

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

Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы			
Оценка аварийных рисков эксплуатации гидротехнического сооружения			
УДК627.8.059-047.43			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Михалева Снежана Константиновна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Алексеев Николай Архипович			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	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.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	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
P4	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.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
P6	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
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

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



Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_ С.В. Романенко  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Михалевой Снежане Константиновне

Тема работы:

<b>Оценка аварийных рисков эксплуатации гидротехнического сооружения</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> (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.).	Пруд-отстойник строительного песка и пруды-отстойники каолина. В пруды-отстойники смесь воды и песка (каолина) подается по трубопроводу с помощью насоса. Подача осуществляется через зумпф, режим подачи циклический. Известны геометрические характеристики водоемов и параметры технологических процессов.
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).</p>	<p>Провести аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по гидротехническим сооружениям; проанализировать причины аварий на ГТС. Составить вероятные сценарии аварийных ситуаций на исследуемом объекте. Провести необходимые расчеты вероятных разрушений с целью определения масштаба последствий.</p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p><b>Таблицы, рисунки</b></p>
--	--------------------------------

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна

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

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Алексеев Николай Архипович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Михалева Снежана Константиновна		

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

Институт неразрушающего контроля  
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)
---

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.03.17	Раздел «Обзор литературы» и раздел «Объект и методы исследования», подбор литературы, проведение теоретических обоснований	40
30.04.17	Раздел «Расчеты и аналитика», возможные аварийные ситуации и их расчет.	40
21.05.17	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Оценка коммерческого потенциала, перспективности методик определения ущерба от аварии на ГТС с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	10
8.06.17	Раздел «Социальная ответственность». Рассмотреть опасные и вредные производственные факторы, способы защиты работающего персонала	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Алексеев Николай Архипович			

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1E31	Михалевой Снежане Константиновне

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	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	Оклад руководителя - 23100 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	-Определение эффективности исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. График проведения и бюджет НИ 3. Оценка эффективности НИ
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.	—		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E31	Михалева Снежана Константиновна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Е31	Михалевой Снежане Константиновне

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭБЖ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	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	Машинист экскаватора гидротехнического сооружения (пруд-отстойник) горно-обогатительного комбината постоянно находится в кабине и управляет машиной. Рабочая поза, постоянно сидя в кресле машиниста. Во время работы преобладают движения рук.
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p>	<p>1.1 Рассмотреть воздействие на машиниста экскаватора вредных факторов, таких как повышенная загазованность и запыленность воздушной среды, повышенный уровень шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень вибрации, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.</p> <p>1.2 Рассмотреть воздействие на машиниста экскаватора опасных факторов, таких как движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части, обрушивающиеся грунты и горные породы, разрушающиеся конструкции машин, опасный уровень напряжения в электрической цепи</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность.</b></p>	<p>Рассмотреть воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду: изъятие минерально-сырьевых и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); химическое и тепловое загрязнение биосферы; физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное).</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</b></p>	<p>Рассмотреть токсическое воздействие хвостохранилищ на окружающую среду, вследствие разрушения дамбы. Возгорание дизельного топлива. Наиболее типичная ЧС -повреждение кабельных и воздушных линий электропередач. Превентивные меры: соблюдение техники безопасности, использование высококачественного топлива и т.д.</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b></p>	<p>ГОСТ 12.2.130-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Экскаваторы одноковшовые. Общие требования безопасности и эргономики к рабочему месту машиниста и методы их контроля ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования ГОСТ 27250-97 (ИСО 3411-95) Машины землеройные. Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора</p>

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Михалева Снежана Константиновна		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 86 страницы, 3 рисунка, 17 таблиц, 32 источников.

Ключевые слова: ОЦЕНКА РИСКА, АВАРИЙНЫЙ РИСК, ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СООРУЖЕНИЕ, ПРУД-ОТСТОЙНИК, РАЗРУШЕНИЕ ДАМБЫ.

Объектом исследования является гидротехническое сооружение Туганский горно-обогатительный комбинат «Ильменит», в качестве предмета исследования выбран – пруд-отстойник строительного песка и пруды-отстойники каолина.

Цель работы – оценка аварийного риска эксплуатации гидротехнического сооружения горно-обогатительного комбината на примере ТГОК «Ильменит».

Гидротехнические сооружения являются объектами повышенного риска, аварии на них могут привести к катастрофическим последствиям. Предприятия, имеющие на балансе гидротехнические сооружения, обязаны учитывать аварийные риски, связанные с их эксплуатацией.

В ходе выполнения данной работы был проанализирован объект гидротехническое сооружение (пруд-отстойник) на предмет возникновения на нем аварий, которые могут привести к затоплению территории. На основании проделанного анализа был составлен сценарий возможных аварийных ситуаций.

В конечном итоге была произведена оценка риска гидротехнического сооружения, которая позволила определить опасность данного объекта.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ГТС – гидротехническое сооружение;

ГОК – горно-обогатительный комбинат;

ТГОК – Туганский горно-обогатительный комбинат;

АСР – аварийно-спасательные работы;

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы.

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

1. РД 153-34.0-03.205-2001 Правила безопасности при обслуживании гидротехнических сооружений и гидромеханического оборудования энергосберегающих организаций.
2. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности
3. ПБ 06-123-96 Правила безопасности при эксплуатации хвостовых, шламовых и гидроотвальных хозяйств
4. ГОСТ 27250-97 (ИСО 3411-95) Машины землеройные. Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора
5. ГОСТ 12.2.130-91 Система стандартов безопасности труда. Экскаваторы одноковшовые. Общие требования безопасности и эргономики к рабочему месту машиниста и методы их контроля
6. СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 «Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений»
7. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
8. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
9. ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования»
10. РД 03-626-03 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения

## **Оглавление**

РЕФЕРАТ .....	9
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	10
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	15
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
1.1 Гидротехнические сооружения .....	16
1.2 Проектирование гидротехнических сооружений .....	19
1.3 Аварии на гидротехнических сооружениях.....	22
1.4 Последствия аварий на гидротехнических сооружениях .....	24
1.5 Мероприятия по защите и безопасности населения при авариях на ГТС.....	25
1.6 Типовые сценарии аварий гидротехнических сооружений .....	26
1.7 Примеры из истории крупных гидродинамических аварий в мире .	28
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	29
2.1 Информация о предприятии ТГОК «Ильменит».....	29
2.2 Задачи ТГОК «Ильменит» .....	31
2.3 Характеристики прудов-отстойников обогатительного комплекса ОАО «ТГОК «Ильменит».....	32
3 РАССЧЕТЫ И АНАЛИТИКА .....	37
3.1 Возможные сценарии аварийных ситуаций .....	37
3.2 Расчет сценариев аварийных ситуаций .....	37

3.2.1 Пруд-отстойник строительного песка .....	37
3.2.2 Пруды-отстойники каолина .....	40
4 РЕЗУЛЬТАТЫ .....	44
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	46
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....	46
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	47
5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	49
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	49
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	50
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	54
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	59
5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	59
5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы .....	59
5.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	62
5.3.4 Отчисления на социальные нужды .....	63
5.3.5. Накладные расходы .....	63

5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	63
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	65
6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	66
6.2 Производственная безопасность .....	67
6.2.1 Микроклимат.....	67
6.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	68
6.2.3 Загазованность воздушной среды рабочего места .....	68
6.2.4 Повышенный уровень вибрации .....	70
6.2.5 Освещенность.....	71
6.2.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	73
6.3 Экологическая безопасность .....	74
6.4 Безопасность в ЧС.....	77
6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	79
6.6 Вывод .....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	82
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	83

## **ВВЕДЕНИЕ**

Гидротехнические сооружения (ГТС) являются потенциально опасными объектами, обоснование этому является факт того, что обычно объекты находятся в черте населенных пунктов. Авария или отказ гидротехнических сооружений в гидравлических проектах может привести к значительным последствиям, связанным с потерями жизни, ущербом для экономики и повреждением свойств окружающей среды. Они подчеркивают необходимость и важность безопасной эксплуатации и технического обслуживания гидравлических конструкций.

На протяжении всей истории строительство, эксплуатация и техническое обслуживание ГТС обеспечили значительные выгоды для человечества.

Независимо от того, насколько мала вероятность отказа, любая неисправность ГТС по-прежнему может вызвать потенциально катастрофические последствия.

Целью работы является оценка аварийного риска эксплуатации гидротехнического сооружения горно-обогатительного комбината на примере ТГОК «Ильменит».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть причины аварий на гидротехнических сооружениях;
- рассмотреть сценарии возможных аварийных ситуаций на исследуемом объекте;
- произвести оценку риска эксплуатации ГТС;

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Гидротехнические сооружения

Гидротехническое сооружение представляет собой конструкцию, частично или полностью погруженную в водоем, что нарушает естественный поток воды. Они могут использоваться для отклонения, прерывания или полного прекращения потока.

Гидротехнические сооружения могут быть построены в реках, морях или любых водоемах, где существует необходимость в изменении естественного потока воды [1].

Вследствие этого ГТС разделяют на[2]:

- речные;
- морские;
- озерные/прудовые;
- внутрисистемные/сетевые;
- подземные.

ГТС различаются по назначению и могут быть построены в различных климатических условиях.

ГТС по характеру выполняемых функций бывают:

- водоподпорные;
- водопроводящие;
- водозаборные;
- водосбросные;
- регуляционные.

Водоподпорные ГТС – это плотины, дамбы, которые преграждают поток воды и контролируют напор воды.



Водопроводящие ГТС – это каналы, гидротехнические туннели, служащие для поступления воды к определенным местам.

Водозаборные ГТС – это такие сооружения, которые осуществляют забор воды из водоема.

Водосбросные ГТС – это водосливы, которые сбрасывают излишки воды.

Регуляционные ГТС – это струенаправляющие дамбы, которые регулируют взаимодействие потока с руслом.

По целевому назначению ГТС бывают:

- общего назначения;
- специального.

По условиям использования ГТС бывают: постоянные и временные.

В свою очередь, постоянные ГТС делятся на:

- основные;
- второстепенные.

Основными ГТС являются те сооружения, при разрушении которых нарушается нормальная работа объекта или полностью прекращается.

Второстепенными ГТС являются те сооружения, при разрушении которых не будет никаких последствий.

Гидротехнические сооружения постоянного характера делят на 4 класса, относительно высоты самого ГТС и вида грунта основания, классификация представлена в таблице 1.1 [2].

