и спекуляций: Научное издание. – Томск: Дельтаплан, 2010. – 168 с.:илл.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 1992 году: ежегодник. — Обнинск: РОСГИДРОМЕТ, 1993
3. Экологический мониторинг. Состояние окружающей природной среды Томской области в 1998 году: обзор. — Государственный комитет по охране окружающей среды Томской области. — Томск, 1999. — 231 с.
4. Экологическое и социально-экономическое состояние, охрана окружающей среды, использование природных ресурсов в г. Северске Томской области в 1999 г.: обзор. — Комитет по охране окружающей среды г. Северска. — Северск, 2000. — 90 с.
5. Плутоний в России. Экология, экономика, политика: независимый анализ /Г.В. Воробьев, А.М. Дмитриев, А.С. Дьяков, Ю.И. Ершов, Л.В. Попова. Работа выполнена под руководством член-корр. РАН А.В. Яблокова. – М.: Социально-экологический Союз, 1994. – 44 с.
6. Nuclear Weapons Databook 93–1: working paper / Т. В. Cochran, R. S. Norris. — Washington, 1993.
7. Малышкин, А. И. Радиационная обстановка в районе расположения Сибирского химического комбината / А. И. Малышкин, Г. П. Белоусов, С. И. Бушуев // После холодной войны: разоружение, конверсия и безопасность: Сб. докл. 2-й Международной радиозэкологич. конф. — Красноярск, 1995. — С. 140–149.
8. Андреев, Г. С. Радиационная обстановка в районе расположения Сибирского химического комбината / Г. С. Андреев, А. И. Малышкин, А. А. Власов, В. И. Борисенко // Радиоактивность и

- радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы II международной конференции. — Томск: изд-во «Тандем-Арт», 2004. — С. 40–42.
9. Экологический мониторинг. Состояние окружающей природной среды Томской области в 1999 году: обзор. — Государственный комитет по охране окружающей среды Томской области. — Томск, 2000. — 250 с.
 10. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2003 году / Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: О.Г. Нехорошев, Д.В. Волостнов; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды, ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. — Томск: Дельтаплан, 2004. — 204 с.: ил., рис., диагр., фото.
 11. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2005 году / Авторы: Гл.ред. А.М. Адам, редкол.: О.Г. Нехорошев, Д.В. Волостнов; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. Среды Администрации Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том.обл. — Томск: Графика, 2006. — 148 с.: ил., рис., диагр., фото.
 12. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / глав. ред. С. Я. Трапезников, редкол.: Ю. В. Лунева, Н. А. Чатунова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск : Дельтаплан, 2016. — 156 с., ил., рис., диагр., фото.
 13. Отчет по экологической безопасности АО «Сибирский химический комбинат» за 2016 год
 14. Отчет по экологической безопасности АО «Сибирский химический комбинат» за 2015 год

15. Отчет по обоснованию безопасности эксплуатации ПГЗ ЖРО «площадки 18 и 18а» №12.4-04/7 от 15.03.2013
16. ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб».
17. Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения DSpec, описание типа, согласовано ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, Москва, 1 ноября 2005 г.
18. СанПиН 2.6.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» от 7 июля 2009 года, N 47: Зарегистрировано в Минюсте РФ 14 августа 2009 года, N 14354, 2009.
19. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. — М. : Изд-во стандартов, 2016. — 16 с.
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
21. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
22. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». —М. : Стандартинформ, 2010. —27 с.
23. ГОСТ 12.1.010-76 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования». —М. : Изд-во стандартов, 2002. — 7 с.
24. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N7–ФЗ
25. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17.07.1999 N181–ФЗ