Таблица 1.1 – Классификация ГТС относительно высоты сооружения и типа грунта

ГТС	Тип грунта	Высота сооружения (м)			
		I	II	III	IV
1.Плотины из грунта	A	>80	50-80	20-50	<20
	B	>65	35-65	15-35	<15
	B	>50	25-50	15-25	<15
2. Плотины из бетона, железобетона; судоходные шлюзы, судоподъемники, которые участвуют для создания напорного фронта.	A	>100	60-100	25-60	<25
	B	>50	25-50	10-20	<10
	B	>25	20-25	10-20	<10
3. Подпорные стены	A	>40	25-40	15-25	<15
	B	>30	20-30	12-20	<12
	B	>25	18-25	10-15	<10
4.Морские причальные объекты	A,B,B	>25	20-25	10-18	<10
5.Морские внутривортовые ограждающие объекты	A,B,B	-	>15	<15	-
6.Сооружения, которые ограждают хранилища жидких отходов	A,B,B	>50	20-50	10-20	<10
7.Ледозащитные сооружения	A,B,B	>25	5-25	<5	-
8.Наливные док-камеры.	A	-	>15	<15	-
	B,B	-	>10	<10	-

Здесь буквами А, Б и В обозначены типы грунта, а именно: А – скальные; Б – песчаные; В – глинистые [2].

По степени опасности ГТС подразделяются на следующие классы:

- I класс – ГТС чрезвычайно высокой опасности;
- II класс – ГТС высокой опасности;
- III класс – ГТС средней опасности;
- IV класс – ГТС низкой опасности.

## **1.2 Проектирование гидротехнических сооружений**

Гидравлическая конструкция предполагает применение теории течения к проектированию различных систем удержания воды. Проектировщик должен гарантировать, что структура и системы будут функционировать эффективно и экономично в любых предсказуемых условиях обслуживания. Гидравлические конструкции должны быть способны выдерживать условия потока и силы, вызванные как статической, так и проточной водой. Они должны быть сконструированы так, чтобы выдерживать длительность их проектирования и быть стойкими к износу, старению и внешним воздействиям из-за экстремальных погодных условий и землетрясений[3].

При проектировании гидравлической структуры проектировщик рассматривает множества доступных вариантов, которые из прошлого опыта являются самыми экономичными, функциональными и безопасными.

Примерами гидротехнических сооружений и систем, включающих множество подробных гидравлических конструктивных элементов, являются: резервуары для хранения воды, плотины, гидроэлектростанции, насосные станции, впускные сооружения и водосливы, туннели, каналы и трубопроводы, очистные сооружения, пруды-отстойники, контрольно-измерительные сооружения, дренажные и ограничивающие сооружения ливневых вод, водохранилища с чистой водой (муниципальные), водонапорные башни, волноводные резервуары, спиральные оболочки, вытяжные трубы.

При проектировании устойчивых гидравлических структур применяются следующие соображения: устойчивость, стохастический дизайн, трудности моделирования и структурная целостность[3].

Концепция устойчивости развития водных ресурсов включает в себя проектирование структур, которые при надлежащем обслуживании должны

длиться бесконечно или которые, если они будут уничтожены, вызывают только управляемое разрушение условий жизни.

Процедуры проектирования должны предусматривать любую неопределенность в переменных, которая поступает от неопределенностей ввода до критериев проектирования. Для проектирования гидротехнических сооружений в контексте водных ресурсов одна из основных последовательностей критериев удовлетворяет, индивидуально и коллективно.

Данные должны быть адекватными, хорошо понятными, а информация стохастически смоделирована.

Методология должна быть надежной, адекватной для решения пространственных и временных переменных.

Компоненты должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать все нагрузки, быть постоянными, ремонтпригодными и экономичными.

Системы должны соблюдать социальный порядок, быть экономичным и экологически безопасным, на неограниченный срок.

За время эксплуатации гидротехнического сооружения могут возникнуть чрезвычайные ситуации, спровоцированные наводнениями[3].

#### *Меры борьбы с наводнениями*

Невозможно полностью предотвратить гибель людей или исключить ущерб имуществу в ситуациях, подверженных наводнениям, серьезность этого может быть смягчена посредством хорошо спланированных и опытных работ по борьбе с наводнениями. Цель работ по борьбе с наводнениями заключается в защите и уменьшении тяжести воздействия наводнений на развитие сообществ, а также на окружающую среду. Работы по защите могут варьироваться от дайверов с эрозией и стока, берегов рек, застроенных дамбами,

водохранилищами для удержания стока, улучшения канала путем дноуглубительных работ, облицовки каналов, паховых и паводковых плотин. Из анализа истории наводнений меры по предотвращению и сокращению ущерба, вызванного наводнениями, можно разделить на две большие группы:

1. Структурные действия. Это меры по вмешательству в явления формирования и маршрутизации наводнений:

- сохранение и коррекция почв в дренажных бассейнах;
- плотины, контроль и регулирование водохранилищ;
- гидравлические работы в реках (дамбы, диверсии, улучшения каналов и т. д.).

2. Неструктурные действия. Это меры по смягчению или уменьшению ущерба от наводнений:

- карты рисков;
- зонирование, модели землепользования;
- система страховок;
- общее правовое регулирование, строительные нормы.

3. Другие виды неструктурных мер:

- системы прогнозирования паводков и предупреждения о наводнениях;
- планы чрезвычайных действий.

Планирование мероприятий по уменьшению опасности наводнений должно проводиться для всего сооружения с анализом каждой из возможных мер и их взаимосвязей, а также их последующего воздействия на маршрутизацию наводнений.

Плотины и водохранилища можно разделить на четыре категории в соответствии с их целью в смягчении последствий наводнений:

1. Резервуары с единой целью регулирования (водоснабжение, орошение или гидроэнергетика), в которых частота смягчения последствий наводнений обычно мала

2. Многоцелевые резервуары, основной целью которых является хранение воды, но в которых смягчение последствий наводнений является также важной задачей

3. Многоцелевые резервуары с основной целью смягчения последствий наводнений в сочетании с другими целями водорегулирования.

4. Резервуары с единственной целью смягчения последствий наводнений и сокращения ущерба, понесенного ниже по течению. Они известны как плотины для смягчения последствий наводнений.

Гидрологические критерии для проектирования дамб для смягчения последствий наводнений:

1. «Наводнение притока» или «Наводнение безопасности», чтобы обеспечить безопасность гидрологической плотины.
2. Защитный дизайн наводнения, который является потоком, который плотина может маршрутизировать, не производя повреждений вниз по течению[4].

### **1.3 Аварии на гидротехнических сооружениях**

Около четверти всех гидротехнических сооружений находятся в аварийном состоянии. Причинами этого является износ гидротехнических сооружений, нехватка опытного и обученного персонала, несвоевременно проведенный ремонт и реконструкция гидротехнического сооружения.

Виды аварий на ГТС:

1. При прорыве дамбы образуется волна прорыва, вследствие чего происходит катастрофическое затопление местности.
2. Прорыв дамбы, который приводит к образованию прорывного паводка.
3. Прорыв дамбы, который приводит к уничтожению плодородного слоя.

Причины аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях делятся на причины природного и техногенного характера.

Причинами природного характера аварийной ситуации на объекте являются: землетрясение, паводки, ураганы, в общем, все то, что связано с силами природы.

Причинами техногенного характера аварийной ситуации на объекте являются те факторы, которые связаны с деятельностью человека. Это может быть ошибка при проектировании гидротехнического сооружения, низкокачественное выполнение ремонтных работ, использование некачественных материалов при строительстве, разрушение основания гидротехнического сооружения, терроризм и т.д. Ниже представлена таблица 1.2, в которой можно увидеть в процентном соотношении как часто и по какой причине возникают аварийные ситуации на гидротехническом сооружении [5].

Таблица 1.2 – Причины аварийных ситуаций на ГТС

Причина	% возникновения
Разрушение основания ГТС	40
Неправильный водосброс	23
Неисправность конструкции	12
Неравномерная осадка	10
Большое давление на ГТС	5
Терроризм	3
Оползание откосов	2

## Продолжение таблицы 1.2

Материалы с дефектом	2
Неправильная эксплуатация	2
Землетрясение	1

Из приведенной таблицы можно сделать вывод, что почти половина гидродинамических аварий, происшедших на гидротехнических сооружениях, является результатом разрушения основания самого гидротехнического сооружения. В редких случаях причинами являются природные катаклизмы[5].

### **1.4 Последствия аварий на гидротехнических сооружениях**

Аварии на гидротехнических сооружениях могут нести характер катастрофических последствий. Аварии на таких сооружениях называются гидродинамическими.

Поражающими факторами аварий на гидротехнических сооружениях являются:

- затопление территории,
- волна прорыва.

Последствия аварий на гидротехнических сооружениях очень трудно предсказать.

Последствия можно разделить на первичные и вторичные. К первичным последствиям относят: обширное затопление местности, гибель людей, уничтожение функционирования районов.

В зону затопления могут попасть потенциально опасные объекты (система канализации, места хранения мусора, объекты, на которых хранятся химические и биологически вещества), при разрушении которых возникнет сложная санитарно-эпидемическая обстановка. Это и будет относиться к вторичным последствиям гидродинамических аварий.



При строительстве ГТС производят расчет возможных зон затопления, вследствие чего стараются не размещать населенные пункты рядом с этими территориями[6].

### **1.5 Мероприятия по защите и безопасности населения при авариях на ГТС**

Для обеспечения безопасности и защиты населения при авариях используется ряд мер, такие как:

- организационные меры;
- инженерно-технические.

К организационным мерам относят: правильное расположение ГТС относительно населенных пунктов, строительство объектов инфраструктуры, таким образом, что в зону возможного затопления они попадать не будут, высаживание лесов, с целью снижения скорости волны прорыва и т.д.

К инженерно-техническим мерам относят: обвалование объекта и населенного пункта, укрепление берега, создание систем, с помощью которых оползневые процессы стремятся к минимуму и т.д.

При возможном прорыве ГТС принимается решение по укреплению стенок гидротехнического сооружения, но если прорыв не удастся предотвратить, используются следующие меры:

1. оповещение населения о ЧС;
2. эвакуация населения из зон возможного подтопления;
3. населению, которое не смогло покинуть зону ЧС, следует располагаться на верхних этажах, возвышенностях;
4. проведение АСР;
5. оказание медицинской помощи пострадавшим;
6. проведение АСДНР [7].

## 1.6 Типовые сценарии аварий гидротехнических сооружений

Вероятные сценарии аварий на ГТС приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – сценарии аварий ГТС[8].

Тип прогноза аварии	Вид сооружения	Характерная черта аварии	Последствия аварии
1	2	3	4
Разрушения напорного фронта, сопровождающиеся образованием прорана, в который происходит излив воды или жидких отходов, неконтролируемый персоналом ГТС, а также неконтролируемый перелив через гребень плотины из-за переполнения водохранилища или возникновения экстремальных волн	Плотины водохранилищ	Образование прорана в напорном фронте	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
		Перелив через плотину без прорыва напорного фронта (при переполнении водохранилища, возникновении в водохранилище волн вытеснения или экстремальных ветровых волн)	Затопление местности
	Здания гидроэлектростанций	Прорыв напорного фронта	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
	Водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения	Прорыв напорного фронта	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
Разрушения напорного фронта, сопровождающиеся образованием прорана, в который происходит излив воды или жидких отходов, неконтролируемый персоналом ГТС, а также неконтролируемый перелив через гребень плотины из-за переполнения водохранилища или возникновения экстремальных волн	Каналы	Прорыв напорного фронта насыпей (для каналов в насыпи или полунасыпи)	Затопление местности
		Перелив длинных волн через гребень насыпей (возможная ситуация при резком закрытии затворов и резких переключениях насосных станций)	Затопление местности
	Туннели	Нарушение оболочки	Подтопление местности из-за избыточной фильтрации

Продолжение таблицы 1.3

	Сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных организаций	Прорыв дамбы	1. Затопление местности. 2. Вынос жидких отходов промышленных организаций
	Сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, дамбы обвалования польдеров и осушенных территорий	Образование прорана в напорном фронте	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
		Перелив через дамбу без прорыва напорного фронта (при переполнении водохранилища, возникновении в водохранилище волн вытеснения или экстремальных ветровых волн)	Затопление местности
Повреждения отдельных элементов сооружения, приведшие к необходимости аварийного понижения напора на ГТС и сопровождавшиеся сбросом воды или жидких отходов	Плотины водохранилищ	Повреждение плотины, создающее угрозу разрушения напорного фронта с образованием прорана	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
	Здания гидроэлектростанций	Повреждение здания гидроэлектростанций, создающее угрозу гибели (травмирования) персонала и (или) разрушения напорного фронта с образованием прорана	1. Гибель (травмирование) персонала. 2. Опорожнение водохранилища. 2.1 Затопление местности
Повреждения отдельных элементов сооружения, приведшие к необходимости аварийного понижения напора на ГТС и сопровождавшиеся сбросом воды или жидких отходов	Водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения	Повреждение сооружения, создающее угрозу разрушения напорного фронта с образованием прорана	1. Опорожнение водохранилища. 2. Затопление местности
	Каналы	Повреждение насыпи канала, создающее угрозу разрушения напорного фронта с образованием прорана (для каналов в насыпи или полунасыпи)	Затопление местности

### Продолжение таблицы 1.3

	Туннели	Разрушение запорных устройств	Прохождение по туннелю в нижний бьеф нерасчетного расхода воды (затопление местности, возможные дальнейшие разрушения)
Аварии ГТС, золошлакоотвалов и шламонакопителей, содержащих в отходах опасные вещества, связанные с нарушением фильтрационной прочности ГТС и его основания и приведшие к загрязнению опасными веществами территории вне ГТС	Сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций	Нарушение режима фильтрации	Загрязнение территории, поверхностных и грунтовых вод вредными веществами

### 1.7 Примеры из истории крупных гидродинамических аварий в мире

1. 12.03.1928г. Плотина Сент-Франсис, Калифорния. Вследствие не правильной технологии строительства и вовремя не принятых мер, в зоне затопления оказалось 80 км долины, в результате чего 600 человек погибло.

2. Июнь 1993 Киселевское водохранилище. Причиной аварии стал паводок, который спровоцировал наводнение. Пострадавших 6,5 тыс. человек, погибших 12[9].

3. 10.09.1963 г. Плотина Вайона, Италия. За 15 минут было уничтожено несколько небольших поселений и погибло 2 000 человек.

4. 18.08.2002 г. Виттенберг, Германия. Разрушилось 7 защитных дамб на р. Эльба из-за сильного наводнения. Огромное количество воды вылилось на город, 40 000 человек были эвакуированы, 19-погибли, 26-потеряны.

5. 17.08.2009 г. Саяно-Шушенская ГЭС, 75 человек погибло[10].

## **2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Информация о предприятии ТГОК «Ильменит»**

В данной работе рассматривается гидротехническое сооружение Туганского горно-обогатительного комбината «Ильменит».

Акционерное общество «Туганский горно-обогатительный комбинат «Ильменит» — это горнодобывающее предприятие, созданное с целью промышленной разработки Туганского месторождения ильменит-цирконовых песков.

В соответствии с лицензионным соглашением с 2003-2005 гг. на базе Южно-Александровского лицензионного участка был организован карьер открытой добычи, а в 5 км от него построен обогатительный комбинат. В 2005 году запущено опытно-промышленное производство по добыче и обогащению минеральных песков мощностью 125 тыс. тонн в год.

В настоящее время ведется реализация проекта крупномасштабной разработки месторождения за счёт вовлечения в добычу ресурсов Кусковско-Ширяевского лицензионного участка и увеличения производственных мощностей до 6,9 млн. тонн рудных песков в год[11].

Проект предусматривает проектирование и строительство горно-обогатительного комплекса по производству циркона, ильменита, рутил-лейкоксена и кварцевого песка для стекольной промышленности мощностью 6,9 млн тонн по исходному сырью. Запуск ГОКа будет осуществлен в три очереди:

- первая очередь — 2,3 млн тонн в год;
- вторая очередь — 2,3 млн тонн в год;
- третья очередь — 2,3 млн тонн в год.

С выходом на проектную мощность Туганский ГОК будет производить продукцию в следующих объемах:

- ильменитовый концентрат (>54% TiO<sub>2</sub>) — 83 тыс. тонн в год;
- лейкоксеновый концентрат (>85% TiO<sub>2</sub>) — 6 тыс. тонн в год;
- цирконовый концентрат (66% ZrO<sub>2</sub>) — 42 тыс. тонн в год;
- кварцевых песков для стекольной промышленности (ГОСТ 22551-77), кварцевых песков фракционированных, кварцевых формовочных песков — 1 млн тонн в год[12].

Туганское месторождение расположено на территории Томского района Томской области в 40 км северо-восточнее г. Томска, в зоне с развитой инфраструктурой.

Профилем предприятия является добыча и обогащение минеральных песков Туганского месторождения. АО «ТГОК «Ильменит» производит цирконовый концентрат, ильменитовый концентрат, кварцевый стекольный песок и кварцевый фракционированный песок.

Потребителями продукции являются такие отрасли промышленности как: производство сварочных электродов, губчатого титана, металлического циркония, огнеупоров, керамических изделий, стеклотары и флоат-стекла, строительных материалов.

Месторождение можно считать крупнейшим в России по запасам кварцевых песков с высоким содержанием циркона, ильменита и рутила. Специалисты утверждают, что ближайшие подобные месторождения остались только в Украине и Казахстане. По мнению инвесторов Туганское месторождение наиболее подготовлено к промышленной разработке, то есть обладает хорошей инфраструктурой, которая позволяет снизить экономические издержки на этапе подготовки к производству.

Как сказал директор «Ильменита», томская компания приступила к проектированию горно-обогатительного комбината мощностью четыре миллиона тонн минеральных песков в год. Инвестиции в проект к 2019 году составят 132 миллиона долларов. Запуск комбината запланирован на 2016 год, выход на проектную мощность — на 2018-й. «Ильменит» планирует занять на российском рынке позицию второго крупного поставщика продуктов обогащения минеральных песков с рыночной долей 30 % по циркону и 15 % по титановому сырью, а также стать крупнейшим поставщиком стекольных песков в Сибирском регионе с долей рынка 50 %[13].

## **2.2 Задачи ТГОК «Ильменит»**

Строительство крупного горно-обогатительного комбината имеет ряд положительных социально-экономических эффектов для Томской области:

- Создание новых рабочих мест (около 200 человек);
- Разработка значительного природно-ресурсного потенциала региона;
- Диверсификация промышленности Томской области;
- Создание новых объектов промышленности и объектов инфраструктуры;
- Прирост валового регионального продукта Томской области.

Производство основывается на современной аппаратурно-технологической схеме, проект согласован во всех надзорных и разрешающих инстанциях[12].

### **2.3 Характеристики прудов-отстойников обогатительного комплекса ОАО «ТГОК «Ильменит»**

В административном отношении участок размещения Обоганительного комплекса Туганского месторождения находится в северо-восточной части Томского района, на западной окраине п.Октябрьский.

На территории горно-обогатительного комбината находятся пруды-отстойники. В данной работе производится оценка риска эксплуатации этих самых прудов-отстойников.

Пруды - отстойники, используемые в технологическом процессе, размещены на западе отведенной производственной площадки ГОКа. Пруды - отстойники предназначены для приема обводненной продукции (песок, каолин), получаемой в результате технологического разделения исходного природного сырья (песок). В прудах - отстойниках происходит отстаивание и осветление технологической воды и дальнейший ее сброс в водохранилище (пруд №11 на реке Туганчик), через подземный коллектор диаметром 320мм. Поступающая в пруды – накопители продукция – песок и каолин, регулярно извлекается из отстойников экскаваторами.

#### *Пруд-отстойник строительных песков*

Пруд-отстойник геометрически представляет трапецию со сторонами основания 36 и 25 метров и боковыми сторонами 41 и 39 метров. Периметр пруда (средний) 141 метр. Площадь пруда-отстойника составляет 1220 м.

Пруд-отстойник выполнен путем заглубления на рельефе. По сторонам 36 метров, 25 метров и 41 метр дамбы отсутствуют. По стороне 39 метров существует дамба, которая служит технологической дорогой для доставки руды.



Высота дамбы относительно поверхности почвы - 2,42 метра. Высота дамбы относительно уреза воды в пруде-отстойнике - 1,1 метр. Урез воды относительно поверхности почвы - 1,32 метр. Величина слоя осветленной воды - 0,7 м. Ширина дамбы по гребню - 14 метров. Ширина дамбы по основанию - 24 метра.

Дамба является технологической автодорогой для завозки рудного песка на склад руды (20 рейсов ежедневно, автосамосвалами общим весом с грузом 25-30 тонн) и для грейферного крана МКГ-25 для постоянной очистки отстойника от песка.

В пруд-отстойник строительного песка смесь воды и песка подается по трубопроводу диаметром 80 мм с помощью насоса производительностью 160 м<sup>3</sup> в час. Поскольку подача осуществляется через зумпф, то режим подачи циклический: насос работает в течение 20 минут с последующей остановкой на 5-7 минут.

#### *Пруд-отстойник каолина (1-я секция)*

Пруд-отстойник геометрически представляет трапецию со сторонами основания 40 и 70 метров и боковыми сторонами 47 и 42 метра. Периметр пруда (средний) 199 метров.

Пруд-отстойник выполнен путем заглубления на рельефе с отсыпкой дамб со стороны понижения рельефа. По стороне 47 метров дамбы нет.

По стороне 40 метров - естественная перемычка между 1-й и 2-й секцией пруда-отстойника каолина шириной 20 метров по гребню, на которой смонтировано переливное устройство между прудами в виде лотка.

По стороне 42 метра в т.ч.: высота дамбы относительно поверхности почвы - 0,78 метра; высота дамбы относительно уреза - 1,63 метра; урез воды относительно почвы - 0,85 метра (урез ниже почвы на 0,85 метра).

По стороне 70 метров в.т.ч.: высота дамбы относительно поверхности почвы - 1,4 метра; высота дамбы относительно уреза - 1,85 метра; урез воды относительно почвы - 0,45 метра (урез ниже почвы на 0,45 метра). Величина слоя осветленной воды составляет 0,7-1,0 метр.

*Пруд-отстойник каолина (2-я секция)*

Пруд-отстойник геометрически представляет равнобедренный треугольник со стороной основания 26 метров и боковыми сторонами 34 метра каждая.

Пруд-отстойник выполнен путем заглубления на существующем рельефе с отсыпкой дамб в местах понижения рельефа.

По стороне 26 метров дамбы нет, а существует естественная перемычка (целик) между 1-й и 2-й секцией пруда-отстойника шириной 20 метров по гребню с переливным устройством между прудами в виде лотка.

По стороне 34 метра справа (ближе к вершине треугольника) на протяжении 17 метров существует дамба со следующими характеристиками: высота дамбы относительно почвы - 2,2 метра; высота дамбы относительно уреза - 2,8 метра; урез воды относительно почвы - 0,6 метра (урез воды ниже отметки почвы на 0,6 метра).

Со стороны 34 метра слева: высота дамбы относительно почвы -1,1 метр; высота дамбы относительно уреза - 2,5 метр; урез воды относительно почвы - 1,4 метр (урез воды ниже отметки почвы на 1,4 метра); величина слоя осветленной воды составляет 0,7-1,0 метр; полотно дамбы является технологической автодорогой для экскаватора типа Драглайн для чистки пруда-отстойника.

РД 03-626-03 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и

юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения» посвящен определению вреда, который может быть причинен при аварии на гидротехническом сооружении.

Для определения вреда причиненного аварией на гидротехническом сооружении необходимо учитывать затраты, понесенные в результате гибели, пропажи без вести и травматизма людей; ущерб основным и оборотным фондам предприятий, кроме основных и оборотных фондов владельца ГТС; ущерб готовой продукции предприятий; ущерб элементам транспорта и связи, жилому фонду и имуществу граждан, сельскохозяйственному производству, лесному фонду от потери леса как сырья по рыночным ценам, от затопления и гибели лесов по фактическим затратам на восстановление леса, от сброса опасных веществ (отходов) в окружающую среду, а также ущерб, вызванный нарушением водоснабжения из-за аварий водозаборных сооружений; расходы, связанные с ликвидацией последствий аварии и прочие виды ущерба.

Для того чтобы рассчитывать вред причиненный от аварии, необходимо убедиться в том, что это будет нужно. Таблица 2.1[14] поможет с этим определиться.

Основными задачами оценки риска аварий ГТС являются оценка частот (среднегодовых вероятностей) возникновения и развития аварий ГТС по всем основным сценариям, идентифицированным на стадии предварительного анализа опасностей (ПАО); оценка последствий возникновения и развития основных сценариев аварий ГТС; обобщение полученных оценок.

Таблица 2.1 – Категорирование по уровню риска аварий, возможных на ГТС

Категория аварии	Уровень риска	Тяжесть последствий аварии			Рекомендации по анализу риска	Разработка мер безопасности
		для персонала и населения	для объектов и иных материальных ценностей	для окружающей природной среды		
А	Высокий	Гибель людей	Существенный ущерб ГТС и имуществу третьих лиц	Невосполнимые экологические потери	Обязателен детальный анализ риска	Требуются особые меры для снижения риска
В	Существенный	Угроза жизни людей, травмы персонала и населения	Значительные разрушения ГТС и имущества третьих лиц	Существенные экологические потери	Желателен детальный анализ риска	Требуются меры безопасности для снижения риска
С	Средний	Потери маловероятны	Незначительные повреждения ГТС, потери имущества третьих лиц	Незначительные экологические потери	Рекомендованный анализ риска	Рекомендуется принятие мер безопасности
Д	Низкий	Потери маловероятны	Несущественные повреждения ГТС, потери имущества третьих лиц мало вероятны	Несущественные экологические потери	Анализ риска не требуется	Принятие мер безопасности не требуется

### 3 РАССЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

#### 3.1 Возможные сценарии аварийных ситуаций

Вероятность разрушений сооружений в окрестности расположения прудов-отстойников может быть обусловлена возникновением аварийных ситуаций на этих технических объектах. Такие ситуации могут возникать при низвержении потоков воды из гидротехнических сооружений.

Возможны 2 варианта возможного истечения воды из прудов-отстойников, а именно в случае:

- а) переполнения пруда
- б) разрушения дамбы

#### 3.2 Расчет сценариев аварийных ситуаций

##### 3.2.1 Пруд-отстойник строительного песка

На рис. 3.1 приведено в плане изображение пруда-отстойника строительного песка

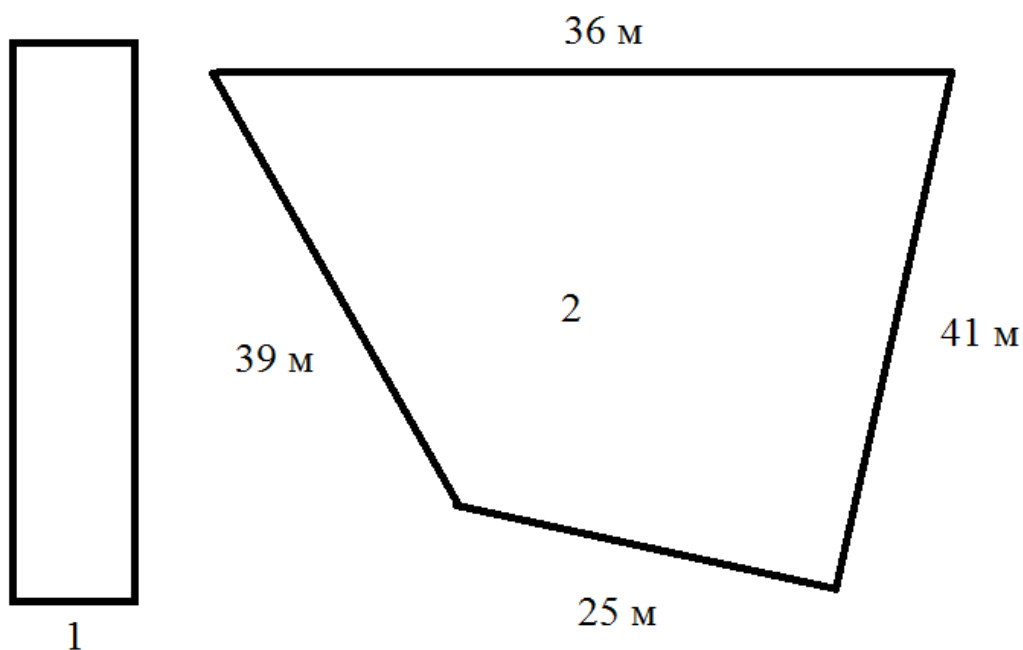


Рис 3.1 – Пруд-отстойник строительного песка

здесь 1– дамба, 2– пруд-отстойник.

Пруд находится на участке с естественным понижением почвы. Дамба имеется только с одной стороны в сторону склона. Относительная отметка дамбы 188,7 м, по трем сторонам пруда – отметки 188 – 189 м, ниже дамбы – снижение до 183,3 м в сторону оврага и до 183,9 в сторону производственного здания предприятия.

В пруд-отстойник строительного песка смесь воды и песка подается по трубопроводу диаметром 80 мм с помощью насоса производительностью 160 м<sup>3</sup> в час. Поскольку подача осуществляется через зумпф, то режим подачи циклический: насос работает в течение 20 минут с последующей остановкой на 5-7 минут. Следовательно, каждые 25 минут подается

$$160/3 = 53 \text{ м}^3 \text{ или } 127 \text{ м}^3 \text{ в час.}$$

а) Переполнение пруда

Высота дамбы относительно зеркала воды составляет 1,1 м, площадь поверхности пруда 1220 м<sup>2</sup>.

Для заполнения пруда до верхнего уровня поверхности дамбы требуется объем равный

$$V = 1,1 * 1220 = 1342 \text{ м}^3$$

Требуемое время заполнения будет составлять (при условии отсутствия стока воды по каналу)

$$1342/127 = 10,6 \text{ час}$$

Подобный сценарий ситуации вряд ли может реализоваться, поскольку на объекте имеется регулировщик хвостового хозяйства, в обязанности

которого входит регулировка водного баланса и уровня воды в прудах отстойниках. В течение рабочей смены он периодически производит обход и осмотр объектов.

б) Разрушение дамбы.

Высота уреза воды относительно поверхности почвы составляет 1,32 м. При полном разрушении дамбы на поверхность земли должно вылиться воды

$$1220 * 1.32 = 1610 \text{ м}^3$$

Поскольку за прудом (дамбой) следует естественное понижение уровня поверхности земли с уклоном в сторону водохранилища (перепад высот с 184,7 м до 183,3 м), то вытекающая вода неизменно потечет в этом направлении, минуя производственное здание (отметка 185,6 м). Максимальная высота волны не превышает 0,7 м, ширина 14 м.

Дамба (насыпь) представляет собой противофильтрационный суглинистый экран и служит технологической автодорогой для завозки рудного песка на склад руды и с нее производится выемка песка из пруда экскаваторной техникой. Верхний откос дамбы закреплен посевом трав, а места амплитуды горизонта воды укреплены камнями.

Высота дамбы 2,42 м, ширина дамбы по гребню составляет 14 м, по основанию – 24 м. При таких геометрических размерах насыпи ее разрушение вряд ли представляется возможным (практически невероятным). Образование канавки с последующей эрозией почвы до уровня воды в пруде также является невероятным событием, т.к. атмосферные осадки на поверхности гребня не задерживаются и любое повреждение насыпи не может оказаться незамеченным работающим персоналом.

### 3.2.2 Пруды-отстойники каолина

Пруды-отстойники каолина (1 и 2 секции) расположены по другую сторону автодороги по отношению к производственным корпусам. В 1 секцию пруда-отстойника смесь воды и каолина подается по трубопроводу диаметром 80 мм с помощью насоса производительностью 63 м<sup>3</sup> в час. Из первой секции во вторую вода перетекает по переливному устройству в виде лотка.

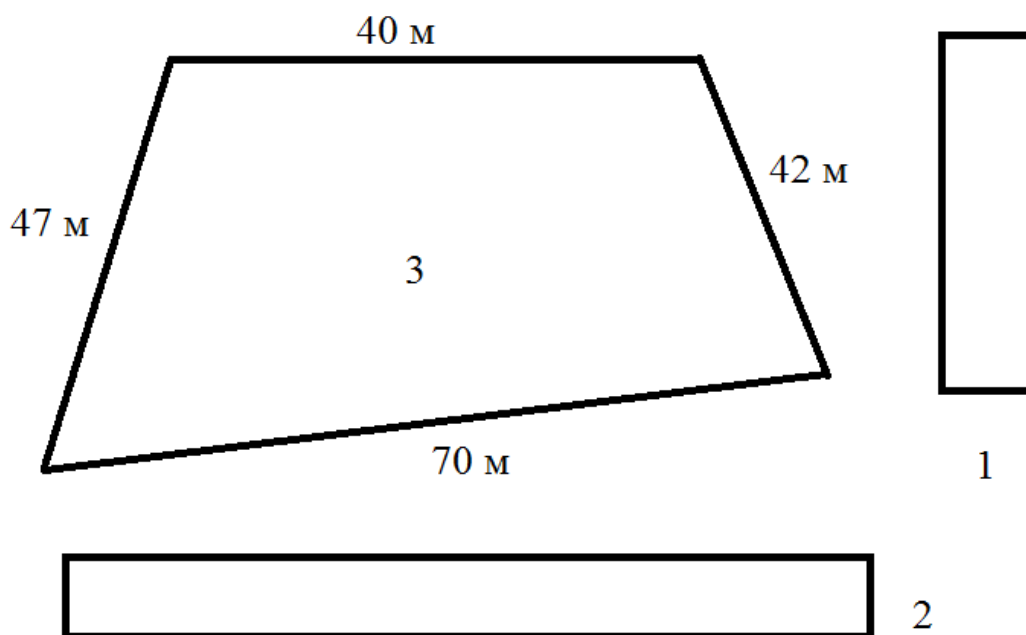


Рис 3.2 – Пруд каолина, 1 секция

Здесь 1,2 – дамбы, 3– пруд-отстойник

*Пруд-отстойник каолина (1 секция).*

Пруд имеет форму трапеции. По стороне одного основания имеется дамба высотой 1,4 м относительно почвы. По стороне другого основания, обращенного к секции 2, имеется естественная перемычка шириной 20 м. Вдоль одной боковой стороны дамбы нет. Вдоль другой боковой стороны имеется



дамба высотой 0,78 м относительно почвы. Относительная отметка дамб 188 м, зеркала воды – 187,1 м, почвы – 186,6 – 187 м.

а) Переполнение пруда

Минимальная высота дамбы относительно зеркала воды 0,63 м, площадь поверхности пруда 2310 м<sup>2</sup>. Для заполнения пруда до верхнего уровня поверхности дамбы требуется объем равный

$$V = 0,63 * 2310 = 1455 \text{ м}^3$$

Требуемое время заполнения будет составлять (при условии отсутствия стока воды по лотку)

$$1455/63 = 23 \text{ часа}$$

Подобный сценарий ситуации вряд ли может реализоваться, поскольку на объекте имеется регулировщик хвостового хозяйства, в обязанности которого входит регулировка водного баланса и уровня воды в прудах отстойниках.

б) Разрушение дамб

Максимальная высота уреза воды относительно поверхности почвы составляет 0,55 м. При полном разрушении дамбы на поверхность земли должно вылиться  $2310 * 0,55 = 1271 \text{ м}^3$  воды. Поскольку за дамбой следует естественное понижение земли в сторону водохранилища, то вся вода туда и устремится.

*Пруд-отстойник каолина (2 секция).*

Пруд имеет форму равнобедренного треугольника. По стороне основания, обращенного к секции 1, имеется естественная перемычка шириной 20 м. Вдоль боковых сторон имеются дамбы высотой 2 – 2,5 м относительно почвы.

Относительная отметка дамб 188,4 – 188,7 м, зеркала воды – 185,9 м, почвы – 186,5 – 187,3 м.

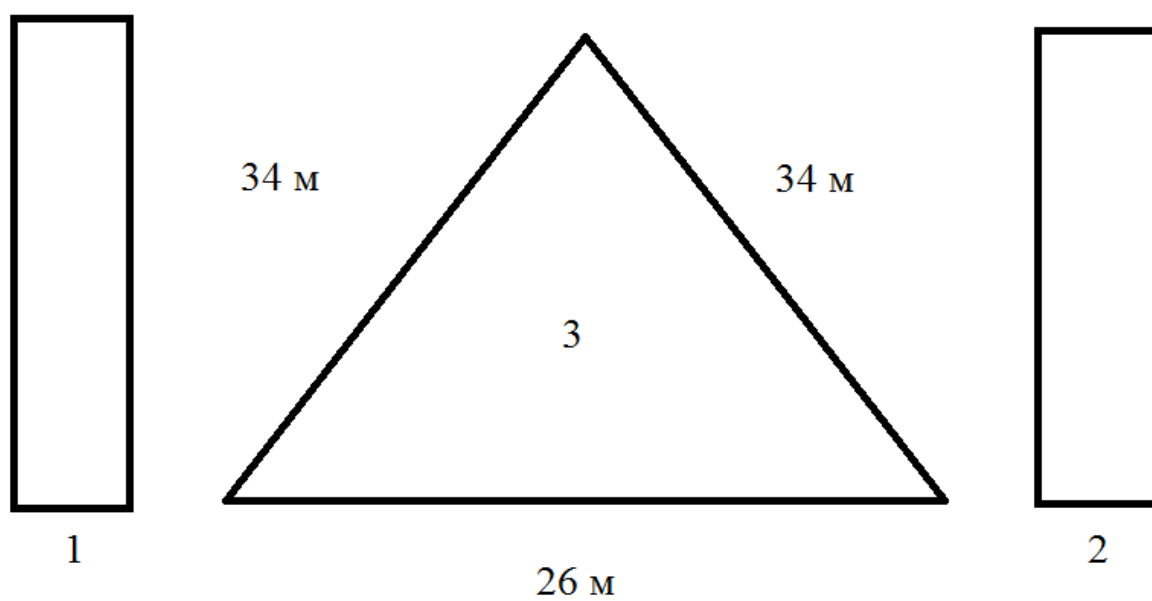


Рис 3.3 – Пруд каолина 2 секция

Здесь 1,2 – дамбы, 3 – пруд-отстойник

а) Переполнение пруда.

Минимальная высота дамбы относительно зеркала воды 2,5 м, площадь поверхности пруда 403 м<sup>2</sup>. Для заполнения пруда до верхнего уровня поверхности дамбы требуется объем равный

$$V = 2,5 \cdot 403 = 1008 \text{ м}^3$$

Требуемое время заполнения будет составлять (при условии отсутствия стока воды по лотку)

$$1008/63 = 16 \text{ часов}$$

Подобный сценарий ситуации вряд ли может реализоваться, поскольку на объекте имеется регулировщик хвостового хозяйства, в обязанности которого входит регулировка водного баланса и уровня воды в прудах отстойниках.

б) Разрушение дамбы.

Максимальная высота уреза воды относительно поверхности почвы составляет - 0,6 м (урез воды находится ниже поверхности почвы на 1,4 – 0,6 м). При полном разрушении дамбы на поверхность земли вылиться не может.

При любом сценарии аварийной ситуации на прудах-накопителях каолина никаким техническим сооружениям опасность какого-либо разрушения не угрожает по причине отсутствия таковых сооружений.

#### 4 РЕЗУЛЬТАТЫ

Сценарий переполнения прудов-отстойников вряд ли сможет реализоваться, так как на объекте находится регулировщик хвостового хозяйства, в обязанности которого входит регулировка водного баланса и уровня воды в прудах отстойниках.

Сценарий разрушения дамбы на примере пруда-отстойника строительного песка вряд ли представляется возможным при таких геометрических размерах насыпи ее разрушение (практически невероятным). Образование канавки с последующей эрозией почвы до уровня воды в пруде также является невероятным событием, т.к. атмосферные осадки на поверхности гребня не задерживаются и любое повреждение насыпи не может оказаться незамеченным работающим персоналом.

Поскольку за прудом (дамбой) следует естественное понижение уровня поверхности земли с уклоном в сторону водохранилища (перепад высот с 184,7 м до 183,3 м), в случае, если произойдет мгновенное разрушение дамбы, то вытекающая вода неизменно потечет в этом направлении, минуя производственное здание (отметка 185,6 м). Максимальная высота волны не превышает 0,7 м, ширина 14 м.

Сценарий разрушений дамбы пруда-отстойника каолина 1 секции аналогичен с прудом-отстойником строительного песка, а сценарий разрушения дамбы пруда-отстойника каолина 2 секции при полном разрушении дамбы на поверхность земли вылиться не может, так как максимальная высота уреза воды относительно поверхности почвы составляет - 0,6 м (урез воды находится ниже поверхности почвы на 1,4 – 0,6 м).

При авариях на гидротехнических сооружениях к зонам слабых разрушений относятся зоны затопления со следующими минимальными параметрами:

Таблица 4.1

	Глубина затопления, м	Скорость течения, м/сек	Продолжительность, час
Ущерб основным фондам	2	1	50
Ущерб элементам транспорта	0,5	0,5	30
Ущерб жилому фонду и имуществу	1	1	12

Поскольку ни в одном из приведенных сценариев параметры затопления не превосходят значений, приведенных выше в таблице, то последствия нельзя принимать за разрушения.

Из таблицы 2.1, видим, что категория аварии в данном случае D, в которой уровень риска низкий, потери маловероятны. Производить оценку риска по РД 03-626-03 «Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения» является не целесообразным.

## **5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Целью выпускной квалификационной работы по теме: «Оценка риска эксплуатации гидротехнического сооружения» является изучение риска аварий, разрушений на территории ТГОК «Ильменит». Для этого в выпускной квалификационной работе проводится расчёт риска аварий и разрушений, которые могут привести в чрезвычайной ситуации на объекте.

Основной целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является обоснование и оценка эффективности выполненной работы с точки зрения уменьшения возникновения рисков на исследуемом объекте.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Определение потенциальных потребителей;
- Выполнение анализа конкурентных технических решений;
- Разработка плана научно-исследовательских работ;
- Расчет бюджета на проведение научно-технических исследований;
- Оценка эффективности выполненной работы.

Заинтересованными сторонами данной работы будут являться ТГОК «Ильменит» и Главное управление МЧС России по Томской области.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	Б <sub>к3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>	К <sub>к3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Удобство в эксплуатации	0,1	5	3	2	5	0,5	0,3	0,2	0,5

Продолжение таблицы 5.1

Потребность в дополнительных исследованиях	0,2	3	2	2	5	0,6	0,4	0,4	1
Универсальность метода	0,13	4	4	3	5	0,52	0,52	0,39	0,65
Специальное оборудование	0,05	5	4	3	5	0,25	0,2	0,15	0,25
Предоставляемые возможности	0,17	3	3	2	4	0,51	0,51	0,34	0,68
Экономические критерии оценки эффективности									
Суммарная стоимость оборудования	0,1	5	2	1	5	0,5	0,2	0,1	0,5
Конкурентоспособность	0,05	4	3	3	5	0,2	0,15	0,15	0,25
Цена	0,1	5	4	3	5	0,5	0,4	0,3	0,5
Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	5	5	0,25	0,25	0,25	0,25
Сотрудники узкого профиля для работы с методикой	0,05	4	2	2	5	0,2	0,1	0,1	0,25
Итого	1	41	31	25	48	3,57	3,42	2,37	4,82

Где сокращения: Бф – метод укрепленных показателей; Бк1 – планшетный метод оценки вероятностного вреда от аварии на ГТС; Бк2 - методика по расчету развития гидродинамических аварий; Бк3 - метод детальной оценки.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.



Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (5.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что метод детальной оценки является наиболее эффективным и целесообразным способом для определения рисков на гидротехнических сооружениях. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как необходимость дополнительных исследований для получения достоверных результатов, использование дополнительного оборудования, необходимость иметь в штате сотрудников, узких специалистов, для работ с данными методиками на предприятии и т.д.

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Оценка риска эксплуатации гидротехнического сооружения» для объекта ТГОК «Ильменит» состоит из 10 этапов, представленных в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор направления исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление и утверждение темы проекта	

Продолжение таблицы 5.2

Основной этап	3	Постановка цели и задач выполняемой работы	Научный руководитель
	4	Подбор литературы по тематике работы	Студент
	5	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент
	6	Написание теоретической части ВКР	Студент
	7	Подведение промежуточных итогов ВКР	Научный руководитель, студент
	8	Выполнение практической части ВКР	Научный руководитель, студент
Заключительный этап	9	Работа над выводами по проекту	Студент
	10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудовых затрат необходимо определить трудоемкость работ каждого участника научного исследования. Для определения ожидаемого значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (5.2)$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\text{mini}}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.1}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.2}} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.3}} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.4}} = \frac{3 * 7 + 2 * 14}{5} = 9,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.5}} = \frac{3 * 10 + 2 * 20}{5} = 14 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.6}} = \frac{3 * 10 + 2 * 25}{5} = 16 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.7}} = \frac{3 * 2 + 2 * 7}{5} = 4 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож.8}} = \frac{3 * 5 + 2 * 15}{5} = 9 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.9}} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2.4 \text{ чел. - дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 10-ого этапа работы:

$$t_{\text{ож.10}} = \frac{3 * 10 + 2 * 30}{5} = 18 \text{ чел. - дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \tag{5.3}$$

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

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Продолжительность 1-ого этапа:

$$T_{p1} = \frac{2,4}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2- ого этапа:

$$T_{p2} = \frac{1,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3- ого этапа:

$$T_{p3} = \frac{2,8}{1} = 3 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4- ого этапа:

$$T_{p4} = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5- ого этапа:

$$T_{p5} = \frac{14}{1} = 14 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6- ого этапа:

$$T_{p6} = \frac{16}{1} = 16 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7- ого этапа:

$$T_{p7} = \frac{4}{2} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8- ого этапа:

$$T_{p8} = \frac{9}{2} = 5 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9- ого этапа:

$$T_{p9} = \frac{2,4}{1} = 2 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 10- ого этапа:

$$T_{p10} = \frac{18}{1} = 18 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 4, 5,6 и 10 этапы.

### 5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (5.4)$$

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 определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (5.5)$$

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.

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.48$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях

$$T_{k1} = 1 * 1.48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях

$$T_{k2} = 1 * 1.48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-ого этапа в календарных днях

$$T_{k3} = 3 * 1.48 = 4 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-ого этапа в календарных днях

$$T_{k4} = 10 * 1.48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-ого этапа в календарных днях

$$T_{k5} = 14 * 1.48 = 21 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-ого этапа в календарных днях

$$T_{k6} = 16 * 1.48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-ого этапа в календарных днях

$$T_{k7} = 2 * 1.48 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-ого этапа в календарных днях

$$T_{k8} = 5 * 1.48 = 7 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9- ого этапа в календарных днях

$$T_{k9} = 2 * 1.48 = 3 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 10- ого этапа в календарных днях

$$T_{k10} = 18 * 1.48 = 27 \text{ кал. дн.}$$

Полученные временные показатели проведения научного исследования сведем в таблицу 6.3



Таблица 5.3 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность	Длительность работ в календарных днях,
		t <sub>min</sub> ,	t <sub>max</sub> ,	t <sub>ожг</sub> ,			
1	Выбор направления исследования	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1	2
2	Составление и утверждение темы проекта	1	3	1,8		1	2
3	Постановка цели и задач	2	4	2,8	Научный руководитель	3	4
4	Подбор литературы по тематике работы	7	14	9,8	Студент	10	15
5	Сбор материалов и анализ существующих разработок	10	20	14	Студент	14	21
6	Написание теоретической части ВКР	10	25	16	Студент	16	24
7	Подведение промежуточных итогов ВКР	2	7	4	Научный руководитель, студент	2	3
8	Выполнение практической части ВКР	5	15	9	Научный руководитель, студент	5	7
9	Работа над выводами по проекту	2	3	2,4	Студент	2	3
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	10	30	18	Студент	18	27

Таблица 5.4 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	T <sub>ki</sub> кал.д н.	Продолжительность выполнения работ												
				февраль		март			апрель			май			июнь	
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Выбор направления исследования	Научный руководитель, студент	2	■												
2	Составление и утверждение темы проекта		2	■	■											
3	Постановка цели	Научный руководитель	4		■											
4	Подбор литературы по тематике работы	Студент	15			■	■	■								
5	Сбор материалов и анализ существующих разработок	Студент	21					■	■	■						
6	Написание теоретической части ВКР	Студент	24							■	■	■				
7	Подведение промежуточных итогов ВКР	Научный руководитель, студент	3										■			
8	Выполнение практической части ВКР	Научный руководитель, студент	7											■		
9	Работа над выводами по проекту	Студент	3												■	
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент	27													■

### 5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 5.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	лист	250	2	1000
Ручка	шт.	5	15	75
Карандаш	шт.	5	20	100
Маркер цветной	шт.	5	30	150
Скрепки канцелярские	упаковка	3	35	105
Мультифора	шт.	20	2	40
Картридж	шт.	2	900	1800
<b>Итого</b>				<b>3270</b> <b>2050</b>

#### 5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (5.6)$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (15 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (5.7)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5.8)$$

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.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (5.9)$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент;

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$З_m = 23100 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 48048$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$З_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 30940$$

Таблица 5.6 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (праздничные и выходные)	118	118
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	10	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	213

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{48048 * 10,4}{189} = 2643,9$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{30940 * 11,2}{213} = 1626,9$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 7$  раб.дней

Студент:  $T_p = 97$  раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2643,9 * 7 = 18507,3 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 1626,9 * 97 = 157809,3 \text{ руб.}$$

Таблица 5.7 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Научный руководитель	23100	0,3	0,3	1,3	48048	2643,9	7	18507,3
Студент	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1626,9	97	157809,3
Итого $Z_{\text{осн}}$								176316,6

### 5.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (5.10)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Таблица 6.8 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	18507,3	157809,3
Дополнительная зарплата	2776,09	23671,4
Итого, руб	477597	

### 5.3.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (5.11)$$

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 * 202764,09 = 60829,1 \text{ руб}$$

### 5.3.5. Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} \quad (5.12)$$

Накладные расходы составили:

$$Z_{\text{накл}} = (3270 + 477597) * 0,16 = 76938,72 \text{ руб}$$

### 5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 5.9 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	3270	0,95
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	176316,3	51,3
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	26447,09	7,69

### Продолжение таблицы 5.9

4. Отчисления на социальные нужды	60829,3	17,7
5. Накладные расходы	76938,72	22,38
6. Бюджет затрат НИИ	343801,71	100

### 5.3 Оценка эффективности исследования

Высокую эффективность данной работы обуславливает заинтересованность управления МЧС России по Томской области и самого предприятия ТГОК «Ильменит». Так как разработка оценки риска аварий на объекте позволит предвидеть потенциально опасные факторы, тем самым снизить риск возникновения ЧС в регионе.

Таким образом, поставленная цель достигнута, решены поставленные задачи. В разделе «Финансовый менеджмент. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были определены потенциальные потребители результатов исследования, выполнен анализ конкурентных технических решений, который позволил выявить наиболее эффективную методику оценки риска. Также был разработан план научно-исследовательских работ, состоящий из 10 этапов, с помощью которого была построена диаграмма Гантта. Общая продолжительность выполнения исследования составила 97 дней. Кроме того был произведен расчет бюджета научно-технических исследований, который составил 343801руб.



## **6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Целью раздела «Социальная ответственность» является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышение его производительности, сохранение работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

Аварии на гидротехнических сооружения (ГТС) могут повлечь за собой катастрофические последствия, так как эти сооружения обычно находятся в черте населенных пунктов и являются объектами повышенного риска. Аварии на ГТС могут привести к обширному затоплению территории и образованию зоны катастрофического затопления.

Горно-обогатительный комбинат (ГОК) — комплексное горное предприятие по добыче и переработке твёрдых полезных ископаемых[15].

В состав горно-обогатительного комбината входят следующие основные производственные подразделения:

1) подразделения по добыче полезных ископаемых (карьеры, шахты, рудники);

2) транспортное подразделение, предназначенное для доставки добытой руды на обогатительную фабрику. Доставка руды на обогатительную фабрику может осуществляться с использованием различных транспортных систем и видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, конвейерного, канатных дорог, рудоспусков, рудоскатов и других;

3) подразделение по переработке добытого полезного ископаемого, которое обычно представлено обогатительной фабрикой;

4) общепроизводственные подразделения: энергохозяйство, ремонтно-механический цех, другие необходимые подразделения[16].

На территории ГОК имеется забой экскаватора. Рабочим местом машиниста экскаватора является его кабина, в которой должны быть максимальные удобства для самого машиниста.

В кабине оператора применена система отопления, вентиляции и кондиционирования. Электрическая схема и компоновка приборов управления выполнены так, чтобы обеспечивалась универсальность кабины, в плане возможности ее применения для оборудования любых систем управления электроприводами. Для внутреннего освещения используются современные светодиодные светильники, выполняющие также функции аварийного освещения. При отсутствии электроэнергии, продолжительность работы светильника от встроенного аккумулятора до 25 часов. Кабина укомплектована откидным креслом помощника машиниста. Внутренняя облицовка кабины выполнена из алюминиевых композитных панелей с применением алюминиевых профилей. В качестве наружных осветительных приборов установлены пыле и влагозащищенные виброустойчивые светодиодные прожекторы[17].

### **6.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Основную работу машинист выполняет в кабине экскаватора. Класс условий труда машиниста экскаватора 3.2 (вредные условия труда 2 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет).

Машинист экскаватора, как и водитель автомобиля постоянно находится в кабине и управляет машиной. Рабочая поза постоянно сидя в кресле в машиниста, которое должно быть комфортно для человека. Если необходимо сделать небольшой ремонт экскаватора или его оборудования, то рабочая поза меняется в зависимости от профиля работы. Во время работы преобладают движения рук. Основная задача в данном разделе – снизить вред здоровью человека от постоянного пребывания в зоне опасных и вредных факторов[18].

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ машиниста экскаватора[18].

Факторы	
Опасные	Вредные
1. движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части	1. повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны
2. обрушивающиеся грунты и горные породы	2. повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны
3. разрушающиеся конструкции машин	3. повышенный уровень шума на рабочем месте
4. опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	4. недостаточная освещенность рабочей зоны
	5. повышенный уровень вибрации

## 6.2 Производственная безопасность

### 6.2.1 Микроклимат

Требования к микроклимату, составу воздушной среды в рабочей зоне и к другим условиям труда машиниста экскаватора в основном регламентируются Санитарными правилами (СП) по гигиене труда. Санитарно-технические средства экскаватора (вентиляция, отопление, кондиционирование, теплоизоляция) должны обеспечивать поддержание в кабине оптимальных или допустимых параметров микроклимата (в холодный и переходный период года

в диапазоне от 18 - 25 -С, в теплый - не более 28 -С) не позднее чем через 30 минут после начала непрерывного движения с прогретым двигателем. Перепад температуры по вертикали не должен превышать 3 - 5 –С[19].

### **6.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте**

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

Шумовыми характеристиками экскаваторов являются: эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА, излучаемый экскаватором в окружающую среду в контрольной точке; эквивалентный (по энергии) уровень звука, дБА, на рабочем месте машиниста[20].

Эквивалентный уровень звука, излучаемый экскаватором в окружающую среду в контрольной точке и на рабочем месте, не должен превышать 80 дБА по ГОСТ 12.1.003[21].

Машины которые в процессе работы могут производить шум, неблагоприятно воздействующий на работников, следует конструировать и изготовлять с учетом последних достижений технологии и принципов проектирования, позволяющих снизить излучаемый шум

### **6.2.3 Загазованность воздушной среды рабочего места**

В атмосферном воздухе, а также в воздухе помещений всегда содержится пыль. Она представляет собой аэрозоль с твердыми частицами

дисперсной фазы размером преимущественно 2 – 10 мкм. Она оказывает негативное воздействие на здоровье человека, вызывает различные заболевания дыхательной, нервной, сердечно-сосудистой системы, ухудшает общее состояние организма. На современном этапе развития производства к одной из глобальных задач перерабатывающих предприятий относится борьба с пылью[22].

Содержание аэрозолей фиброгенного действия в воздухе на постоянном рабочем месте машиниста не должно превышать предельно допустимых концентраций по ГОСТ 12.1.005[23].

Содержание вредного вещества в данной конкретной точке характеризуется следующим суммарным временем отбора: для токсических веществ - 15 мин, для веществ преимущественно фиброгенного действия - 30 мин. За указанный период времени может быть отобрана одна или несколько последовательных проб через равные промежутки времени. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, сравнивают с величинами ПДК ГОСТ 12.1.005-88.

Для уменьшения запыленности на предприятиях применяются такие методы борьбы:

- максимальная герметизация оборудования. Она значительно снижает количество пыли, уменьшает денежные затраты на приобретение и эксплуатацию дополнительной очистительной аппаратуры, так как исключение источников пыли намного экономически выгоднее, чем борьба с ее последствиями.

- механизация процессов дробления, размола, просева, фасовки, погрузки и т. д. Позволяет исключить человеческий фактор, обезопасить здоровье людей. Механизацию удобно совмещать с герметизацией для улучшения показателей.

- увлажнение воздуха на предприятии также очень распространенный метод, однако он обладает значительным недостатком – влажность отрицательно влияет на состояние оборудования.

#### **6.2.4 Повышенный уровень вибрации**

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности[24].

Вибрационными характеристиками на постоянном рабочем месте машиниста экскаватора являются:

1. скорректированные значения виброускорения в диапазоне частот 1,4-90 Гц (интегральный метод) или среднеквадратические значения виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в октавных или 1/3 октавных полосах частот (спектральный метод) на сиденье машиниста;

2. скорректированные значения виброускорения в диапазоне частот 5,6-1410 Гц или среднеквадратические значения виброскорости или виброускорения в октавных полосах частот на рукоятках управления[25].

Допустимые скорректированные значения виброускорения не должны превышать значений, приведенных в табл.6.2

Таблица 6.2

Вид вибрации	Допустимые скорректированные значения виброускорения, м/с
Общая категория: на сиденье машиниста в направлении *	0,27
Локальная: на рукоятках управления в направлении движения руки	2,0

\* Технически достижимая вибрационная характеристика должна быть не более 0,54 м/с .

Для снижения вибраций используются вибродемпфирующие покрытия из полимерных материалов, которые невозможно использовать в качестве конструкционных материалов. Действие покрытий основано на колебании вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформации покрытий. Хорошо гасят колебания смазочные материалы, так как слой смазочного материала устраняет возможность контакта между двумя сочлененными элементами, а следовательно, и появление сил поверхностного трения - причины возбуждения вибраций. Для снижения вибраций используют такие ударные виброгасители, в которых осуществляется переход кинетической энергии относительно движения контактирующих элементов в энергию деформации с распространением колебаний из зоны контакта по взаимодействующим элементам[26].

### 6.2.5 Освещенность

Недостаточное освещение рабочего места вызывает быструю усталость и болезни глаз, снижает внимательность и, следовательно, значительно уменьшает производительность труда, а также увеличивает вероятность несчастных случаев на производстве.

Освещенность в люксах на постоянном рабочем месте и поверхности забоя при всех включенных осветительных приборах должна соответствовать следующим значениям:

Таблица 6.3

пульт управления при работе экскаватора	20
стол для записей (для шагающих экскаваторов)	150
зона объекта различения	75
зона под стрелой в крайней точке черпания	10

Рекомендуется следующий порядок осуществления мероприятий по устройству искусственного освещения:

- определение площади, подлежащей освещению, а также площади наибольшей концентрации работ;

- установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ

- выбор системы освещения;

- выбор источников света и расчета их необходимого количества;

- выполнение проекта распределения осветительных средств с учетом параметров их установки и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока[27].



### **6.2.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека**

Опасность поражения человека электрическим током оценивается величиной тока  $I$  (А), проходящего через его тело, или напряжением прикосновения  $U$  (В). Это означает, что опасность поражения током зависит от схемы включения человека в цепь, напряжения сети, режима нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, емкости линии и т. д.

Электрический ток широко используется в промышленности, технике, быту, на транспорте. Устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующие для своей работы электрический ток могут являться источниками опасности.

Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетокведущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Возможны два варианта прикосновения человека к сети: между двумя фазами - двухфазное и между фазой и нулевой точкой – однофазное. Двухфазное включение, как правило, более опасно, поскольку к человеку непосредственно прикладывается наибольшее напряжение сети - линейное, а ток зависит только от сопротивления организма и имеет наибольшее значение. Однофазное включение является менее опасным, чем двухфазное, поскольку прохождение тока через человека ограничивается сопротивлением обуви и пола, а также сопротивлением изоляции фазных проводов.

Поражение человека электрическим током возможно также под воздействием напряжения шага при нахождении человека в зоне растекания

тока на землю; электрической дугой, возникающей при коротких замыканиях, при приближении человека к частям высоковольтных установок, находящимся под напряжением, на недопустимое малое расстояние.

Воздействие электрического тока на человека. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие[28].

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82[29] при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 мА. Указание данные приведены для продолжительности воздействия тока не более 10 мин в сутки.

### **6.3 Экологическая безопасность**

Для горнодобывающей промышленности характерно интенсивное воздействие на окружающую природную среду, неизбежно вызывающее ее изменение. В процессе производства нарушаются полностью или частично сложившиеся экологическое состояние в зонах размещения промышленных объектов (шахт, рудников, обогатительных фабрик).

Эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются отчуждение для производства горных работ нужных для сельского хозяйства территорий, истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод, затопление и заболачивание подработанных территорий, обезвоживание и засоление почв, загрязнение вредными веществами и химическими элементами атмосферного воздуха неблагоприятные для местных экологических систем гидрогеологические и геохимические изменения, изменение микроклимата.

Основными направлениями воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду являются: изъятие минерально-сырьевых (топливно-энергетические ресурсы, цветные и черные металлы, горно-химическое сырье, гидроминеральные ресурсы) и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); химическое и тепловое загрязнение биосферы; физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное).

Эти воздействия могут носить характер:

- глобальный;
- локальный — проявляющийся в зоне радиусом от 15 до 70-100 км.;
- региональный — охватывающий обширные территории на удалении до 1000-1500 км.

Характер поступления загрязняющих веществ в атмосферу, водные объекты, на почву определяется:

- максимально разовым выбросом и сбросом;
- годовым выбросом, сбросом загрязняющих веществ.

При изменении качества окружающей среды горнодобывающее предприятие в конечном итоге оказывает влияние на:

- персонал промышленного предприятия;
- население (условия жизни и здоровья);
- окружающую природную среду региона;
- объекты промышленности.

Предприятия угольной промышленности, относятся к числу производств, которые загрязняют окружающую среду сточными водами. В результате их работы происходит истощение запасов подземных вод в ходе осушения и эксплуатации угольных месторождений, а также загрязнение

поверхностных вод сбросами карьерных, шахтных и промышленных неочищенных сточных вод.

Выбросы в атмосферу вредных веществ предприятиями горнодобывающей промышленности происходят в процессе разработки полезных ископаемых, а также в ходе производственных процессов технологического комплекса поверхности отвалов и шахт, при открытой разработке сланца и угля, обогащении твердого топлива, производства брикетов.

При этом в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как: пыль, оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид и сероводород, который выделяется при горении породных отвалов.

Интенсивное пылеобразование, существенно загрязняющее атмосферу, происходит в начале строительства горнодобывающих предприятий, в процессе эксплуатации практически при всех технологических работах, при прохождении горных разработок, добыче полезных ископаемых и транспортировке.

Добыча полезных ископаемых шахтным методом также негативно сказывается на природных ландшафтах.

При сдвигении и деформации горных пород на земной поверхности образуются прогибы, провалы, которые с течением времени заполняются подземными грунтовыми и паводковыми водами, а также атмосферными осадками.

При деформации земной поверхности, существует опасность подтопления или, наоборот, обезвоживания ее отдельных участков, вследствие чего окружающая природа терпит значительный ущерб в виде изменения

микроклимата, негативно воздействует на леса, пашни, населенные пункты и промышленные объекты.

Современный этап развития технологий предусматривает осуществление охраны природной среды, при котором приоритетное направление занимает внедрение малоотходных производств, которые существенно уменьшат негативное воздействие.

Для повышения эффективности природоохранных работ и улучшения экологического состояния территорий, размещенных вблизи от горнодобывающих предприятий, необходимо использовать технологию, при которой отходы производства доводятся до товарной продукции или сырья с целью использования для нужд производства или других областей.

#### **6.4 Безопасность в ЧС**

Предприятия (организации) по добыче полезных ископаемых независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности должны осуществлять свою деятельность в соответствии с требованиями законов в области промышленной безопасности.

При добыче полезных ископаемых велик риск возникновения техногенных аварий.

Хвостохранилища являются главными гидротехническими сооружениями на горно-обогатительных предприятиях, и представляют из себя, как правило, не один объект, а сложную систему из нескольких хвостохранилищ и ограждающих их дамб. А потому любое хвостохранилище таит в себе потенциальную техногенную опасность.

Даже в штатном режиме своего функционирования хвостохранилища не добавляют радости окружающим территориям: их токсичное содержимое где-то выветривается, где-то просачивается, где-то испаряется. Но бывают

неприятности и похуже, когда дамбы хвостохранилищ разрушаются и происходят эпические экологические катастрофы.

Повреждение кабельных и воздушных линий электропередач является одной из распространенных причин возникновения аварийных ситуаций на горно-обогатительном комбинате.

При просадке или сползании грунта машинисту следует прекратить работу, отъехать от этого места на безопасное расстояние и доложить о случившемся руководителю работ.

Так же возможной аварией на ГОКе является возгорание или взрыв дизельного топлива, причиной этого инцидента служит нагревание, использование некачественного топлива и т.д.

В техногенной сфере работа по предупреждению аварий ведется на конкретных объектах и производствах. Для этого используются общие научные, инженерно-конструкторские, технологические меры, служащие методической базой для предотвращения аварий. В качестве таких мер могут быть названы: совершенствование технологических процессов, повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности систем, своевременное обновление основных фондов, применение качественной конструкторской и технологической документации, высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий, использование квалифицированного персонала, создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое. Работу по предотвращению аварий ведут соответствующие технологические службы предприятий, их подразделения по технике безопасности.

В качестве превентивных мер могут быть названы: совершенствование технологических процессов, повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности систем, высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий, использование квалифицированного персонала, создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Конкретные мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций реализуются в ходе подготовки объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций. Эта подготовка осуществляется путем проведения названных ранее отдельных мероприятий, реализации упомянутых планов и целевых программ, целенаправленной работы объектов и отраслей экономики в соответствующих режимах функционирования РСЧС.

Другим направлением уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций являются мероприятия по повышению физической стойкости объектов к воздействию поражающих факторов при авариях, природных и техногенных катастрофах.

## **6.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Минимальное рабочее пространство вокруг машиниста с антропометрическими признаками 95 перцентиля группы населения Б и по ГОСТ 12.2.049[30] должно соответствовать требованиям ГОСТ 27250\*[31]. Ширина прохода к креслу на высоте 750 мм от пола должна быть не менее 300 мм.

Рекомендуется сиденье помощника изготавливать размером не менее 350x380 мм и располагать на высоте 420-450 мм. Допускается делать его откидным и крепить к стенке кабины.

Кабина должна быть оборудована средствами или устройствами:

1) для предотвращения запотевания и обмерзания стекол при температуре наружного воздуха до минус 40 °С, по требованию заказчика для исполнения ХЛ по ГОСТ 15150[32] - до минус 55 °С;

2) для защиты глаз машиниста от прямых солнечных лучей (солнцезащитные козырьки, тонированные стекла и др.);

3) для очистки наружной поверхности лобового стекла от загрязнения и атмосферных осадков, обеспечивающие рациональные зоны очистки;

4) для установления, регулирования и поддержания комфортных микроклиматических условий;

5) для аварийного покидания кабины.

Остекление кабины должно быть устойчивым к механическому воздействию по ГОСТ 5727. Окна должны иметь форточки или частично открываться. Стекла по периметру должны иметь вибродемпфирующую прокладку.

Для подъема на рабочее место машиниста на экскаваторе должна быть установлена безопасная лестница с высотой перил от поверхности ступени 850-950 мм.

Дверной проем должен иметь высоту не менее 1900 мм, ширину не менее 650 мм (для исполнения ХЛ - не менее 750 мм) с учетом уплотнения. Запорное устройство и уплотнение должны обеспечивать герметичность и безотказное открывание и закрывание двери.



Машинист должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты и Коллективным договором.

Машинист при ремонтных и других работах вне кабины экскаватора должен работать в каске. Работа без каски допускается только в кабине экскаватора.

Машинист должен уметь пользоваться средствами пожаротушения, находящимися на экскаваторе, а также содержимым аптечки первой помощи.

## **6.6 Вывод**

Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов влияющих на рабочих, населения и окружающую среду.

В разделе производственная безопасность проведён анализ выявленных вредных факторов на машиниста экскаватора и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов.

В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу, литосферу и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности.

В разделе безопасность в ЧС представлен перечень возможных ЧС на объекте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является прорыв дамбы. Проведены разработки по превентивным мерам предупреждения ЧС в результате прорыва ГТС.

Были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности для машиниста экскаватора.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи.

Проведен анализ причин возникновения аварий на гидротехническом сооружении.

Проведен анализ гидротехнического сооружения горно-обогатительного комбината «Ильменит». Исследуемой областью является пруды-отстойники данного предприятия. Были определены возможные аварии на объекте. Определен наихудший сценарий развития ЧС на прудах-отстойниках.

Произведен расчет сценариев аварийных ситуаций, который позволил произвести оценку риска гидротехнического сооружения. Из полученных данных видим, что ни в одном из приведенных сценариев параметры затопления не превосходят значений, то последствия нельзя принимать за разрушения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen, Sheng-Hong Hydraulic structures. Springer, 2015.
2. Волков И.М, Конопенко П.Ф, Фидичкин И.К. Гидротехнические сооружения, М., Колос, 1968.
3. Седрисев Д.Н, Рубинская А.В, Аксенов Н.В, Кожевников А.К. Основы проектирования гидротехнических сооружений, лесных бирж и рейдов приплава.
4. СНиП 2.06.01-86 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.
5. Гидротехнические сооружения, возможные аварии на них и их последствия. Защита населения от последствий гидродинамических аварий. // Exzamins.ru URL: <http://www.exzamins.ru/otvet/3/9/317.html> (дата обращения: 2.05.2017).
6. Гидродинамические аварии // Библиофонд URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=492688> (дата обращения: 5.05.2017).
7. В.А.Макашев, С.В. Петров Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учебное пособие, 2008.
8. РД 03-626-03 Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения.
9. Гидродинамические аварии, примеры // Businessman.ru URL: <https://businessman.ru/new-avarii-gidrodinamicheskie-v-rossii.html> (дата обращения: 6.05.2017).

10. Крупнейшие аварии на гидротехнических сооружениях // Коммерсант.ru URL: <https://www.kommersant.ru/doc/1222760> (дата обращения: 6.05.2017).
11. Уникальное производство в России // Ильменит URL: <http://www.ilmenite.ru> (дата обращения: 7.05.2017).
12. Капиталы песчаных карьеров // Эксперт URL: <http://expert.ru/siberia/2014/08/kapitalyi-peschanyih-karerov/> (дата обращения: 7.05.2017).
13. Под Томском собираются строить горно-обогатительный комбинат // Новости в Томске URL: <https://news.vtomske.ru/news/78333-pod-tomskom-sobirayutsya-stroit-gorno-obogatitelnyi-kombinat> (дата обращения: 7.05.2017).
14. СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 «Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений»/
15. Горно-обогатительный комбинат (рус.). Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984—1991.
16. Обогажительная фабрика // Горная энциклопедия URL: <http://www.mining-enc.ru/o/obogatitelnaya-fabrika/> (дата обращения: 7.05.2017).
17. Гидравлическое оборудование [Текст] Ч.1 Отраслевой каталог сост. Н. С. Майорова, Н. Н. Веденева; ВНИИТЭМР
18. Инструкция по охране труда для машиниста экскаватора одноковшового
19. СанПиН 2.2.4.1294-03, Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений.
20. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

21. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

22. Исследование загазованности воздушной среды производственных помещений: метод. указания к лабораторной работе / сост.: Е. Н. Горохова, Н. И. Николаева, С. Н. Гладких, В. А. Самойленко, О. Н. Виноградова, А. И. Токарь, Я. М. Абдушаева, Е. С. Минина, М. В. Семкив; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 20 с.

23. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны/

24. Вибрации в технике. Справочник в 6 т. Ред. совет: В. Н. Челомей и др. М: Машиностроение. 1981.

25. Эргономика горнорудного оборудования В. С. Головин

26. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»

27. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений

28. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека // StudBooks URL: [http://studbooks.net/1510893/bzhd/povyshennoe\\_znachenie\\_napryazheniya\\_elektricheskoy\\_tsepi\\_zamykanie\\_kotoroy\\_proizoyti\\_telo\\_cheloveka](http://studbooks.net/1510893/bzhd/povyshennoe_znachenie_napryazheniya_elektricheskoy_tsepi_zamykanie_kotoroy_proizoyti_telo_cheloveka) (дата обращения: 5.05.2017).

29. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

30. ГОСТ 12.2.049-80 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования»

31. ГОСТ 27250-97 (ИСО 3411-95) Машины землеройные. Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора

32. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды